



*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**UNIVERSITE de TLEMCCEN**  
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers*



**Département : D'agronomie**

**MEMOIRE**

Présenté par :

**MELLOUKI IMANE**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de Master II Académique.**

Spécialité : protection des végétaux.

Thème :



**Vérification des effets des nouveaux produit " biostimulants " sur la productivité de l'olivier dans la région de « Tlemcen »**



**Soutenu le 25 /06/2023, devant le jury composé de :**

Qualité	Nom	Grade	Université
Président :	KAZI TANI.L	M.C.B	Université de Tlemcen
Encadreur :	ADJIM.Z	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur :	BENDI DJELLOUL.M	M.C.A	Université de Tlemcen
Invité :	BENFRIHA.A		

**Année Universitaire : 2022-2023**

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à mes parents, qui m'ont toujours encouragé à poursuivre mes rêves et à persévérer dans mes études. Leur amour, leur soutien et leurs sacrifices ont été la clé de ma réussite. Je leur suis infiniment reconnaissant pour leur confiance en moi et pour tout ce qu'ils ont fait pour moi. Cette réalisation est également dédiée à mes amis et mes proches qui ont été présents tout au long de mon parcours universitaire et qui m'ont apporté leur soutien et leur amitié.*

*Imane M*

## *Remerciements*

*Au terme de ce travail de recherche, je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de Master.*

*Je remercie tout d'abord ma famille MELLOUKI , ma mère Hafida, mon père Abbes, mes frères Ibrahim et Ismaïl, et ma sœur Asmae, et mon fiancé pour leur soutien psychologique. Je souhaite également remercier mes enseignants et mes encadrants universitaires, M. ADJIM et Mlle. TAIB, pour leur soutien et leurs précieux conseils tout au long de ce parcours académique. Leurs encouragements et leur expertise m'ont permis de développer mes compétences en recherche et d'approfondir mes connaissances dans mon domaine d'étude.*

*Je tiens également à remercier les professionnels et les experts, M. BENFRIHA et M. MACHHOUR, ainsi que le directeur gérant de la ferme pilote Belaidouni, M. FARROUANI, et le technicien agricole, M. SLIMANI, ainsi que mon oncle, M. Mostafa, avec lesquels j'ai eu la chance de collaborer tout au long de ce projet. Leurs connaissances pratiques et leur expérience ont été indispensables pour la réalisation de ce mémoire.*

*Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance envers l'Examineur de mémoire BENDI DJELLOUL.M. Votre*

*expertise et votre attention aux détails ont enrichi mon travail et m'ont permis de développer une vision critique et approfondie de mon sujet, aussi je souhaite remercier chaleureusement le Président KAZ TANI .L pour avoir accepté de présider mon jury de soutenance. Votre engagement envers l'excellence académique et votre expérience dans le domaine ont grandement enrichi cette étape cruciale de mon cursus*

*Je n'oublierai pas non plus mes amis, pour leur soutien et leur encouragement tout au long de mes études, en particulier mon binôme, B. Fatima, ainsi que R. Adnane et Z. Kada, et tous mes camarades de classe. Leur présence a été une source constante de motivation et de réconfort.*

*Enfin, je tiens à remercier tous les participants à cette étude pour leur collaboration et leur disponibilité. Sans leur participation, cette recherche n'aurait pas été possible.*

*Je suis reconnaissant envers toutes ces personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de recherche et qui ont enrichi mon expérience académique et professionnelle.*

## SOMMAIRE :

<b>Introduction générale .....</b>	<b>13</b>
<b>CHAPITRE I :monographie sur les olives .....</b>	<b>15</b>
1. Situation géographique .....	16
1.1 Historique et origine de la culture de l'olivier .....	16
1.2 Situation de l'oléiculture en Algérie .....	16
1.3 Situation dans le monde .....	17
2. Etude géobotanique .....	18
2.1 Classification et Caractéristiques botaniques et morphologique de l'olivier.....	18
3. Les variétés de l'olivier en Algérie.....	23
4. Cycle végétatif annuel de l'olivier.....	24
5. Principaux ravageurs et maladies de l'olivier.....	28
6. Les différentes techniques de multiplication de l'olivier .....	29
7. Techniques culturales d'olivier .....	32
8. Les exigences écologiques de la culture d'olivier :.....	33
<b>CHAPITRE II :les biostimulants .....</b>	<b>37</b>
<b>Introduction : .....</b>	<b>38</b>
1. L'histoire et la Définition des biostimulants végétaux.....	40
2. Principales catégories des biostimulants des végétaux.....	41
3. Les modes d'action des biostimulans.....	52
4. La relation entre les biostimulants et la protection des végétaux .....	53
<b>CHAPITRE III :matériel et méthodes .....</b>	<b>55</b>
1. L'objectif d'étude .....	56
2. Choix du site d'étude : .....	56
3. Programme des sorties : .....	58
4. Protocole Experimentale .....	60
4.1 Matériel utilisé .....	60
4.2 Les produits utilisés .....	60
5. Dispositif expérimental : .....	62
6. Déroulement de l'expérimentation.....	63
7. Échantillonnages .....	65

8. Observation Empiriques .....	66
9. Les analyses utilisées : .....	66
10. Les contraintes rencontrées .....	69
11. Exploitation des donné .....	<b>69</b>
12. Etude statistique .....	69

**CHAPITRE IV :résultats et disscusion ..... 71**

1. la vitesse de grossissements des fruits.....	72
2. le rendement des olives .....	74
3. la quantité d'huile produite .....	77
4. l'augmentation du nombre de boutons floraux .....	78
5. La protection des fleurs .....	79
6. Le taux d'humidité des feuilles d'olivier traitées et non traitées.....	79
7. la quantité de chlorophylle .....	79

Discussion générale

Conclusion

Références bibliographie

Annexe

## Liste des figures

Figure	Titre
1	répartition de la culture de l'olivier en Algérie (ITAF 2008)
2	Olea europaea L. (KÖHLER ET AL, 1887)
3	Coupes schématiques d'un fruit d'olive (drupe) (MUZZALUPO ET MICALI, 2015).
4	Etapes du cycle végétatif de l'olivier
5	les différentes stress qui infectent les plantes (MELLOUKI.I)
6	le système de culture avec l'incorporation de biostimulants
7	Résumé des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base d'acides humiques et fulviques (MELLOUKI.I ; BENNE HARI .F 2023)
8	Résumé des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base d'algues (MELLOUKI.I ; BENNE HARI. F 2023)
9	Résumé des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base de glucides, de protéines, d'acides aminés et de lipides (MELLOUKI.I ; BENNE HARI .F)
10	Résumé des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base de micro-organismes (MELLOUKI.I ; BENNE HARI .F.2023)
11	Observation sur les différentes parties d'une plante après l'application de biostimulants (POVERO et al, 2016)
12	Carte représentant l'localité de la ferme privé mostefai mohamed
13	Carte représentant localisation de la ferme Belaidouni
14	Dispositif expérimentale de l'étude (siteA)
15	Dispositif expérimentale de l'étude (siteB)
16	Ecraser les feuilles d'olivier avec de l'éthanol dans un mortier et pilon
17	Filtrer les deux mélanges
18	Entrer les échantillons dans la centrifugeuse
19	Préparer les échantillons a insérer dans le spectrophotométrie
20	Peser les échantillons des feuilles avant le séchage
21	Entrée des échantillons de feuilles dans le four pendant 24heurs
22	la vitesse de grossissement de fruit d'olive par unité de temps.
23	le rendement des olives.
24	la quantité d'huile produite.
25	Le nombre des boutons floraux.
26	La protection des fleurs d'olivier.
27	La quantité de chlorophylle
28	Le taux d'humidité

## Liste des tableaux

tableau	Titre	Page
<b>1</b>	Superficie oléicole des pays membres du Conseil Oléicole International (COI, 2015).	
<b>2</b>	Variétés d'Olivier cultivées en Algérie (D'APRES HAMIDOUCHE ET AL, 2008)	
<b>3</b>	Étapes du cycle végétatif de l'olivier [COLBRANT ET FABRE (1976) CITES PAR LOUSSERT ET BROUSSE (1978)]	
<b>4</b>	les parasites, les ravageurs et les maladies fongiques (D.BARRANCO ET AL 2008 ET VILLA 2003)	
<b>5</b>	Programme des sorties sur le site A	
<b>6</b>	Programme des sorties sur le site B	
<b>7</b>	Déroulement de l'expérimentation de site A	
<b>8</b>	Déroulement de l'expérimentation de site B	
<b>9</b>	étude statistique descriptive de grossissements des olives	

## Liste des abréviations

Abréviation	Signification
<b>%</b>	Pour cent
<b>SAU</b>	Surface agricole utilisée
<b>FAO</b>	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>H</b>	Hectare
<b>M</b>	Mètre
<b>CM</b>	Centimètre
<b>Mm</b>	Millimètre
<b>S</b>	Sépale
<b>P</b>	Pétale
<b>E</b>	Étamine
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>PB</b>	L'utilisation de Biostimulants végétaux naturels
<b>NUE</b>	Efficacité d'utilisation des nutriments
<b>US</b>	États-Unis
<b>HS</b>	Scientia Horticulturae (journal scientifique)
<b>H</b>	Hydrogène
<b>ATP</b>	Adénosine triphosphate
<b>SWE</b>	Society of Women Engineers (Société des femmes ingénieurs)
<b>PGPR</b>	Bactéries capables de stimuler la croissance végétale
<b>N<sub>2</sub></b>	Diazote
<b>NH<sub>4</sub></b>	Ammonium
<b>AL</b>	Aluminium
<b>CO</b>	Cobalt
<b>Na</b>	Sodium
<b>Se</b>	Sélénium
<b>Si</b>	Silicium
<b>P</b>	Phosphore
<b>K</b>	Potassium
<b>Ca</b>	Calcium
<b>H0.H1.H2</b>	Hypothèse
<b>h</b>	Heure
<b>m<sup>2</sup></b>	Mètre carré
<b>L</b>	Litre
<b>G</b>	Gramme

## Résumé

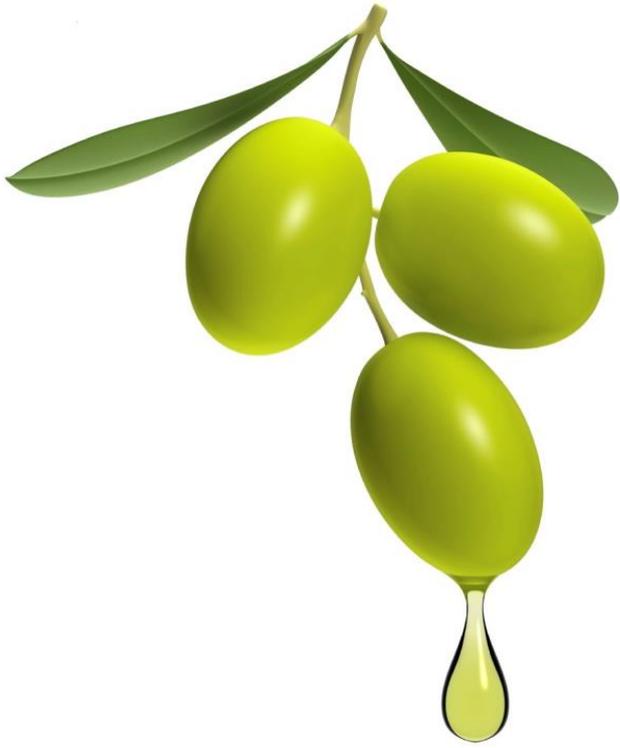
Les biostimulants sont des substances naturelles prometteuses en remplacement des engrais chimiques dans l'agriculture. Ils contiennent des biomolécules actives qui favorisent la croissance des plantes et les aident à résister au stress biologique et non biologique. Cette étude se concentre sur les effets des biostimulants sur la production d'olives dans les régions de Nedroma et El-Fhoul. Après avoir appliqué les biostimulants sur des oliveraies et comparé des échantillons traités et non traités, les résultats démontrent que les biostimulants accélèrent la maturation des fruits d'olivier, augmentent leur taille et améliorent la croissance des plantes, entraînant ainsi une augmentation de la productivité. De plus, les biostimulants augmentent le rendement et le poids des olives récoltées, ainsi que la quantité d'huile produite. Ils favorisent également la pollinisation et la fructification en protégeant les fleurs d'olivier. Par ailleurs, les arbres traités avec des biostimulants présentent une augmentation de la teneur en chlorophylle et de l'humidité dans les feuilles, témoignant d'une meilleure efficacité photosynthétique et d'une meilleure santé globale des plantes. Ces résultats confirment l'efficacité des biostimulants pour favoriser la croissance des plantes et améliorer la productivité des cultures. Parmi les avantages des biostimulants, on peut également mentionner leur caractère naturel, leur respect de l'environnement et leur contribution à une agriculture plus durable.

## **Résumé en anglais**

Biostimulants are promising natural substances as alternatives to chemical fertilizers in agriculture. They contain active biomolecules that promote plant growth and help them withstand both biotic and abiotic stress. This study focuses on the effects of biostimulants on olive production in the regions of Nedroma and El-Fhoul. After applying biostimulants to olive groves and comparing treated and untreated samples, the results demonstrate that biostimulants accelerate olive fruit maturation, increase their size, and improve plant growth, leading to increased productivity. Furthermore, biostimulants enhance the yield and weight of harvested olives, as well as the quantity of oil produced. They also promote pollination and fruiting by protecting olive flowers. Additionally, trees treated with biostimulants show increased chlorophyll content and leaf moisture, indicating improved photosynthetic efficiency and overall plant health. These results confirm the effectiveness of biostimulants in promoting plant growth and enhancing crop productivity. Among the advantages of biostimulants, their natural character, environmental friendliness, and contribution to sustainable agriculture can also be mentioned.

## Résumé en arabe

المحفزات الحيوية هي مواد طبيعية واعدة كبديل للأسمدة الكيميائية في الزراعة. تحتوي على جزيئات حيوية نشطة تعزز نمو النباتات وتساعد على مقاومة التوتر البيولوجي وغير البيولوجي. تركز هذه الدراسة على تأثير المحفزات الحيوية على إنتاج الزيتون في مناطق ندرومة والفحول. بعد تطبيق المحفزات الحيوية على حقول الزيتون ومقارنة العينات المعاملة وغير المعاملة، تبين النتائج أن المحفزات الحيوية تسرع نضج ثمار الزيتون وتزيد حجمها وتحسن نمو النبات، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية. بالإضافة إلى ذلك، تزيد المحفزات الحيوية من عائد وزن الزيتون المحصول، فضلاً عن كمية الزيت المنتجة. كما تعزز أيضاً التلقيح والتثمر من خلال حماية زهور الزيتون. وبالإضافة إلى ذلك، تظهر الأشجار المعاملة بالمحفزات الحيوية زيادة في محتوى الكلوروفيل ورطوبة الأوراق، مما يدل على تحسين كفاءة التمثيل الضوئي وصحة النبات بشكل عام. تؤكد هذه النتائج فعالية المحفزات الحيوية في تعزيز نمو النبات وتحسين إنتاجية المحاصيل. من بين فوائد المحفزات الحيوية، يمكن أيضاً ذكر طبيعتها الطبيعية وصديقيتها للبيئة ومساهمتها في الزراعة المستدامة



# ***Introduction générale***

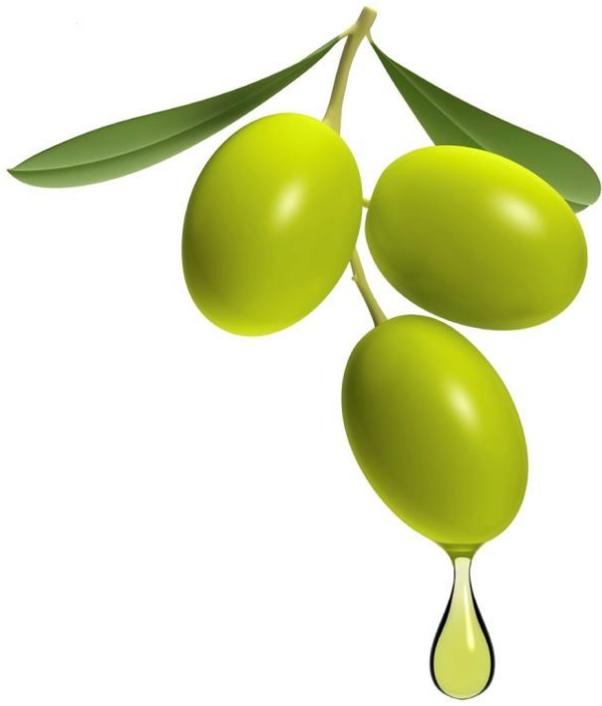
### INTRODUCTION

Les biostimulants sont des substances naturelles qui, lorsqu'appliquées aux plantes, peuvent améliorer leur métabolisme, leur croissance et leur développement (CALVO ET AL., 2014). Ces produits peuvent être utilisés en complément des engrais et des pesticides traditionnels pour optimiser la productivité des cultures (CANELLAS ET AL., 2019). Les avantages potentiels des biostimulants sont nombreux, notamment une réduction des coûts de production, une amélioration de la qualité des produits et une diminution de l'impact environnemental de l'agriculture (COLLA ET AL. 2017; ROUPHAEL ET AL., 2018).

Dans ce mémoire, nous nous intéressons à l'effet de nouveaux produits biostimulants sur la productivité des oliveraies. Nous testons ces produits sur des oliveraies et comparons les résultats avec ceux obtenus grâce aux méthodes traditionnelles de culture des oliviers. Notre objectif est de déterminer si l'utilisation de ces nouveaux produits biostimulants peut améliorer significativement la productivité des oliveraies et, le cas échéant, d'identifier les produits les plus efficaces.

L'oléiculture est un secteur économique important dans de nombreux pays, contribuant à la création d'emplois et à la croissance économique (FAO, 2020). Dans ce contexte, la recherche de moyens pour améliorer la productivité des oliveraies est cruciale pour garantir la compétitivité des producteurs. Ces dernières années, l'utilisation de produits biostimulants est devenue de plus en plus courante dans l'agriculture, en particulier pour améliorer la croissance et la santé des plantes (COLLA ET AL, DU JARDIN, 2015).

Cette étude est pertinente pour les producteurs d'olives qui recherchent des moyens innovants pour améliorer leur productivité et leur compétitivité sur le marché (GARCIA-MORALES ET AL., 2020). Elle peut également contribuer à une réduction de l'impact environnemental de l'agriculture en encourageant l'utilisation de produits biostimulants naturels plutôt que d'engrais et de pesticides chimiques (SAA ET AL, 2019).



# ***CHAPITRE I :***

## ***Monographie sur les olives***

## 1. Situation géographique

### 1.1 Historique et origine de la culture de l'olivier

L'olivier a une origine très ancienne, est un arbre rustique localisé et est vivace. Sa diffusion correspond et se combine avec celle des cultures successives dans le bassin méditerranéen (**LOUSSERT ET BROUSSE 1978 ; BRETON ET AL 2006**).

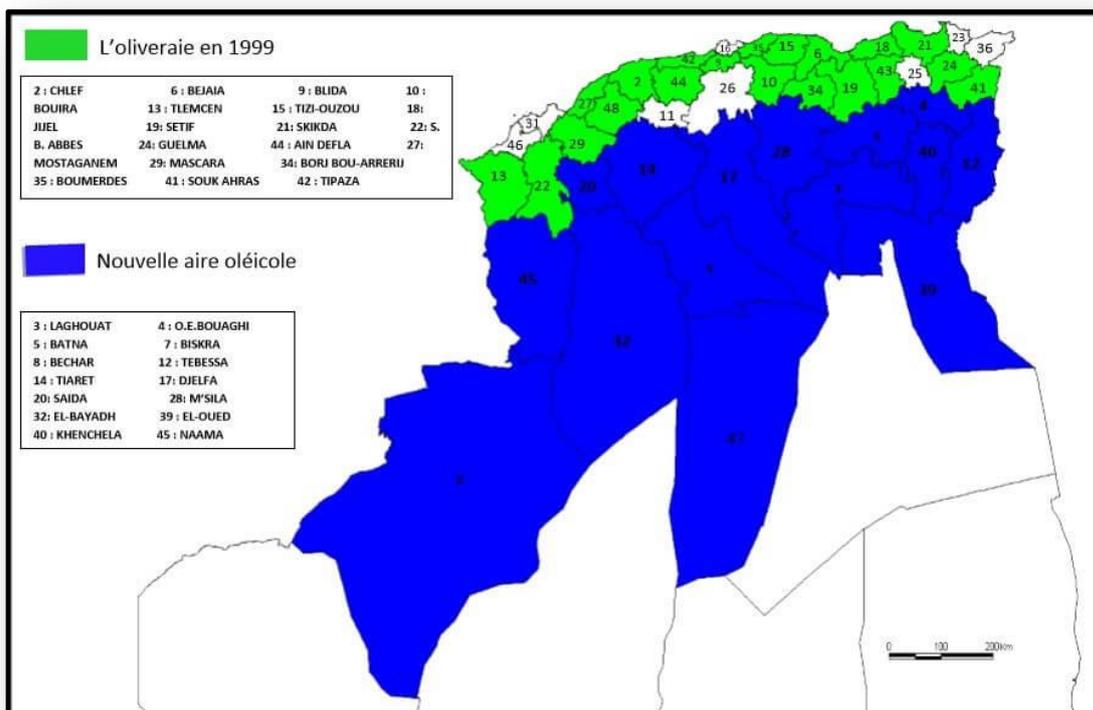
L'Olivier est sans conteste la plante domestiquée qui bénéficie de la plus forte auréole symbolique des sociétés méditerranéennes. Cet arbre dépositaire de valeurs religieuses et spirituelles, domine le paysage local au point d'en être l'élément fondateur. Il a toujours représenté l'harmonie, la sagesse et l'abondance ; en conséquence, d'ailleurs il était interdit de le couper (**GREEN ET WICKENS ; BRETON ET AL 1989**). Elle se découvre au fil des âges à travers divers mythes et croyances (Bible, Torah, Talmud, Coran), Bien que la localisation exacte de l'origine de l'olivier soit inconnue, la thèse de (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978 ; BESNARD 2000**) prétend qu'il se situe précisément dans les nations bordant le berceau des civilisations méditerranéennes - Syrie, Egypte, Liban, Grèce ou Rome. Les Grecs et les Romains lors de leur colonisation du bassin méditerranéen ont contribué à la croissance continue de l'olivier au-delà de la Méditerranée, ainsi qu'au développement de sa civilisation d'Orient en Occident. (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978 ; BRETON ET AL., 2006 ; ARTAUD, 2008**). Depuis l'Antiquité, l'olivier est cultivé en Algérie. À l'époque, l'un des piliers fondamentaux des activités commerciales de la population rurale était l'olivier et ses produits. Malgré le temps et la distance, « l'or liquide », emblème économique et écologique de la région méditerranéenne et continue de représenter sa richesse (**JACOTOT, 1993**). Comme les effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé humaine ont été confirmés, l'intérêt pour la culture et la consommation de l'olive s'est accru dans les pays qui n'ont traditionnellement pas produit d'olives, comme les États-Unis, l'Australie et le Japon, mais la culture de l'olive est encore principalement de nature méditerranéenne (**PINELLI ; ROMANI 2003**).

### 1.2 Situation de l'oléiculture en Algérie

La culture de l'olivier, en particulier cette espèce thermophile bien adaptée au milieu méditerranéen, est une pratique ancienne qui symbolise la culture fruitière la plus répandue en Algérie. Dans notre pays, la culture de l'olivier occupe environ 34 739 080 pieds, soit 5,54% de l'espace total utilisé pour l'agriculture (SAU).

## Chapitre 01 : monographie sur les olives

Selon les données du ministère de l'agriculture, l'olivier en Algérie est concentré principalement dans la région du centre (54%), à l'est (29%) et à l'ouest seulement 17%. Au niveau de chaque région, l'essentiel des terres agricoles occupe quelques wilayas comme au centre du pays avec 95% de la superficie agricole à Béjaïa, Tizi-Ouzou et Bouira ; A l'est, 68% du bocage se situe à Guelma, Sétif, Jijel et Skikda. A l'ouest du pays à Mascara, Sidi Bel Abbes, Relizane et Tlemcen possèdent 71% de l'oliveraie (ABDEL KARFA, 2003). L'émergence de l'olivier est principalement due à la plasticité environnementale et à la valeur nutritive de ses fruits, dont est extraite une huile riche en Oméga 3.



**Figure 01** : répartition de la culture de l'olivier en Algérie (ITAF 2008)

### 1.3 Situation dans le monde

L'olivier est cultivé dans de nombreuses régions du monde, principalement dans les zones climatiques chaudes et arides de la Méditerranée, du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord. Selon les statistiques de la FAO pour 2020, les cinq principaux pays producteurs d'huile d'olive sont l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Tunisie et la Turquie. Ensemble, ces pays représentent plus de 75% de la production mondiale d'huile d'olive (FAO 2020, FAOSTAT).

<i>Pays</i>	<i>Superficie (Ha)</i>
Espagne	2 584 564
Tunisie	1 839 600
Italie	1 350 000
Grèce	1 160 000
Maroc	1 020 000
Turquie	798 493
Portugal	358 513
Algérie	330 000
Iran	136 619
Jordanie	132 582
Argentine	100 000
Liban	53 646
Albanie	47 152
Palestine	33 000
Uruguay	10 000
Total (ha)	9 954 169

**Tableaux 01** : Superficie oléicole des pays membres du Conseil Oléicole International (COI, 2015).

## 2. Etude géobotanique

### 2.1 Classification et Caractéristiques botaniques et morphologique de l'olivier

L'olivier est une plante vivace qui prospère dans un environnement semi-tropical et peut résister aux intempéries. Il prospère dans des conditions sèches, des sols pauvres, une topographie rocheuse et des profondeurs peu profondes. La région méditerranéenne, avec son climat idéal pour la culture, abrite la grande majorité des oliviers du globe.

