

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou**

**Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques**

**Département d'agronomie**



**Mémoire de fin d'études**

En vue d'obtention du diplôme de Master en Agronomie

Spécialité protection des végétaux

**THEME**

**Effet du l'Aloe Vera (gel) sur la croissance et l'état  
sanitaire du figuier**

Présenté par : M<sup>lle</sup> Abrika Siham M<sup>lle</sup> Adjrad kamilia

Devant le jury :

Président : Mr Merrouki K.

Promoteur : Mr Daoudi L.

Co promoteur : Mr Cherfouh R.

Examineur : Mr Taguemout M.

## *Remerciements*

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, que ce soit par leur aide directe ou indirecte.

Tout d'abord, nous tenons à remercier chaleureusement notre promoteur, **Mr. Daoudi**, pour ses conseils avisés, son encadrement bienveillant et son soutien constant tout au long de ce travail. Sa disponibilité et son expertise ont été d'une grande aide et ont grandement facilité l'avancement de notre étude.

Nous exprimons également toute notre gratitude à notre co-promoteur, **Mr. Cherfouh**, pour sa collaboration précieuse, ses remarques pertinentes et sa contribution significative à l'orientation de ce travail.

Nos remerciements vont aussi à **Mr. Merrouki**, président du jury, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'évaluer ce mémoire, ainsi qu'à **Mr. Taguemout**, examinateur, pour l'intérêt porté à notre travail et pour ses observations constructives.

Nous adressons nos remerciements à nos camarades et amis pour leurs encouragements, leur soutien et leurs échanges stimulants.

Nous ne saurions oublier de remercier nos familles, qui ont su faire preuve de patience, de compréhension et de soutien tout au long de cette année de travail. Leur présence à nos côtés a été essentielle pour surmonter les difficultés et rester motivés.

À tous, nous vous adressons nos plus sincères remerciements.

## *Dédicace :*

**À moi-même,**

Pour ma persévérance face aux obstacles, mes efforts constants, mes nuits blanches, et ma foi en mes capacités. Ce mémoire est le témoignage de mon engagement, de mes sacrifices et de ma volonté d'aller jusqu'au bout.

À mon binôme, Pour son implication, son soutien indéfectible, sa rigueur et la belle collaboration qui a marqué chaque étape de ce travail. Merci pour les moments de partage, d'entraide et de détermination qui ont rythmé notre parcours.

À mon cher père,

Pour sa sagesse, son soutien constant et ses encouragements silencieux, qui m'ont toujours guidée dans les moments difficiles.

À ma tendre mère,

Pour son amour inconditionnel, ses prières et sa patience sans limites tout au long de mon parcours.

À toute ma famille,

Pour leur présence réconfortante, leurs encouragements et leur foi en moi.

À mes enseignants,

Pour leur savoir, leur accompagnement, et leur dévouement à former et inspirer les générations futures.

Ce travail est le fruit de votre appui et de votre confiance. Merci du fond du cœur.

Siham

## *Dédicace :*

À l'âme de mon grand-père, tu es parti quand je n'étais encore qu'une petite fille, mais ton amour, lui, ne m'a jamais quitté. Même avec si peu de souvenirs, je sens ta présence dans mon cœur, comme une lumière douce qui m'a toujours accompagné.

Aujourd'hui, je grandis, j'avance...et dans chacun de mes pas, je t'imagine là, fier de moi. Cette réussite, je te la dédie, avec tout l'amour d'un petit-fils qui ne t'a pas oublié.

À ma grand-mère, Qui m'a élevée avec amour, sagesse et tendresse. Tu as été ma première école de vie, mon refuge et ma force tranquille. Ce travail porte en lui une part précieuse de tout ce que tu m'as transmis.

À moi-même

Pour chaque effort silencieux, chaque doute surmonté, et pour n'avoir jamais abandonné.

Merci à moi.

Merci à mon binôme, pour son soutien, sa patience et son engagement tout au long de ce parcours. Cette aventure aurait été bien plus difficile sans toi.

À ma famille, Pour votre amour constant, votre soutien indéfectible et votre présence à chaque étape de ma vie. Merci d'avoir été là, dans les moments de doute comme dans les instants de joie.

À mes enseignants, Merci pour votre accompagnement bienveillant, vos conseils éclairés et votre engagement tout au long de ce travail.

Votre encadrement a été essentiel à l'aboutissement de ce mémoire.

Kamilia

## Liste des abréviations

J.-C. : Jésus-Christ

Cm : Centimètre

pH : Le potentiel hydrogène

°C : Degré Celsius

Ha : Hectare

M : Mètre

Mm : Millimètre

G : Gramme

Mg : Milligramme

Kcal : Kilocalorie

µg : Microgramme

K<sub>2</sub>O : Potassium oxyde

Na<sub>2</sub>O : Sodium oxyde

MgO : Oxyde de magnésium

CaO : Oxyde de calcium

Mn : Manganèse

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : Pentoxyde de phosphore

SO<sub>4</sub> : Ion sulfate

Cu : Cuivre

Zn : Zinc

Fe : fer

Min : Minute

ml : Millilitre

S : Substrat

## Sommaire

- Introduction :.....	01
<b>Chapitre I Présentation du figuier</b>	
I-1-Présentation du figuier.....	02
I-2 - Origine du figuier:.....	02-03
I-3 -Classification botanique:.....	04
I-4 L'importance du figuier:.....	04
I-5 Production de figuier::.....	04-05
I-6 Différents types de figuiers.....	05-06
I-7 Caractérisation morphologique.....	06-09
I-8 Caractères physiologiques du figuier:.....	09
I-9 La pollinisation chez le figuier:.....	09-10
I-10 Exigence naturelles de figuier:.....	11
I-11 Récolte et utilisation des figues: :.....	11-12
I.12.Biodiversité variétale: .....	12
<b>Chapitre II La multiplication du figuier</b>	
II.1.La multiplication du figuier::.....	14
II.2. Les différentes méthodes de multiplication:.....	14-18
<b>Chapitre III Présentation d'Aloe Vera</b>	
III.1. Présentation d'Aloe Vera : .....	19 -21
III.2.Caractéristiques de l'Aloe Vera:.....	21-22
III.4.Bienfaits de l'Aloe Vera:.....	23
III.5. Propriétés de l'Aloe Vera:.....	23-24
III.6.Composants chimiques de l'Aloe Vera et leurs effets:.....	24-25
III.7.Utilisation de l'Aloe Vera en agriculture :.....	25
III.8.L'Aloe Vera dans la physiologie végétale :.....	25-26
III.9.Avantage d'Aloe Vera en agriculture :.....	26
<b>Chapitre IV Présentation de grignon d'olive</b>	
IV.1.Présentation de grignon d'olive.....	27
IV.2. Différents types de grignons d'olive : .....	27-28

IV.3. Les caractéristiques chimiques de grignon d'olive:.....	29-30
IV.4. Les caractéristiques physiques du grignon d'olive :.....	30
IV.5. Valorisation des grignons d'olives :.....	30
IV.6. les voies de valorisation de grignon d'olive:.....	30-31
IV.7. Conservation .....	31

## **Chapitre V Matériel et méthode**

V.1 .Lieu d'expérimentation .....	32-34
V.2. Les matériels utilisés :.....	35-39
V.3. Les étapes de déroulement de notre expérimentation:.....	39-53

## **Chapitre VI Résultats et discussions**

VI.1. Caractères qualitatifs:.....	54
VI .3. Diamètre des boutures :.....	54-55
VI.4. Analyse physicochimique:.....	55-57
VI.5. Interprétation des paramètres:.....	58-62
VI.6. Caractères quantitatifs: .....	62-69
VI.7. Analyse physicochimique:.....	69-72

## I.1.Présentation du figuier:

Le figuier *Ficus carica L.*, c'est un arbre emblématique des régions méditerranéennes, occupe une place importante tant sur le plan écologique et culturel. Cultivé depuis des millénaires, il est apprécié pour ses fruits savoureux, riche en nutriments, ainsi que sa capacité d'adaptation à divers climats et sols. Outre son rôle alimentaire, le figuier possède des propriétés médicinales reconnues et contribue à la biodiversité en offrant un habitat et une source de nourriture à de nombreuses espèces.

Dans un contexte de changements climatiques et de recherche d'une agriculture plus durable, l'étude du figuier s'avère particulièrement pertinente. Grâce à sa rusticité et sa faible exigence en eau, il représente une alternative prometteuse pour les systèmes agro écologiques, notamment dans les zones arides et semi arides. De plus, l'intérêt croissant pour les produits naturels et biologiques redonne une nouvelle dynamique à sa culture et à sa valorisation.

Dans cette perspective, la recherche de solutions naturelles et durables pour améliorer la croissance et la résistance du figuier aux stress biotiques et abiotiques est devenue un enjeu majeur.

Notre étude vise à évaluer l'impact de l'application de l'Aloe Vera sur la croissance et l'état sanitaire du figuier. Plus précisément, nous chercherons à déterminer dans quelle mesure l'Aloe Vera peut favoriser le développement du figuier en améliorant l'absorption des nutriments, en renforçant ses mécanismes de défense naturelle et en réduisant l'incidence des maladies. Cette recherche s'inscrit dans une démarche agro écologie, privilégiant des alternatives biologiques aux intrants chimiques afin de promouvoir une culture durable du figuier.

## I.2.Origine du figuier:

Le figuier, est connu partout dans le monde et dont l'histoire commence depuis l'antiquité. Il est reconnu comme fruit sacré et figure dans tous les livres saints. Son nom français est empreint à l'occitan « figa », dialecte du sud français (Jeddi, 2009).

L'arbre du figuier est nommé *Ficus carica L.*, c'est une des espèces qui signifie verrue pour Ficus (le lait pour soigner la verrue) et carica qui fait allusion à une région en Turquie. Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Syriens, les Egyptiens et les Grecs dans tout le bassin méditerranéen. C'est une plante indigène à ces milieux. Elle appartient au genre Ficus qui comprend 700 espèces, reconnaissables toutes par présence d'une figue. La seule espèce cultivée pour ses fruits comestibles est *Ficus carica L.* (Michel, 2002).

Il se caractérise par un bon développement dans des zones à faible hygrométrie, fort ensoleillement et aux étés chauds et secs, ainsi que par son adaptation à une large gamme de sols (**Oukabli, 2003**) mais se trouve également en zones tempérées. L'intérêt que l'homme porte au figuier entraîne sa dispersion dans plusieurs régions du monde. Des températures comprises entre 32°C et 37°C sont très favorables au développement et à la maturité des fruits (**Walali et al, 2003**). Cette espèce possède une étonnante capacité de régénération végétative et de production de fruit sans production des fleurs visibles.

Sa production est de deux types:

.Figues de la première récolte ou figues fleurs (El bakkor)



Figure 1: El bakkor

.Figues de la deuxième récolte ou figues d'automne (karmouce).



Figure 2: Figue d'automne

Les figues fleurs sont formées sur les rameaux défeuillés de l'année précédente (**Rameau et al, 2008**).

### **I.3.Classification botanique:**

Le figuier est un arbre pouvant atteindre 12 à 15 m de hauteur.

Toutes ses parties contiennent un latex, ses feuilles sont alternes, palmées mais très

polymorphes. Les fleurs sont très particulières puisqu'elles sont renfermées dans une inflorescence appelée sycone (**Bertaudeau et Faure, 1990**).

La classification botanique du figuier est la suivante: (**Gaussen et al, 1982**).