L'olivier appartient à la famille des oléacées, qui comprend respectivement 20 à 29 espèces et 30 espèces et 60 genres, selon la taxonomie de (**CONQUIST, 1981 ; FLAHAULT DE 1986**) Avec 30 espèces différentes dans le monde, le genre *Olea* contient une variété d'espèces et sous-espèces, qui sont toutes originaires de zones aux

## Chapitre 01 : monographie sur les olives

conditions de croissance difficiles (ZOHARY, 1975) La forme sauvage de l'olivier (oleaster), *Olea europaea oleaster*, et la variété domestiquée, *Olea europaea sativa*, sont les deux sous-espèces qui composent l'olivier. Ce sont les espèces qui sont abondantes le long de la côte méditerranéenne.

➤ L'arbre de l'olivier présente la classification botanique suivante Selon De (LA ROSA ET AL 2003):

- ✓ **Règne:** Planta
- ✓ **Sous-règne:** Tracheobionta (plantes vasculaires)
- ✓ **Embranchement:** Spermaphytes (Phanérogames)
- ✓ **Sous-embranchement:** Angiospermes
- ✓ **Division:** Magnoliophyta
- ✓ **Classe:** Magnoliopsida (Dicotylédones ou thérébinthales)
- ✓ **Sous-classe:** Asteridae (Astéridées ou Gamopétales)
- ✓ **Ordre:** Scrophulariales (Gentianales ou lingustrales)
- ✓ **Famille:** Oleaceae (Oléacées)
- ✓ **Genre:** *Olea*
- ✓ **Especie:** *Olea europaea*
- ✓ **Sous-espece:** *Olea europaea oleaster* L. (oléastre)



**Figure 02:** *Olea europaea* L.  
(KÖHLER ET AL, 1887)

### 2.1.1 Les caractéristique morphologique

#### A. Le système racinaire

L'olivier a un système racinaire robuste et sa croissance est influencée par les propriétés physiques et chimiques du sol, sa capacité de stockage de l'eau, son aération et son mode de reproduction (LOUSSERT ; BROUSSE, 1978).

Le système racinaire a tendance à pivoter dans les sols sableux (profonds, très perméables, aérés et légers), et sa croissance peut aller jusqu'à 6 à 7 m de profondeur.

Selon (LOUSSERT ; BROUSSE 1978), les sols à texture limoneuse épaisse et peu profonde avec peu ou pas d'aération ont généralement des systèmes racinaires fasciculés. Croissance racinaire latérale (superficiellement). Ils peuvent pousser entre 15 et 150 cm de profondeur, avec une concentration importante à une profondeur d'environ 80 cm. Ils sont très ramifiés et portent un grand nombre de radicelles.

Selon la compatibilité et l'aération des strates du sol, l'olivier forme un système racinaire différencié dans les sols au profil non uniforme, comprenant à la fois les formes fasciculée et pivotante (**LAVEE, 1997**), La structure racinaire des légumes irrigués est fasciculée.

Seules quelques racines isolées peuvent descendre à une profondeur de 1,5 m, et la majorité des racines sont typiquement concentrées entre 50 et 70 centimètres sous le tronc (**ARGENSON ET AL, 1999**). Dans les zones à 200 mm de précipitations en moyenne, les racines peuvent rechercher l'humidité jusqu'à 6 m de profondeur (**LAVEE, 1997**).

Le système racinaire des oliviers dépend de leur méthode de multiplication, qui se traduit par un système racinaire pivotant avec une racine principale au centre. Les boutures de la plante entraînent le développement d'une structure racinaire fasciculée (**LOUSSERT ; BROUSSE, 1978**).

### B. Le système aérien :

La partie aérienne de l'arbre d'olivier comprend les organes suivants (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978**):

- Le tronc

La forme du tronc change dynamiquement en fonction du niveau de croissance et a un diamètre irrégulier. Les jeunes arbres ont une tige droite et cylindrique; en vieillissant, cependant, ils développent une base rugueuse, fissurée et déformée (**LOUSSERT ET BUSH, 1978 ; AMOURETTI ET COMET, 1985 ; RUGINI ET AL, 1998**).

- Rameaux

Les jeunes pousses ont une portion quadrangulaire et une couleur claire. En vieillissant, ils deviennent plus tortueux et l'aboyer passe du vert au brun au gris. Cette caractéristique est causée par les cellules situées en bordure des poils présents sur ces rameaux : une fois l'arbre devenu adulte, elles n'émettent plus de sève et n'émettent que de l'air, donnant à l'arbre sa couleur grisâtre ou argentée (**ARGENSON, 1999**).

- Les feuilles

Les feuilles de l'olivier sont fusiformes, allongées, tenaces, simples, entières et dépourvues de stipules. Ils sont ovales et opposés, les sommets étant vert cendré et les fonds étant blanc soyeux. Ils sont opposés lancéolés et ont un mucron comme terminaison. La cuticule vert foncé du feuillage a une texture glaçures et imperméable, et elle recouvre le dessus des feuilles qui sont exposées à la lumière. Les poils qui recouvrent le dessous pelucheux comme un parasol régule l'écoulement de l'eau. Les

feuilles d'olivier mesurent généralement entre 0,5 et 1,5 cm de large et entre 2 et 8 cm de long (**PELLECUER, 1985**).

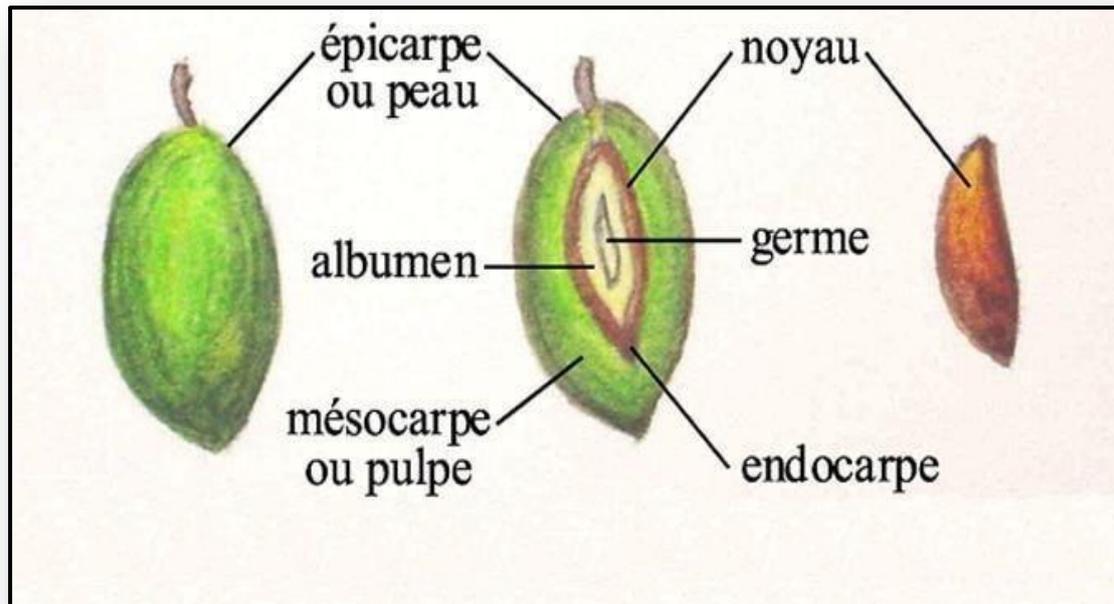
- Fleurs et inflorescences

L'inflorescence de l'olivier est constituée de longs groupes dressés et flexueux qui poussent à l'aisselle des feuilles de l'année précédente. Elle peut avoir quatre à six succursales subsidiaires (étages) (**LOUSSERT ; BROUSSE, 1978**). Selon l'environnement et le cultivar, l'inflorescence et les fleurs atteignent leur taille maximale juste avant la floraison, entre la mi-avril et la mi-mai. La plupart des fleurs commencent à se différencier en même temps, et lorsque l'inflorescence atteint les 2/3 de sa longueur finale, les fleurs commencent à se développer séparément (**LAVEE, 1997**).

Une caractéristique variétale est le nombre de fleurs par inflorescence, qui varie de 10 à 40 par grappe en moyenne (**LOUSSERT ; BROUSSE, 1978**). Ils sont minuscules, ovales, hermaphrodites, et leurs fleurs n'ont que quatre sépales, quatre pétales, deux étamines et deux carpelles (4S+4P+2E+2C) (**ARGENSON ET AL, 1999**). Les fleurs sont blanc jaunâtre, à peine parfumées et extrêmement vulnérables au vent et au froid. Seulement 5% de floraisons parfaites garantiront que l'arbre poussera après la pollinisation et la fertilisation (**LAVEE, 1986; MARTIN ET AL, 1994**).

- Les fruits

Selon (**LOUSSERT ; BROUSSE 1978 ; ARGENSON ; AL 1999**), l'olivier est une drupe d'un diamètre allant de 1 à 3 centimètres et de forme sphérique, ovoïde ou ellipsoïde. Selon la variété, sa taille varie considérablement. Cela se remarque aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.



**Figure 03** : Coupes schématiques d'un fruit d'olive (drupe) (MUZZALUPO ET MICALI, 2015).

- L'épicarpe

(Ou épiderme ou peau) fermement attaché à la chair. En vieillissant, l'olive passe de sa couleur juvénile de vert à violet ou rouge (olive tournante), puis à sa couleur mûre de noir (olive noire) (LOUSSERT ET BROUSSE, 1978).

- Le mésocarpe

Est le jus du fruit, qui remplace la partie charnue. Elle est composée de cellules où sont conservées les gouttes de graisse qui vont se transformer en huile d'olive pendant la période de lipogenèse, qui dure de fin août jusqu'à la véraison.

- L'endocarpe

Est constitué d'un noyau extrêmement dur (osseux), typiquement fusiforme, et qui présente un certain nombre de sillons horizontaux. Il est possible de décrire et de reconnaître les cultivars d'oliviers en fonction de la morphologie et de la taille du noyau (BARRANCO ET AL, 2000).

L'endocarpe est composé de deux types cellulaires différents : l'enveloppe, qui sclérote en été à partir de fin juillet, et l'amidon à l'intérieur du noyau, qui possède deux ovaires, dont l'un est stérile et l'autre crée un embryon.

Les caractéristiques variétales comprennent la teinte de l'épiderme, les formes du mésocarpe et de l'endocarpe, ainsi que la quantité de sillons (CHOL ET AL, 2005). Les traits les plus héréditaires sont la longueur de la baie et du noyau (BALDONI ET FONTANAZZA, 1989).

### 3. Les variétés de l'olivier en Algérie

L'Algérie compte de nombreuses variétés d'oliviers qui se distinguent par leurs caractéristiques et leurs utilisations. Voici une liste non exhaustive des principales variétés d'oliviers cultivées en Algérie :

<i>Dénomination des variétés</i>	<i>Localisation géographique</i>	<i>Destination de la Production</i>
Rougette de Mitidja	Région de Blida	Olive à huile
Hamra	Région de Jijel et Skikda	
Boukaila	Région de Constantine et de Skikda	
Blanquette	Région de Guelma et de Skikda	
Chemlal	Région de Bejaia, Bouira, Tizi-Ouzou et Skikda	
Boukaila	Région de Constantine	
Abani	Région de Khenchela	Olive à huile
Aaleh		
Ferkani		
Aghenfias		
Mekki		
Aguentaou		
Bouichret	Région d'Akbou	
Aimel	Région de Tazmalt	
Tablout	Région de Bejaia	
Takesrit		
Tefah	Région de Seddouk	
Ronde de Miliana	Région de Miliana	
Grosse de Hamma	Région de Constantine	
Bouchouk Lafayette		

Bouchouk Guergour	Région de Sétif	Double fine
Aghchouk El- Oussems		
Boughenfous		
Zeletni		
Souidi	Région de Sidi Aich	
Bouchouk de Soummam		
Sigoise	Région de Sig	
Neb _Rdjemel	Région de Tamzalt	
Aghchren de Titest	Région de Bejaia	
Agrarez	Région de Bejaia, Bouira	
Aberkane	Région d'Akbou	

**Tableau 02 :** Variétés d'Olivier cultivées en Algérie (D'APRES HAMIDOUCHE ET AL, 2008)

#### 4. Cycle végétatif annuel de l'olivier

L'Olivier fleurit dans la région de la Méditerranée, Les circonstances climatiques de sa région de développement expliquent directement l'évolution annuelle de son cycle végétatif (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978**).

Les processus et les changements moléculaires, biochimiques et physiques que l'arbre traverse chaque année sont ce qui définit son cycle évolutif annuel.

Pour (**BOULOUHA ; 1995**), le cycle biologique de l'olivier est caractérisé par le chevauchement de deux fonctions physiologiques différentes:

- Floraison et fruits de l'année en cours qui apparaissent sur les rameaux l'année suivante.
- La croissance végétative des nouvelles ramifications qui naissent sur les rameaux d'un an ou sur d'autres, d'âges différents.

## Chapitre 01 : monographie sur les olives

<i>Phases Végétatives</i>	<i>Période</i>	<i>Durée</i>	<i>Manifestations</i>	<i>Commentaire (Argenson et al, 1999).</i>
Repos végétatif	Novembre Février	1 – 4 Mois	Activité germinative arrêtée ou ralentie. Floraison et fructification ne se produisent pas à -1,3 et - 2°C.	Stade hivernal; le bourgeon terminal et les yeux axillaires sont en repos végétatif
Réveil végétatif	Février Mars	20 – 25 Jours	Apparition de nouvelles pousses terminales et éclosion des bourgeons axillaires.	Le bourgeon terminal et les yeux axillaires amorcent un début d'allongement.
L'inflorescence. Apparition de boutons floraux	Mars-avril	18 – 23 Jours	Différenciation des bourgeons, donnant soit de jeunes pousses, soit des fleurs. Inflorescences se développent et prennent une couleur verte blanchâtre à maturité.	Gonflement des boutons floraux; les boutons, en s'allongeant, s'agrandissent. Ils sont portés par un pédicelle court. Les bractées situées à leur base s'écartent de la hampe florale.
Floraison	Mai – 10 Juin	7 jours	Fleurs ouvertes et bien apparente. Pollinisation et fécondation	Pleine floraison; la majorité des fleurs sont épanouies.

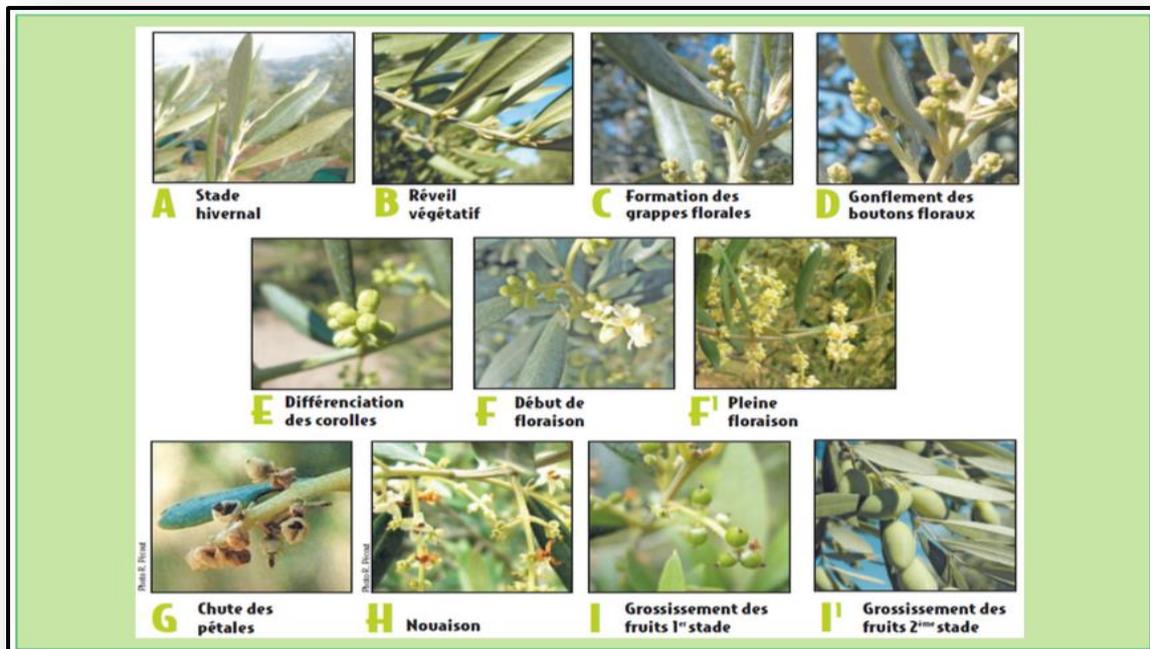
## Chapitre 01 : monographie sur les olives

Fructification	Fin mai - Juin		Chute des pétales, hécatombe précoce des fleurs et des fruits.	Chute des pétales; les pétales brunissent, se séparent du calice. Ils peuvent subsister un certain temps au sein de la grappe florale.
Développement du fruit	Juillet- août	3-5 semaines	Sclérification de l'endocarpe. Fin de la formation des fruits,	Grossissement des fruits (1er stade); les fruits subsistants grossissent pour atteindre la taille d'un grain de blé
				Stade II: grossissement des fruits (2ème stade); les fruits les plus développés atteignent 8 à 10 mm de long et début de lignification des noyaux
Croissance des Fruits	Août Septembre	1.5 – 2 Mois	Augmentation considérable de la taille des fruits et apparition des lenticelles.	

## Chapitre 01 : monographie sur les olives

Début de Maturation	Mai septembre Décembre		Récolte des variétés à olive de table de couleur vert au rouge violacé	
Maturation Complète	Fin octobre - février		Fruits avec coloration uniforme, violette à noire pour les variétés à huile.	

**Tableau03** : Etapes du cycle végétatif de l'olivier [COLBRANT ET FABRE (1976) CITES PAR LOUSSERT ET BROUSSE (1978)]



**Figure 04** : Etapes du cycle végétatif de l'olivier

### 5. Principaux ravageurs et maladies de l'olivier

L'olivier est une culture qui peut être affectée par différents ravageurs et maladies. Les principaux ravageurs et maladies de l'olivier sont les suivants :

<i><b>Ravageurs et maladies</b></i>	<i><b>Dégâts</b></i>
L'œil de paon ( <i>Spilocaea oleaginea</i> )	C'est une population de champignons qui se développe sur le feuillage. Il se manifeste par des taches arrondies sur le feuillage, ce qui peut faire perdre ses feuilles à l'arbre.
Cochenille noire de l'olivier ( <i>Saissetia oleae</i> )	se nourrit de la sève de la plante réceptrice, libérant du miellat et entraînant par la suite la croissance de la fumagine.
Neiroun ( <i>Phloeotribus scarabeoides</i> )	Les fruits flétrissent à la suite de creuser au niveau des membres et des charpentiers.
Mouche de l'olivier ( <i>Bactrocera oleae</i> )	attaque les fruits, provoquant la chute des fruits et la destruction de la pulpe.
Teigne de l'olivier ( <i>Prays oleae</i> )	Dégâts sur grappes floraux, fruits et les bourgeons
Pyrale de l'olivier ( <i>Euzophera pinguis</i> )	attaque le tronc, les rameaux et le feuillage.
Psylle d'olivier ( <i>Euphyllura olivina</i> )	Dégâts sur les rameaux et les grappes floraux, provoque le développement de la fumagine
Thrips de l'olivier ( <i>Liothrips oleae</i> )	Les cultures déforment le flétrissement et le dessèchement des feuilles, les olives chétives.
La verticillose ( <i>Verticillium dahliae</i> )	C'est un champignon qui affecte les racines de l'arbre et provoque une maladie grave qui provoque le dessèchement soudain des branches.

La tuberculose de l'olivier ( <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv <i>savastanoi</i> )	Maladie bactérienne, sa dissémination favorisé par l'humidité et provoque la mortalité des oliveraies.
Zeuzère ( <i>Zeuzera pyrina</i> )	attaque le cadre et le tronc, entraînant des membres flétris

**Tableau 04** : les parasites, les ravageurs et les maladies fongiques (D.BARRANCO ET AL 2008 ET VILLA 2003)

### 6. Les différentes techniques de multiplication de l'olivier

Il existe plusieurs techniques pour multiplier l'olivier, certaines étant plus simples que d'autres. Le bouturage et la division de souchets sont des méthodes faciles à mettre en pratique, tout comme le greffage en place. Toutefois, le semi-greffage et le bouturage semi-ligneux sont plus délicats et exigent une certaine expertise (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978**). De nos jours, de nouvelles méthodes de multiplication ont été développées pour l'olivier, notamment la culture in vitro, plus particulièrement le micro-bouturage (**LEVA ET AL. 2004**). Il convient de préciser que les techniques de propagation sont utilisées pour reproduire et multiplier cette plante.

#### 6.1. La reproduction sexuée (Le semis)

Le semis peut être utilisé à deux fins distinctes : l'amélioration génétique et la production de jeunes plants qui serviront de porte-greffes. Les plants obtenus à partir du semis de noyaux sont différents de leur plante-mère, même pour les variétés qui sont auto-fertilisantes. Selon (**LOUSSERT ET BROUSSE 1978**), cette méthode de reproduction donne naissance à des plants vigoureux, qui ont une longévité accrue et une résistance à la sécheresse améliorée.

#### 6.2. La multiplication végétative

La multiplication végétative implique la capacité de générer de nouveaux individus à partir de parties de la plante telles que des drageons, des ovules ou des boutures, qui sont capables de régénérer les parties manquantes.

### 6.2.1 Multiplication par ovules (souchets)

La multiplication par ovules (souchets) se produit naturellement chez les plantes adultes, où des ovules riches en bourgeons latents se forment dans la zone du collet et dans la partie inférieure du tronc. Pendant la période automne-hiver, ces ovules détachent de la plante lorsqu'ils ont atteint un diamètre de 5 à 6 cm. Une fois enterrés dans le sol, ces ovules donnent naissance à de nombreux bourgeons et racines qui se développent tout au long de la saison végétative suivante (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978**).

### 6.2.2 Multiplication par rejets de souche

Les rejets qui se forment naturellement sur le collet des plantes adultes peuvent être utilisés pour la multiplication de l'olivier. Cette méthode consiste à prélever les racines adventives qui se développent à partir de la base de ces rejets. Une fois que ces racines sont suffisamment développées, elles sont détachées de la plante mère et transplantées. Cette technique de multiplication est décrite par (**LOUSSERT ; BROUSSE EN 1978**).

### 6.3 Le semi-greffage

Le semi-greffage implique la greffe de greffons de deux ans prélevés sur des arbres ayant de bonnes performances, sur de jeunes plants issus de semis. Les greffons sont composés de branches jeunes et bien aoûtées, avec de nombreux bourgeons bien développés. Le choix du porte-greffe repose sur sa capacité à s'adapter aux conditions spécifiques du sol et du climat. Bien que cette méthode de multiplication soit lente, elle est indispensable pour multiplier les variétés de faible vigueur ou ayant un faible pouvoir rhizogène (**LOUSSERT ; BROUSSE, 1978**).

### 6.4 Le bouturage

La technique de multiplication par bouturage implique la prise d'une section de branche qui peut développer de nouvelles racines et de nouveaux bourgeons à partir des bourgeons latents.

#### 6.4.1 Le bouturage ligneux

La méthode de multiplication appelée "bouturage ligneux" consiste en la production de jeunes plants en pépinière à partir de boutures ligneuses prélevées sur des pieds mères sélectionnés pour leurs qualités de production et leur état sanitaire, selon (**LOUSSERT ET BROUSSE 1978**).

### 6.4.2 Le bouturage semi-ligneux (herbacé)

Le bouturage semi-ligneux (herbacé) est une méthode de multiplication qui présente de nombreux avantages, tels qu'un gain de temps considérable et une production intensive de jeunes plants d'olivier identiques aux pieds-mères sur de petites surfaces. Les plants obtenus sont de bonne qualité et peuvent entrer en production dès la 4<sup>ème</sup> année de replantation. Selon **(LOUSSERT ET BROUSSE 1978)**, cette méthode se décompose en trois phases. La première phase est celle de l'enracinement, où des boutures d'une longueur de 10 à 15 cm, prélevées sur des pieds-mères sélectionnés pour leur équilibre végétatif, productif et leur état sanitaire, sont traitées avec des phytorégulateurs rhizogènes. Ensuite, ces boutures sont placées en serre à nébulisation dans un substrat d'enracinement approprié. Après une durée de 35 à 40 jours, les boutures produisent un système racinaire. La deuxième phase est celle de l'endurcissement, qui permet d'accoutumer progressivement les jeunes boutures enracinées aux conditions du milieu extérieur. La dernière phase est celle de l'acclimatation et du développement des plants, où les boutures sont mises dans des serres en carré d'élevage pendant 12 à 18 mois jusqu'à l'obtention des plantes prêtes à être mises en terre. Durant cette période, l'irrigation, le traitement et l'entretien du sol sont les principaux travaux effectués afin d'obtenir des jeunes plants bien irrigués et en bonne voie de formation. **(LOUSSERT ET BROUSSE, 1978)**.

### 6.4.3 Multiplication par voie in vitro (micro-propagation)

La multiplication de l'olivier par voie in vitro, ou micro-propagation, est une méthode de culture avancée qui permet une multiplication rapide et en masse de matériel sélectionné avec des potentialités génétiques améliorées **(ABOUSALIM ET AL, 1993; RUGINI ET CARICATO, 1995; YAKOUB-BOUGDAL ET AL, 2007)**. Cette méthode est devenue populaire en raison de sa capacité à résoudre les problèmes saisonniers associés à l'enracinement de l'olivier et à produire des plants auto-racinés in vitro qui sont plus vigoureux et plus résistants aux maladies **(CIMATO, 1999)**. En cultivant les tissus et/ou organes dans un environnement confiné et contrôlé en termes de photopériode et de température, la micro-propagation assure une croissance continue et un prélèvement du matériel de multiplication pendant toute l'année, offrant ainsi des solutions pour des problèmes de culture précédemment insolubles **(FONTANAZZA ET AL, 2001; LEVA ET AL, 2004)**.

### 7. Techniques culturales d'olivier

- Taille de l'olivier

La taille est une technique importante pour favoriser une croissance équilibrée de l'arbre, améliorer la qualité et la quantité de la production, et faciliter la récolte. Les techniques de taille incluent la taille de formation, la taille de fructification, la taille de rajeunissement, et la taille d'entretien. La période de taille dépend du but recherché et de la variété de l'olivier. Selon une étude publiée dans la revue scientifique *Frontiers in Plant Science*, la taille de fructification peut améliorer la qualité et la quantité de la production d'olives, mais une taille excessive peut entraîner une diminution de la vigueur de l'arbre (**KHOUJA ET AL, 2020**).

- Fertilisation

La fertilisation est importante pour améliorer la croissance et la production de l'olivier. Les besoins en nutriments dépendent du type de sol, de la variété de l'olivier, et de l'âge de l'arbre. Les fertilisants peuvent être appliqués sous forme de fumier, d'engrais minéraux, ou de compost. Selon une étude publiée dans la revue scientifique *Agriculture, Ecosystèmes & Environnement*, l'utilisation de compost peut améliorer la qualité de l'huile d'olive en augmentant le contenu en polyphénols (**DOGAN ET AL, 2019**).

- Irrigation

L'irrigation est importante pour assurer une croissance optimale de l'olivier et une production régulière d'olives. Les besoins en eau dépendent du type de sol, de la variété de l'olivier, de la température, et de l'humidité relative de l'air. Les techniques d'irrigation incluent l'irrigation par aspersion, l'irrigation localisée, et l'irrigation par gravité. Selon une étude publiée dans la revue scientifique *Frontières in Plant Science*, l'irrigation localisée peut améliorer la croissance de l'olivier et la qualité de l'huile d'olive, mais il est important d'adapter la quantité d'eau fournie en fonction des besoins de l'arbre (**HASSAN ET AL, 2021**).

- Protection phytosanitaire

La protection phytosanitaire est importante pour prévenir les maladies et les parasites qui peuvent affecter la croissance et la production de l'olivier. Les pratiques de protection phytosanitaire incluent l'utilisation de produits phytosanitaires, la surveillance régulière de l'état de santé de l'olivier, et la gestion des mauvaises herbes. Selon une étude publiée dans la revue scientifique *Croup Protection*, l'utilisation de préparations à base de plantes peut

être une alternative efficace aux produits phytosanitaires synthétiques pour contrôler les maladies de l'olivier (**BOUSSALEM ET AL, 2020**).

- Récolte

La récolte est une étape importante dans la production d'olives. La méthode de récolte dépend de la variété de l'olivier, de la topographie du terrain, et de la destination des olives (huile ou table). Les techniques de récolte incluent la récolte manuelle, la récolte mécanique, et la récolte assistée par vibration (**FAO ; 2000**).

### 7. Les exigences écologiques de la culture d'olivier :

L'olivier se distingue par sa capacité à résister à des conditions de culture défavorables. Cependant, lorsque ses exigences sont satisfaites, il peut devenir l'une des espèces les plus productives.

- Climat

- Température

L'olivier se développe mieux dans des régions avec des hivers doux et des étés secs, où les températures ne descendent rarement en dessous de zéro degré. En hiver, l'olivier peut tolérer des températures minimales allant jusqu'à -6 ou -7°C, mais en dessous de ce seuil, les dégâts sont inévitables. Pour une bonne induction florale, l'olivier nécessite une période de froid hivernal inférieure à +7°C. Des gelées à 0 ou -1°C peuvent détruire les bourgeons et les fleurs, compromettant la floraison. Les températures optimales pour le développement de l'olivier se situent entre 12°C et 22°C, et à des températures de 35-38°C, la croissance végétative s'arrête, et à 40°C ou plus, des brûlures peuvent endommager l'appareil foliaire et faire chuter les fruits.

- Pluviométrie

L'olivier nécessite des précipitations d'au moins 400 mm pour sa croissance. Si les pluies se situent entre 450 et 600 mm, la production est possible à condition que le sol ait une bonne capacité de rétention d'eau, comme dans le cas d'un sol argilo-limoneux et profond. Avec 600 mm de pluies bien réparties, l'olivier se développe normalement. Des pluies allant jusqu'à 800 mm sont acceptables, tandis que celles allant jusqu'à 1000 mm sont considérées comme bonnes. Il est important que la distribution des pluies ne provoque ni périodes prolongées de sécheresse (supérieures à 30-45 jours), ni d'inondations (**WALALI ET AL, 2003; COI, 2007**).

Si les précipitations sont inférieures à 350 mm, la culture de l'olivier sans irrigation ne peut être rentable. Pour les cultures intensives, l'irrigation doit être obligatoire et maintenue tout au long de l'année (**ITAFV, 2004**).

- Hygrométrie

L'arbre peut souffrir de fortes humidités de l'air (+60%), car cela favorise le développement de maladies et de parasites, tout en perturbant la pollinisation anémophile. Par conséquent, la culture de l'olivier doit être évitée dans les zones côtières situées à moins de 10 km de la mer. Cependant, certaines variétés telles que la Hamra cultivée dans le golfe de Jijel ont une tolérance relativement élevée à l'excès d'humidité, tant que celle-ci n'est pas excessive (+ de 60%) ou constante. Ces informations proviennent de (**LOUSSERT ET BROUSSE ; 1978**), ainsi que (**ITAFV ; 2004**).

- Vents

L'olivier dépend essentiellement de la pollinisation anémophile, ce qui implique que le vent est un facteur clé de la production (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978**). Cependant, bien que crucial, l'olivier est vulnérable aux vents chauds, qui peuvent endommager les arbres et dessécher les stigmates pendant la floraison, entraînant ainsi la perte de la récolte (**WALALI ET AL, 2003**).

- Lumière

L'olivier requiert une exposition ensoleillée pour croître et produire des fruits de manière optimale. Les rameaux externes de la frondaison sont les seuls à fleurir et à fructifier en raison de cette exigence en lumière (**LOUSSERT ET BROUSSE, 1978**). Le choix de l'orientation des arbres, la densité de plantation et les tailles d'éclaircie doivent donc prendre en compte l'insolation (**WALALI ET AL, 2003**). En effet, une bonne exposition au soleil permet à l'olivier de produire de meilleurs rendements (**DAOUDI, 1994**). Les coteaux exposés au soleil, notamment sur le versant sud, favorisent également un meilleur développement. Cependant, un manque d'éclaircissement et d'ensoleillement peut nuire à la formation des fruits et augmenter la probabilité d'infestation par des parasites tels que la fumagine et les cochenilles (**WALALI ET AL, 2003**).

- Altitude

La culture de l'olivier dépend de l'altitude, comme le souligne Les versants exposés au nord ne doivent pas dépasser les altitudes de 700 à 800 m, tandis que pour les versants exposés au sud, elles doivent être de 900 à 1000 m maximums. En altitude, la culture de

l'olivier présente certaines contraintes, telles que la neige qui, par son poids, peut causer la rupture des charpentières (**ITAFV, 2004**). Le froid est également un facteur limitant, car les olives gelées se détériorent rapidement, affectant ainsi la qualité de l'huile (**COURBOULEX, 2009**).

- Brouillard, neige et grêle

Le brouillard peut être préjudiciable à la culture de l'olivier car il peut entraîner une chute des fleurs, connue sous le nom de coulure. Les chutes de neige peuvent causer la rupture des branches et des charpentes. Les zones où la grêle est fréquente devraient être évitées en raison des risques de destruction des jeunes rameaux, du feuillage et des fruits. La grêle et la neige doivent être surveillées pour éviter l'accumulation de neige dans la frondaison et la rupture des branches (**ITAFV, 2004; COI, 2007**).

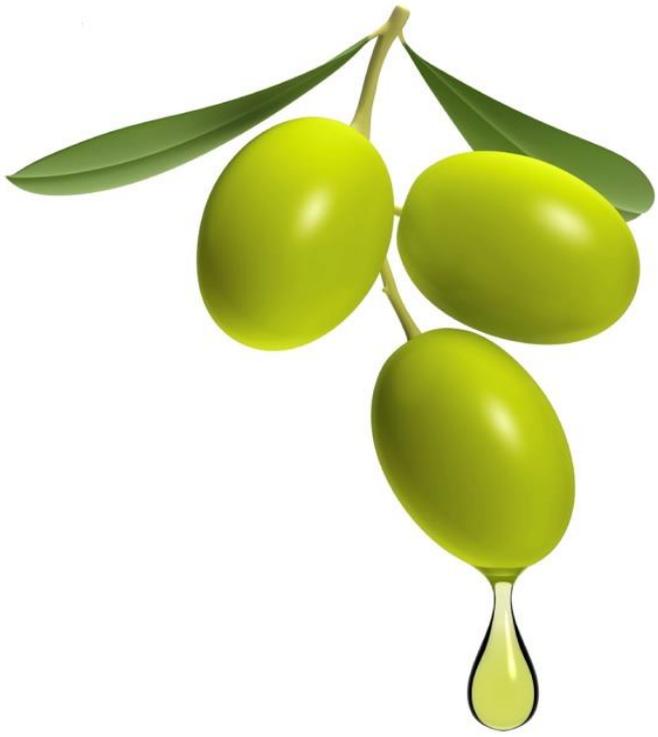
- Sol

L'olivier est connu pour sa capacité d'adaptation, et peut être cultivé dans une grande variété de types de sols. Toutefois, pour un développement optimal, les sols devraient être francs, profonds et fertiles, avec des caractéristiques physico-chimiques telles que celles indiquées dans les points. La profondeur minimale du sol requise pour le développement de l'olivier doit être de 1 à 1,5 mètres selon (**LOUSSERT ET BROUSSE 1978**).

Les sols francs, profonds et fertiles sont considérés comme les plus favorables à la croissance de l'olivier. Pour être jugé adéquat pour l'oléiculture, un sol devrait avoir les caractéristiques suivantes (**COI, 2007**) :

- Texture : Sable 20-75%, Limon 5-35%, Argile 5-35%
- Structure : Friable
- Capacité de rétention d'eau : 30-60%
- Perméabilité : 10-100 mm/h
- pH : 7-8
- Matière organique : >1%
- Azote : >0,10%
- Phosphore disponible (P2 O5) : 5-35 ppm
- Potassium échangeable (K2 O) : 50-150 ppm
- Calcium échangeable (Ca CO3) : 1 650-5 000 ppm

Le sol idéal pour l'olivier doit avoir une texture friable et une capacité de rétention d'eau de 30 à 60 %. Les sols acides ( $\text{pH} < 6.5$ ) peuvent libérer des ions interchangeables d'aluminium et de manganèse toxiques pour la culture, bloquant la minéralisation et provoquant une carence en éléments nutritifs. Les sols avec une forte concentration en sels dissous (sulfates et chlorures) peuvent rendre l'absorption racinaire difficile. Il est important de prévenir les attaques de *Verticillée dahlia Klebs* en choisissant du matériel sain, en évitant les terrains utilisés pour des cultures horticoles et en contrôlant les adventices (COI, 2007).



## ***CHAPITRE II :***

# ***Les biostimulants***

### Introduction :

Récemment, le secteur agricole est confronté à des défis pour améliorer les rendements des cultures dans des conditions optimales et sous-optimales, ainsi que pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources (eau et engrais) tout en réduisant l'impact des écosystèmes et des produits chimiques sur les cultures et la santé humaine. Au cours des trois dernières décennies, plusieurs innovations technologiques ont été proposées pour améliorer la durabilité des systèmes de production agricole, en réduisant significativement l'utilisation de produits agrochimiques synthétiques tels que les pesticides et les engrais, tout en réduisant l'impact des facteurs biologiques.

Par conséquent, une innovation prometteuse et respectueuse de l'environnement a été développée, à savoir l'utilisation de biostimulants végétaux naturels (PB), qui améliorent la valorisation des unités fertilisantes, stimulent les défenses naturelles, optimisent la production, favorisent la formation des fruits, augmentent le rendement des cultures et améliorent l'efficacité d'utilisation des nutriments (NUE). Ils sont également capables d'améliorer la tolérance des plantes à un large éventail de facteurs de stress abiotiques (COLLA ET ROUPHAEL, 2015, CALVO ET AL., 2014; HAPLERN ET AL., 2015; NARDI ET AL., 2016; YAKHIN ET AL., 2017).

Tout d'abord, les plantes vivent dans un milieu parfois hostile, donc elles sont complètement liées à l'environnement et sont soumises à différents types de stress :

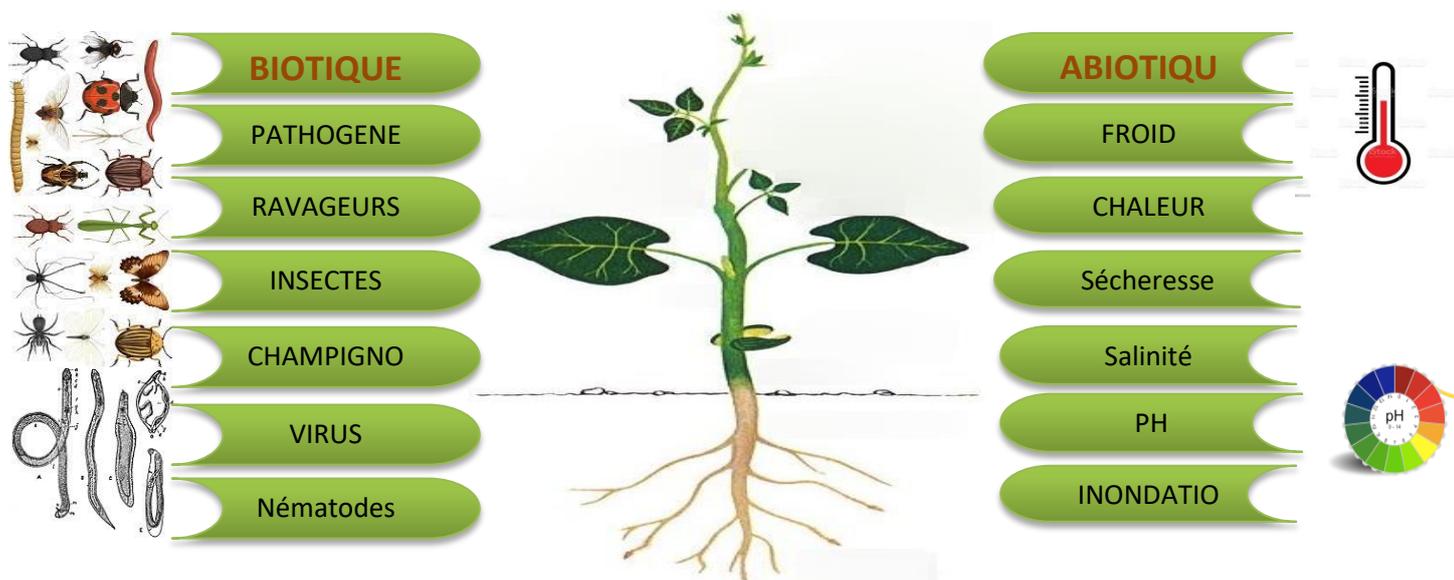


Figure 05 : les différents stress qui infectent les plantes (MELLOUKI.I)

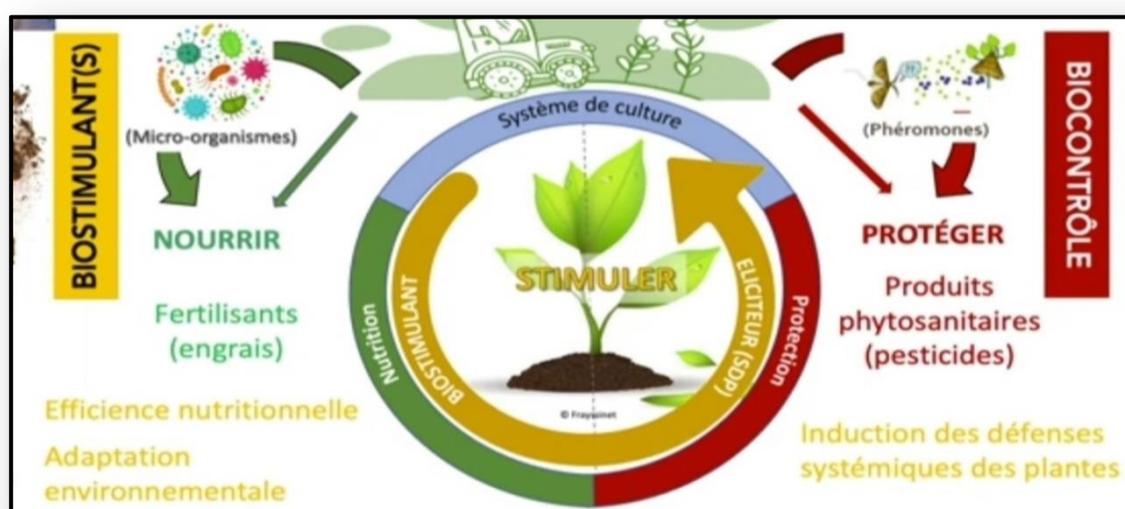
Et bien sûr, tous ces stress biotiques et abiotique empêchent essentiellement tous les systèmes de culture d'atteindre leur potentiel de production.

Et comme on sait que la production végétale repose sur un socle de base qui a deux piliers historiques très importants.

Le premier pilier est la nutrition des plantes avec l'utilisation d'engrais ou des fertilisants (d'origine organique, ou minérale)

Et le 2eme pilier très important c'est la protection des cultures des attaques de bioagresseurs et les insectes avec les produits phytosanitaires (pesticide)

Aujourd'hui la seule approche qui prennent au compte, les stress et les facteurs environnementaux se concept déjà évolué avec la prise de conscience donc notamment on parle de biocontrol. qui vise notamment à accroître la productivité et la résilience des écosystèmes cultivées et à préserver leurs ressources naturelles; le maintien de cette performance est soutenu par le développement de nouveaux outils qui améliorent l'endurance des pressions atmosphériques et la résistance de la plante a diverses maladies en favorisant la prédation naturelle parmi les outils les plus prometteurs figurent ce que l'on appelle les biostimulants issus de composés vivants ou inactifs( tels que les algues ou bactéries bénéfiques etc. ..)( **BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON. 2016 20(S), LE MIRE G., NGUYEN M.L., FASSOTTE B. ET AL ET (DR.M.E SAINT\_MACARY DOCTEUR EN PHYSIOLOGIE VEGETAL).**



**Figure 06:** le système de culture avec l'incorporation de biostimulants

(MELLOUKLI)

### 1. L'histoire et la Définition des biostimulants végétaux

La première approche de la théorie du "stimulant biogénique" a commencé en **1933** en URSS, et Il peut être attribué au médecin russe **V.P. FILATOV**. Il a proposé qu'après avoir enterré les matières biologiques stockées provenant d'organismes animaux ou végétaux ont accumulé des substances qui stimulent les processus métaboliques. Lorsque ceux-ci étaient des tissus riches en « stimulateurs » ont été introduits dans un organisme malade ou stressé, les pouvoirs régénérateurs de l'organisme traité ont été augmentés et les processus pathologiques ont été supprimés. Au cours des années **1950**, **BLAGOVESHCHENSKY** a défini les stimulants biogéniques comme des « acides organiques avec des effets stimulants en raison de leurs propriétés dibasiques qui peuvent améliorer l'enzymatique activité dans les plantes ». Selon (**BERLYN ET RUSSO ; 1950**) ; ces composés augmentaient la croissance et la vigueur en augmentant l'efficacité de l'absorption des nutriments et de l'eau.

Bien que les recherches disponibles sur les biostimulants aient augmenté rapidement dans les dernières années, une définition claire des « biostimulants » doit encore être inventée. L'utilisation du terme « biostimulant » comprend des produits ayant diverses descriptions, à savoir des stimulants biogénétiques, activateurs métaboliques, renforçateurs de plantes, régulateurs positifs de croissance des plantes, électeurs, préparation al léopathique, conditionneurs de plantes, phytostimulateurs, biofertilisants ou biofertilisant/biostimulant Définitions de ce qui peut être finalement considéré comme des biostimulants évoluent depuis les années 1950, en partant de « Tout tissu vivant (humain, animal et plantes), lorsqu'il est exposé à des conditions défavorables mais non létales, subit des restructuration avec la formation de substances spéciales qui sont des stimulateurs biogéniques de nature non spécifique, stimulant les réactions vitales de l'organisme, dans lequel ils introduisent d'une manière ou d'une autre », **par FILATOV** .L'industrie a également sa propre définition proposée,tandis que la définition des biostimulants végétaux a fait l'objet de discussions approfondies et évolution pour favoriser l'acceptation des biostimulants par la future réglementation (**DU JARDIN, 2015 ; YAKHIN ET AL., 2017 ; DU JARDIN ET AL., 2020**).

La première définition légale était prévu dans le **US Farm Bill (AGRICULTURE ACT OF 2018)** décrivant un biostimulant végétal comme « une substance ou un micro-organisme qui lorsqu'il est appliqué aux semences, aux plantes ou à la rhizosphère, stimule les processus naturels pour améliorer ou favoriser l'absorption des nutriments, l'efficacité des nutriments, la tolérance au stress abiotique ou biotique et la qualité des cultures et rendement.

Cette définition est conforme à la définition de l'UE Règlement sur les produits fertilisants **2019/1009** «des biostimulants végétaux ont été identifiés Basé sur quatre revendications fonctionnelles agricoles comme suit : Un produit complexe dont la fonction est de :

Stimuler les processus de nutrition des plantes indépendamment du contenu nutritionnel du produit dans un seul but d'optimisation Une ou plusieurs des caractéristiques suivantes d'une plante.

- Efficacité d'utilisation des éléments nutritifs.
- résistance et tolérance aux stress biologiques, stimulation des défenses naturelles.
- caractéristiques de qualité.
- disponibilité des nutriments confinés au sol ou aux racines.

**(EBIC) Conseil européen de l'industrie des biostimulants** définit les biostimulants comme "substance(s) et/ou micro-organismes dont la fonction lorsqu'il est appliqué sur les cultures ou la rhizosphère est de stimuler les processus naturels pour améliorer/bénéficier de l'absorption des nutriments, efficacité des nutriments, tolérance au stress abiotique et culture de qualité » **(EBIC, 2019)**.

Dans ce contexte, l'application de biostimulants pourrait être une alternative souhaitable car ils rendent l'agriculture plus durable et respectueuse de l'environnement. Les biostimulants sont des produits dérivés de matières organiques contenant des substances bioactives et / ou des micro-organismes capables d'améliorer les performances des cultures **(CALVO ET AL. 2014; DU JARDIN, 2015; TORRE ET AL. 2016; YAKHIN ET AL. 2017)**.

### **2. Principales catégories des biostimulants des végétaux**

La gamme de biostimulants comprend des produits innovants contenant de la matière organique et /ou des micro-organismes spécifiquement conçus pour soutenir le développement des plantes tout au long du cycle de production végétative et améliorer les rendements selon les principes de l'agriculture durable depuis peut les classer en trois grands ensembles selon leur origines :

### 2.1 Les biostimulants organiques

#### A. Les acides humiques et fulviques

Les substances humiques (HS) et fulviques sont les principaux composants organiques du sol et de la tourbe ; les acides humiques et fulviques sont produits par la biodégradation de la matière organique résultant de la décomposition des résidus végétaux, animaux et microbiens, ainsi que de l'activité métabolique des microbes du sol utilisant ces substrats, ce qui entraîne un mélange d'acides contenant des groupes phénolate et carboxyle. Les acides fulviques sont des acides humiques avec une teneur en oxygène plus élevée et un poids moléculaire plus faible (**ROSE ET AL, 2014**).

Ils sont extraits de matières organiques naturellement humifiées (par exemple de la tourbe ou des sols volcaniques), de composts et de lombricomposts, ou de gisements minéraux (léonardite, une forme d'oxydation du lignite). De plus, les sous-produits agricoles peuvent également être utilisés (**P. DU JARDIN / SCIENTIA HORTICULTURAE 196 ; 2015**).

Ces composés présentent également une dynamique complexe d'association/dissociation en colloïdes supra-moléculaires, et cela est influencé par les racines des plantes via la libération de protons et d'exsudats. Les substances humiques sont reconnues depuis longtemps comme des contributeurs essentiels à la fertilité des sols, en favorisant une augmentation des populations microbiennes, une amélioration de la capacité d'échange de cations et des propriétés tampons du pH du sol, une disponibilité et une mobilisation accrues des nutriments du sol, ainsi qu'une amélioration de la structure du sol. Elles agissent également directement en influençant positivement plusieurs mécanismes moléculaires tels que l'activité photosynthétique, la synthèse des protéines et l'activité enzymatique, tout en étant également capables d'agir sur les phytohormones, en modifiant les propriétés physiques, physico-chimiques, chimiques et biologiques du sol (**DU JARDIN, 2012 ; ROSE ET AL, 2014**).