**Règne :** Végétal

**Embranchement:** phanérogames

**Classe :** dicotylédones

**Sous classe :** Hamamélidées

**Séries :** Apétales unisexuées

**Ordre :** Urticale

**Famille :** Moracée

**Genre :** *Ficus*

**Espèce :** *Ficus carica* L.

### **I.4.L'importance du figuier:**

#### **A. Le figuier dans le monde:**

L'importance du figuier à l'échelle mondiale se mesure par la place qu'il occupe dans les échanges commerciaux internationaux. Selon VIDAUD (1997), plus de 90% de la production de figue provient du bassin méditerranéen et du moyen Orient Sur le cantinant américain, ce sont les Etat Unis et le Brésil qui assurent l'essentielle de la production.

#### **B. Le figuier dans l'Algérie:**

En Algérie, le figuier se rencontre en petites plantation un peu partout; aux environs de Mostaganem, Mascara, dans les Constantinois, mais la majorité de la production se concentre dans les trois wilayas (Bejaia, Tizi-Ouzou, et Sétif) qui détiennent respectivement 34.7% 24.8%,11.3% du nombre total du Fiquier (M.A.D.R, 2003).

### **I.5.Production de figuier:**

#### **A. Production mondiale :**

La production mondiale de figes représente plus d'un million de tonnes dont plus de 90% récoltées autour du bassin méditerranéen (**Tableau 01**) (**FAO, 2016**). Les producteurs majeurs sont la Turquie avec 29.16% de la production mondiale, suivi par l'Egypte avec 16% et l'Algérie avec 12.58% (**FAO, 2016**).

Tableau 1: Production mondiale de la figue

(FAO, 2016)

Pays	Production en tonnes
Turquie	305450
Egypte	167622
Algérie	131798
Iran	70178
Maroc	59881
Syrie	43098
Etat unis	31600
Brésil	26910
Tunisie	22500

### **B. Production nationale:**

La surface cultivée est de 380 000 ha (FAOSTAT, 2013). La production de la figue en Algérie (troisième producteur mondial) se réduit principalement à la région du nord en particulier la wilaya de Bejaia et Tizi-Ouzou (**Dsasi, 2017**).

Tableau2 : production nationale de la figue

Wilaya	Production
Tlemcen	12%
Mostaganem	5%
Bejaia	14%
Tizi Ouzou	13%
Sétif	9%
Biskra	6%
Autre wilaya	41%

(Dsasi, 2017)

### **I.6. Différents types de figuiers:**

Il existe deux catégories de figuier:

#### **A. Les figuiers femelles :**

- Figuiers bifères : Les variétés bifères donnent deux récoltes par an. Une première récolte de figue - fleurs au Juin-Juillet qui représente environ un quart de la production méditerranéenne et une deuxième récolte de figues d'automne (sur les bois de l'année

en cours) à partir du mois d'Août, avec des figues plus petites mais plus sucrées et plus savoureuses (**Mauri, 1952**).

- Figuiers unifère ou d'automne: Ils ne fructifient qu'une seule fois à la fin du mois d'Août-début septembre. Les figues se forment à partir de bourgeons de forme conique visibles sur les rameaux en hiver. Cependant, elles ne mûrissent que si elles sont visitées par le blastophage (insecte polinisateur) (**Mauri, 1952**).

### **B. Les figuiers mâles :**

Les caprifiguiers ou figuier sauvage, sont généralement non comestibles en raison de leur goût et de leur consistance pailleuse.

## **I.7.Caractérisation morphologique:**

Le figuier; est un arbre à croissance rapide, feuillage caduque, subtropical et rapide dispersion (**Stover et al, 2007**). La taille de l'arbre et sa densité de ramification dépendent en outre du génotype, du teneur en l'humidité, des éléments nutritifs du sol où se trouvent d'autres caractéristiques environnementales. L'âge moyen des arbres est généralement de 50-60 ans (**Janick, 2006**).

### **A. Arbre:**

Le figuier est un arbre volumineux, vigoureux et de grande longévité. La constitution végétative de l'arbre est semi-ligneuse. Son tronc est tortueux, trapu et tuméfié au niveau des nœuds. L'écorce est gris-argentée, légèrement rugueuse. Le bois cicatrise mal et n'a pas de valeur en ébénisterie. Les branches sont vigoureuses, souples, et sont nombreuses (**Vidaud, 1997**).

A leurs extrémités se trouvent des bourgeons apicaux de différentes formes et couleurs. Le cycle végétatif de l'arbre comprend trois phases. Il commence en février par le débourrement et la formation de rameaux feuillés et se poursuit jusqu'au mois de mai. L'activité végétative peut éventuellement reprendre selon les conditions climatiques puis s'estompe au début d'octobre. L'arbre commence alors à se défolier avant d'entrer en période de repos hivernale de plusieurs mois (**Oukabli, 2003**). La ramification du figuier se fait par les bourgeons dormants de l'année précédente.

L'architecture de l'arbre conduit à l'établissement d'un tronc vigoureux portant des rameaux peu ou pas ramifiés (**Oukabli, 2003**).



Figure 3: Arbre de figuier

### **B.tronc:**

Le tronc issu de la germination de la graine montre des feuilles entières qui sont de taille croissante et présente un limbe de plus en plus découpé, les lobes sont plus nombreux et profondément marqués. Mise en place du nouveau tronc possède une moelle creuse spéciale qui lui donne une certaine souplesse lors de la traction, mais la rend du coup cassante (**Bensalah, 2013**).

### **C.Bourgeon:**

Le figuier est constitué d'un bourgeon terminal. Ce dernier est constitué de deux stipules correspondant à la dernière feuille mise en place. Dans ce bourgeon se trouve de 9 à 11 ébauches de feuilles avec leurs stipules (**Vidaud J, 1997**).



Figure 4: Bourgeon terminal

### **D.Feuilles:**

Les feuilles du figuier sont caduques, ostensiblement à nervation palmée. Elles sont très polymorphes larges de 25 cm et épaisse et à bords ondulés qui sont généralement à 5 lobes, mais peuvent avoir seulement 4 ou 3 lobes (**Baby et Raj, 2011 ; Vidaud, 1997**). La face

supérieure est rugueuse et de couleur vert foncé. Quant à la face inférieure, elle présente des nervures très saillantes de couleur vert clair (**Vidaud, 1997**).



Figure 5:Feuille de figuier

### **E. Latex:**

Dans toutes les parties du figuier, circule une sève blanche laiteuse, le latex, à caractère irritant pour la peau à cause de son contenu enzymatique essentiellement constitué d'une protéase appelée « Ficin » (**Chawla et al, 2012**).

Le latex est constitué de résine, albumine, sucre, acide malique, enzymes protéolytiques, lipase et catalase (**Baby et al, 2011**). Traditionnellement, il est utilisé dans le traitement de la goutte, des ulcères et des verrues (**Lansky et al, 2008 ; Coliveira et al, 2010**).



Figure 6:Figue avec latex

### **F. Fruit:**

La figue est un faux fruit, ce que l'on considère comme un fruit est en réalité un réceptacle

de forme concave ou sont fixées un grand nombre de fleurs unisexuées. La figue est une sorte de petit sac charnu contenant un orifice, ostiole hermétiquement clos par des bractées imbriquées. Lorsque les fleurs femelles sont réceptives, les fleurs mâles sont encore à l'état d'ébauches ce qui ne rend pas la pollinisation possible qu'entre figue de stade différent. Les véritables fruits sont les innombrables petits grains qui parsèment la chair de la figue, ce que l'on appelle akènes.

### **I.8. Caractères physiologiques du figuier:**

**Le rythme végétatif du figuier:** comporte trois phases:

1. Au début de mars, la croissance commence par l'ouverture des bourgeons; le rameau s'allonge en formant des feuilles lentement en Mars -Avril (2 à 3 feuilles), puis plus vite (6 à 7) en mai- juin en cette période.
2. En juillet, la croissance s'arrête complètement c'est l'aoûtement.
3. Vers le début novembre, les feuilles du figuier tombent ou emportées par le vent d'automne. Le cycle est bouclé et l'arbre entre dans la phase dite hivernal (VALDEYRON, 1967).

### **I.9. La pollinisation chez le figuier:**

La figue est une inflorescence fermée en forme d'urne, ce qui empêche la dispersion naturelle du pollen. La pollinisation est donc assurée par un insecte spécifique : le blastophage *Blastophaga psenes*, un petit hyménoptère. Les mâles sont sans ailes (aptères), alors que les femelles sont ailées. Le développement du blastophage se déroule dans l'ovaire d'une fleur femelle à l'intérieur de la figue.

Le cycle du blastophage comporte deux phases:

1. Phase interne: développement des larves à l'intérieur de la figue.
2. Phase externe (courte, 1 à 2 jours) : les femelles adultes cherchent une figue réceptrice pour pondre.

Le cycle commence en hiver, figue et insecte sont alors au repos. En avril, la croissance des figues reprend, et en mai, les femelles émergent. Celles issues des figues hivernantes (mammes) ne transportent pas de pollen, car les fleurs mâles de ces figues n'en produisent pas encore. Elles pondent alors dans d'autres figues du caprifiguier.

Mi-juillet, une nouvelle génération de femelles sort avec du pollen car cette fois, les fleurs mâles en ont produit. Ces femelles sont attirées par des figues réceptrices, notamment sur les figuiers domestiques. Elles tentent d'y pondre, mais échouent car leurs ovipositeurs sont trop

courts. Cependant, elles déposent du pollen, assurant ainsi la fécondation. Ces figues donneront les fruits comestibles d'automne.

Les femelles qui sortent en août pondent dans des figues de caprifiguiers aux fleurs adaptées (brévistyles). Le développement larvaire commence, mais est interrompu par l'hiver, bouclant le cycle (CARAGLIO, 2008).

- **Le figuier présente une reproduction unisexuée. On distingue le figuier mâle, appelé caprifiguiers, qui porte les gamètes mâles et femelles non fertiles, et le figuier femelle, qui porte des fleurs femelles fertiles. Ainsi, le figuier est une plante dioïque (un arbre mâle et un arbre femelle). La fécondation est de type croisée, car elle nécessite l'intervention d'un insecte, le blastophage, qui transporte le pollen des fleurs mâles du caprifiguiers vers les fleurs femelles du figuier. Cette fécondation croisée permet la formation des graines à l'intérieur des figues.**

## **I.10.Exigence naturelles de figuier:**

### **A. Climat idéal :**

- Température: Le figuier préfère un climat chaud et ensoleillé. Il pousse bien dans des températures comprises entre 15 et 30°C. Il peut tolérer des températures basses jusqu'à -10°C, mais des gelées prolongées peuvent endommager l'arbre, notamment ses jeunes pousses.
- Ensoleillement: Un ensoleillement direct d'au moins 6 à 8 heures par jour est nécessaire pour une bonne fructification.
- Humidité: Il tolère bien la sécheresse une fois bien établi, mais une humidité excessive peut favoriser les maladies.

### **B .Sol idéal :**

- Type de sol: Le figuier s'adapte à différents types de sols, mais il préfère les sols légers, bien drainés et riches en matière organique.
- pH: Il tolère un large éventail de pH, entre 6 et 8, mais il pousse mieux dans un sol légèrement alcalin.

## **I.11.Récolte et utilisation des figues:**

**A.Récolte des figues :** La récolte des figues dépend de plusieurs facteurs, notamment la variété du figuier, les conditions climatiques et l'utilisation prévue des fruits :

- Période de récolte: Elle varie selon la variété et la région. En général, elle s'étend de juin à octobre.
- Critères de maturité: Une figue mûre est souvent souple au toucher, sa peau peut se rider légèrement et elle dégage un parfum sucré. Certaines variétés changent de couleur en mûrissant.