Les effets les plus importants des HS en tant que biostimulants font référence à l'amélioration de la nutrition des racines, par le biais de différents mécanismes. L'un d'eux est l'adoption accrue de macro- et micronutriments, en raison de la capacité accrue d'échange cationique du sol contenant les HS polyanioniques, ainsi que de la disponibilité accrue du phosphore grâce à l'interférence des HS avec la précipitation du phosphate de calcium. Une autre contribution importante des HS à la nutrition des racines est la stimulation des H<sup>+</sup>-ATPases de la membrane plasmique, qui convertissent l'énergie libre libérée par l'hydrolyse de l'ATP en un potentiel électrochimique transmembranaire utilisé pour l'importation de

nitrate et d'autres nutriments. En plus de l'absorption des nutriments, le pompage de protons par les ATPases de la membrane plasmique contribue également au relâchement de la paroi cellulaire, à l'élargissement des cellules et à la croissance des organes (JINDO ET AL, 2012). Les HS ont également démontré qu'ils confèrent d'autres avantages tels que l'augmentation de la mobilisation des nutriments, la respiration et l'équilibre hydrique, ainsi que l'augmentation du contenu en pigments photosynthétiques. L'activité de biostimulation proposée par le HS fait également référence à la protection contre le stress. Le métabolisme des phénylpropanoïdes est au cœur de la production de composés phénoliques, impliqué dans le métabolisme secondaire et dans un large éventail de réponses au stress. Il a été démontré que les HS de masse moléculaire élevée améliorent l'activité des enzymes clés de ce métabolisme dans le maïs cultivé en hydroponie, suggérant une modulation de la réponse au stress par les HS (SCHIAVON ET AL., 2010 ; OLIVARES ET AL., 2015).

### SHEMATISATION CLES VISES PAR LES BIOSTIMULANTS A BASE D'ACIDES HUMIQUE ET FULVIQUES

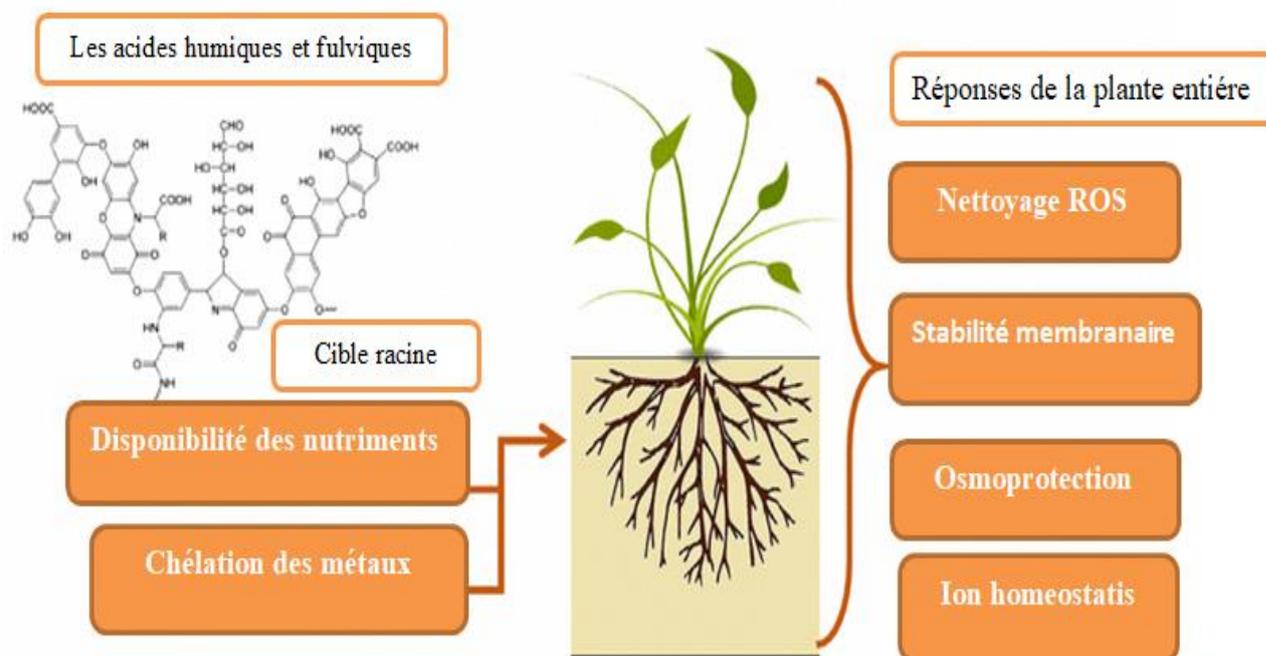


Figure 07: schématisation des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base d'acides humiques et fulviques (MELLOUKI.I ; BENNE HARI .F 2023)

### B. Extrait d'algues

Les extraits d'algues ou de plantes, ou extraits purifiés, sont des macroalgues rouges, vertes et brunes qui représentent 10 % de la production marine. Ce sont des algues marines photoautotrophes macroscopiques, des organismes multicellulaires importants en termes de production de biomasse dans les habitats marins. Elles constituent une excellente ressource économique et renouvelable avec plusieurs utilisations potentielles. Considérés comme l'un des types de biostimulants les plus étudiés, elles sont riches en composés de type hormonal stimulant la croissance. Les extraits de plantes comportent des oligosaccharides, des acides aminés, des composés phénoliques, etc.

Les extraits d'algues (SWE) sont émergents en tant que biostimulants pour la croissance des plantes et pour améliorer la tolérance à la salinité, à la chaleur et à la sécheresse. Ils ciblent un certain nombre de voies pour augmenter la tolérance au stress et sont utilisés comme engrais organiques depuis des milliers d'années et continuent d'être utilisés (**KHAN ET AL, 2011**).

Les algues agissent sur les sols et sur les plantes. Elles peuvent être appliquées sur les sols, en culture hydroponique ou en traitements foliaires (**CRAIGIE ET AL, 2008 ; KHAN ET AL, 2009 ; CRAIGIE, 2011**).

Les extraits d'algues (SWE) sont obtenus par différents procédés : extractions alcalines, neutres ou acides, procédés consistant en la désintégration de l'algue par broyage sous haute ou basse pression, avec adjonction ultérieure d'un acide, d'un alcalin ou d'eau ; rupture des cellules par basses températures et haute pression ; et broyage d'algues congelées afin d'obtenir une suspension de fines particules. Certaines études indiquent que l'application de certains extraits d'algues (SWE) peut améliorer la croissance des tiges et des racines des plantes, ce qui est similaire aux effets de croissance obtenus par des applications externes d'hormones de croissance synthétiques. Les extraits d'algues permettent de mieux assimiler les composants nutritionnels en favorisant la croissance et/ou l'activité de la nitrate réductase grâce à certaines substances (mannitol), aidant ainsi la plante à mieux gérer les carences nutritionnelles en azote (**DURAND ET AL, 2003 ; PHYTOMA, 2005**). De plus, certains extraits d'algues peuvent stimuler la production de phosphatases racinaires impliquées dans l'absorption des phosphates (**KLARZYNSKI ET AL, 2006**). Certains composants présents dans les extraits d'algues, tels que les polysaccharides, les colloïdes, les acides aminés et le mannitol, peuvent également agir comme chélateurs des nutriments minéraux du sol (**KHAN ET AL, 2009 ; CALVO ET AL, 2014**).

Du fait de leur abondance en polyuronides, tels que les alginates et les fucoïdiens, qui maintiennent dans le sol l'humidité et l'aération nécessaires à l'établissement du système rhizomique et favorisent la croissance de bactéries bénéfiques à la croissance des plantes, les extraits d'algues affectent les propriétés physiques et biologiques caractéristiques du sol **(KHAN ET AL, 2009)**.

Les extraits d'algues stimulent également la croissance et la photosynthèse des plantes. La croissance et le développement des plantes, y compris leurs racines, tiges, feuilles et/ou fleurs, sont positivement impactés par les extraits d'algues brutes. Cet effet est principalement causé par les hormones exogènes (cytokinines, auxines et gibbérellines) présentes dans les extraits **(FAESSEL ET MOROT-GAUDRY ; KHAN ET AL, 2009)**. Certaines substances présentes dans les extraits d'algues, comme les polysaccharides et les polyamines, ont un impact sur la synthèse et l'activité des hormones endogènes **(FAESSEL ET MOROT-GAUDRY, 2009)**. Pour favoriser une meilleure efficacité photosynthétique, certains composés, comme la glycine bêtaïne, inhibent la dégradation des chlorophylles **(KHAN ET AL, 2009)**.

Les extraits d'algues permettent également d'améliorer la tolérance aux stress abiotiques, tels que la sécheresse ou la salinité, en provoquant des conditions osmotiquement déséquilibrées. Ceci est le résultat de la stimulation des mécanismes antioxydants par les extraits et de la présence d'osmo-régulateurs comme la glycine bêtaïne **(KHAN ET AL, 2009)**. De plus, les extraits d'algues contenant des acides abscissiques peuvent aider à la résistance au stress hydrique.

## Mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base d'algues

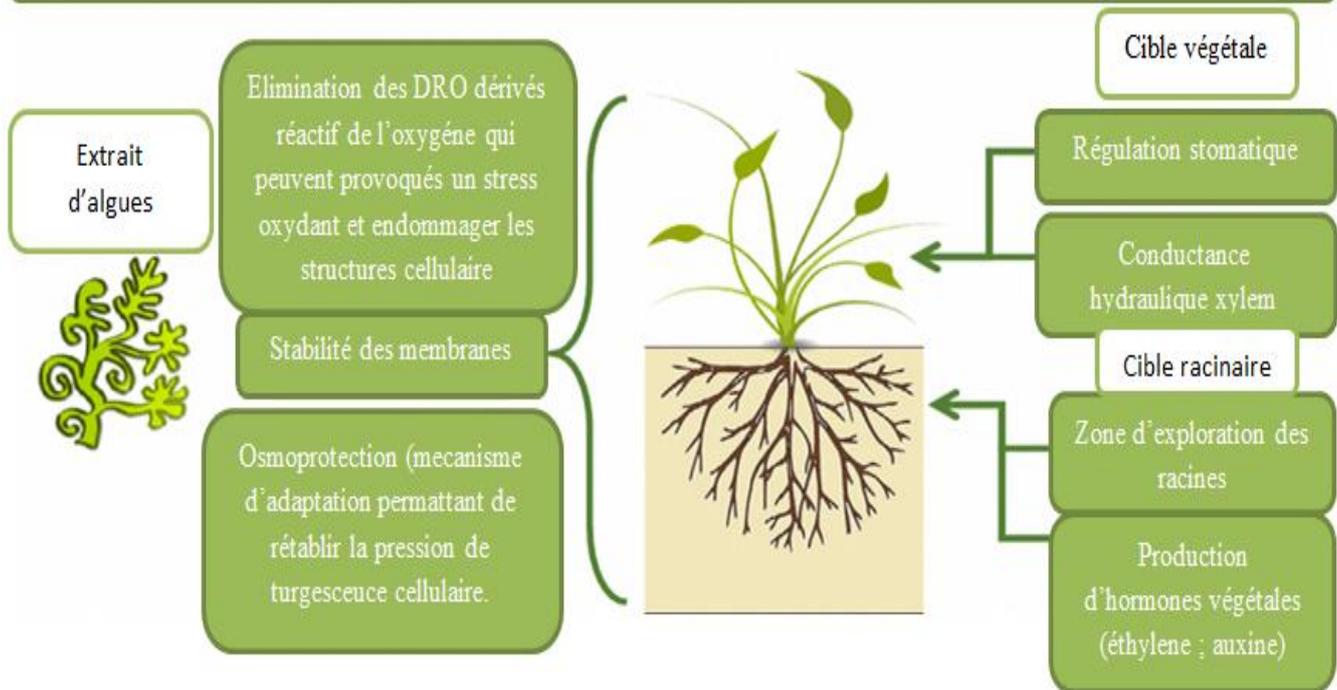


Figure 08 : Schématisation des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base d'algues (MELLOUKI ; BENNE HARI. F 2023)

### C. Les acides aminés :

Les protéines des sous-produits agro-industriels, tels que les sources végétales (résidus de cultures) et les déchets animaux (tels que le collagène, les tissus épithéliaux), sont hydrolysées chimiquement et enzymatiquement pour produire des combinaisons d'acides aminés et de peptides et aussi et les acides aminés purifiés (DUJARDIN, 2012; CALVO ET AL, 2014; HALPERN ET AL, 2015).

Lorsqu'ils sont administrés aux plantes, les acides aminés et les peptides modifient leur métabolisme azoté, ce qui affecte à son tour la façon dont ils assimilent le carbone et leur croissance (COLLA ET AL, 2017). Les nombreux gènes contrôlés par les hydrolysats de protéines lorsqu'ils sont utilisés comme biostimulants témoignent de ces impacts importants (ERTANI ET AL, 2017).

Ainsi, selon les acides considérés et leur concentration, chaque type de produit aura son propre mécanisme d'action, nous mentionnons ses effets sur le système racinaire et l'absorption des nutriments :

- Une meilleure assimilation de l'azote est rendue possible par les hydrolysats de protéines. Notamment en favorisant la synthèse du nitrate réductase de la plante et d'autres enzymes participant aux nutriments azotés. (**COLLA ET AL, 2017**).

- Certains signaux biochimiques impliqués dans la production de racines secondaires peuvent être activés avec l'application d'hydrolysats de protéines. (**MATSUMIYA AND KUBO, 2011 ; COLLA ET AL, 2014, 2017**);).

- Certains acides aminés, tels que la glycine et l'acide glutamique, agissent comme agents chélateurs pour faciliter l'absorption des nutriments, qui peuvent protéger les plantes contre les métaux lourds (**CALVO ET AL, 2014**).

Et aussi son rôle efficace dans la concentration d'une résistance contre le stress biologique :

- Une meilleure résistance au stress biotique est rendue possible par des hydrolysats de protéines et de certains acides aminés particuliers. D'une manière générale, l'application d'hydrolysats de protéines peut augmenter les activités enzymatiques antioxydants endogènes.

- Plusieurs mécanismes d'action connus, selon le niveau de stress et l'effet physiologique qui en résulte, impliquent l'activation de voies métaboliques particulières. Par exemple, la proline et la glycine agissent comme osmoprotecteurs et stabilisent les membranes cellulaires dans des situations telles que la salinité ou des températures non naturelles. Ces deux osmolytes peuvent également stabiliser la **FAO** et déclencher la production de gènes impliqués dans les réponses au stress abiotique.

➤ L'amélioration de la photosynthèse :

- Deux acides aminés qui sont des précurseurs dans la synthèse de la chlorophylle comprennent la glycine et l'acide glutamique. Leur apport exogène permet une augmentation du taux de photosynthèse.

-La capacité de l'acide glutamique à favoriser l'ouverture de la stomie permet l'activation de l'activité photosynthétique (**COLLA ET AL, 2014**).

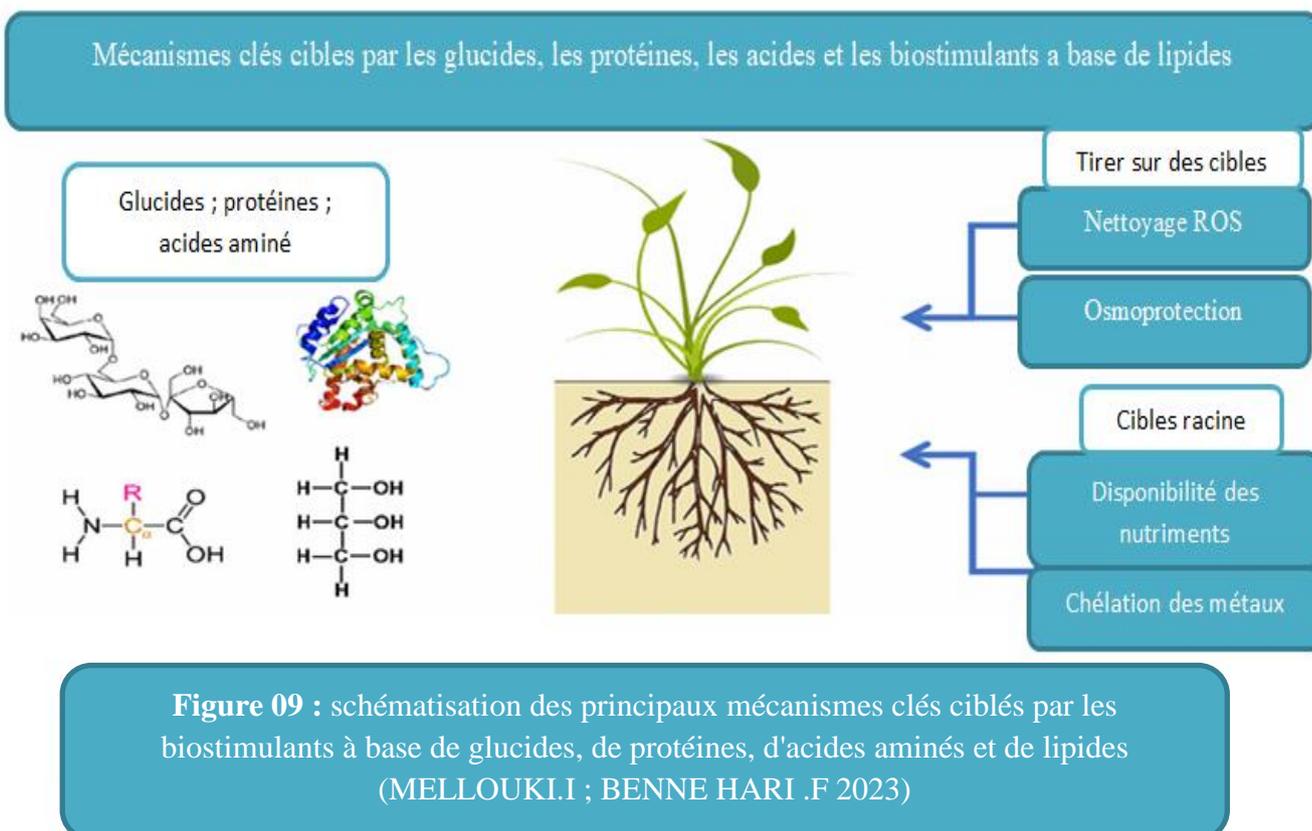
Un nouveau paradigme pour l'intensification durable et l'amélioration de la quantité et de la qualité des récoltes :

- Les hydrolysats de protéines favorisent une meilleure qualité de récolte en favorisant la synthèse de composés valorisants (vitamines, sucres, protéines...) ou de composés améliorant la couleur des fruits (absorption des anthocyanes, polyphénols, caroténoïdes...).

- De plus, certains acides aminés, tels que la lysine et l'acide glutamique, favorisent la pollinisation, La fertilité du pollen est améliorée par la proline, et aussi Des acides aminés

spécifiques, tels que la phénylalanine, l'acide aspartique et l'acide glutamique, stimulent la germination des semences.

- Enfin, les osmoprotecteurs comme la glycine bêtaïne agissent sur les pressions osmotiques à l'intérieur des cellules pour augmenter la fermeté des fruits et réduire les microfissures des fruits. Après la récolte, les fruits auront une meilleure apparence et dureront mieux grâce à cette action.



### 2.2 Les biostimulants microbien

L'utilisation de biostimulants, il nous a montré sa capacité positive sur la physiologie végétale, Cependant, les bactéries présentes à proximité ou à l'intérieur du corps de la plante ont un impact équivalent sur les cultures. Bien avant que le terme "biostimulant" ne soit inventé.

Les bactéries et les champignons bénéfiques étaient connus dans biologie des biostimulants, et certains d'entre eux étaient utilisés comme inoculant pour augmenter la production agricole (SCHLAEPPI ET BULGARELLI, 2015).

### A. Les champignons bénéfiques

C'est un groupe hétérogène puisque plus de 90% des plantes coexistent avec lui, a travers l'étude de certains champignons notamment **trichoderma**, qui sont utilisés dans les pesticides biologique et la lutte biologique comme catalyseur de résistance aux maladies et qui ont été exploités comme sources d'enzymes par industries biotechnologique (**MUKHERJEE ET COLL. 2012 ; NICOLAS ET COLL .2014**).

De plus, les champignons sont utilisés comme biostimulants. En fait, des champignons mycorhiziens, tels que *Glomus sp.* Peuvent être ajoutés aux cultures pour favoriser l'absorption des nutriments et le développement racinaire. Les filaments mycorhiziens sont des connexions entre la plante et un champignon qui existent dans tous les écosystèmes naturels. Les filaments externes de mycélium interagissent avec les racines des plantes pour former un véritable prolongement du système racinaire qui va explorer le sol entourant la racine et permettre une meilleure absorption des substances riches en nutriments et en eau. Il existe des interactions mutuellement bénéfiques entre la plante et le mycélium (**NOTES ET ETUDES SOCIO-ECONOMIQUES N° 40 - MAI 2016**).

### B. Les bactéries bénéfiques

Selon **AHMAD ET AL. (2008)**, les bactéries interagissent avec les plantes de diverses façons. Les habitats bactériens s'étendent du sol à l'intérieur des cellules, avec des emplacements intermédiaires appelés rhizosphère et rhizoplan ; les relations peuvent être temporaires ou durables ; certaines bactéries se transmettent même verticalement à travers les grains ;les fonctions influençant la vie végétale, telles que la fourniture de nutriments, l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation des nutriments, l'induction de la résistance aux maladies, l'amélioration de la tolérance au stress biotique et le contrôle des changements morphogénétiques par les régulateurs de croissance des plantes.

Il existe deux formes de bactéries vivantes qui peuvent être utilisées avec des biostimulants à des fins agricoles et libres qui sont principalement isolées de la racine ou de la rhizosphère d'une plante :

Les rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR) et les bactéries qui soutiennent la croissance des plantes

Croissance des plantes (PGPB). Il existe également D'autres bactéries bénéfiques comme *Rhizobium*,

Bacillus, Bradyrhizobium, Azotobacter, Azospirillum, Pseudomonas et autres organismes isolés du sol. (CALVO ET COLL, 2014 ; DU JARDIN 2015 ; TURAN ET COLL. 2014 ; SOLTANIBAND 2020 ; YILDIRIM ET COLL. 2008).

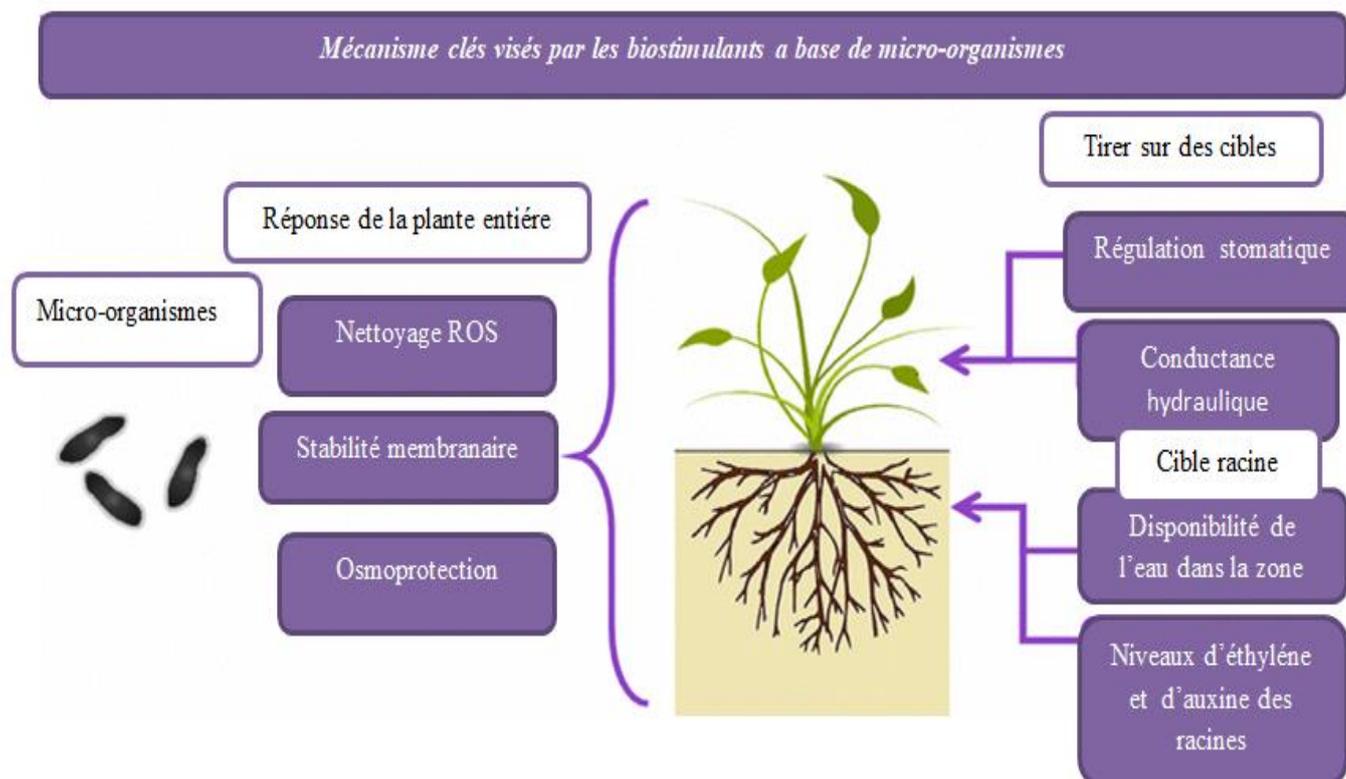
Exemples d'action directe sur la nutrition :

-Les racines des plantes légumineuses peuvent développer des nodules avec des bactéries fixatrices d'azote comme Rhizobium et Bradyrhizobium, qui transforment l'azote atmosphérique N<sub>2</sub> en ammonium NH<sub>4</sub> que les plantes peuvent utiliser comme source d'azote. En particulier dans les zones où les nutriments sont rares, un apport de bactéries fixatrices d'azote dans les sols peut améliorer la nutrition et, par conséquent, le développement des plantes.

-Si des micro-organismes spécifiques sont présents dans le sol, les plantes pourront également absorber plus efficacement les autres nutriments. Par exemple, certaines bactéries peuvent dissoudre le phosphore (P) présent dans le sol. Pseudomonas sp. Et Bacillus sp. Sont deux exemples de bactéries d'espèces distinctes qui produisent des enzymes adaptées à la solubilisation du phosphate organique ou inorganique. La solubilisation du potassium (K) à partir de minéraux est une spécialité d'autres bactéries Bacillus. En utilisant certains chélateurs appelés « sidérophores », qui sont produits par certaines bactéries comme Pseudomonas sp, le fer sans ions peut également être séquestré, ce qui le rend plus disponible pour les plantes. Lorsque des micro-organismes avantageux sont présents, les plantes peuvent également mieux absorber plus de macro et micronutriments.

-De plus, certaines bactéries ne libèrent des composés qui favorisent directement la croissance des plantes, comme les phytohormones (auxines, gibbérellines, l'éthylène, les cytokinines ou d'autres composés volatils (2,3-butanediol, acétoïne, etc.).

Ces substances chimiques exogènes stimulent par conséquent les voies de signalisation, qui à leur tour induisent une croissance (végétative ou racinaire), une augmentation de la teneur en chlorophylle, voire une plus grande tolérance aux facteurs de stress abiotiques. (YILDIRIM ET COLL. 2008 ; CALVO ET COLL 2014; TURAN ET COLL 2014 ; DU JARDIN 2015 SOLTANIBAND 2020 ;).



*Figure10 : schématisation des principaux mécanismes clés ciblés par les biostimulants à base de micro-organismes (MELLOUKI.I ; BENNE HARI .F.2023)*

### 2.3 Les biostimulants inorganique

Les éléments bénéfiques sont des substances chimiques qui aident à la croissance des plantes et peuvent être nécessaires pour certaines actions et sont les cinq principaux éléments utiles Al, Co, Na, Se et Si, et les trouve dans les sols, les plantes et d'autres sels inorganiques ainsi que des formes insolubles chez les graminées. Ces processus avantageux peuvent se manifester dans des conditions environnementales spécifiques, comme l'attaque pathogène pour le sélénium et le stress osmotique pour le sodium, ou ils peuvent être constitutifs, comme le durcissement des parois cellulaires par des dépôts de silice.

Ainsi, la définition des composants bénéfiques doit tenir compte non seulement de leurs propriétés chimiques, mais également des situations uniques dans lesquelles ils peuvent avoir un impact favorable sur le développement des plantes et la réponse au stress biotique et abiotique (PILON-SMITS ET AL, 2009).

### A. Le sélécium

Plusieurs enquêtes menées à la fois dans des pots et dans des champs, il a été amplement démontré que l'élément minéral non essentiel silicium (Si) avait des effets positifs sur la croissance des plantes (**GUNTZER ET AL, 2011**). Si en particulier augmente la capacité à résister à plusieurs facteurs de stress abiotiques (sécheresse, salinité, carence nutritionnelle).

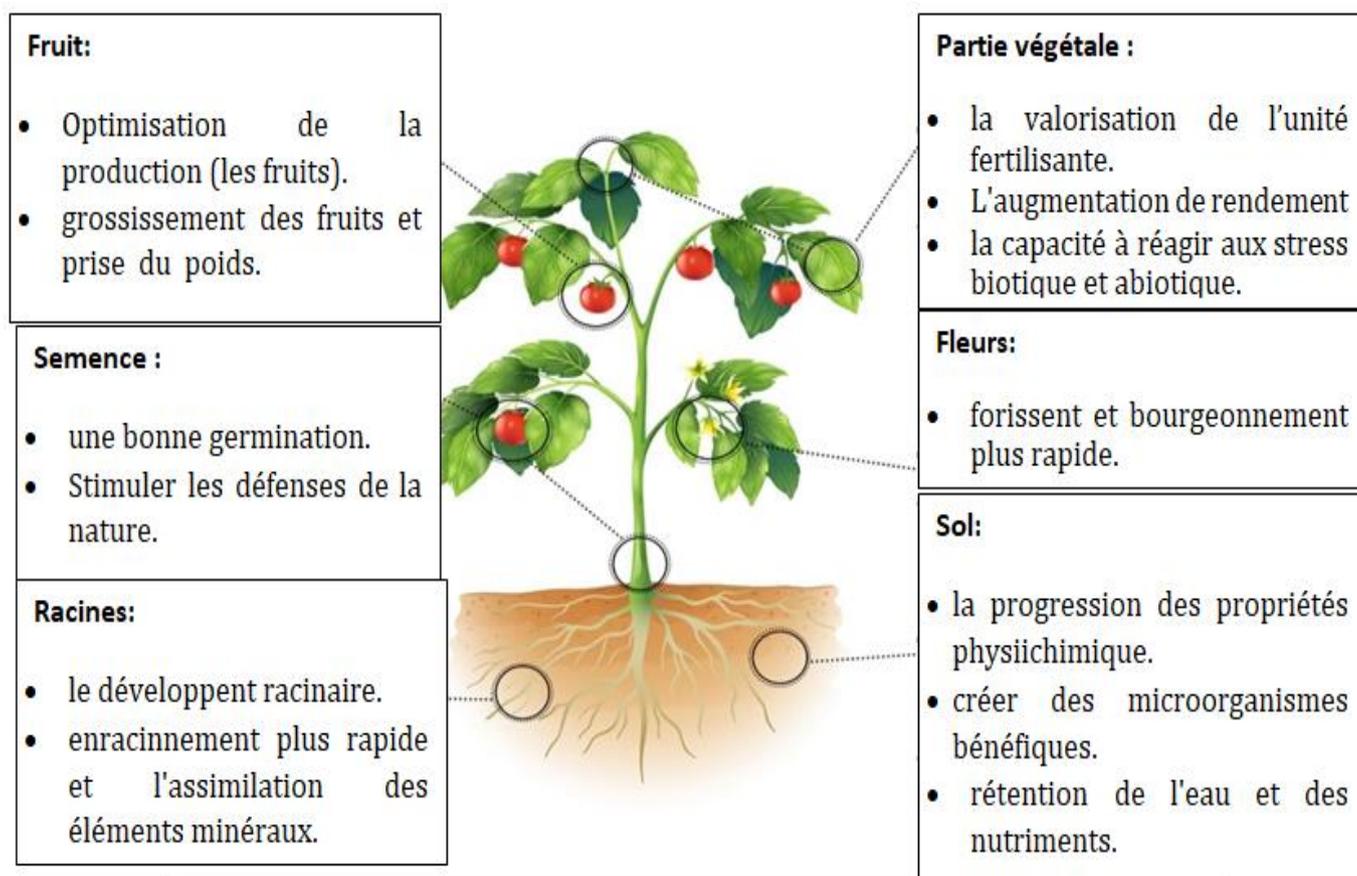
En particulier, lorsque la fertilisation phosphatée est un facteur limitant, la présence de Si dans le sol favorise l'absorption de P, et inversement, la présence de Si limite l'apparition de chlorose causée par un excès de phosphore en réduisant l'absorption de P. (**GUNTZER ET AL, 2011**). De plus, même avec un faible apport en Si, l'absorption de K, N et Ca est améliorée, ce qui favorise une plus grande croissance des cultures (**GUNTZER ET AL, 2011**). Aussi, La consommation de silicium pendant la pulvérisation foliaire augmente la teneur relative en eau de la plante en présence d'une carence en eau.

Les plantes en améliorant les échanges stomatiques et en réduisant la perte d'eau par transpiration. De plus, la silice renforce la capacité antioxydante des enzymes et maintient les structures cellulaires stables (**GUNTZER ET AL, 2011**).

### 3. Les modes d'action des biostimulants

Les biostimulants peuvent influencer la physiologie, l'activité enzymatique ou les voies hormonales d'une plante, ainsi que la création de métabolites, afin d'exercer leurs effets. Certains produits réduisent la transpiration des feuilles.

D'autres influencent l'activité du sol, la dégradation de la matière organique, la régulation microbienne, la structure du sol, etc. (Fig. 11), (**KUMAR ET AL, 2020**).



**Figure 11 : Observation sur les différentes parties d'une plante après l'application de biostimulants (POVERO et al, 2016)**

#### 4. La relation entre les biostimulants et la protection des végétaux

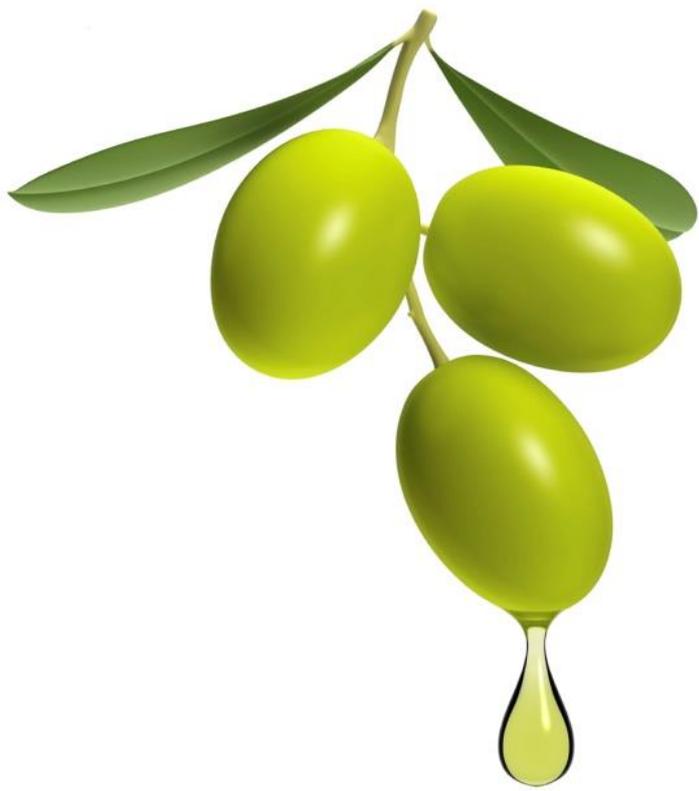
La relation entre la protection des plantes et les biostimulants est liée à l'utilisation de produits et matériaux naturels visant à améliorer les fonctions des sols ou des plantes, ou leurs interactions, pour améliorer l'adaptabilité des systèmes biologiques aux changements environnementaux. Les biostimulants stimulent les processus biologiques au niveau du sol et des plantes, ce qui peut contribuer à améliorer la santé et la croissance des plantes, ainsi que leur résistance aux maladies et aux stress environnementaux.

Selon **BENHAMOU ET REY (2012)**, les biostimulants peuvent agir de manière synergique avec les défenses naturelles de la plante en stimulant la production de métabolites secondaires et en renforçant les barrières physiques et chimiques de la plante contre les pathogènes. De même, **BOUZIANI (2017)** note que les biostimulants peuvent renforcer la structure et la stabilité du sol, améliorer la disponibilité des nutriments pour les plantes, et favoriser la

biodiversité microbienne dans le sol, ce qui peut également contribuer à améliorer la résistance des plantes aux maladies et aux stress environnementaux.

Les stimulateurs de défense naturelle (SDN) sont un type particulier de biostimulant qui peuvent renforcer les défenses immunitaires des plantes contre les pathogènes et les stress abiotiques. **SELON BENHAMOU (2009)**, les SDN peuvent agir en induisant la production de phytoalexines, d'enzymes de défense, et d'autres métabolites de défense chez les plantes, ce qui peut renforcer leur résistance aux maladies et aux stress environnementaux.

Les biostimulants sont considérés comme une alternative prometteuse aux pesticides et autres produits phytosanitaires, car ils ont une faible toxicité environnementale et ne présentent aucun risque pour la santé humaine ou animale. De plus, ils peuvent contribuer à promouvoir une agriculture plus durable en réduisant la dépendance aux intrants chimiques.



# **CHAPITRE III :**

## ***Matériel et méthode***

### 1. L'objectif d'étude

L'objectif de cette étude est de vérifier les effets des nouveaux produits appelés des biostimulants sur la production d'olivier, on a fixé les trois hypothèses suivantes :

- ✓ H0 : effet positive.
- ✓ H1 : effet négative.
- ✓ H2 : effet neutre.

Aussi on testera la différence effet biostimulants avec engrais et biostimulant sans engrais pour la majorité du paramètre prise en compte.

➤ Les paramètres considérés sont les suivants :

1. la vitesse de grossissement de fruit d'olive par unité de temps.
2. le rendement des olives.
3. la quantité d'huile produite.
4. Le nombre des boutons floraux.
5. La protection des fleurs d'olivier.
6. La quantité de chlorophylle.
7. le Taux d'humidité des feuilles d'olivier.

### 2. Choix du site d'étude

L'étude a été réalisée dans deux régions différentes de la wilaya de Tlemcen, plus précisément dans la ferme privée de "Mostefai Mohammed" située dans la municipalité de Nedroma, ainsi que dans la ferme pilote de "Belaidouni Mohammed" dans la municipalité d'Al-Fahoul. Ces deux fermes ont été choisies pour leur accessibilité aisée et avec l'accord des propriétaires. De plus, elles présentent des altitudes et des étages bioclimatiques différents, ce qui permet d'obtenir une diversité de conditions environnementales pour l'étude.

#### 2.1. Etude des Milieux

- **Situation Géographique**
- **de site A**

La Ferme Privée Mostefai Mohamed est située à Nedroma, une commune de la wilaya de Tlemcen, en Algérie. Les coordonnées géographiques précises de la ferme sont les suivantes : latitude 35°02' Nord et longitude 01°46' Ouest. L'altitude de la ferme est estimée à environ 218 mètres.

La Ferme Privée Mostefai Mohamed se spécialise dans la culture de l'olivier, avec une attention particulière portée à la variété sigoise.



**Figure 12 :** Carte représentant l'localité de la ferme privé mostefai mohamed

- **de site B**

La ferme pilote BELAIDOUNI se trouve dans une position idéale dans la région nord-est de la wilaya de Tlemcen, en Algérie. Son territoire est délimité par diverses entités géographiques. À l'est, elle est limitée par la wilaya d'Ain Temouchent, au sud par la commune de Bensekrane, au nord-ouest par la commune d'Ain Youcef, et au nord par la commune de Sbaà Chioukh.

Les coordonnées géographiques précises de la ferme sont les suivantes : latitude  $35^{\circ}10'$  Nord et longitude  $01^{\circ}15'$  Ouest. L'altitude de la ferme est estimée à environ 172 mètres.



**Figure 13 :** Carte représentant localisation de la ferme Belaidouni

### 3. Programme des sorties :

- **Tableau 05 : Sur le site A**, à la ferme privée "Mostefai Mohamed" (d'août à novembre), se déroule le dernier stade de grossissement des fruits.

Les sorties	La date	Durée	Les taches
Première sortie	05 aout 2022	45 min	Inspecter la ferme et expliquer le travail a l'agriculteur.
Deuxième sortie	10 aout 2022	3h	Inspection des oliviers avec l'ingénieur agronome, et sélection d'échantillons.
Troisième sortie	15 aout 2022	1h 30 min	Identifier les échantillons à l'aide des plaques et prélever des échantillons de feuilles et de fruits et calculer la longueur des arbres et la largeur de tronc.
Quatrième sortie	22 aout 2022	2h 45min	Première application de traitement de biostimulants + les engrais
Cinquième sortie	28 aout 2022	2h 30min	Deuxième application de traitement.
Sixième sortie	06 septembre 2022	2h 30min	Troisième application de traitements.
Septième sortie	10 septembre 2022	30min	Première vérification après traitement
Huitième sortie	18 septembre 2022	30min	Deuxième vérification
Neuvième sortie	26 septembre 2022	30min	Troisième vérification
Dixième sortie	05 octobre 2022	30min	Maturation des olives traitées avec des biostimulants .
Onzième sortie	13 octobre 2022	30min	Examiner la maturité des olives non traités.
Douzième sortie	20 octobre 2022	30min	Maturation des olives non traité.
Treizième sortie	03 Novembre 2022	30min	Les résultats

## Chapitre 03: matériel et méthodes

- **Tableau 06 : Au site B**, se trouve la ferme pilote de Belaidouni Mohamed.

Les sorties	Les dates	Durée	Les taches	Le stade
Première sortie	13 décembre 2022	1h	Aperçu de la ferme	
Deuxième sortie	03 Janvier 2023	2h	Choix de la parcelle et de la variété d'olive	
Troisième sortie	15 février 2023	2h	Spécifier les échantillons, et le protocole de traitement, et le type de biostimulants vitaux à utiliser et examiner les arbres en cas de maladie. C'était en présence de l'ingénieur agronome.	
Quatrième sortie	22 février 2023	1h	Identifier les échantillons avec des plaques en bois	
Cinquième sortie	08 mars 2023	2h	1 <sup>er</sup> traitement	<b>Stade B :</b> révèle végétatif.
Sixième sortie	22 mars 2023	2h	2eme traitement	<b>Stade C :</b> formation de la grappe florale
Septième sortie	26 avril 2023	3h	Calcul du nombre de bouquets de boutons floraux.	<b>Stade D :</b> gonflement des boutons floraux
Huitième sortie	03 mai 2023	1h	Prélever des échantillons de feuilles, extraire la quantité de chlorophylle, déterminer leur type et mesurer le taux d'humidité.	
Neuvième Sortie	25 mai 2023	2h	Calcule le nombre de fleurs résistantes dans les branches.	<b>Stade E :</b> grossissements du fruit 1er stade.

### 4. PROTOCOLE EXPERIMENTALE

#### 4.1 Matériel utilisé

##### 4.1.1 Matériel végétale

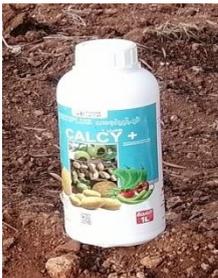
Pour cette étude, nous avons choisi l'olivier Sigoise, une variété originaire de la région de Sig en Algérie. Voici quelques-unes des caractéristiques de cette variété dans la région de Tlemcen :

- ✓ Feuilles : petites, elliptiques, coriaces et de couleur vert foncé.
- ✓ Fleurs : petites, blanches et en forme de coupe.
- ✓ Fruits : de petite taille, légèrement ovales et de couleur violette foncée à maturité.
- ✓ Branches : Les branches sont lisses, minces et ont une croissance vigoureuse.
- ✓ Racines : Les racines sont fortes et profondes, leur permettant de puiser l'eau et les nutriments dans le sol.
- ✓ Maturation tardive : Les olives Sigoise mûrissent tardivement dans la saison, généralement en décembre
- ✓ Huile d'olive : L'huile d'olive produite à partir de l'olivier Sigoise est de haute qualité
- ✓ Adaptabilité : L'olivier Sigoise est capable de s'adapter à différents types de sols et de climats

#### 4.2 Les produits utilisés

	<p>Maxifruit est un biostimulant liquide homologué en Algérie et breveté dans le monde. L'utilisation du produit se fait par application foliaire pour une optimisation de la floraison et de la fructification.</p>
---	--

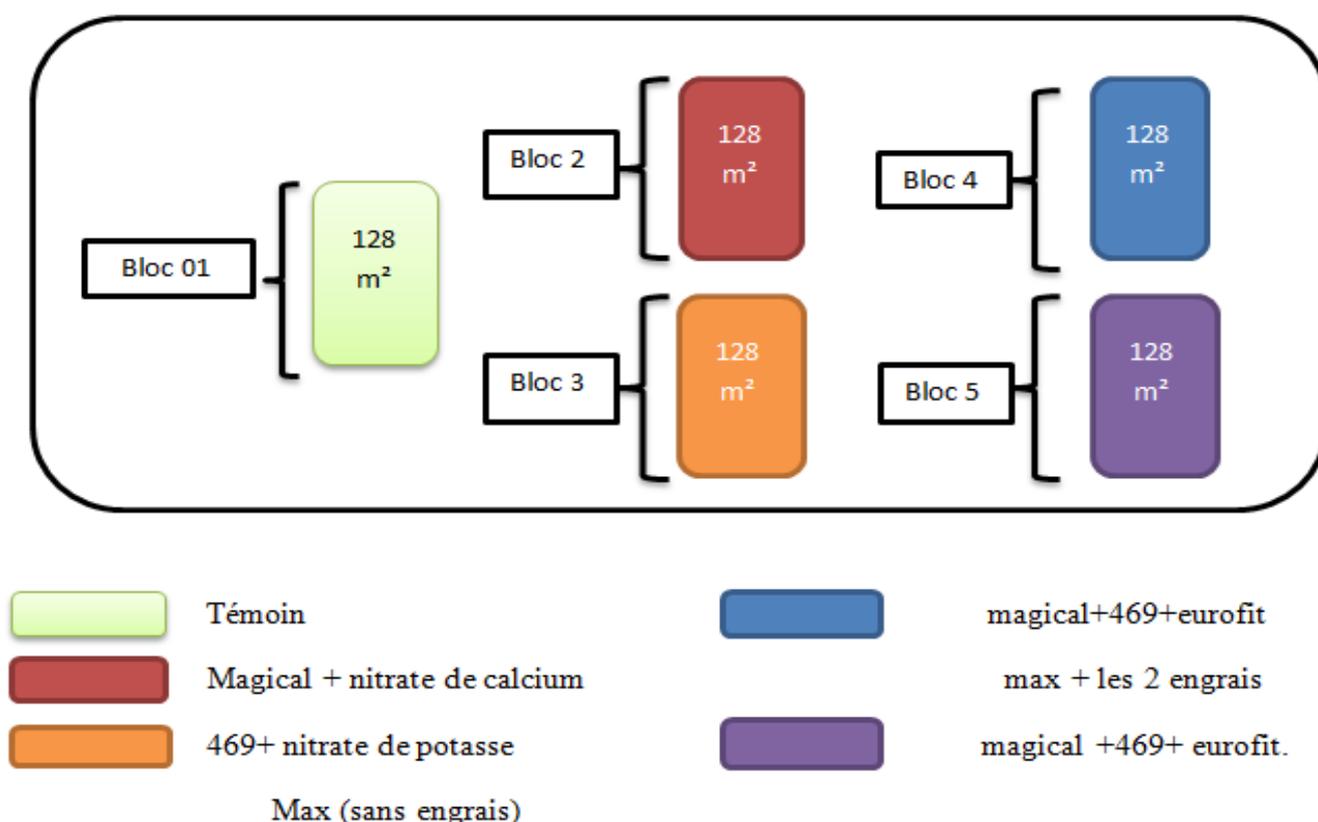
	<p>L'Eurofit Max est un biostimulant foliaire qui prévient contre les agressions biotiques et abiotiques. Grâce à sa composition combinée (partie minérale et complexe d'origine végétale), il offre à la plante les éléments minéraux (N.P) et les oligo-éléments pour prévenir les carences.</p>
	<p>FERTILEADER Magical est un biostimulant foliaire riche en calcium. Le complexe SEACTIV® homologué en tant qu'agent nutritionnel à base d'algues constitue le principe actif présent dans toute la gamme foliaire FERTILEADER®.</p>
	<p>Le FERTILEADER 469 est un biostimulant foliaire riche en potassium et oligo-éléments directement assimilables par la plante, il est également doté du complexe SEACTIV breveté dans le monde et homologué en Algérie, qui participe activement à la physiologie de la plante (transport des éléments minéraux dans la sève).</p>
	<p>« Turbo » C'est un engrais liquide à haute teneur en potassium de 60%, qui agit pour compenser le manque de potassium dans le sol.</p>

	<p>« CALCY+ » C'est un engrais liquide qui contient un pourcentage élevé de calcium et d'azote total, qui agit pour compenser le manque de calcium dans le sol.</p>
---	---

### 5. Dispositif expérimental :

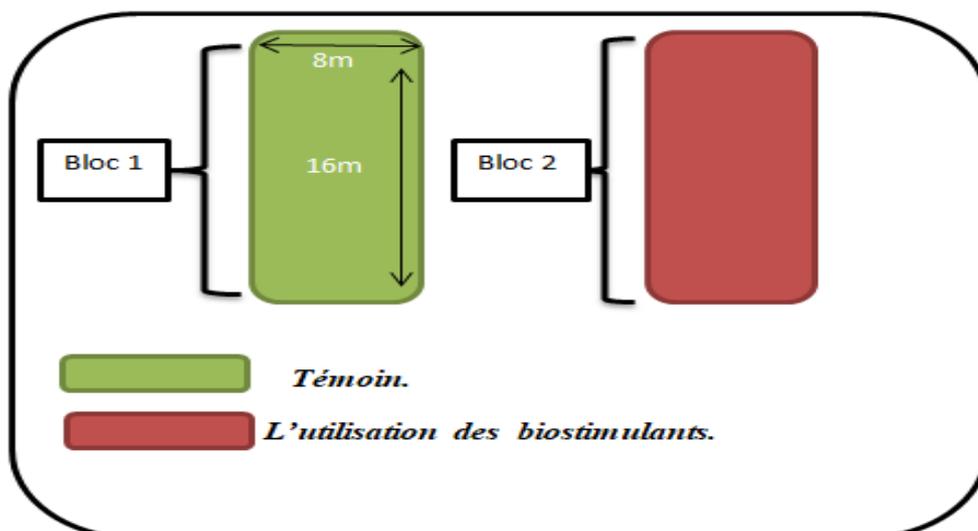
Cinq parcelles élémentaires, de 128m<sup>2</sup> pour chacune, ont été créées selon un modèle de Bloc aléatoire stratifié.