## **B. Utilisation des figues :**

- Consommation fraîche : très appréciée pour leur saveur sucrée et leur richesse en fibres et vitamines.
- Figues séchées : processus de séchage naturel au soleil ou en séchoir pour prolonger leur conservation.



Figure 7: Figues séchées

- Transformation : confitures, compotes, jus,...



Figure 8: Confiture à base de figue



Figure 9: Jus de figues

### **I.12. Biodiversité variétale:**

L'Algérie possède une forte diversité génétique de figuier due à sa position géographique et à ses étages bioclimatiques variés. Les variétés algériennes sont issues d'une sélection paysanne séculaire et comprennent notamment les variétés Taamraouite, Taghanimte et Azendjar, qui sont les plus dominantes et performantes dans la région de Tizi-Ouzou. Il existe également des variétés de caprifiguier, telles qu'Illoule, Azaim et Abetroune, qui sont utilisées pour la pollinisation. Cependant, les appellations des variétés de figuier peuvent varier d'une localité à une autre, voire au sein de la même région, ce qui peut rendre l'identification variétale confuse. Par exemple, certaines variétés ont plusieurs appellations, comme Tabouharchaout et Abouherchaou, ou Azenjer et Azendjer.

### **II.1. La multiplication du figuier:**

La multiplication du figuier *Ficus carica* L. est une pratique ancienne, transmise de génération en génération dans les régions méditerranéennes. Cet arbre fruitier, rustique et généreux, peut être multiplié de différentes manières, ce qui permet de reproduire fidèlement une variété appréciée ou de renouveler un verger.

### **II.2. Les différentes méthodes de multiplication:**

Il existe plusieurs techniques pour multiplier un figuier, mais les plus couramment utilisées sont :

#### **A. Le greffage:**

Il est assez rarement employé car les sujets prennent toujours naissance sur la souche par la suite (BRETAUDEAU et FAURE, 1990). Cette technique est utilisable pratiquement pour la multiplication des plants et pour le remplacement dans un verger d'une variété qui ne donne pas satisfaction par une autre plus performante ou pour le cas de caprifiguiers se trouvant en mélange dans une parcelle (VIDAUD, 1997). Le greffage est pratiqué au printemps et peut se prolonger jusqu'à mi-mai.

- ❖ **Conseils pour réussir la greffe du figuier :** Veillez toujours à ce qu'un bourgeon soit gardé au-dessus de la greffe quand l'œil greffé n'est pas encore parti en végétation. C'est un facteur important pour que la sève circule bien, sinon, les feuilles et les bourgeons se fanent rapidement. De plus, cette sève servira d'alimentation au chip pour lui donner plus de vigueur quand elle commence à pousser, et on doit carrément ôter les feuilles et les bourgeons qui sont au-dessus. Lors de la pose du ruban, il faut s'assurer qu'il est sec, car l'eau risque de pourrir la branche. Le greffage d'une branche herbacée sur une autre branche herbacée reste la meilleure méthode. Effectivement, le greffon ligneux greffé sur une branche ligneuse ne produit pas trop, et la branche herbacée greffée sur une branche ligneuse produit mieux, mais pas assez.



Figure 1:Greffage de figuier

**B .Le semis:** Le semis n'est pas utilisé parce qu'il donne autant de figuiers domestiques que de caprifiguiers (BAUD, Pierre, 2008). Les sujets obtenus sont vigoureux, ils devront être greffés avec des variétés fruitières (BRETAUDEAU et FAURE, 1990) .



Figure 2:Semis de figuier

## A. Le marcottage:

Le figuier marcotte naturellement mais on peut améliorer l'enracinement des rejets en buttant son pied, les rejets émettent s'enracinent dans cette butte durant la période de végétation et pourront être prélevés au printemps suivant. Raccourcis à 15 ou 20 cm, mises en terre au printemps, entièrement buttés, les marcottes assurent le démarrage d'un nouveau figuier avec un taux de réussite proche de 100% (**PIERRE BAUDE, 2008**). Il existe deux types:

**1. Marcottage aérien:** La première technique de marcottage chez le figuier est le marcottage aérien, où l'enracinement est provoqué en installant un manchon sur une tige, préalablement débarrassée de quelques-unes de ses feuilles à l'emplacement du marcottage. Entaillée en biseau avec un cutter ou même dépecée d'un peu de son écorce tout autour, la branche formera ensuite des racines au bout de quelques semaines. Le manchon (film plastique imperméable) est ensuite attaché à la branche et rempli d'un mélange à base de terreau humide et léger avec une hormone de bouturage. Certains jardiniers protègent ce manchon de la lumière, ce qui est préconisé pour un enracinement plus rapide, mais pas indispensable. Lorsque des racines se sont enfin formées, on peut couper la branche de son pied mère en dessous de ces nouvelles racines et replanter ce bébé fruitier dans un pot.



Figure 3: Marcottage aérien

**2. Marcottage au sol :** Le bois du figuier étant très souple, on peut imaginer enterrer sur plusieurs parties une branche basse directement dans le sol en ayant auparavant pratiqué une incision sur la partie qui sera 15 enterrée et l'avoir saupoudrée d'hormone de bouturage. La branche sera maintenue au sol par une grosse pierre. Lorsque les racines sont formées à l'endroit désiré, la branche est coupée de sa matrice. Cette opération peut s'effectuer sur une branche non désirée sur le figuier en place, ou bien sur une branche particulièrement élégante. Un gourmand qui est déjà monté droit comme un "I" à la recherche de la lumière peut être un bon départ, de même

qu'un bout de branche se terminant en étoile, assurant le jardinier de la croissance d'un figuier en forme de bosquet une fois en terre.

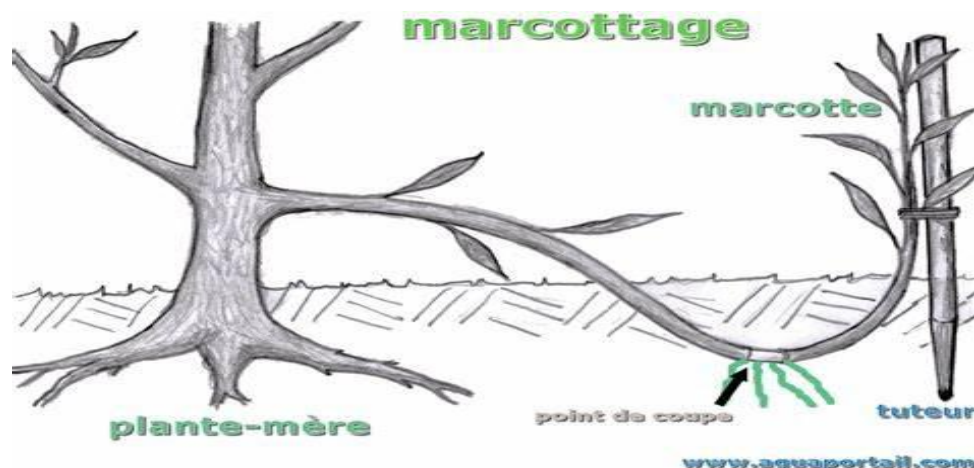


Figure 4: Marcottage au sol

#### D. Le bouturage:

C'est avec le marcottage un des procédés les plus simples et surtout le plus utilisé pour multiplier les variétés de figuiers cultivées, cependant, le taux de réussite est variable selon les variétés (VIDAUD, 1997).

C'est la bouture en crossette qui est employée, la partie enterrée de la bouture étant constituée par du bois de 2 ans, il est préférable de choisir des rameaux possédant un ciel terminal et dont les entre-nœuds sont rapprochés

(BRETAUDEAU et FAURE, 1990).

Une bouture de bois sec (tronçon de 15 à 20 cm de long pour un diamètre d'environ 1 cm avec au moins 3 bourgeons) prélevée en Février, Mars sur la pousse de

l'année précédente s'enracinera au bout de quelques semaines dans un mélange de terreau et du sable grossier, le mélange doit être bien drainant et maintenu humide en permanence.

L'utilisation d'une hormone de bouturage et un peu de chaleur accélèrent le processus. Les racines se forment au niveau des nœuds (bourgeons), l'idéal est d'avoir au moins 2 nœuds

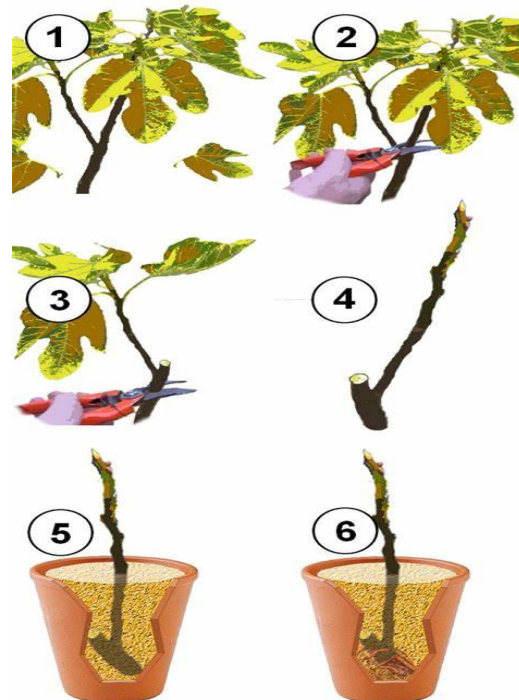


Figure 5: Différentes étapes de bouturage

enterrés (**BAUDE Pierre, 2008**).

Les boutures sont exécutées en Novembre, après la chute des feuilles, mises en stratification dans du sable fin jusqu'en Mars, date à laquelle elles sont plantées en pépinière à 35-40 cm sur la ligne et 50 cm entre les lignes (**BRETAUDEAU et FAURE, 1990**).

### **III.1. Présentation d'Aloe Vera :**

**A. Étymologie:** Le nom générique Aloe vient du latin aloë. Il est probablement dérivé de l'arabe «aluat» ou de l'hébreu «alua» qui signifie chose amère, l'épithète spécifique vera dérive du latin vērus qui signifie «vrai, authentique». La plante appelée Aloe était connue des auteurs de l'Antiquité gréco-romaine comme Pline et Dioscoride et devait désigner l'espèce Aloe Vera dont le suc était utilisé en pharmacie. L'Aloe Vera, ainsi nommé et décrit par Linné est également connu sous le nom d'Aloe barbadensis Miller ou Aloe vulgaris Lamark. Aujourd'hui, le nom officiel retenu est celui d'Aloe barbadensis Miller, mais Aloe Vera reste l'appellation courante.

### **B. Histoire et origine d'Aloe Vera :**

- L'Histoire de l'Aloe Vera : Une Plante aux Multiples vertus, également connue sous le nom de "plante aux merveilles". Son utilisation remonte à plusieurs millénaires, à travers différentes civilisations et cultures. Cette plante, a été adoptée par diverses sociétés à travers le monde en raison de ses nombreuses vertus.



Figure 1: Une plante d'Aloe Vera

- Origine et Découverte :

L'Aloe Vera est originaire de la péninsule arabique et des régions arides d'Afrique du Nord, mais elle s'est largement répandue dans le monde entier, en particulier dans les régions méditerranéennes. Son nom botanique *Aloe barbadensis miller*, suggère une origine possible à Barbade, bien que ce soit un lieu de culture populaire, et non nécessairement son origine géographique. Les premiers témoignages écrits de l'utilisation de l'Aloe Vera remontent à environ 4 000 ans avant notre ère.