✓ **Site A: à la ferme pilote privé mostefai mohammed**



**Figure 14** : dispositif expérimentale de l'étude (site A)

- ✓ **Site B** : à la ferme pilote belaidouni mohammed



**Figure 15** : dispositif expérimentale de l'étude (site B)

### 6. Déroulement de l'expérimentation

- de site A

	<b>Superficie et nombre d'échantillons</b>	<b>Le biostimulant utilisé</b>	<b>L'engrais Utilisé</b>	<b>Dosage</b>
<b>Premier Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	Témoin	Témoin	Témoin
<b>Deuxième Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	Magical	Nitrate de Calcium	-Magical: 1L \ 200L -Nitrate de calcium : 200g./Pied
<b>Troisième Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	469	Nitrate de Potasse	-469:1L\200L -nitrate de potasse : 200g/pied
<b>Quatrième Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	-Magical -469 -Eurofit max	-Nitrate de potasse -nitrate de Calcium	-magical: 1L/200L -469:1L/200L -nitrate de potasse : 200g/pied - nitrate de calcium 200g/pied -Eurofit max

## Chapitre 03: matériel et méthodes

				3l/hektar
<b>Cinquième Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	-magical - 469 --Eurofit max	Pas d'engrais	-magical: 1L/200L -469:1L/200L - Eurofit max 3l/hektar

L'expérimentation a été réalisée sur une superficie de 128 m<sup>2</sup> avec 6 arbres d'olives dans chaque partie. Différents produits ont été utilisés comme biostimulants et engrais selon les dosages spécifiés. Dans la première partie, le groupe témoin a été utilisé, sans aucun ajout. Dans la deuxième partie, le biostimulant Magical a été utilisé avec un dosage de 1L pour 200L d'eau, ainsi que du nitrate de calcium à raison de 200g par pied. Dans la troisième partie, le biostimulant 469 a été utilisé à un dosage de 1L pour 200L d'eau, accompagné de nitrate de potasse à raison de 200g par pied. Dans la quatrième partie, plusieurs produits ont été utilisés, notamment le biostimulant Magical, le biostimulant 469, l'engrais Eurofit max, du nitrate de potasse et du nitrate de calcium, selon les dosages précédemment mentionnés. Enfin, dans la cinquième partie, le biostimulant Magical, le biostimulant 469 et l'engrais Eurofit max ont été utilisés, mais aucun engrais n'a été ajouté.

- **De site B**

	<b>Superficie et nombre d'échantillons</b>	<b>Le biostimulant utilisé</b>	<b>Dosage</b>	<b>Le stade</b>
<b>Premier Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	Témoin	Témoin	
<b>Deuxième Partie</b>	128m <sup>2</sup> 6 arbres d'olives	Eurofit max	-1L \ 200L	<b>Stade B:</b> révèle végétatif
		Maxifruit	-1L / 200L	<b>Stade C :</b> formation de la grappe florale

L'expérimentation a été réalisée sur une superficie de 128m<sup>2</sup> avec 6 arbres d'olives dans chaque partie. Dans la première partie, aucun biostimulant n'a été utilisé, servant ainsi de

groupe témoin. Deuxièmement, dans une autre partie de même superficie et nombre d'échantillons, le biostimulant Eurofit max a été utilisé avec un dosage de 1L pour 200L d'eau. À ce stade, le développement des plantes était révélé à un stade végétatif. Dans le deuxième traitement dans cette partie, le biostimulant Maxifruit a été utilisé avec un dosage de 1L pour 200L d'eau. À ce stade, les plantes étaient en phase de formation de la grappe florale

### 7. Échantillonnages

- de site A

Pour vérifier les effets des biostimulants sur la production d'oliviers d'un verger d'oliviers, une méthode courante est l'échantillonnage des arbres. Dans cette étude, cinq parties du verger ont été prélevées, avec six arbres sélectionnés au hasard dans chaque partie, représentant ainsi différentes catégories de la population. Cette méthode d'échantillonnage aléatoire stratifié permet de couvrir une grande partie du verger tout en utilisant un nombre relativement faible d'échantillons. Les arbres échantillonnés ont été traités avec différents biostimulants avec des engrais pour vérifier l'effet de ces traitements sur la production d'olives et aussi l'huile, et les résultats ont été analysés pour déterminer leur impact significatif.

- de site B

Pour évaluer les effets des biostimulants sur la protection des fleurs d'oliviers dans un verger, une méthode couramment utilisée est l'échantillonnage des arbres. Dans cette étude, deux parties du verger ont été sélectionnées, avec six arbres choisis de manière aléatoire dans chaque partie, afin de représenter différentes catégories de la population. Cette méthode d'échantillonnage aléatoire stratifié permet de couvrir une grande partie du verger tout en utilisant un nombre relativement faible d'échantillons.

Les arbres échantillonnés ont ensuite été traités avec différents biostimulants afin de vérifier l'effet de ces traitements sur la protection des fleurs d'olives, ainsi que sur l'augmentation du nombre de boutons floraux. Les résultats ont été analysés pour déterminer leur impact significatif.

L'objectif principal de cette démarche était de mesurer l'efficacité des biostimulants dans la préservation des fleurs d'oliviers, ainsi que leur capacité à stimuler la formation de boutons floraux. En utilisant une méthode d'échantillonnage représentative et en analysant les résultats obtenus, cette étude contribue à mieux comprendre l'impact des biostimulants sur la culture

des oliviers et peut aider à optimiser les pratiques agricoles pour améliorer la production d'olives.

### 8. Observation Empiriques

➤ Avant le traitement :

- En examinant les échantillons prélevés, j'ai remarqué qu'un champignon s'était formé autour des troncs des oliviers en raison d'une accumulation d'eau et des branches tombantes. Après avoir correctement installé la cuvette d'arrosage et taillé les branches en surplomb, le champignon a disparu et l'arbre a bénéficié de l'arrosage régulier. En résumé, l'installation correcte la cuvette d'arrosage et la taille adéquate des arbres ont un effet positif sur leur santé et leur croissance.

➤ Après le traitement :

- Verdissement et éclat des feuilles constatés suite à certaines applications du traitement.
- Cessation de la propagation de la maladie « spilocaea oleagina » sur les arbres traités.
- Les fruits traités avec des biostimulants ont présenté un gonflement, une maturité et un changement de couleur plus rapide.
- Certaines olives ont subi un rétrécissement et un dessèchement causé par un stress, entraînant leur chute.

### 9. Les analyses utilisées :

- L'analyse de l'extraction, de l'identification et du dosage de la chlorophylle des feuilles d'oliviers par spectrophotométrie
  - Objectif

L'objectif de ce travail est de vérifier l'effet du biostimulateur appliqué aux oliviers sur l'intensité de la photosynthèse en extrayant la chlorophylle des échantillons de feuilles et en mesurant la quantité d'absorption à l'aide d'un spectrophotomètre.

- Mode opératoire
- Matériel et méthode
- Préparation des échantillons

Prendre deux échantillons différents :

Premier échantillon : prendre 2 grammes de feuilles d'oliviers traitées avec le biostimulant.

Deuxième échantillon : prendre également 2 grammes de feuilles d'oliviers non traitées.

Laver soigneusement les échantillons pour éliminer la poussière et les impuretés.

- Broyage

Faciliter la libération des substances recherchées en écrasant les membranes et en détruisant les cellules.

Utiliser soit un broyage mécanique manuel, soit un broyage électrique à l'aide d'un mixeur.

- Extraction

Utiliser un procédé de séparation pour isoler la chlorophylle de la matrice végétale.

Ajouter 50 ml d'éthanol à 96% à chaque échantillon pour l'extraction. (Voir la figure 16).

- Filtration

Filtrer l'extrait à travers des papiers filtres pour éliminer les résidus solides (voir la figure 17)

- Centrifugation

Placer le mélange obtenu dans une centrifugeuse pour séparer les composés en fonction de leur différence de densité, en les soumettant à une force centrifuge (voir la figure 18)

- Spectrophotométrie

Utiliser une méthode analytique qualitative et quantitative pour mesurer l'absorbance ou la densité optique (DO), la transmittance et la fluorescence d'une solution dans l'UV et le visible. (voir la figure 19)

Mesurer l'absorbance de la chlorophylle A et B à :

Cb : 647 nm

Ca : 663 nm

- Résultats attendus

-La teneur en chlorophylle totale dans l'échantillon traité devrait être supérieure à la teneur en chlorophylle totale dans l'échantillon non traité.

-Une intensité d'absorption accrue devrait être observée dans l'échantillon traité.

➤ Deuxième analyse : Détermination de la teneur en humidité des feuilles

- L'objectif

Le test de la teneur en eau permet la détermination de la quantité d'eau existante dans les feuilles d'olive.

- Le mode opératoire
- Matériel

- Echantillon (les feuilles d'olivier)
- Récipients
- Four avec contrôle de températures (étuve)
- Balance

- Méthode expérimentale

- 1- Peser le récipient du couvercle (M1). Identifier le avec Une étiquette.
- 2- Placer l'échantillon à l'état naturel dans le récipient et peser L'ensemble (échantillon + récipient), (M2). De préférence Garder le fermé afin de garder l'humidité de l'échantillon (voir la figure 20).
- 3- Places l'ensemble (échantillon + récipient) dans l'étuve avec température réglée à  $(110 \pm 5)$  °C une fois le récipient dans L'étuve n'oublier pas d'enlever le couvercle.
- 4- Après 24h retirer le récipient avec les feuilles sec. Remettre le Couvercle et peser (M3) en utilisant la même balance (voire la figure 21)
- 5- Déterminer la teneur en eau W exprimée en pourcentage :

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} * 100$$

M1 : Masse du récipient.

M2 : Masse du récipient + Masse du sol humide.

M3 : Masse du récipient + Masse du sol sec.

- Nous pouvons maintenant calculer la teneur en humidité des deux échantillons à l'aide de l'équation suivante :  $\%WC = \frac{FW - DW}{FW} * 100$ .

**%WC** : représente le pourcentage d'humidité.

**FW** : est le poids initial des feuilles.

**DW** : est le poids des feuilles après séchage.

**%WC des feuilles traité :**

$$\%WC = \frac{10-5.792}{10} \times 100$$

**%WC des feuilles non traité :**

$$\%WC = \frac{10-6.04}{10} \times 100$$

- Les résultats attendus

-Les plantes traité au biostimulant résistent mieux au stress hydrique et récupèrent plus vite à cause de la rétention d'eau.

### 10. Les contraintes rencontrées

- Contraintes du site de recherche : Il y a eu des difficultés à obtenir l'adhésion des agriculteurs en raison de leur méconnaissance du produit.
- Contraintes de ressources : L'accès aux équipements de recherche et aux engrais nécessaires était limité, et les laboratoires nécessaires pour effectuer les analyses n'étaient pas disponibles.
- Contraintes financières : Il a été nécessaire d'acheter des engrais et des réservoirs d'eau pour l'irrigation, ce qui représentait un coût.
- Contraintes de rejet : À la dernière minute, l'agriculteur a fait marche arrière, ce qui a entraîné la perte d'étapes et l'incapacité de prélever des échantillons.

### 11. Exploitation des données

- **Les paramètres**

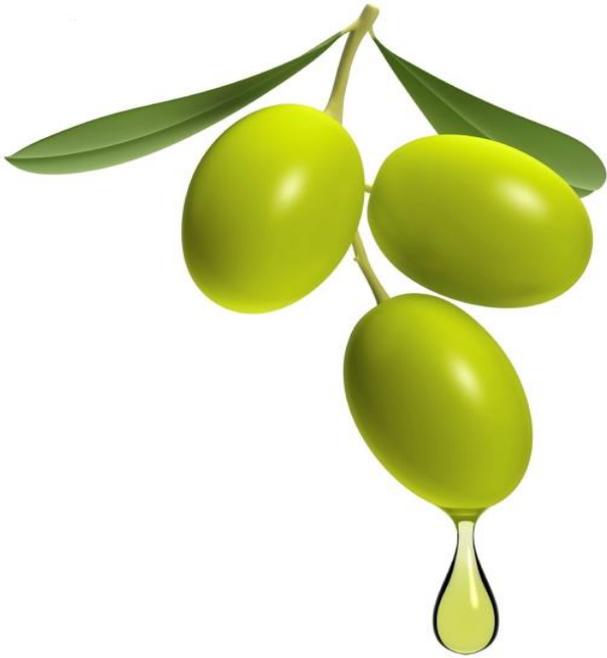
8. la vitesse de grossissement des fruits
9. le rendement des olives.
10. la quantité d'huile produite.
11. Taux d'augmentation du rendement.
12. l'augmentation du nombre de boutons floraux.
13. la protection des fleurs d'olivier.
14. La quantité chlorophylle
15. le Taux d'humidité

- **Etude statistique**

La statistique descriptive pour chaque paramètre de la biométrie des fruits d'olivier a été calculée. Ensuite, une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour toutes les semaines, suivie de l'analyse de la variance soudent T pour chaque semaine. Cette analyse a permis de comparer les moyennes des paramètres suivants :

- la vitesse de grossissement des fruites.
- le rendement des olives.
- l'augmentation du nombre de boutons floraux.
- la protection des fleurs d'olivier.

Dans les traitements par semaine, le test Tukey a été utilisé à la fois pour l'analyse de variance et la comparaison des moyennes. Ce test a été appliqué avec un niveau de probabilité de 0,05. Pour le rendement, une analyse de variance non paramétrique de test Kruskal-Wallis a été réalisée.



## ***CHAPITRE IV :***

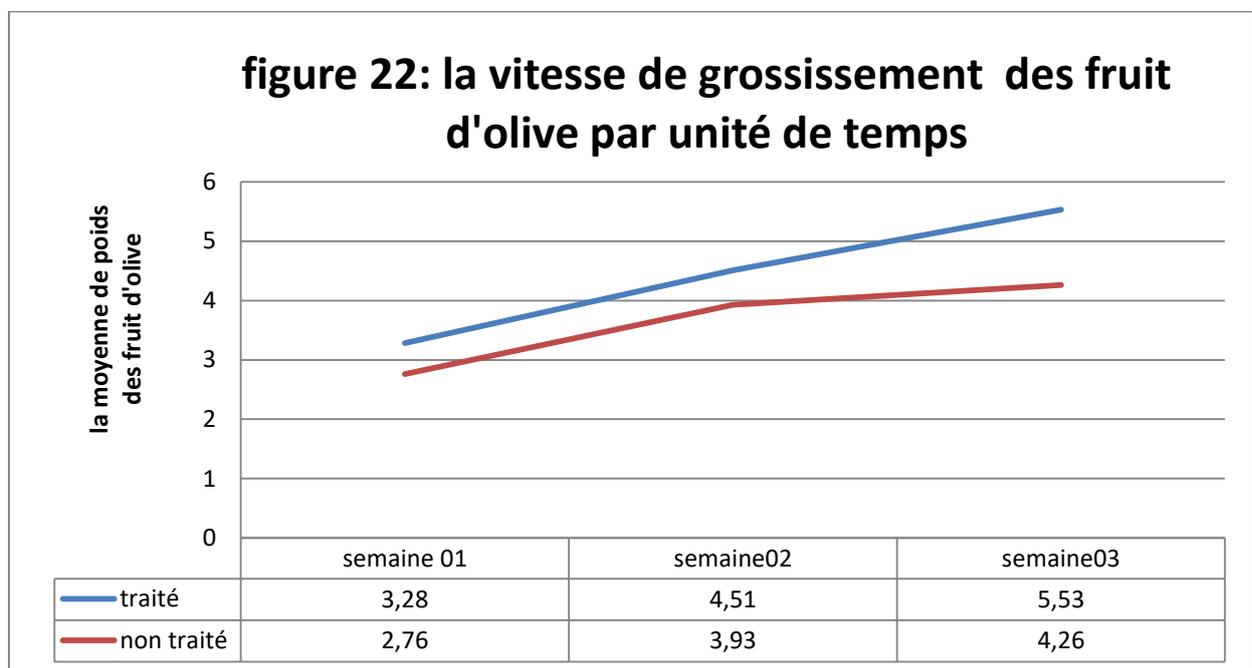
### ***Résultats et Discussion***

- **Les résultats :**

Cette partie présente les résultats de notre étude qui vise à évaluer les effets des biostimulants sur l'olivier.

### 1. La vitesse de grossissements des fruits

Les résultats présentés dans Le graph sont issus d'une étude statistique descriptive portant sur la levée des olives, avec deux groupes de traitement : un groupe traité et un groupe non traité. Les mesures ont été effectuées chaque semaine, et les résultats sont donnés sous la forme de moyenne  $\pm$  écart-type.



Les observations des résultats révèlent que l'effet du traitement sur le grossissement des olives diffère d'une semaine à l'autre. Au cours de la première semaine, la moyenne de levée des olives était plus élevée dans le groupe traité par rapport au groupe non traité. Cette différence est statistiquement significative, ce qui suggère un effet positif du traitement.

Pour la première semaine, la moyenne de levée des olives dans le groupe traité était de  $5.80 \pm 0.72$ , tandis que dans le groupe non traité, elle était de  $3.30 \pm 0.42$ . Une valeur de  $p$  inférieure ou égale à 0.005 ( $p \leq 0.005$ ) a été obtenue, ce qui suggère une différence statistiquement significative entre les deux groupes.

## Chapitre 04: résultats et discussions

---

Pour la deuxième semaine, la moyenne de grossissement des olives dans le groupe traité était de  $4.51 \pm 0.93$ , tandis que dans le groupe non traité, elle était de  $3.93 \pm 0.66$ . La valeur de  $p$  obtenue était supérieure à 0.005 ( $p \geq 0.005$ ), ce qui indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes pour cette semaine.

Enfin, pour la troisième semaine, la moyenne de grossissement des olives dans le groupe traité était de  $5.53 \pm 0.58$ , tandis que dans le groupe non traité, elle était de  $4.26 \pm 0.55$ . Une valeur de  $p$  inférieure ou égale à 0.005 ( $p \leq 0.005$ ) a été obtenue, ce qui suggère à nouveau une différence statistiquement significative entre les deux groupes.

En résumé, les résultats indiquent que le traitement a eu un effet significatif sur le grossissement des olives lors de la première et de la troisième semaine, mais pas lors de la deuxième semaine.

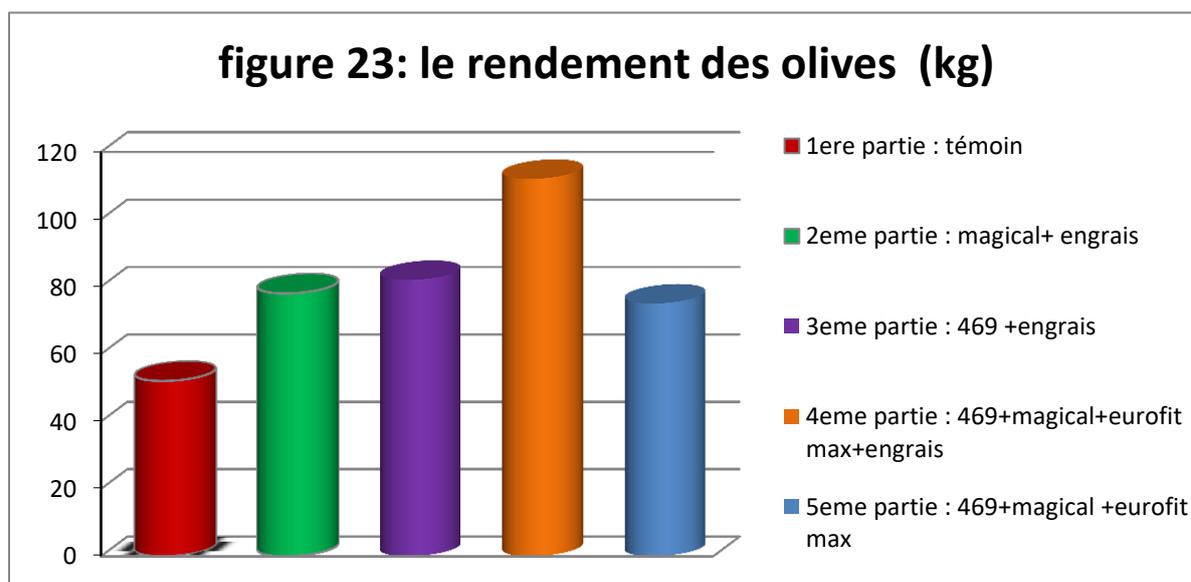
L'analyse de la variance suggère qu'il y a une différence significative entre le groupe témoin (non traité) et le groupe traité avec biostimulant. La valeur de  $p$  obtenue est inférieure à 0,005, ce qui indique une différence statistiquement significative entre les groupes.

En conclusion, il existe une différence statistiquement significative entre les moyennes des groupes "TRAITE" et "NON TRAITE" à chaque semaine pour la variable « OLIVE ». Ces résultats sont étayés par l'analyse de variance (ANOVA) et les tests de Tukey, qui ont tous deux confirmé des différences significatives entre les groupes.

Dans une étude menée par **RAYMOND P. POINCELOT ;( 2010)** l'utilisation d'un produit commercial appelé "ROOTS" en tant que biostimulant de croissance a été évaluée sur différentes variétés de plantes potagères et à fleurs dans une serre. Les résultats ont révélé des effets positifs du biostimulant, notamment une germination plus précoce, des racines plus longues et des tiges plus hautes chez les plantes traitées. Cette étude met en évidence les avantages potentiels du biostimulant pour les producteurs de plantes à fleurs et de légumes, offrant ainsi une solution pour améliorer la croissance des plantes.

En comparant les deux études, nous pouvons constater des similitudes dans les résultats positifs obtenus avec l'utilisation des biostimulants. Les deux études montrent que l'application du biostimulant a un effet significatif sur la croissance des plantes, que ce soit en termes de germination, de développement racinaire ou de hauteur de pousse. Cependant, il y a des différences notables dans les espèces de plantes étudiées, avec la première étude portant sur des plantes potagères et à fleurs et la seconde étude portant spécifiquement sur les olives.

### 2. le rendement des olives



Les résultats présentés sont des mesures de rendement des olives dans différentes conditions expérimentales. Voici une interprétation des résultats :

**1ère partie (témoin) :** Dans ce groupe, qui représente le contrôle ou la condition de référence, le rendement des olives non traitées s'élève à 52 kg.

**2ème partie :** Lorsque le biostimulant magical est combiné avec des engrais, le rendement des olives atteint 78 kg. Cela indique une augmentation de la production par rapport au groupe témoin, suggérant que l'utilisation du biostimulant magical en conjonction avec les engrais peut améliorer le rendement des olives.

**3ème partie :** En utilisant le biostimulant 469 en combinaison avec des engrais, le rendement des olives est mesuré à 82 kg. Par conséquent, l'ajout du biostimulant 469 aux engrais semble entraîner une augmentation supplémentaire du rendement des olives par rapport le groupe témoin.

**4ème partie :** Lorsque les biostimulants magical, 469 et eurofit max sont utilisés en combinaison avec des engrais, le rendement des olives atteint 112 kg. Ces résultats montrent une augmentation significative du rendement par rapport aux autres groupes, suggérant que la combinaison de ces biostimulants avec les engrais a un effet positif sur la production d'olives.

**5ème partie :** Lorsque les biostimulants magical, 469 et eurofit max sont utilisés sans l'utilisation d'engrais, le rendement des olives est mesuré à 75 kg. Bien que ce rendement soit inférieur à celui du groupe précédent, il reste supérieur à celui du groupe témoin, indiquant que l'utilisation des biostimulants seuls peut également améliorer le rendement des olives.

En résumé, l'utilisation des biostimulants magical, 469 et eurofit max en combinaison avec des engrais semble être la meilleure approche pour augmenter le rendement des olives,

comme indiqué par le groupe ayant atteint 112 kg. Cependant, l'utilisation des biostimulants seuls peut également entraîner une amélioration par rapport au groupe témoin, comme le montre le groupe ayant atteint 75 kg.

Dans l'étude **MALGORZATA SZCZEPANEK ET AL (2017)** sur les carottes, les biostimulants Kelpak SL et Asahi SL ont été utilisés à différentes doses et fréquences d'application. Les résultats ont montré que les biostimulants avaient un effet positif sur le rendement total et commercial des racines de carottes. Les meilleures performances ont été obtenues avec une seule application de Kelpak SL aux doses de 2 ou 3 l/ha au stade de la quatrième feuille, ce qui a entraîné une augmentation de 13,1 % et 12,4 % du rendement commercial par rapport au groupe témoin. De plus, les deux biostimulants ont amélioré la distribution de la taille des racines en augmentant le rendement des racines de taille moyenne (1,9-3,8 cm) et des racines de grande taille (3,8-5,0 cm) de 30,5 % et 15,8 % respectivement.

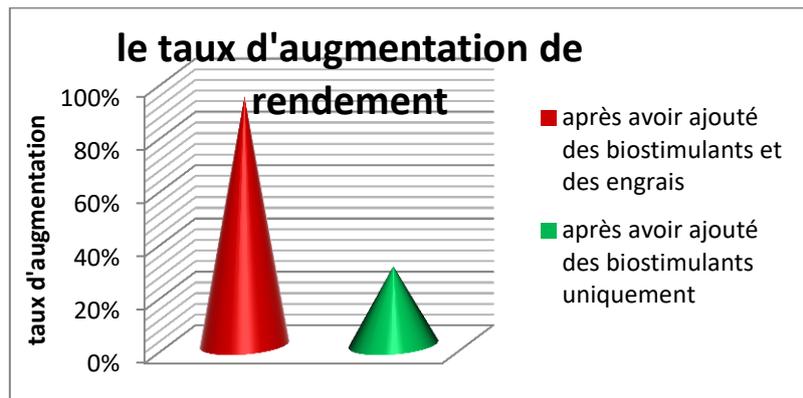
En comparant les deux résultats, on peut noter des similitudes et des différences. Les deux études ont montré que l'utilisation de biostimulants avait un effet positif sur le rendement des cultures étudiées. Cependant, les types de biostimulants, les doses, les fréquences d'application et les cultures elles-mêmes étaient différents.

Une autre étude menée par **MANUEL TEJADA1 ET AL (2022)** démontrent clairement l'effet positif des biostimulants BS1 et BS2 sur le rendement des cultures d'oliviers. Les augmentations significatives du rendement observées dans les plantes traitées avec ces biostimulants indiquent leur capacité à améliorer la productivité des oliviers.

La comparaison avec le traitement témoin révèle que l'application foliaire des biostimulants a conduit à des augmentations de rendement allant de 20 à 22 % avec le BS2, et de 28 à 29 % avec le BS1, pour les saisons 2017 et 2019. Pour les saisons 2018 et 2020, les augmentations étaient encore plus marquées, atteignant 35 à 36 % avec le BS1 et 42 à 43 % avec le BS2.