Les Égyptiens antiques ont été les premiers à documenter son utilisation en 1 600 avant J.-C., dans un papyrus connu sous le nom de "Papyrus Ebers". On disait également que Cléopâtre l'utilisait comme un produit de beauté pour entretenir sa peau.



Figure 2:L'Aloe Vera dans l'art de l'Egypte ancienne

➤ L'Aloe Vera dans les Civilisations Anciennes :

- **Égypte Antique** : Comme mentionné, l'Aloe Vera était extrêmement prisée en Égypte, non seulement pour ses applications médicales, mais aussi pour ses bienfaits cosmétiques. Il était souvent inclus dans les rituels funéraires, en raison de sa réputation de favoriser de la longévité et de la guérison.
- **Grèce et Rome Antiques** : Hippocrate, considéré comme le père de la médecine moderne, faisait référence à l'Aloe dans ses écrits. Les Grecs utilisaient l'Aloe Vera pour traiter des troubles digestifs, des maladies de la peau et même des affections respiratoires. Les Romains, quant à eux, ont adopté l'Aloe comme un produit de soin pour la peau, l'utilisant après des bains ou des coups de soleil.
- **Chine et Inde Anciennes** : En Chine, l'Aloe Vera était utilisé pour ses propriétés purifiantes et détoxifiantes, notamment dans le cadre de traitements de régénération du corps. En Inde, il a été intégré dans la médecine ayurvédique comme un remède pour améliorer la digestion et traiter les infections de la peau.

. L'Aloe Vera dans le monde Moderne : Au cours des siècles suivants, l'Aloe Vera est tombée quelque peu dans l'oubli en Europe, au profit de nouveaux remèdes et découvertes. Cependant, au 18e siècle, les explorateurs européens ont redécouvert cette plante lors de leurs voyages en

Afrique et en Asie. Elle est devenue populaire en tant que remède naturel dans le traitement des affections cutanées et des brûlures.

### C. Description Botanique de l'Aloe Vera :

**Nom scientifique :** *Aloe barbadensis Miller*

**Famille :** Asphodelaceae

**Genre :** *Aloe*

Aloe Barbadensis Miller est une plante verte avec des feuilles charnues évacuante un cactus, prénommée également le lys du désert, c'est en fait une plante vivace succulente, arborescente d'environ 80 à 100 cm de haut avec des racines courtes et peu profondes (Michayewicz, 2013).

Il est donc possible de différencier trois parties distinctes (Eshun, 2004) :

- L'écorce: est la partie extérieure de la feuille, elle représente 20% à 30 % de son poids. Cette partie est composée de dix-huit couches de cellules avec des chloroplastes (Guo, X.; Mei N ; 2016).
- Latex : se trouve juste au-dessous de l'écorce, ce mucilage jaune est riche en composées phénolique.
- La pulpe : la partie blanche, représente 65% à 80 % de poids de la plante, le pH de ce gel est entre 4,4 et 4,7, cette acidité est peut être due à l'accumulation par la plante d'organites acides (Boudreau et Beland, 2006).

### III.2.Caractéristiques de l'Aloe Vera:

#### A. Feuille:

- **Forme:** Les feuilles sont longues (30 à 50 cm), linéaires avec des extrémités pointues, avec des bords épineux. La forme des feuilles a valu à la plante le surnom de la langue de crocodile (Boullard, 2001 ; Morin, 2008).
- **Couleur:** Les feuilles sont généralement vertes, mais elles peuvent présenter une teinte gris-vert ou bleu-vert, surtout lorsqu'elles sont exposées à la chaleur ou au soleil.



Figure 3:feuilles d'Aloe Vera

**B. Le gel:** À l'intérieur de la feuille, elle contient un gel visqueux et transparent, qui est la partie la plus utilisée de la plante. Ce gel est constitué d'eau (environ 98 %), de polysaccharides, d'anthraquinones, de vitamines, de minéraux, d'acides aminés et d'enzymes.



Figure 4:Gel d'Aloe Vera

**C.Fleurs :** L'Aloe Vera produit des fleurs jaunes ou orange, disposées en grappes ou en épis. Les fleurs apparaissent généralement sur une tige florale qui peut atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur. La floraison survient généralement en hiver ou au printemps, en fonction des conditions climatiques.



Figure 5:Fleur d'Aloe Vera

### **III.4. Bienfaits de l'Aloe Vera:**

**A. Effets antioxydants :** L'Aloe Vera contient des antioxydants, tels que des vitamines C et E, qui aident à neutraliser les radicaux libres dans le corps, réduisant ainsi les risques de vieillissement prématuré et de maladies chroniques.

**B. Amélioration de la qualité du sol :** L'Aloe Vera est une plante qui aide à améliorer la qualité du sol grâce à ses racines profondes. Ces racines peuvent pénétrer les sols compacts, aérant ainsi le sol et améliorant sa structure, ce qui favorise une meilleure circulation de l'air et de l'eau dans le sol.

**C. Compostage et matière organique :** Les résidus d'Aloe Vera peuvent être utilisés dans les systèmes de compostage. Ils sont riches en éléments nutritifs, lorsqu'ils sont décomposés, ils peuvent enrichir le compost et fournir des nutriments supplémentaires pour les cultures.

### **III.5. Propriétés de l'Aloe Vera:**

#### **A. Propriétés stimulantes pour la croissance des plantes :**

- Hormones de croissance naturelles: L'Aloe Vera contient des substances naturelles telles que les auxines, les gibbérellines et les cytokinines. Ces hormones jouent un rôle crucial dans la régulation des processus de croissance, tels que l'élongation cellulaire, la division

cellulaire et la formation des racines. Ces hormones peuvent favoriser l'enracinement et améliorer la croissance générale des plantes cultivées, en particulier dans des conditions de stress (par exemple, en cas de sécheresse).

**B. Effet de couverture protectrice :** L'application de gel d'Aloe Vera sur les feuilles peut créer une sorte de barrière hydratante, permettant de conserver l'humidité pendant des périodes de sécheresse.

### **C. Propriétés antifongiques et antibactériennes :**

- Protection contre les maladies: Grâce à des composés comme l'antraquinone, qui ont des effets antibactériens et antifongiques. Lorsqu'il est utilisé comme pulvérisation foliaire ou dans les sols, il peut réduire l'attaque des plantes par des pathogènes tels que des champignons (par exemple les moisissures, pourritures) et des bactéries.

## **III.6.Composants chimiques de l'Aloe Vera et leurs effets:**

Parmi des **principaux composants chimiques** présents dans l'Aloe Vera et leurs effets potentiels:

### **A .Polysaccharides:**

- Acemannan: Il est connu pour ses propriétés antibactériennes. Ce polysaccharide aide également à la rétention d'eau et peut améliorer la résistance des plantes aux stress environnementaux.
- Mananes: ont des effets bénéfiques sur la structure du sol et peuvent améliorer la fertilité du sol. Ils favorisent également la rétention d'humidité dans le sol, ce qui est important pour la croissance des plantes, notamment dans des environnements secs.

**B .Acides aminés:** L'Aloe Vera contient une variété d'acides aminés, dont certains sont essentiels à la croissance des plantes. Ces acides aminés jouent un rôle crucial dans la synthèse des protéines et la régulation du métabolisme des plantes, comme la proline, la glutamine, la méthionine.

### **C .Vitamines:**

- Vitamine A: Protège les cellules végétales contre le stress oxydatif. Elle est également impliquée dans la régulation de la photosynthèse et dans la croissance des tissus végétaux.
- Vitamine E: Protège les membranes cellulaires des plantes contre les dommages oxydatifs.

### D .Enzymes :

- Amylases et protéases: Ces enzymes aident à décomposer les sucres et les protéines dans le sol, ce qui rend les nutriments plus disponibles pour les racines des plantes. Elles jouent un rôle clé dans la dégradation des matières organiques.
- Lipases et cellulases: Ces enzymes participent à la dégradation des lipides et des cellules végétales mortes, contribuant ainsi à la régénération du sol.

### III.7.Utilisation de l'Aloe Vera en agriculture :

- A. Pesticide naturel et biofongicide:** Cette plante contient des composés aux propriétés antifongiques, antibactériennes et insecticides qui permettent de lutter contre plusieurs pathogènes et ravageurs.
- B. Conservation post récolte des fruits et légumes:** L'application de gel d'Aloe Vera sur la surface des fruits et légumes forme un film protecteur qui réduit la respiration et ralentit la détérioration des produits agricoles. Plusieurs recherches ont démontré que l'enrobage à base de l'Aloe Vera:
  - Réduit la perte d'eau et prolonge la durée de conservation.
  - Diminue l'incidence des maladies post récolte.

### III.8.L'Aloe Vera dans la physiologie végétale :

L'utilisation de régulateurs de croissance végétale tels que les **auxines** et les **cytokinines** est essentielle dans la régénération, la multiplication et l'enracinement des plantes. Toutefois, l'Aloe Vera « *Aloe barbadensis Miller* », riche en composés bioactifs tels que les **gibbérélines**, les **acides organiques**, les **stéroïdes** et certaines enzymes, présente une alternative naturelle à ces hormones synthétiques. Des recherches ont montré que l'extrait de gel d'Aloe Vera stimule la croissance végétale de manière comparable aux régulateurs traditionnels, en favorisant à la fois la division cellulaire (effet cytokininique) et l'élongation racinaire (effet auxinique). Cette capacité hormonale de cette plante en fait un **substitut écologique et économique**, particulièrement utile dans le cadre de l'agriculture biologique.

Par exemple, selon le travail de Surjushe, **Vasani & Saple (2008)**, les composés bioactifs présents dans l’Aloe Vera interagissent positivement avec le métabolisme végétal, renforçant ainsi son potentiel en tant que régulateur de croissance naturel.

### **III.9. Avantage d’Aloe Vera en agriculture :**

- Naturel et biodégradable.
- Facile avec les pratiques d’agriculture biologique et agroécologie.
- Facile à produire des cultures aux stress abiotique et biotiques.

### **IV.1.Présentation de grignon d'olive:**

Le grignon d'olive est un sous-produit de la production d'huile d'olive, issu de la transformation des olives dans les moulins à l'huile. Les olives sont récoltées à partir des oliveraies, généralement entre octobre et décembre, selon la variété de production. Après la récolte, les olives sont transportées vers les moulins à l'huile ou elles sont traitées pour extraire l'huile d'olive. Le processus d'extraction de l'huile d'olive implique plusieurs étapes, notamment le lavage, le broyage et la centrifugation des olives. Lors de ces étapes, les résidus solides des olives, tels que les noyaux et les pulpes, sont séparés de l'huile d'olive et constituent le grignon d'olive. Le grignon d'olive est un produit solide, de couleur brune ou noire, avec une texture variable selon la méthode d'extraction et la variété utilisée. Il est riche en fibres, en polyphénols et en autres composés bioactifs, ce qui lui confère des propriétés intéressantes pour diverses applications, notamment en agriculture, peut être utilisée aussi comme amendement organique pour les sols, comme source d'énergie renouvelable.

La gestion et la valorisation du grignon d'olive sont des enjeux importants pour les produits d'huile d'olive, car ce sous-produit peut représenter une ressource économique supplémentaire et contribuer à la durabilité de la filière oléicole. En outre, la recherche et le développement de nouvelles applications pour le grignon d'olive peuvent contribuer à réduire les déchets et à promouvoir une économie circulaire dans l'industrie oléicole.

### **IV.2. Différents types de grignons d'olive :**

Les grignons d'olive sont disponibles en quantités importantes dans de nombreux pays méditerranéens. En fonction du procédé d'extraction et l'équipement des huileries, on distingue quatre types de grignon :

**A. Les grignons bruts:** issus des huileries utilisant le système traditionnel de presses hydrauliques, ses teneurs relativement élevés en eau (24%) et en huile (9%) favorisent son altération rapide lorsqu'ils sont laissés à l'air libre.



Figure 1:Grignons bruts

**B. Les grignons épuisés :** obtenus après traitement des grignons bruts aux solvants qui est généralement de l'hexane pour l'obtention d'huile utilisée en savonnerie (FAO, 1984).



Figure 2:Grignons épuisés

**C. Les grignons issus des huileries modernes:** utilisant le procédé d'extraction en chaîne continue ou super presses. Ils sont particulièrement riche en eau et fermentent très rapidement (Chaabane et al, 1997).



Figure 3:Grignons issus des huileries modernes

**D. Le grignon humide:** provient de la séparation partielle du noyau de la pulpe par tamisage ou ventilation si son huile n'est pas extraite par solvant, il est dit « gras » si son huile est extraite par solvant, il est dit « dégraissé ou épuisé » (Nefzaoui, 1987).



Figure 4:Grignon humide

**IV.3.Les caractéristiques chimiques de grignon d'olive:**

La composition chimique des grignons d'olive varie dans de très larges limites selon le stade de maturité, le procédé de l'extraction de l'huile d'olive, et aussi par l'épuisement par les solvants (Nefzaoui.1987).

**A. La teneur en cendres :**

La teneur en cendres est faible (3 à 5 %). Les teneurs élevées qu'on rencontre sont dues à l'absence de lavage et à la présence des olives ramassées à même le sol. Les composants minéraux ainsi que leurs teneurs respectives en % de cendres totales, selon DONOSA ARCE (1986), cité par Moussaoui (2007), sont données dans le tableau ci-dessous:

**Tableau01:** Teneurs en cendres totales des composants minéraux.

K2O	Na2O	MgO	CaO	Fe	P2O5	SO4	Cu	Zn	Mn
12,4	0,40	1,20	8,50	1,90	2,70	1,30	0,44	0,33	1,08

Moussaoui (2007)

**B. La teneur en matière azotée:**

Elle varie, elle est en moyenne de l'ordre de 10 % mais la plus grande partie se trouve liée à la fraction pariétale qui reste dès lors peu disponible (Nefzaoui, 1991). L'azote protidique constitue plus de 95% de l'azote total et sa solubilité est particulièrement faible 1.5% de l'azote total (Zelter, 1968). 3%selon (Netzaout 1983). D'ailleurs une grande partie des protéines (80-90%) est nec à la fraction lignocellulosique (Sansoucv. 1984).

**C.La teneur en matière grasse:**

Elle est relativement élevée et varie principalement selon le procédé technologique employé. L'épuisement, opération économiquement indispensable, permet d'avoir un produit dont la teneur en matière grasse oscille entre 3 et 4 % de la matière sèche. Ces matières grasses sont composées principalement d'acides oléiques (84 %), stéarique, palmitique, myristique et linoléique.

**D.Teneur en composés phénoliques:**

## Chapitre IV ..... **Présentation de grignon d'olive**

---

La teneur en composés phénoliques du grignon ne dépasse pas 1 % de la matière sèche. Cela est due au fait que les polyphénols de l'olive sont éliminés dans l'huile et les margines durant la trituration (Nefzaoui, 1991).

### **IV.4. Les caractéristiques physiques du grignon d'olive :**

Peuvent varier en fonction de la variété d'olive, de la méthode d'extraction et des conditions de stockage. Voici quelques-unes des caractéristiques physiques courantes du grignon d'olive:

**A. Couleur:** Le grignon d'olive peut avoir une couleur brune, noire ou verte, selon la variété d'olive et la méthode d'extraction.

**B. Texture :** Le grignon d'olive peut avoir une texture solide, granuleuse ou poudreuse, selon la méthode d'extraction.

**C. Humidité :** Le grignon d'olive peut contenir une certaine quantité d'humidité, qui peut varier en fonction des conditions de stockage.

**D. Densité:** La densité du grignon d'olive peut varier en fonction de la méthode d'extraction et du degré de compactage de l'huile d'olive.

### **IV.5. Valorisation des grignons d'olives :**

Les grignons d'olive constituent le résidu de l'extraction de l'huile; majeure partie de cette production en Algérie est abandonnée sur place ou brûlée. Pour cela, la valorisation des sous-produits oléicoles constitue une source potentielle de revenu complémentaire susceptible de contribuer à l'amélioration de la rentabilité des exploitations oléicoles.

Parallèlement aux recherches réalisées sur le traitement des grignons, des études de valorisation ont été effectuées. Le critère relatif à la richesse des grignons en composés minéraux et organiques a amené les chercheurs à mettre au point de nombreux procédés de valorisation et d'exploitation de ces sous-produits oléicoles. Cette valorisation a pour objectif l'élimination de ces résidus, d'une part, et leur utilisation dans le domaine de l'agriculture.

### **IV.6. les voies de valorisation de grignon d'olive:**

#### **A. Valorisation agronomique:**

- Compostage : Le grignon est composté avec d'autres résidus (déchets verts, fumier...). Le compost obtenu est riche en matière organique, utile pour l'agriculture. Les polyphénols sont dégradés durant le processus.

## Chapitre IV ..... **Présentation de grignon d'olive**

---

- Amendement organique : Améliore la structure du sol, augmente la capacité de rétention d'eau et la fertilité. Doit être utilisé avec précaution si non composté.

**B. Valorisation énergétique :** Le grignon est très riche en énergie, surtout le **grignon sec** (ou "grignon épuisé" après extraction d'huile résiduelle) :

- Combustion directe: Le grignon est séché (souvent à 8–15% d'humidité) puis utilisé comme biocombustible dans des chaudières ou fours industriels. Utilisé dans les zones rurales, moulins à huile, usines agroalimentaires.
- Granulation: Transformé en pellets de biomasse. Un produit écologique et renouvelable.

**C. Valorisation chimique et industrielle :** Ce secteur vise à extraire des **molécules à haute valeur ajoutée**.

- Extraction d'antioxydants: Extraction de polyphénols comme: Hydroxytyrosol, Tyrosol et Acide caféique... . Ces composés sont utilisés en cosmétique (anti-âge), industrie pharmaceutique (des compléments alimentaires), agroalimentaire (conservateurs naturels)... .

### **IV.7.Conservation**

Les grignons d'olive renferment une forte quantité d'acides gras et d'eau, cette teneur constitue un problème majeur pour leur conservation. Autrement dit, la conservation des grignons dépend totalement de leurs teneurs en ces deux constituants. Les grignons bruts ont une teneur élevée en eau et en matières grasses, alors ils ne sont pas rentables en conservation. Ces grignons abandonnés à l'air libre rancissent rapidement et deviennent vite inconsommables par les animaux. Il est estimé que les grignons bruts obtenus par centrifugation, plus humides, se détériorent après 4 jours, et après environ 15 jours pour ceux obtenus par pression. Ces mêmes grignons déshydratés ne se conserveraient pas plus de 45 jours.

Les grignons épuisés pourraient se conserver plus d'une année.

**V.1 .Lieu d’expérimentation :**

Notre expérimentation a été réalisée au sein du laboratoire D12 de la faculté, relevant de l’université MOULOUD MAMMERI, dans des conditions presque contrôlées. L’étude a porté sur l’évaluation de l’effet de l’Aloe Vera sur la croissance et l’état sanitaire du figuier *Ficus carica L.*. Pour cela, des dispositifs expérimentaux en blocs aléatoire ont été mis en place, on a fait 3 traitements, chaque traitement y comprends 6 substrats déferant avec 6 répétitions, permettant de comparer les boutures traitées à l’extrait d’Aloe Vera à un témoin non traité. Les paramètres mesurés comprenaient la croissance végétative (diamètre de la bouture, nombre de feuilles...) ainsi que l’état sanitaire général des plants.

On a abordé le protocole suivant :

❖ **Tableau1 : Le témoin :** Sable et terreau

Témoin	Répétition1	Répétition2	Répétition3	Répétition4	Répétition5	Répétition6
Substrats	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT

❖ **Tableau2 :Traitement1:** un trempage des boutures dans le gel d’Aloe Vera pendant 30min

T1	Répétition1	Répétition2	Répétition3	Répétition4	Répétition5	Répétition6
S1	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT
S2	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG
S3	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG
S4	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG

S5	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG	500gS 100Gt 400gG	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG
S6	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG

❖ **Tableau3 :Traitement2:** un trempage des boutures dans le gel d'Aloe Vera pendant 60min

T2	Répétition1	Répétition 2	Répétition 3	Répétition 4	Répétition 5	Répétition 6
S1	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT	500gS 500gT
S2	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG	500gS 400gT 100gG
S3	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG	500gS 300gT 200gG
S4	500Gs 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG	500gS 200gT 300gG
S5	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG	500gS 100gT 400gG	500Gs 100gT 400gG
S6	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG	500gS 500gG

❖ **Tableau4 :Traitement3** : on a mis un morceau d’Aloe Vera à la base de la bouture.

T3	Répétition 1	Réptition2	Répétition3	Répétition4	Répétition5	Répétition6
S1	500gS	500 gS	500 gS	500gS	500gS	500gS
	500gT	500 gT	500 gT	500gT	500gT	500gT
S2	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS
	400gT	400gT	400gT	400gT	400gT	400gT
	100gG	100gG	100gG	100gG	100gG	100gG
S3	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS
	300gT	300gT	300gT	300gT	300gT	300gT
	200gG	200gG	200gG	200gG	200gG	200gG
S4	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS
	200Gt	200gT	200gT	200gT	200gT	200gT
	300gG	300gG	300gG	300gG	300gG	300gG
S5	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS
	100gT	100gT	100gT	100gT	100gT	100gT
	400gG	400gG	400gG	400gG	400gG	400gG
S6	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS	500gS
	500gG	500gG	500gG	500gG	500gG	500gG

• **Date et lieu de prélèvement des boutures :**

Le 11 mars 2025, Bordj El kiffan.

Boudj El Kiffan est une commune située dans la wilaya d'Alger, en Algérie. Elle est localisée dans la banlieue est d'Alger et fait partie de la daïra de Dar El Beïda. La région est connue pour ses paysages variés et son climat méditerranéen. Boudj El Kiffan abrite également des infrastructures importantes, notamment des zones industrielles et des axes de transport majeurs. Dans la région de Boudj El Kiffan, la plantation de figuiers est une pratique courante, car le climat et le sol y sont favorables à la croissance de cet arbre. Les agriculteurs locaux plantent souvent des figuiers dans des sols bien drainés et ensoleillés, et les arrosent régulièrement pour assurer une bonne production de fruits.

La plantation de figuiers dans cette région permet non seulement de produire des figues fraîches pour la consommation locale, mais aussi de diversifier les cultures et de valoriser les terres agricoles.

**V.2. Les matériels utilisés :**

1. **Un sécateur:** est un outil de jardinage essentiel pour couper et tailler les branches d'arbres. On a utilisé ce matériel pour tailler les boutures de figuier.



Figure 1:Sécateur

2. **Une balance électronique:** est un appareil de mesure qui déterminer le poids d'un objet avec précision.



Figure 2:Une balance

3. **Un bêcher:** est un récipient en verre utilisé pour mesurer et manipuler des substances avec précision. Dans notre cas, on a utilisé un bêcher pour mesurer des matériaux tels que du sable, du grignon et du terreau.