En conclusion, les résultats de cette étude suggèrent que l'utilisation foliaire des biostimulants BS1 et BS2 peut être une approche prometteuse pour améliorer le rendement des cultures d'oliviers. Cela pourrait avoir un impact significatif sur la rentabilité et la durabilité des exploitations oléicoles, en offrant une alternative aux méthodes traditionnelles de fertilisation et en favorisant une utilisation plus efficace des ressources agricoles.

- **Taux d'augmentation du rendement.**



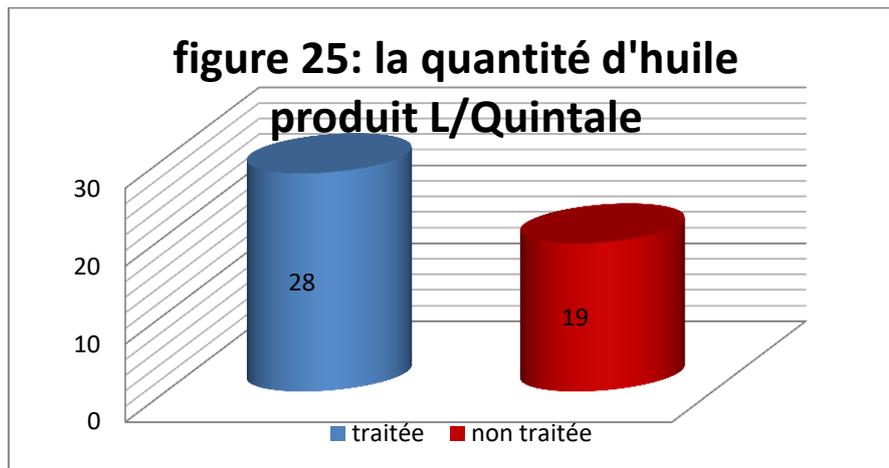
Les résultats indiquent le taux d'augmentation du rendement après l'ajout de biostimulants et d'engrais, ainsi que le taux d'augmentation du rendement après l'ajout de biostimulants uniquement. Voici une interprétation des résultats :

Après avoir ajouté des biostimulants et des engrais, le taux d'augmentation du rendement est de 93% par rapport au groupe témoin (qui n'a reçu aucun traitement). L'ajout de biostimulants en combinaison avec des engrais a conduit à une amélioration significative du rendement des olives.

Après avoir ajouté des biostimulants uniquement, le taux d'augmentation du rendement est de 29,30 par rapport au groupe témoin. L'utilisation de biostimulants seuls, sans l'ajout d'engrais, a également conduit à une amélioration du rendement, bien que de manière moins prononcée que lorsqu'ils sont combinés avec des engrais.

Ces résultats démontrent que l'ajout de biostimulants, qu'ils soient utilisés seuls ou en combinaison avec des engrais, conduit à une augmentation significative du rendement des olives. L'ajout d'engrais en plus des biostimulants semble avoir un effet synergique, entraînant une augmentation plus importante du rendement par rapport à l'utilisation de biostimulants seuls.

### 3. La quantité d'huile produite



Les résultats indiquent la quantité d'huile extraite par quintal (100 kg) d'olives traitées avec des biostimulants et d'olives non traitées sans l'utilisation de biostimulants. Voici une interprétation des résultats :

Les olives traitées avec les biostimulants ont produit une quantité d'huile de 28 litres par quintal (100 kg) d'olives.

Les olives non traitées, c'est-à-dire celles qui n'ont pas bénéficié de l'utilisation de biostimulants, ont produit une quantité d'huile de 19 litres par quintal (100 kg) d'olives.

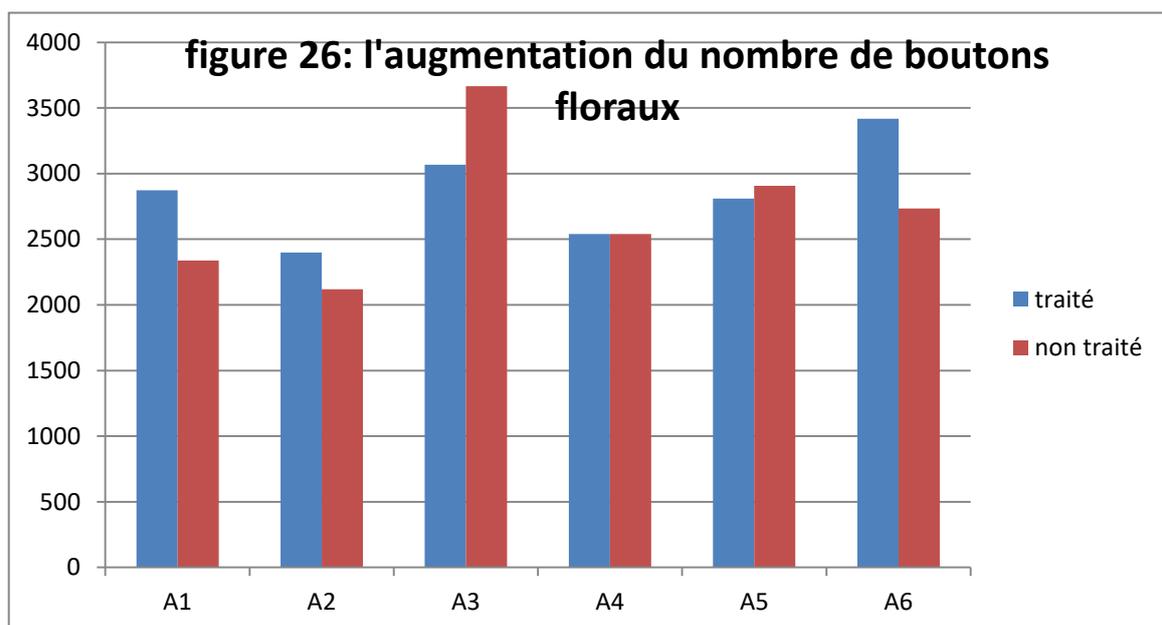
Ces résultats indiquent que le traitement des olives avec des biostimulants a conduit à une plus grande quantité d'huile extraite par rapport aux olives non traitées. L'augmentation de 28 litres par rapport aux 19 litres des olives non traitées suggère une amélioration significative du rendement en huile. Dans ce contexte, l'utilisation des biostimulants semble avoir un impact positif sur la production d'huile d'olive.

Grâce aux études que j'ai menées pour connaître l'effet des biostimulants sur la quantité d'huile d'olive produite, les résultats suivants ont été obtenus : Les olives traitées avec le biostimulant ont produit une quantité d'huile de 28 litres par quintal (100 kg) d'olives. Les olives non traitées, c'est-à-dire celles qui n'ont pas bénéficié du biostimulant, ont produit une quantité d'huile de 19 litres par quintal (100 kg) d'olives. Ces résultats indiquent une augmentation significative de la quantité d'huile extraite des olives traitées par rapport aux olives non traitées, avec une différence de 9 litres par quintal d'olives.

Ces résultats sont cohérents avec d'autres études réalisées par **DIOMIHO MONIQUE DEMBELE (2021) ET DABBAGHI ET AL. (2019)**, qui ont également montré les effets positifs des biostimulants sur la production d'huile d'olive. L'utilisation du biostimulant riche

en calcium a été associée à une augmentation de la quantité d'huile extraite, en favorisant le développement des olives et en améliorant leur rendement en huile. De plus, l'augmentation des composés phénoliques, tels que l'oleuropéine aglycone (OA), dans l'huile d'olive traitée avec le biostimulant peut également contribuer à une augmentation de la quantité d'huile produite et à une meilleure qualité de l'huile.

#### 4. L'augmentation du nombre de boutons floraux



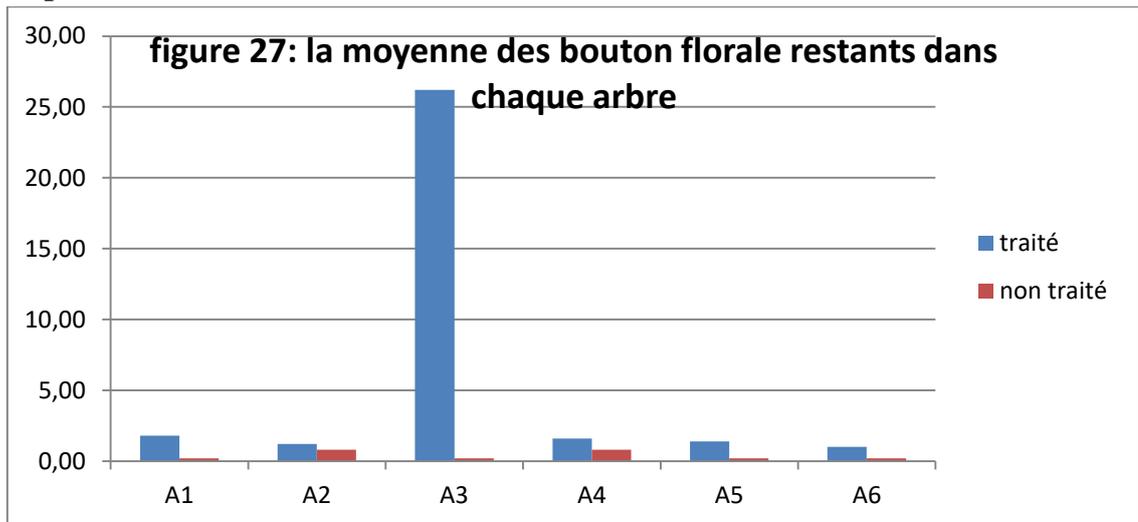
Les résultats indiquent qu'il y a deux groupes de données : "Traité"(avec les biostimulants eurofit max + maxifruit) et "Non traité". Les valeurs fournies concernent le nombre de boutons floraux dans chaque groupe.

Pour le groupe "Traité", la moyenne du nombre de boutons floraux est de 2850.8 avec un écart-type de 778.5.

Pour le groupe "Non traité", la moyenne du nombre de boutons floraux est de 2716.8 avec un écart-type de 678.8.

La valeur de p (P value) fournie est " $P \geq 0.005$ ". Cela indique que la différence observée entre les deux groupes n'est pas statistiquement significative. En d'autres termes, la différence dans le nombre de boutons floraux entre le groupe traité et le groupe non traité n'est pas considérée comme significative d'un point de vue statistique, car la valeur de p est supérieure ou égale à 0.005.

### 5. La protection des fleurs



Les résultats indiquent qu'il y a deux groupes de données : "Traité" et "Non traité". Les valeurs fournies concernent le nombre de fleurs restantes sur les branches pour chaque groupe.

Pour le groupe "Traité", la moyenne du nombre de fleurs restantes dans les branches est de 5.53 avec un écart-type de 9.74.

Pour le groupe "Non traité", la moyenne du nombre de fleurs restantes dans les branches est de 0.40 avec un écart-type de 0.77.

La valeur de p (P value) fournie est " $P \leq 0.005$ ". Cela indique qu'il existe une différence statistiquement significative entre les deux groupes. En d'autres termes, la différence observée dans le nombre de fleurs restantes dans les branches entre le groupe traité et le groupe non traité est considérée comme significative d'un point de vue statistique, car la valeur de p est inférieure ou égale à 0.005.

### 6. Le taux d'humidité des feuilles d'olivier traitées et non traitées

- A été mesuré de la manière suivante :

10 grammes de feuilles d'olivier traitées ont été prélevées, ainsi que 10 grammes de feuilles non traitées. Après les avoir lavées, nous les avons placées dans un four à 110°C pendant 24 heures.

- Ensuite, nous les avons pesées à nouveau :

- Le poids des feuilles traitées après séchage était de 5.792 grammes.

- Tandis que le poids des feuilles non traitées après séchage était de 6.040 grammes.

- Nous pouvons maintenant calculer la teneur en humidité des deux échantillons à l'aide de l'équation suivante :  $\%WC = (FW - DW) * 100 / FW$ .

**%WC** : représente le pourcentage d'humidité.

**FW** : est le poids initial des feuilles.

**DW** : est le poids des feuilles après séchage.

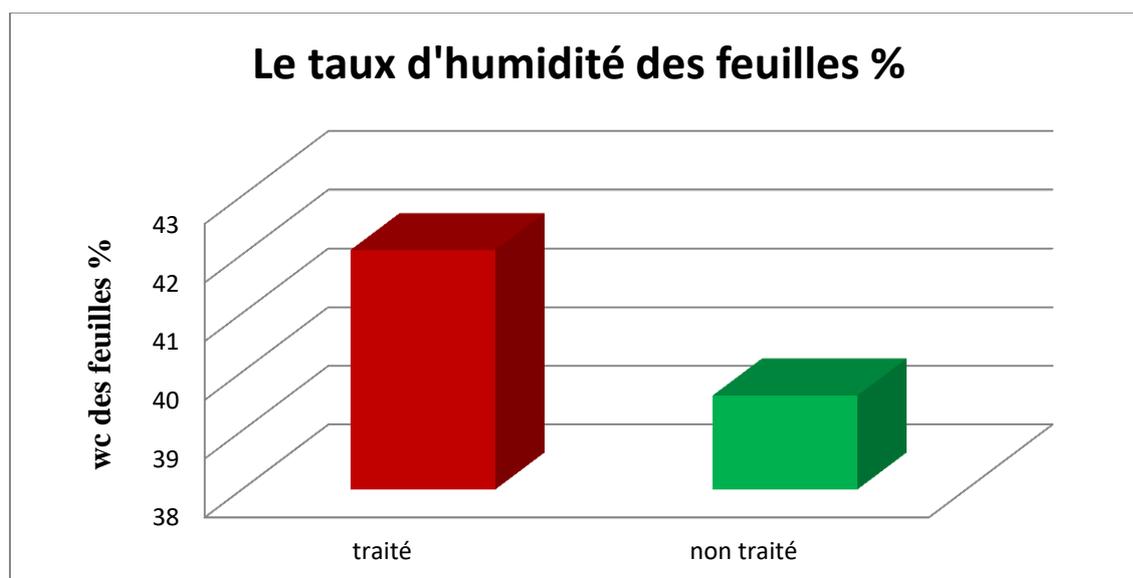
**%WC des feuilles traité :**

= 42.08%

**%WC des feuilles non traité :**

= 39.6%

Les résultats indiquent que le taux d'humidité des feuilles d'olivier traitées était d'environ 42.08%, tandis que le taux d'humidité des feuilles non traitées était d'environ 39.6%. Cela signifie que les feuilles traitées ont conservé légèrement plus d'humidité que les feuilles non.



Les résultats obtenus dans cette étude mettent en évidence la teneur en eau des fraises traitées par un biostimulant, ainsi que celle des feuilles d'olivier traitées et non traitées.

Concernant les fraises traitées, la teneur en eau moyenne de 80% correspond aux valeurs moyennes normales pour ce fruit, ce qui est en accord avec d'autres recherches antérieures (**MELLE SISSAOUI MEROUA, 2022**). De plus, une étude antérieure (**RAJ ET AL, 2022**) a également rapporté une variabilité de la teneur en eau des fraises de la variété "Quatre Saison Royal" entre 80% et 94%. Ainsi, les fraises traitées semblent présenter une teneur en eau similaire à celle des fraises normales et de cette variété spécifique.

Le pourcentage d'humidité joue un rôle crucial dans la valeur gustative des fruits, ainsi que dans la structure des macromolécules alimentaires, telles que les protéines et les glucides (NORMAND ET AL., 1994). Par conséquent, mesurer et contrôler la teneur en eau des fraises traitées est essentiel pour préserver leur qualité et leur durée de conservation.

En ce qui concerne les feuilles d'olivier, les résultats montrent que les feuilles traitées ont une teneur en eau légèrement plus élevée que les feuilles non traitées. La teneur en humidité des échantillons a été calculée à l'aide de la formule  $\%WC = (FW - DW) * 100 / FW$ , où  $\%WC$  représente le pourcentage d'humidité, FW est le poids initial des feuilles et DW est le poids des feuilles après séchage. Les feuilles traitées ont affiché un pourcentage d'humidité de 42,08%, tandis que les feuilles non traitées présentaient un pourcentage d'humidité de 39,6%.

Ces résultats suggèrent que le traitement des feuilles d'olivier a conduit à une légère augmentation de la teneur en eau. Cependant, il convient de noter que d'autres recherches sont nécessaires pour évaluer plus précisément les implications de cette différence de teneur en eau sur les propriétés physiologiques et la qualité des feuilles d'olivier.

En résumé, cette étude met en évidence l'importance de la teneur en eau dans les fraises traitées, ainsi que dans les feuilles d'olivier traitées. Les résultats obtenus fournissent des informations précieuses pour évaluer la qualité et la durée de conservation des fraises traitées, ainsi que pour mieux comprendre les effets du traitement sur la teneur en eau des feuilles d'olivier. Des recherches supplémentaires dans ce domaine pourraient contribuer à approfondir notre compréhension de ces processus.

### **7. la quantité de chlorophylle**

L'extraction de la chlorophylle a été réalisée en prenant 2 grammes de chaque échantillon de feuilles traitées et non traitées. Ensuite, 50 ml d'éthanol ont été ajoutés à chaque échantillon, et les feuilles ont été écrasées avec un mortier et un pilon. Le mélange a ensuite été filtré et placé dans des centrifugeuses, centrifugées à 10 000 tours par minute pendant 10 minutes. Les volumes obtenus étaient : 76 ml pour l'échantillon traité et de 69 ml pour l'échantillon non traité.

L'augmentation de volume observée entre les échantillons traités et non traités peut être attribuée à plusieurs facteurs liés au processus d'extraction de la chlorophylle.

## Chapitre 04: résultats et discussions

---

La différence de volume observée entre les échantillons traités et non traités peut être due à la présence de plus grande quantité de chlorophylle dans l'éthanol, ce qui entraînerait un volume plus élevé de liquide après centrifugation.

Les résultats obtenus à partir du spectrophotomètre fournissent des informations sur la concentration et la présence de chlorophylle dans les échantillons, en fonction de leur absorbance à des longueurs d'onde spécifiques.

✓ À la longueur d'onde de la chlorophylle type A (Ca: 663 nm) :

- L'échantillon non traité 1 présente une absorbance de 0.778.
- L'échantillon non traité 2 présente une absorbance de 0.883.
- L'échantillon traité 3 présente une absorbance de 2.324.
- L'échantillon traité 4 présente une absorbance de 2.241.

✓ À la longueur d'onde de la chlorophylle type B (Cb: 647 nm) :

- L'échantillon non traité 1 présente une absorbance de 0.376.
- L'échantillon non traité 2 présente une absorbance de 0.505.
- L'échantillon traité 3 présente une absorbance de 1.193.
- L'échantillon traité 4 présente une absorbance de 1.039.

En comparant les valeurs d'absorbance des échantillons traités et non traités, on peut en déduire les informations suivantes :

- À la longueur d'onde de la chlorophylle type A (Ca: 663 nm)

Les échantillons traités 3 et 4 présentent une absorbance plus élevée que les échantillons non traités 1 et 2, indiquant une concentration plus élevée de chlorophylle de type A dans les échantillons traités par rapport aux non traités.

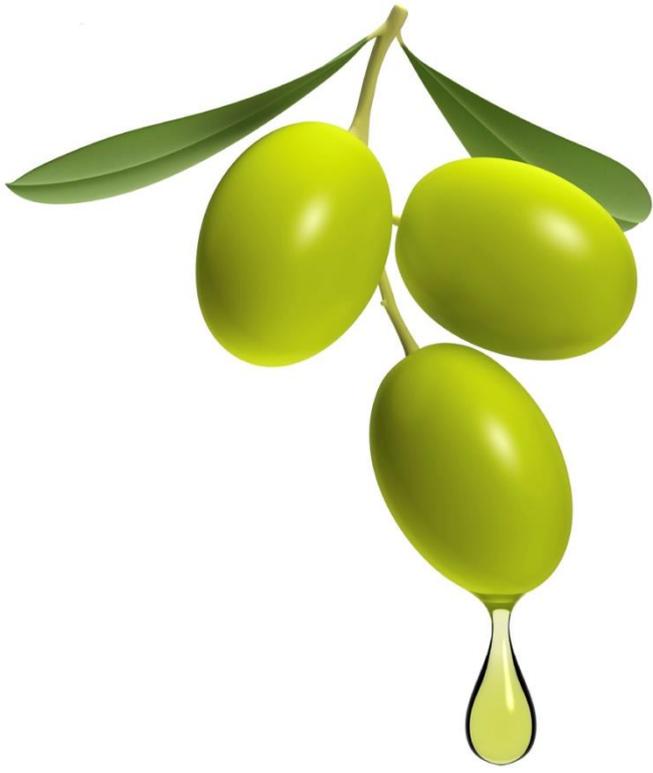
- À la longueur d'onde de la chlorophylle type B (Cb: 647 nm) :

L'échantillon traité 3 présente une absorbance plus élevée que les échantillons non traités 1 et 2, suggérant une concentration plus élevée de chlorophylle de type B dans l'échantillon traité 3. De même, l'échantillon traité 4 présente une absorbance légèrement plus élevée que les échantillons non traités, indiquant une concentration similaire ou légèrement supérieure de chlorophylle de type B dans cet échantillon traité.

Ces résultats suggèrent que le traitement a entraîné une augmentation de la concentration de chlorophylle, tant de type A que de type B, dans les échantillons traités par rapport aux échantillons non traités.

et cela correspond à l'étude qu'il a menée **GARGI SARKAR ET AL (2018)**, des fertilisants liquides à base d'algues marines ont été préparés à partir de différentes combinaisons d'algues. Les résultats ont montré que l'application du fertilisant liquide à 100 % a entraîné une augmentation de la longueur des racines et des tiges, ainsi que des concentrations de glucides, de protéines, de chlorophylle a, de chlorophylle b et de caroténoïdes chez les plants de *Vigna radiata* (Mung). De plus, le fertilisant liquide à 60 % et 100 % a réussi à inhiber la croissance du pathogène fongique *Alternaria solani*. Ces résultats suggèrent que le fertilisant liquide à 100 % peut agir à la fois comme biostimulant et comme biofongicide contre *A. solani*.





# *Discussion*

## *Générale*

### Discussion :

L'étude évaluant l'effet des biostimulants sur la croissance et le développement des oliviers a révélé des résultats significatifs. L'utilisation de biostimulants a amélioré la vitesse de levée des olives, avec des taux de germination plus élevés par rapport au groupe non traité. De plus, l'utilisation de biostimulants a conduit à une augmentation du rendement et du poids des olives. Les différentes parties traitées avec des combinaisons de biostimulants et d'engrais ont montré des rendements supérieurs au groupe témoin. L'ajout de biostimulants et d'engrais a entraîné une augmentation du rendement de 93%, tandis que l'ajout de biostimulants seuls a entraîné une augmentation de 29,30%. De plus, les biostimulants ont influencé la teneur en humidité des feuilles d'olivier, avec une teneur plus élevée dans les feuilles traitées. Les autres effets étudiés des biostimulants comprenaient l'augmentation du nombre de boutons floraux, la protection des fleurs d'olivier et l'augmentation de la chlorophylle dans les feuilles.

Ces résultats rejoignent d'autres études sur les biostimulants. Une étude menée par **POINCELOT ET AL (2010)** a montré que l'utilisation d'un biostimulant commercial favorisait une germination plus précoce et augmentait la longueur des racines et la hauteur des pousses chez les plantes potagères et les plantes à fleurs en pot. Une autre étude menée par **IVANA PUGLISIA ET AL. (2018)** a examiné les effets biostimulants de substances humiques similaires extraites de déchets agro-industriels sur les microalgues, révélant des effets variables sur le rendement de la biomasse et la composition des microalgues. De plus, l'étude de **IZUDIN KLOKICA ET AL. (2020)** a montré des effets positifs des biostimulants sur le rendement des tomates, avec des différences inter-cultivars observées.

Les biostimulants ont également été étudiés dans d'autres contextes. Une étude menée par **SAJID ALI ET AL. (2022)** a abordé l'utilisation des biostimulants microbiens végétaux (MPB) pour améliorer la croissance et la productivité des plantes dans des conditions de stress abiotique. Les MPB ont montré un potentiel dans le soulagement du stress abiotique chez les cultures. **JACKELINE SIQUEIRA DE CASTRO ET AL. (2021)** ont étudié l'application de biomasse de microalgues dans le sol, montrant des effets positifs sur l'activité biologique du sol et la croissance des plantes. **GARGI SARKAR ET AL ; (2018)** ont étudié l'efficacité d'un engrais liquide à base d'algues marines, mettant en évidence une amélioration de la croissance des plantes et une activité biofongicide contre un pathogène fongique spécifique. **EDWARD WILCZEWSKI ET AL ; (2017)** ont étudié les biostimulants dérivés d'extraits

d'algues marines et de nitrophénols sur les carottes, montrant une augmentation du rendement des racines. **SHAHLA MAHDAVI ET AL. (2015)** ont examiné l'impact des biostimulants sur la fétuque élevée dans des conditions de stress hydrique, révélant des effets sur les concentrations de nutriments minéraux et les performances des plantes.