Figure 3:Un bêcher

4. **Un tamis:** est un outil utilisé pour séparer et classer des particules solides en fonction de leur taille.



Figure 4:Un tamis

**5. Un scalpel:** utilisé pour couper l'Aloe Vera avec précision, et de prélever des feuilles ou des morceaux de feuilles pour utilisation. L'utilisation d'un scalpel permet de minimiser les dommages aux feuilles et de préserver les propriétés bénéfiques de la plante.



Figure 5:Un scalpel

**6. Une cuillère double utilisée:** pour gratter délicatement l'intérieur de la feuille d'Aloe Vera et recueillir le gel transparent et visqueux qui se trouve à l'intérieur.



Figure 6:Une cuillère

**7. Un tissu:** est utilisé pour éliminer l'excès d'eau. Placez le sable mouillé dans le tissu et laissez l'eau s'écouler.



Figure 7:Un tissu

**8. Pied à coulisse:** utilisé pour mesurer le diamètre des boutures.



Figure 8:Pied à coulisse

**9. Bouture de figuier :** on a utilisé des boutures de figuier variété Taamraout.



Figure 9: Bouture de figuier

**10. Sachets de plantation :** on a utilisé des sachets de 1kg.



Figure 10: Sachets de plantation

**11. Etuve :** utilisé pour le séchage des racines



Figure 11: Une étuve

**12. Un pH-mètre:** utilisé pour la mesure de ph



Figure 12: Un pH mètre

13. Un **conductimètre**: utilisé pour la mesure de conductivité électrique.



Figure 13: Conductimètre

11. **substrat**: le substrat on a utilisé de :



Figure 15: Gravier



Figure 14: Terreau



Figure 17: Sable



Figure 16: Grignon

➤ **Composition du terreau utilisé:**



Figure 19: Composition de terreau en arabe

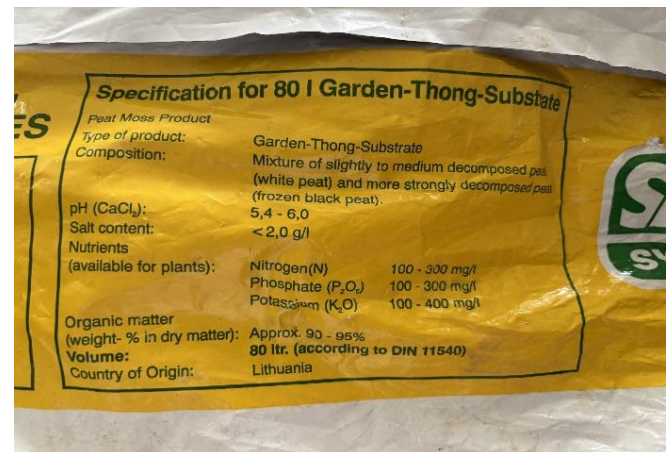


Figure 18: Composition de terreau en français

➤ **Composition du grignon :**

**Tableau 06 : La composition du grignon**

<b>Composition</b>	
<b>Morceaux de noyaux</b>	Ils représentent une grande partie du grignon
Peaux et pulpes d'olives	Contiennent encore un peu d'huile et de l'eau
Eau	Le grignon est souvent humide juste après le pressage

**12. Plants d'Aloe Vera:**



**Figure 20:Aloe Vera**

**Tableau 07: Composition de l'Aloe Vera**

<b>Composition</b>	
Eau	environ 98 %
Vitamines	Vitamines A, C, E Vitamines B1, B2, B3, B6, B12
Minéraux	Calcium, magnésium, zinc, potassium, fer, sodium...
Sucres	Dont des polysaccharides
Acides aminés	Environ 20

**V.3.Les étapes de déroulement de notre expérimentation:**

**Etape1: Lavage et séchage du sable**

Le sable a été soigneusement lavé à l'aide d'un tamis et d'un morceau de tissu, dans le but d'éliminer l'excès de sel. Après le lavage, le sable a été étalé pour un séchage complet.



Figure 22:Lavage du sable



Figure 21:Lavage du sable

### **Etape2: Séchage et tamisage du grignon**

Le grignon a été mis à sécher afin de réduire son taux d'humidité. Une fois sèche, il a été tamisé pour obtenir une texture homogène, facilitant ainsi son incorporation aux substrats et assurant une meilleure aération dans les sachets de plantation.



Figure 23:Séchage du grignon

### **Etape3: Préparation des sachets de plantation**

Des étiquettes claires ont été apposées sur chaque sachets afin d'identifier facilement le type de traitement appliqué et la composition du substrat.

Des étiquettes claires ont été



Figure 24:Sachets de plantation

#### **Etape4: Préparation du gel d’Aloe Vera**

La préparation du gel d’Aloe Vera s’est déroulée en plusieurs étapes:

**A. Récolte des feuilles:** des feuilles fraîches et mures d’Aloe Vera ont été récoltées à partir de plants sains.



Figure 25:Feuilles d'Aloe Vera

**B. Nettoyage et écoulement de la sève jaune :** Les feuilles ont été soigneusement lavées à l’eau. Ensuite, elles ont été placées on position verticale pendant environ 20 minutes afin de permettre l’écoulement de la sève jaune «latex», connue pour son effet irritant.



Figure 26: Ecoulement de la sève jaune

C. Elimination des épines: Les extrémités latérales des feuilles, contenant des épines, ont été retirées à l'aide d'un scalpel.



Figure 28: Feuille avant l'élimination des épines



Figure 27: Feuille après l'élimination des épines

**D. Extraction du gel:** Les feuilles ont été ouvertes dans le sens de la longueur, puis le gel interne a été extrait d'une cuillère à double usage, en prenant soin d'éviter les parties vertes de la feuille.



Figure 30: Elimination de l'écorce



Figure 29: Extraction de gel

**E. Stockage du gel:** Le gel d'Aloe Vera obtenu a été conservé au réfrigérateur dans un récipient propre, en attendant son utilisation dans les traitements expérimentaux.



Figure 31: Conservation de gel

#### **Etape5: Préparation des substrats**

Les composants utilisés sont le sable, le terreau et le grignon. Les quantités ont été mesurées à l'aide d'une balance de précision. Avant d'introduire les substrats dans les sachets de plantation, une couche de gravier a été ajoutée à la base de chaque sachet afin d'améliorer le drainage et prévenir l'accumulation d'eau excessive.

**A. Substrats témoin:** on a mesuré 500g de sable et 500g de terreau, les deux composants ont été soigneusement mélangés jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène, puis introduire dans les sachets contenant le gravier.



Figure 32: Mesure 500g de sable



Figure 34: Mesure 500g de terreau

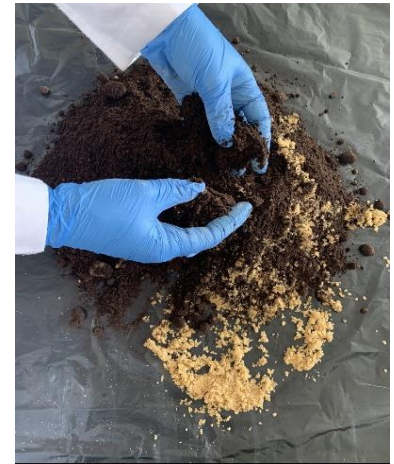


Figure 33: Mélange des substrats

**B. Préparation des substrats numéro 2 « S2 pour tous les traitements » :** 500g de sable, 400g de terreau et 100g de grignon. Puis on a mélangé les trois composants jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène.



Figure 35: 500g de sable



Figure 36: 400g de terreau

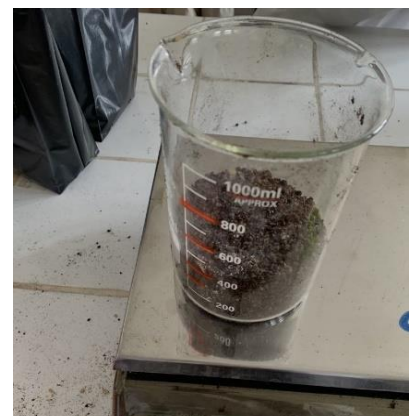


Figure 37: 100g de grignon

**C. Préparation des substrats numéro 3 « S3 pour tous les traitements » :** 500g de sable, 300g de terreau et 200g de grignon.

**D. Préparation des substrats numéro 4 « S4 pour tous les traitements :** 500g de sable, 200g de terreau et 300g de grignon.

E. Préparation des substrats numéro 5 «S5 pour tous les traitements » : 500g de sable, 100g de terreau et 400 g de grignon.

F. Préparation des substrats numéro 6 « S6 pour tous les traitements »: 500g de sable et 500g de grignon.

- Tous les substrats ont été préparés dans des conditions identiques afin de garantir la comparabilité des résultats.

### Etape6: Préparation des boutures

Avant la mise en place de l'expérience, une étape essentielle de préparation des boutures de figuier a été réalisée afin d'assurer l'homogénéité du matériel végétal et de garantir de bonnes pour l'enracinement.

A. Sélection et taille des boutures : Toutes les boutures ont été soigneusement sélectionnées, puis taillées à l'aide d'un sécateur propre. Chaque bouture a été uniformément réduite à une longueur de 20 cm.



Figure 38:Présentation des boutures



Figure 39:Débiter la bouture



Figure 40:Bouture de 20 cm

**B. Taille de la base :** La base de chaque bouture a ensuite été taillée en biseau sur environ 2 cm à l'aide d'un scalpel. Cette coupe facilite l'absorption des substances appliquées et favorise le développement des racines.



Figure 42: Elimination d'écorce  
vue de bas



Figure 41: Elimination d'écorce  
vue de face

**C. Traitements à l'Aloe Vera :** pour les traitements expérimentaux, les boutures ont été réparties comme suit :

- Traitement 1 : les bases des boutures ont été trempées dans du gel d'Aloe Vera pendant 30 min avant la plantation.
- Traitement 2 : les bases ont été trempées dans le gel pendant 60 min avant la plantation.
- Traitement 3 : On a préparé les morceaux d'Aloe Vera d'environ 4 cm pour les boutures.



Figure 43: Trempage des boutures



Figure 44: les morceaux d'Aloe Vera

**Etape 6: Plantation**

La plantation a été réalisée en plusieurs étapes, en commençant par les témoins, puis en appliquant successivement les différents traitements à base d'Aloe Vera.

**A. Plantation des témoins**

Après avoir rempli les sachets avec le substrat, un trou de 10 cm de profondeur a été creusé au centre de chaque sachet. Les boutures de figuier ont ensuite été placées soigneusement dans ces trous, puis nous avons appuyé sur le substrat pour éliminer les bulles d'air et assurer un bon contact entre la bouture et le substrat.



Figure 45:Trou de plantation



Figure 46:Tassage de bouture après plantation

**B. Premier traitement**

Les boutures destinées au premier traitement ont été trempées dans le gel pendant 30 min. Ensuite, la même procédure que pour le témoin a été suivie : creusement d'un trou de 10 cm, mise en place de la bouture, puis tasser autour de la bouture et le substrat.



Figure 47:Plantation de bouture après trempage

**C. Deuxième traitement**

Pour ce traitement, les boutures ont été laissées dans le gel d'Aloe Vera pendant 60 min avant plantation. L'opération de mise en place dans les sachets a été identique à celle d traitements précédent : trou de plantation, insertion de la bouture, puis tassement.

**D. Troisième traitement**

Dans ce traitement, des morceaux d'Aloe Vera frais préparés sur place ont été ajoutés à la base des boutures juste avant leur mise en sachet. Le complexe bouture-morceaux d'Aloe Vera a été placé dans un trou creusé dans le substrat, puis le substrat a été tassé comme les autres traitements.



Figure 48: Placement d'un morceau d'Aloe Vera a la base

**Etape 7 : Mesure de diamètre des boutures**

À l'aide d'un pied à coulisse, nous avons mesuré la taille des boutures avant plantation pour les trois traitements.

**Etape 8: Arrosage**

L'arrosage des boutures de figuier a été réalisé de manière non homogène tout au long de l'expérimentation, en fonction des caractéristiques physiques des substrats utilisées. En effet, le mélange de substrat variant d'un sachet a un autre, ce qui influençait fortement la capacité de rétention d'eau.

Pour les substrats riches en terreau, qui est un composant connu pour sa forte capacité de rétention en eau, des quantités réduites d'eau ont été ajoutées lors de l'arrosage afin d'éviter la saturation en eau et la pourriture des racines. A l'inverse, les substrats contenant une proportion élevée de grignon d'olive, un matériau très drainant qui ne retient presque pas l'eau, ont nécessité des quantités plus importantes d'eau pour maintenir un niveau d'humidité adéquat.

L'arrosage a été réalisé presque tous les trois jours, en fonction du besoin en eau de chaque substrat, qui était déterminé par une vérification manuelle de l'humidité du substrat avant chaque arrosage. Cette méthode a permis d'ajuster les apports hydrique en fonction de l'état réel des substrats, assurent ainsi un meilleur suivi des conditions de culture.

Un arrosage initial homogène d'environ 200ml par sachet a été effectué le jour de la plantation, le 12 mars 2025. Par la suite, les arrosages ont été faits aux dates suivantes :

**Tableau 08** : Les dates d'arrosage

Mois de mars	Mois d'avril	Mois de mai
12 mars 2025	06 avril 2025	04 mai 2025
17mars 2025	08 avril 2025	06 mai 2025
20mars 2025	10 avril 2025	08 mai 2025
23 mars 2025	15 avril 2025	
27 mars 2025	17 avril 2025	
30 mars 2025	21 avril 2025	
	24 avril 2025	
	27 avril 2025	

### **Étape 9: Mesure de Ph et Conductivité**

Nous avons préparé les échantillons pour les analyses en utilisant 10g de grignon, de sable, et de terreau, auquel nous avons ajouté 50ml de l'eau distillée pour chaque élément. Chaque mélange a été placé dans des petites bouteilles en verre, soigneusement homogénéisé, puis laissé au repos pendant 24 heures.



Figure 49:Les échantillons

Après les 24 heures, nous avons transféré 80mL de chaque solution dans un cylindre gradué. Avant chaque mesure, la sonde du pH-mètre a été soigneusement rincée avec de l'eau distillée pour éviter toute contamination croisée. Ensuite, la sonde a été plongée dans la solution, et nous avons attendu environ 3 minutes afin de stabiliser la lecture du pH. Cette procédure a été répétée trois fois pour chacun des échantillons : grignon, sable et terreau, afin d'assurer la fiabilité et la reproductibilité des résultats.



Figure 50:Mesure de ph

Pour la mesure de la conductivité, la sonde du conductimètre a été rincée avec de l'eau distillée avant chaque utilisation, puis immergée directement dans la solution. La valeur de conductivité a été relevée sans temps d'attente.

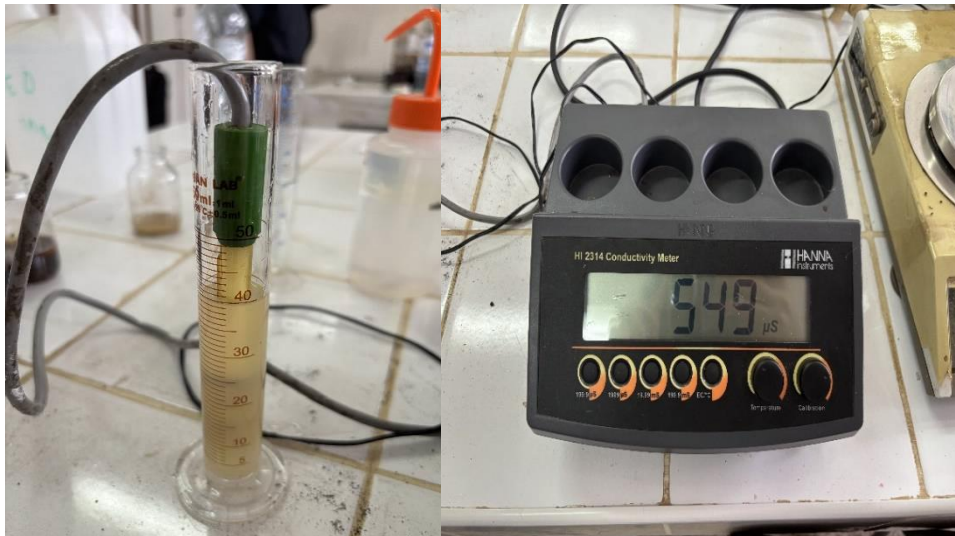


Figure 51: Mesure de conductivité électrique

**Etape 10: Etude de système racinaire d'un échantillon**

Pour cette étape on a pris un échantillon de témoin répétition 5, d'abord on a découpé le sachet de plantation afin d'accéder aux racines. Celles-ci sont ensuite retirées avec précaution, puis rincées à l'eau claire pour éliminer les résidus de substrat. Une fois nettoyées, les racines sont séparées de la bouture. Les racines principales sont distinguées des racines secondaires en vue d'une analyse plus détaillée. La longueur de chaque type de racine est mesurée à l'aide d'une règle, tandis que la biomasse racinaire est évaluée à l'aide d'une balance de précision.



Figure 52: Rinçage des racines



Figure 53: Racines secondaires



Figure 54: Racines primaires



Figure 56: Pesée de la biomasse racinaire



Figure 55: Mesure de longueur racinaire

### Etape 11 : Test post traitement et la biomasse racinaire

Pour évaluer la biomasse racinaire, trois répétitions ont été sacrifiées pour chaque substrat et chaque traitement. Dans un premier temps, les sachets de plantation ont été déchirés délicatement afin d'accéder aux racines.

Les racines ont ensuite été retirées avec précaution, puis rincées à l'eau claire pour éliminer les résidus de substrat. La biomasse fraîche des racines a été mesurée à l'aide d'une balance de précision. Les racines ont ensuite été laissées à sécher à l'air libre pendant trois jours, après quoi une deuxième mesure de la biomasse a été effectuée. Enfin, les racines ont été placées dans une étuve à 60°C pendant 24 heures pour un séchage complet, suivi d'une dernière pesée afin de déterminer la biomasse sèche.

Par ailleurs, un test post traitement a été réalisé afin d'analyser l'effet des substrats. Pour cela deux échantillons a été placé dans des bouteilles contenant 50 ml d'eau distillée, puis agité et laissé en repos pendant 24 heures. Après ce délai, la conductivité électrique ainsi que le ph de chaque extrait ont été mesuré.



Figure 57: Séchage des racines a l'aire libre



Figure 58: Séchage des racines dans l'étuve

### **VI.1. Caractères qualitatifs:**

La variété utilisée dans notre expérimentation c'est « Taamraouit » : C'est une variété unifère qui arrive à maturité en fin Juillet, début Août. Appelée aussi la figue de Bougie ou « Bougiotte », cette variété est considérée comme étant la variété la plus importante dans la wilaya de Bejaia grâce à ses fruits de bonne qualité aussi bien en frais que séchés.

Feuilles : larges avec un limbe de couleur vert clair à lobes pointus (généralement 5 lobes), et un pétiole court de couleur vert clair.

Fruit : de forme allongée et couleur vert jaunâtre, avec un col distinct, et une petite ouverture ostiolaire, la peau est fine, la chair rouge sucrée.



Figure 1:Variété Taamraouit

### **VI .3.Diamètre des boutures :**

A l'aide d'un pied à coulisse on a trouvé les diamètres suivants :

Témoin : Toutes les répétitions ont des boutures d'un diamètre entre 1,1 et 1,3 cm

Traitement 01:

- S1 : entre 1,2 et 1,4 cm
- S2 : entre 1 et 1,1 cm
- S3 : entre 0,9 et 1,1 cm
- S4 : entre 1,3 et 1,4 cm
- S5 : entre 0,8 et 1,1 cm
- S6 : entre 1,3 et 1,4 cm

Traitement 02:

- S1 : entre 1,1 et 1,2 cm
- S2 : entre 1,4 et 1,3 cm
- S3 : entre 1,1 et 1,3 cm
- S4 : entre 1,4 et 1,6 cm
- S5 : entre 1,1 et 1,4 cm
- S6 : entre 1,1 et 1,4 cm

Traitement 03:

- S1 : entre 1,1 et 1,4 cm
- S2 : entre 1,1 et 1,4 cm
- S3 : entre 1 et 1,2 cm

- S4 : entre 1,2 et 1,3 cm
- S5 : entre 0,9 et 1 cm
- S6 : entre 1,1 et 1,4 cm

#### VI.4. Analyse physicochimique:

##### A. Résultats du test de grignon, sable et terreau :

**Tableau 1:** Résultats de ph des substrats

Substrat	pH
Sable	7,437
Terreau	5,397
Grignon	6,420

**Tableau 2 :** Résultats de conductivité électrique des substrats

Substrat	CE
Sable	1,61mS
Terreau	2,52mS
Grignon	1,82mS

L'analyse des propriétés physico-chimiques des substrats utilisés dans cette étude, notamment la conductivité électrique (CE) et le pH, révèle des différences notables entre le sable, le terreau et le grignon d'olive. Le sable présente une conductivité électrique de 1,61mS, avec un pH légèrement basique de 7,437, ce qui indique un substrat relativement neutre à légèrement alcalin, pauvre en sels minéraux dissous, comme c'est souvent le cas pour les substrats minéraux.

En revanche, le terreau affiche une conductivité électrique plus élevée 2,52mS, ce qui reflète une richesse plus importante en éléments nutritifs. Toutefois, son pH acide de 5,397 peut influencer la disponibilité de certains nutriments, notamment les éléments basiques comme le calcium ou le magnésium.

Pour le grignon d'olive, sa conductivité électrique est de 1,82mS, et son pH de 6,420, une zone légèrement acide à presque neutre. Ce pH est généralement favorable pour la croissance des jeunes plants, tout en limitant les risques de blocage d'éléments nutritifs. Ces résultats suggèrent que le grignon d'olive, en plus de ses propriétés physiques intéressantes, présente une stabilité chimique compatible avec une utilisation en tant que composant de substrat pour la culture de figuier.

**A. Résultats des analyses poste traitement des substrats :**

**Tableau 3 : Résultats de ph et de CE des substrats**

Substrat	Répétition	pH	CE
S1	R1	7,05	1,40mS
	R2	6,90	1,10mS
S2	R1	6,48	1,20mS
	R2	6,83	1,1mS
S3	R1	6,99	1,54mS
	R2	6,84	1,60mS
S4	R1	7,30	1,39mS
	R2	7,31	1,72mS
S5	R1	7,28	1,15mS
	R2	6,88	1,05mS
S6	R1	6,99	0,99mS
	R2	6,99	1,13mS

➤ L’analyse du pH post-traitement des différents substrats révèle une variation modérée selon la composition en terreau et en grignon d’olive. Le substrat 1 (500 g sable + 500 g terreau), considéré comme substrat témoin, présente un pH légèrement acide à neutre, avec des valeurs de 7,05 et 6,90 pour les deux répétitions ou bien échantillons. Cela est cohérent avec la nature légèrement acide du terreau.