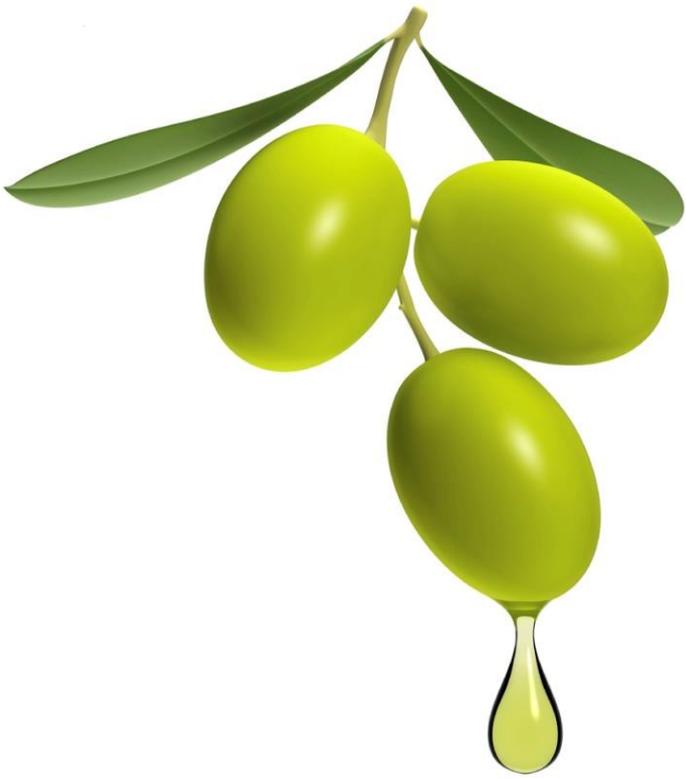
Dans l'étude menée par **MANUEL TEJADA ET AL. (2022)**, les biostimulants dérivés de boues d'épuration ont montré des effets bénéfiques sur les cultures d'oliviers, améliorant les nutriments dans les feuilles, les pigments photosynthétiques et le rendement en olives. **RUSSO ET BERLYN (2008)** ont également souligné les avantages potentiels des biostimulants en foresterie et en agriculture, tels que la croissance améliorée des racines et des parties aériennes, la résistance au stress et la réduction des niveaux d'azote des fertilisants. En outre, la revue de **BULGARI ET AL. (2014)** a souligné l'efficacité des extraits de plantes contenant divers composés bioactifs en tant que biostimulants, améliorant l'utilisation des nutriments, renforçant la tolérance aux stress et favorisant la croissance des racines et le potentiel antioxydant des plantes.

En conclusion, les études examinées dans ce mémoire démontrent de manière convaincante les effets bénéfiques potentiels des biostimulants sur la croissance, le rendement et la résistance des plantes aux stress abiotiques et biotiques. Les résultats obtenus montrent que les biostimulants peuvent jouer un rôle crucial dans l'amélioration de la performance agronomique et la promotion d'une agriculture plus durable.

Les biostimulants se sont avérés efficaces dans divers aspects de la croissance des plantes, tels que la germination, le rendement des cultures et la vigueur des racines. Ils peuvent également influencer positivement la composition chimique des plantes, notamment en augmentant la teneur en chlorophylle et en favorisant l'accumulation d'humidité dans les feuilles. De plus, des résultats encourageants ont été observés dans des cultures spécifiques, comme les microalgues, les tomates et les plantes exposées à des stress environnementaux.

En conclusion, les biostimulants représentent une solution prometteuse pour améliorer les pratiques agricoles, réduire la dépendance aux produits chimiques et favoriser une agriculture plus durable. Toutefois, des recherches supplémentaires et une diffusion adéquate des connaissances sont nécessaires pour garantir une utilisation appropriée et maximiser les avantages des biostimulants dans la production agricole.





# Conclusion

*« La meilleure recherche scientifique commence par une problématique et se termine par une problématique. »*

Cette étude avait pour objectif de vérifier les effets des biostimulants sur la production d'olives dans les régions de Nedroma et El-Fhoul. Les résultats obtenus démontrent l'efficacité des biostimulants dans l'amélioration de la productivité des oliveraies. Plusieurs aspects clés de la culture de l'olivier ont bénéficié de l'utilisation de biostimulants

Tout d'abord, l'application des biostimulants a entraîné une accélération significative de la vitesse de maturation des fruits d'olivier après chaque semaine de traitement, ainsi qu'une augmentation de leur taille. Cette réponse rapide suggère que les biostimulants favorisent la croissance et le développement des plantes, ce qui peut conduire à une augmentation précoce de la productivité.

De plus, l'utilisation de biostimulants a été associée à une augmentation significative du rendement en poids des olives récoltées. Ces résultats indiquent que les biostimulants stimulent la formation et le développement des fruits, ce qui se traduit par une augmentation de la production.

Une autre observation importante concerne l'effet positif des biostimulants sur la quantité de l'huile produite. Les olives provenant des arbres traités avec des biostimulants ont montré une amélioration de la qualité de l'huile, ce qui peut avoir un impact favorable sur la valorisation commerciale des produits oléicoles.

Les biostimulants ont également démontré leur efficacité dans la protection des boutons floraux contre la chute, donnant ainsi plus d'espoir à la pollinisation qui va être suivi d'une fructification.

Une augmentation significative de la teneur en chlorophylle et du taux d'humidité dans les feuilles a également été constatée chez les arbres traités avec des biostimulants. Cela suggère une amélioration de l'efficacité photosynthétique et une meilleure santé générale des plantes, ce qui peut avoir un impact positif sur leur productivité.

Il convient de souligner que les biostimulants fonctionnent de manière optimale en complément d'une bonne nutrition des arbres, notamment avec l'utilisation d'engrais.

En conclusion, les résultats de cette étude confirment les avantages significatifs de l'utilisation des biostimulants dans la culture de l'olivier. Ces produits naturels offrent une alternative efficace et respectueuse de l'environnement aux engrais et pesticides chimiques,

tout en améliorant la productivité d'olives. Il est recommandé de poursuivre les recherches à plus grande échelle pour appuyer ces résultats et d'encourager l'engagement dans l'utilisation de biostimulants. Sauf que on a bien aimer favoriser des produits algériens s'il existe.

A partir de nos observations empiriques, on juge utile de tester ou d'étudier la relation entre l'utilisation de biostimulants et la santé ou la vigueur de l'arbre. Est-ce que l'utilisation de biostimulants renforce la santé de l'arbre ainsi diminuent l'attaque des différents facteurs biotiques et abiotiques ?.

## Référence bibliographique :

1. **ACILA, S.** Introduction De L'olivier (*Olea Europaea L.*) A Oued Souf: Situation Actuelle Et Perspectives De Développement, Cas De L'exploitation Daouia (Doctoral Dissertation).
2. **AGASSOUNON, E. S. M., & SINA OROU, A. H. (2022).** Efficacité Du Biostimulant A Base Du Champignon Mycorhizien Arbuscules Gloméracéa En Milieu Paysan Sur Le Maïs (*Zea Mays L.*) Dans La Commune De Bantè Au Bénin. EPAC/UAC.
3. **AGBODJATO, N. A., ADOKO, M. Y., BABALOLA, O. O., AMOGOU, O., BADE, F. T., NOUMAVO, P. A., ... & BABA-MOUSSA, L. (2021).** Efficacy Of Biostimulants Formulated With *Pseudomonas Putida* And Clay, Peat, Clay-Peat Binders On Maize Productivity In A Farming Environment In Southern Benin. *Frontiers In Sustainable Food Systems*, 5, 666718.
4. **ALI AH, RADWAN U, EL-ZAYAT S, EL-SAYED MA. 2019.** The role of the endophytic fungus, *Thermomyces lanuginosus*, on mitigation of heat stress to its host desert plant *Cullen plicata*. *Biologia Futura*. 70:1–7.
5. **AMIAR, A., MANSOURI, I., & ZINE, S. (2021).** L'utilisation Des Biostimulants Et Des Stimulateurs De La Défense Naturelle Des Plantes Par Les Agriculteurs De La Région d'Oued Souf.
6. **AMOUR Nouha, B. A. (2022).** Effet Du Biostimulant Eurofit Max Sur La Tolérance Du Blé Dur (Variété Bousselam) Aux Stress Biotiques (Maladies Fongiques) Sous Condition Semi-Aride (Doctoral Dissertation).
7. **AMOURETTI, M. C., ET COMET, J. P. (1985).** Olives In The Mediterranean: Culture And History. Flammarion.
8. **ARGENSON, C. J. (1999).** Oliviers: Guide De La Culture En Zones Chaudes. France Agricole Éditions.
9. **ARGENSON, C., REGIS, S., JOURDAIN, J. M., & VAYSSE, P. (1999).** L'olivier. Centre Technique Interprofessionnel Des Fruits Et Légumes.
10. **BALDY, C. (1990).** Le Climat De L'olivier (*Olea Europaea L.*). *Ecologia Mediterranea*, 16(1), 113-121.
11. **BALTAZAR, M., CORREIA, S., GUINAN, K. J., SUJEETH, N., BRAGANÇA, R., & GONÇALVES, B. (2021).** Recent Advances In The Molecular Effects Of Biostimulants In Plants: An Overview. *Biomolecules*, 11(8), 1096.

12. **BENHAMOU, N. (2009).** Natural Inducers Of Resistance Against Fungal Diseases And Insect Pests. In Sustainable Agriculture (Pp. 229-245). Springer, Dordrecht.
13. **BENHAMOU, N., & REY, P. (2012).** Stimulateurs De Défense Des Plantes : Un Outil Pour Une Agriculture Durable. *Biotechnologie, Agronomie, Société Et Environnement*, 16(2), 283-296.
14. **BENICHO, T., GIRAUD, J., HABIGAND, M., TURQUAND, M., Supagro, T. M., & BALLINI, E.** Rapport Technique-Projet D'élèves Ingénieurs N.
15. **BENITO, P., LIGORIO, D., BELLON, J., YENUSH, L., & MULET, J. M. (2022).** A Fast Method To Evaluate In A Combinatorial Manner The Synergistic Effect Of Different Biostimulants For Promoting Growth Or Tolerance Against Abiotic Stress. *Plant Methods*, 18(1), 1-17.
16. **BILENKY, M., & NAIR, A. (2023).** Biostimulants combined with water soluble fertilizer had little effect on transplant growth and pepper yield grown under greenhouse conditions. *International Journal of Vegetable Science*, 29(1), 25-39.
17. **BLANCHARD, A. (2021, OCTOBER).** Comment Les Stimulateurs Des Défenses Naturelles Des Plantes (SDN) Ont Renouvelé Le Lexique Des Pesticides. In Journée D'études" Pesticides: Dialogues Interdisciplinaires En Sciences Humaines Et Sociales".
18. **BOUABDALLAH, R., & KHELLADI, K. (2020).** Etude De L'effet Biostimulant De *Trichoderma* Spp. Sur Quelques Espèces Végétales Et Essai De Formulation D'un Biofertilisant (Doctoral Dissertation).
19. **BOULKROUNE, H. (2018).** L'oléiculture En Petite Kabylie: Améliorer La Qualité Du Produit Participe Au Développement Durable De La Filière Devant (Doctoral Dissertation).
20. **BOUSSALEM, H., SABAOU, N., AND ZITOUNI, A. (2020).** Biological Control Of Olive Tree Diseases And Pests By Endophytic And Rhizospheric Microorganisms: A Review. *Crop Protection* 135, 105228.
21. **BOUZIANI, M. (2017).** Les Biostimulants, Une Alternative Aux Produits Phytosanitaires. *Notes Et Etudes Socio-Economiques*, (50), 67-81.
22. **BRETON, C., & BERVILLE, A. (2012).** Histoire De L'olivier. *Quae*.
23. **BROWN, P., & SAA, S. (2015).** Biostimulants In Agriculture. *Frontières In Plant Science*, 6, 671.
24. **CALVO, P., NELSON, L., & KLOEPPER, J. W. (2014).** Agricultural Uses Of Plant Biostimulants. *Plant And Soil*, 383, 3-41.

25. **CATALDO, E., FUCILE, M., & MATTII, G. B. (2022).** Biostimulants In Viticulture: A Sustainable Approach Against Biotic And Abiotic Stresses. *Plants*, 11(2), 162.
26. **CHAFAA, S. (2013).** Contribution A L'étude De L'entomofaune De L'olivier, *Olea Europaea* Et De La Dynamique Des Populations De La Cochenille Violette *Parlatoria Oleae* Colvée, 1880 (Homoptera: Diaspididae) Dans La Région De Batna.
27. **CHEVALIER, A. (1948).** L'origine De L'olivier Cultivé Et Ses Variations. *Journal D'agriculture Traditionnelle Et De Botanique Appliquée*, 28(303), 1-25.
28. **CORSI, S., RUGGERI, G., ZAMBONI, A., BHAKTI, P., ESPEN, L., FERRANTE, A., ... & SCARAFONI, A. (2022).** A Bibliometric Analysis Of The Scientific Literature On Biostimulants. *Agronomy*, 12(6), 1257.
29. **DE DIEGO, N., & SPICHAL, L. (2022).** Presence And Future Of Plant Phenotyping Approaches In Biostimulant Research And Development. *Journal Of Experimental Botany*, 73(15), 5199-5212.
30. **DEMBELE, D. M. (2021).** Production De Verdurettes Biologiques: Niveaux De Fertilisation Et Biostimulants (Doctoral Dissertation, Université Laval).
31. **DESFONTAINES, L., ROTIN, P., & OZIER-LAFONTAINE, H. (2018).** Les Biostimulants: Qu'en Savons-Nous? Quelles Alternatives Pour L'agriculture Guyanaise?. *Innovations Agronomiques*, 64, 31-46.
32. **DETIENNE, M. (1970).** L'olivier: Un Mythe Politico-Religieux. *Revue De L'histoire Des Religions*, 178(1), 5-23.
33. **DI MOLA, I., COZZOLINO, E., OTTAIANO, L., GIORDANO, M., ROUPHAEL, Y., COLLA, G., & MORI, M. (2019).** Effect Of Vegetal-And Seaweed Extract-Based Biostimulants On Agronomical And Leaf Quality Traits Of Plastic Tunnel-Grown Baby Lettuce Under Four Regimes Of Nitrogen Fertilization. *Agronomy*, 9(10), 571.
34. **DOGAN, Y., CELIK, M.H., AND UNAL, M. (2019).** Effects Of Different Organic Fertilizers On Quality Characteristics Of Olive Oil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 273, 11-18.
35. **DOGAN, Y., ERCISLI, S., & KODAD, O. (2019).** The Effects Of Compost Application On Olive (*Olea Europaea* L.) Yield, Oil Quality And Soil Properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273, 88-93.
36. **DU JARDIN, P. (2015).** Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories And Regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
37. **FAESSEL, L., & TOSTIVINT, C. (2016).** Les Produits De Stimulation En Agriculture: Un Etat Des Connaissances. *Notes Et Etudes Socioéconomiques*. 37p.

38. **FAESSEL, L., GOMY, C., NASSR, N., TOSTIVINT, C., HIPPER, C., & DECHANTELOUP, A. (2014).** Produits De Stimulation En Agriculture Visant à Améliorer Les Fonctionnalités Biologiques Des Sols Et Des Plantes-Étude Des Connaissances Disponibles Et Recommandations Stratégiques.
39. **García, C. J., Alacid, V., Tomás-Barberán, F. A., García, C., & Palazón, P. (2022).** Untargeted Metabolomics To Explore The Bacteria Exo-Metabolome Related To Plant Biostimulants. *Agronomy*, 12(8), 1926.
40. **GHARABI, D. (2018).** Effet Du Stress Salin Sur Le Comportement Physiologique Et Morpho-Biochimique De Jeunes Plants De Variétés D'olivier Cultivé (*Olea-Europea*) Locales Et Introduites Non Greffés Et Greffés Sur Oléastre (Doctoral Dissertation).
41. **GORRICHON, M. (2000).** Sources Latines d'Olivier De Serres. *Réforme, Humanisme, Renaissance*, 50(1), 45-58.
42. **GUISSOUS, M. (2020).** La Filière Oléicole En Petite Kabylie: Quelles Innovations Pour Un Développement Durable? (Doctoral Dissertation).
43. **HADJLOUNE, H., KIHAL, O., KACI, A., & BELHOUADJEB, F. A. (2021).** Quel Avenir Pour La Filière Huile D'olive Fraichement Introduite Dans Une Zone Steppique? Cas De La Région De M'Sila. *New Medit*, 20(2), 125-141.
44. **HAOUANE, H., EL BAKKALI, A., MOUKHLI, A., TOLLON, C., SANTONI, S., OUKABLI, A., EL MODAFAR, C., & KHADARI, B. (2011).** Genetic Structure And Core Collection Of The World Olive Germplasm Bank Of Marrakech: Towards The Optimised Management And Use Of Mediterranean Olive Genetic Resources. *Genetic Resources And Crop Evolution*, 58(7), 1025-1041.
45. **HASSAN, A., SHADDAD, M.A.K., BAKHEIT, H.A., AHMED, M.S., & ADAM, M.A. (2021).** Impact Of Drip Irrigation On Growth And Productivity Of Olive Trees. *Frontiers In Plant Science*, 11, 615630.
46. **HASSAN, S., AL-ASHWAL, R., BAJABER, A., AND TAWFIK, M. (2021).** Effect Of Irrigation Water Quality And Irrigation Methods On Growth, Yield And Quality Of Olive Trees: A Review. *Frontiers In Plant Science* 12, 739746.
47. **IDDIR, A. (2019).** Etude Comparative Du Comportement Des Huiles D'olive Durant Leur Stockage. Influence Du Climat, L'altitude Et La Date De Récolte (Doctoral Dissertation, Doctoral Dissertation, Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem University, Mostaganem, Algeria). Retrieved From [Http://Ebiblio. Univ-Mosta. Dz/Handle/123456789/13290](http://Ebiblio.Univ-Mosta.Dz/Handle/123456789/13290)).

48. **KHOUJA, M.L., ALAGNA, F., BARCHI, L., PISTELLI, L., AND MADEISIS, P. (2020).** Olive Tree (*Olea Europaea* L.) Pruning: A Review From An Agronomic And Genetic Perspective. *Frontiers In Plant Science* 11, 846.
49. **KHOUJA, M.L., BAHLOUL, N., TRIFI-FARAH, N., KSOURI, R., & MECHRI, B. (2020).** Effect Of Pruning Severity On Vegetative Growth And Fruiting Of Olive Trees: A Review. *Frontiers In Plant Science*, 11, 583233.
50. **LAVEE, S. (1997).** *Biotechnology In Agriculture And Forestry: The Olive.* Springer.
51. **LE MIRE, G., NGUYEN, M., FASSOTTE, B., DU JARDIN, P., VERHEGGEN, F., DELAPLACE, P., & JIJAKLI, H. (2016).** Implementing Biostimulants And Biocontrol Strategies In The Agroecological Management Of Cultivated Ecosystems. *Biotechnologie, Agronomie, Société Et Environnement.*
52. **LEVA, A. R., RUGINI, E., & SCALABRELLI, G. (2004).** Micropropagation Of Olive (*Olea Europaea* L.). In *Protocols For Micropropagation Of Woody Trees And Fruits* (Pp. 423-438). Springer, Dordrecht.
53. **LOUSSERT, P., & BROUSSE, G. (1978).** Multiplication Des Oliviers (*Olea Europaea* L.). *Techniques Agricoles Et Productions Méditerranéennes*, 10, 19-27.
54. **LOUSSERT, P., ET BUSH, L. (1978).** The Olive Tree: Botany, Horticulture, And Crop Production. In *World Crops: Production, Utilization, Description* (Pp. 21-38). Springer.
55. **MARTIN, G. C., WEBSTER, A. D., & GRAHAM, J. H. (1994).** *Olive Production Manual.* University Of California Division Of Agriculture And Natural Resources.
56. **MEJRI, S. (2018, JULY).** Efficacités Et Modes D'action De Nouveaux Simulateurs De Défenses Des Plantes Sur Le Pathosystème Blé-Zymoseptoria Tritici. *Université Du Littoral Côte d'Opale.*
57. **MUZZALUPO, I., & MICALI, S. (2015).** *Handbook Of Olive Oil: Analysis And Properties.* Springer.
58. **MZIBRA, A., AASFAR, A., Douira, A., KADMIRI, I. M., & BAMOUH, A. (2022).** Utilisation Des Polysaccharides Des Algues Marines Comme Biostimulants En Horticulture. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques Et Vétérinaires*, 10(2), 229-233.
59. **ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (2000).** *Guide Pour La Production Intégrée De L'olive.*
60. **PANNACCI, E., BARATTA, S., FALCINELLI, B., FARNESELLI, M., & TEI, F. (2022).** Mugwort (*Artemisia Vulgaris* L.) Aqueous Extract: Hormesis And Biostimulant

Activity For Seed Germination And Seedling Growth In Vegetable Crops. *Agriculture*, 12(9), 1329.

61. **PELLECUER, J. (1985)**. Oliviers, Mode D'emploi. Editions Sud-Ouest.
62. **POINCELOT, R. P. (1993)**. The use of a commercial organic biostimulant for bedding plant production. *Journal of Sustainable Agriculture*, 3(2), 99-110.
63. **RAGOUB ABDELBASSET, A. A. (2020)**. Effet Des Biostimulants Foliaires Et Les Correcteurs De Carence Sur Le Comportement De Quelques Variétés De Blé Dur (*Triticum Durum Desf*) (Doctoral Dissertation).
64. **RANA, V. S., SHARMA, S., RANA, N., & SHARMA, U. (2022)**. Sustainable Production Through Biostimulants Under Fruit Orchards. *CABI Agriculture And Bioscience*, 3(1), 1-25.
65. **REGELINK, I. C., & KOOPMANS, G. F. (2021)**. Effects of Biostimulants and Fertilization on Nutrient Uptake by Grass and Composition of Soil Pore Water Versus 0.01 M CaCl<sub>2</sub> Soil Extracts. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(20), 2516-2532.
66. **ROUPHAEL, Y., & COLLA, G. (2020)**. Biostimulants In Agriculture. *Frontiers In Plant Science*, 11, 40.
67. **ROUPHAEL, Y., & COLLA, G. (2020)**. Toward A Sustainable Agriculture Through Plant Biostimulants: From Experimental Data To Practical Applications. *Agronomy*, 10(10), 1461.
68. **ROUPHAEL, Y., DU JARDIN, P., BROWN, P., DE PASCALE, S., & COLLA, G. (2020)**. Biostimulants For Sustainable Crop Production. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, United Kingdom.
69. **RUGINI, E., BALDONI, L., MULEO, R., SEBASTIANI, L., LAZZERI, V., NAVACCHI, O., ET AL. (1998)**. Olive (*Olea Europaea L.*). In *Biotechnology In Agriculture And Forestry* (Vol. 42, Pp. 397-437). Springer.
70. **RUSSO, R. O., & BERLYN, G. P. (1991)**. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Journal of sustainable agriculture*, 1(2), 19-42.
71. **SCHMITTEIN, R. (1966)**. Le Nom d'Olivier. *Revue Internationale D'onomastique*, 18(4), 301-303.
72. **SISSAOUI, M., CHABANI, Z., BOULAA, I., & MEDJAHED, Z. E. (2022)**. Développement D'un Biostimulant A Partir D'un Cocktail De Plantes Locales (Doctoral Dissertation, Université De Jijel).

73. **SOLTANIBAND, V., BREGARD, A., GAUDREAU, L., & DORAIS, M. (2022).** Biostimulants Promote Plant Development, Crop Productivity, And Fruit Quality Of Protected Strawberries. *Agronomy*, 12(7), 1684.
74. **TARAFDAR, J. C. (2022).** Biostimulants For Sustainable Crop Production. In *New And Future Developments In Microbial Biotechnology And Bioengineering* (Pp. 299-313). Elsevier.
75. **TEJADA, M., CABALLERO, P., & PARRADO, J. (2022).** Effects of foliar fertilization of biostimulants obtained from sewage sludge on olive yield. *Cogent Food & Agriculture*, 8(1), 2124702.
76. **TERRAL, J. F. (1999).** La Morphométrie A La Recherche Des Origines De La Culture Et De La Domestication Des Arbres Fruitiers: Le Modèle De L'olivier En Méditerranée Nord-Occidentale. *Archéosciences, Revue d'Archéométrie*, 23(1), 101-126.
77. **THIAGO ABRANTES SILVA, JESSICA FERREIRA, JACKELINE DE SIQUEIRA CASTRO, MATHEUS QUINTÃO BRAGA, MARIA LUCIA CALIJURI. (2022)** Microalgae from food agro-industrial effluent as a renewable resource for agriculture: A life cycle approach. *Resources, Conservation and Recycling* 186, pages 106575.
78. **TOULI, A., MYLONAS, I., AND KYRKAS, D. (2019).** Performance And Harvest Efficiency Of An Olive Vibrator In Different Olive Cultivation Systems. *Journal Of Agricultural Engineering* 50, 211-217
79. **VAN OOSTEN, M. J., PEPE, O., DE PASCALE, S., SILLETTI, S., & MAGGIO, A. (2017).** The Role Of Biostimulants And Bioeffectors As Alleviators Of Abiotic Stress In Crop Plants. *Chemical And Biological Technologies In Agriculture*, 4, 1-12.
80. **WOO, S. L., & PEPE, O. (2018).** Microbial Consortia: Promising Probiotics As Plant Biostimulants For Sustainable Agriculture. *Frontiers In Plant Science*, 9, 1801.
81. **YAKHIN, O. I., LUBYANOV, A. A., YAKHIN, I. A., & BROWN, P. H. (2017).** Biostimulants In Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers In Plant Science*, 7, 2049.
82. **YASEEN, A. A., & TAKACS-HAJOS, M. (2022).** The Effect Of Plant Biostimulants On The Macronutrient Content And Ion Ratio Of Several Lettuce (*Lactuca Sativa L.*) Cultivars Grown In A Plastic House. *South African Journal Of Botany*, 147, 223-230.

## ANNEX



Figure 16



Figure 17 :



Figure 18 :



Figure 19 :



Figure 20 :



Figure 21 :

	Traité	Non traité	P. value
La première semaine	3.80±0.72 (4.00 ; 4.00)	3.30±0.42 (2.50 ; 4.00)	$P \leq 0.005$
La deuxième semaine	4.51±0.93 (3.00 ; 6.00)	3.93±0.66 (3.00 ; 5.50)	$p \geq 0.005$
La troisième semaine	5.53±0.58 (4.50 ; 6.50)	4.26±0.55 (3.00 ; 5.00)	$p \leq 0.005$

**Tableaux 09** : étude statistique descriptive de grossissements des olives témoins et traités dans tous les semaines