Lorsque du grignon est ajouté progressivement aux substrats (substrats 2 à 6), une tendance globale vers un pH plus neutre voire légèrement basique est observée, bien que les valeurs restent globalement proches de la neutralité. Le substrat 2 (100 g grignon) montre des pH de 6,48 et 6,83, ce qui reste légèrement acide, probablement à cause de la proportion encore dominante de terreau. Le substrat 3 (200 g grignon) montre une légère hausse du pH (6,99 et 6,84), traduisant l'effet tampon du grignon. À partir du substrat 4 (300 g grignon), les valeurs deviennent neutres à légèrement basiques (7,30 et 7,31), traduisant l'effet alcalinisant du grignon, connu pour son pH plutôt basique. Cette tendance se maintient dans le substrat 5 (400 g grignon) avec des pH de 7,28 et 6,88, bien qu'une légère baisse soit notée dans le deuxième échantillon. Enfin, le substrat 6, composé uniquement de sable et de grignon (500 g chacun), affiche un pH parfaitement stable et neutre (6,99 pour les deux répétitions), ce qui confirme l'équilibre entre la nature minérale du sable et la légère alcalinité du grignon. Globalement, l’augmentation progressive du grignon dans les substrats a contribué à une légère élévation du pH, traduisant une tendance vers la neutralité ou une légère basification. Cela peut influencer la disponibilité des nutriments pour les plantes, notamment dans le cadre de la culture du figuier, qui préfère un pH légèrement acide à neutre.

➤ L’analyse de la conductivité électrique (CE) post-traitement des substrats a permis d’évaluer la salinité des différents mélanges. Chaque substrat a été testé avec deux répétitions, ce qui a permis d’obtenir des données comparables. Les résultats montrent une variation de la conductivité électrique en fonction de la proportion de terreau et de grignon d’olive dans les mélanges.

Le substrat 1, composé de 500 g de sable et 500 g de terreau, a présenté des valeurs de CE de 1,40mS et 1,60mS, indiquant une salinité modérée, probablement en lien avec la

richesse du terreau en sels minéraux. Le substrat 2, contenant 500 g de sable, 400 g de terreau et 100 g de grignon, a montré une légère baisse de la conductivité avec des valeurs de 1,20mS et 1,10mS. Cela suggère que l'ajout modéré de grignon a contribué à une réduction de la salinité.

Pour le substrat 3 (500 g sable, 300 g terreau, 200 g grignon), les valeurs de CE sont reparties à la hausse (1,54mS et 1,60mS), ce qui pourrait être dû à un équilibre entre les apports organiques du terreau et les propriétés du grignon.

Le substrat 4, avec une proportion plus élevée de grignon (300 g) et seulement 200 g de terreau, a montré des valeurs plus variables (1,39mS et 1,72mS), ce qui reflète peut-être une hétérogénéité dans le mélange ou une décomposition inégale des matières organiques.

Le substrat 5, contenant 400 g de grignon et seulement 100 g de terreau, a présenté une baisse significative de la CE avec des valeurs de 1,15mS et 1,05mS.

Enfin, le substrat 6, qui ne contient pas de terreau mais 500 g de grignon d'olive, a enregistré les valeurs les plus faibles de CE (0,99mS et 1,13mS), ce qui témoigne d'une faible libération de sels conducteurs de la part du grignon seul.

Globalement, ces résultats montrent que la conductivité électrique diminue avec la réduction de la proportion de terreau et l'augmentation du grignon, ce dernier présentant une conductivité plus faible que le terreau. Cela peut avoir un impact important sur la disponibilité des nutriments pour les plantes, et donc sur leur croissance.



Figure 2: Vue des boutures de figuier plantées dans les différents substrats

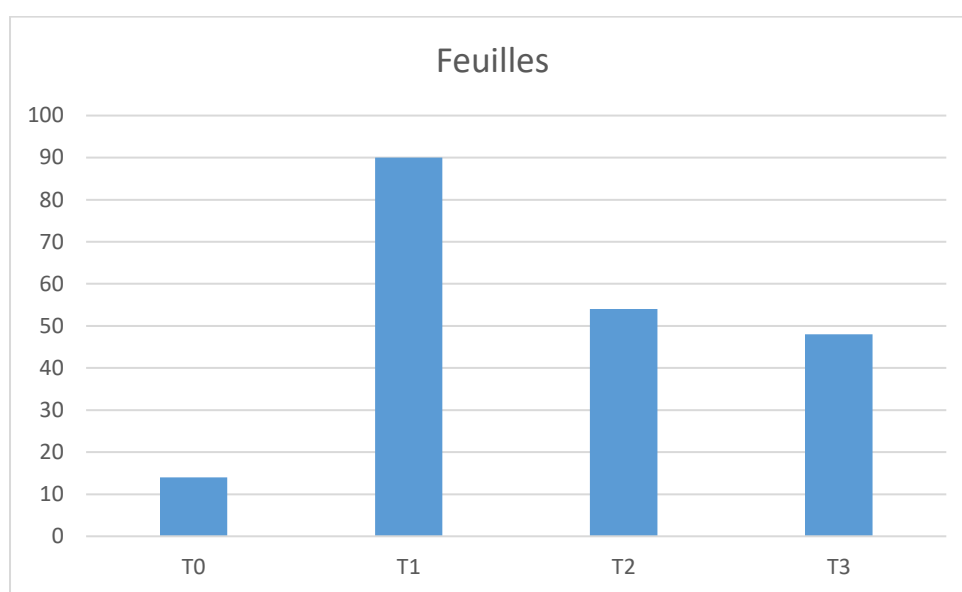
## VI.5. Interprétation des paramètres:

### 1. Nombre des feuilles :

Le tableau suivant nous donne des résultats relatifs au caractère nombre de feuille pour les traitements :

**Tableau 4** : résultats relatifs au caractère nombre de feuille pour les traitements .

Traitement	Feuilles
T0	14
T1	90
T2	54
T3	48



**Figure 3:** Histogramme de nombre de feuille

### ➤ Analyse et interprétation

Le traitement T1 (trempage dans le gel pendant 30 minutes) a produit le meilleur résultat avec 90 feuilles, indiquant un effet très favorable du gel d’Aloe Vera sur la croissance végétative lorsqu’il est appliqué brièvement. Ce traitement a permis un développement foliaire 6 fois supérieur à celui du témoin (T0), qui n’a produit que 14 feuilles sur 6 plans.

Le traitement T2 (trempage pendant 1 heure) a également permis une amélioration notable (54 feuilles), mais avec une efficacité moindre que le trempage de 30 minutes. Cela pourrait s’expliquer par une exposition prolongée aux composants du gel, pouvant entraîner une saturation ou une légère inhibition du processus de reprise.

Le traitement T3, où le gel est appliqué sous forme de morceaux déposés à la base de la bouture, a généré 48 feuilles. Ce résultat montre que même si l’application locale du gel reste bénéfique par rapport au témoin, l’absorption directe par trempage est plus efficace que l’application indirecte.

Ces résultats suggèrent que le gel d’Aloe Vera possède des propriétés bioactives favorables à l’enracinement et au développement foliaire des boutures de figuier.

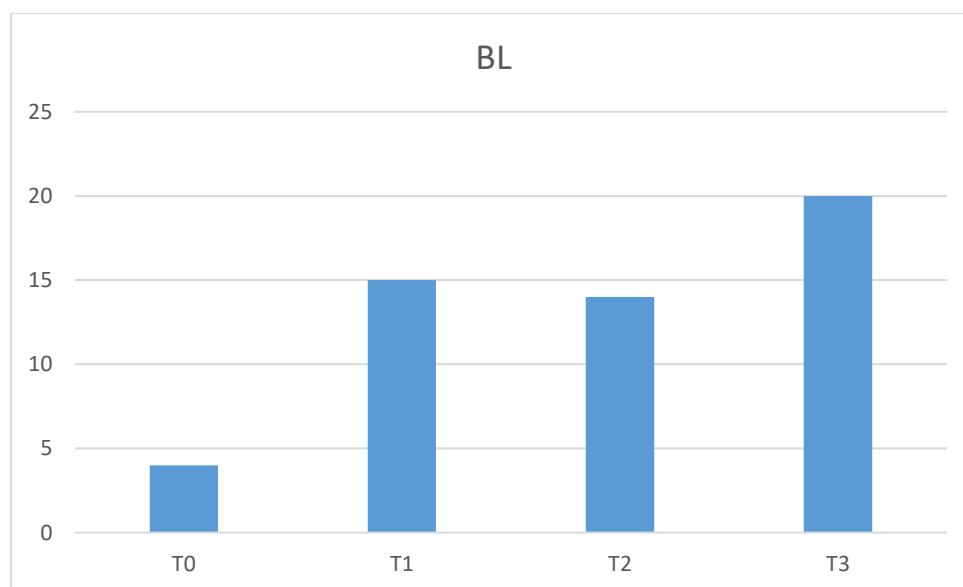
Le mode d’application et la durée d’exposition sont déterminants. Le trempage court (30 minutes) dans le gel permet une meilleure absorption des composés actifs, optimisant ainsi la croissance. À l’inverse, une durée excessive ou une application au sol réduit son efficacité, probablement en raison d’une absorption moins directe ou d’une concentration prolongée moins favorable.

**2. Bourgeons latéraux :**

Le tableau suivant nous donne des résultats relatifs au caractère de bourgeons latéraux pour les traitements :

**Tableau 5 :** résultats relatifs au caractère de bourgeons latéraux pour les traitements .

Traitement	BL
T0	4
T1	15
T2	14
T3	20



**Figure 4:** Histogramme des bourgeons latéraux des traitements

➤ **Analyse et interprétation**

Le traitement T3, consistant à déposer des morceaux de gel d’Aloe Vera directement à la base des boutures, a donné les meilleurs résultats avec 20 bourgeons latéraux, soit 5 fois plus que le témoin (T0 = 4). Ce résultat suggère que l’application prolongée et localisée du gel favorise fortement la stimulation des tissus méristématiques, responsables de l’émission de nouveaux bourgeons.

Le traitement T1, avec un trempage de 30 minutes, a permis le développement de 15 bourgeons latéraux, suivi de près par T2 (1 heure) avec 14 bourgeons. Ces deux traitements montrent que le gel d’Aloe Vera, même utilisé en trempage, a un effet positif sur la formation de bourgeons, en comparaison avec le témoin.

Contrairement aux observations faites sur le développement foliaire, où le trempage de

30 minutes était le plus efficace, ici c'est l'application directe à la base qui a montré le meilleur effet. Cela peut s'expliquer par une absorption lente et continue des composés bioactifs du gel (hormones végétales, enzymes, vitamines).

- Ces résultats confirment que le gel d'Aloe Vera stimule efficacement la ramification des boutures de figuier, en favorisant l'apparition des bourgeons latéraux. Le traitement le plus efficace est l'application de morceaux de gel à la base de plantation (T3), tandis que les trempages (T1 et T2) restent bénéfiques mais légèrement moins performants. L'absorption localisée et prolongée semble donc être la méthode la plus favorable pour induire la formation de bourgeons axillaires.

### 3. Taux de reprise:

Le tableau suivant nous donne des résultats de taux de reprise des boutures :

**Tableau 6** : résultats de taux de reprise des boutures

Traitement	Taux de reprise%
T0	100%
T1	69%
T2	72%
T3	66%

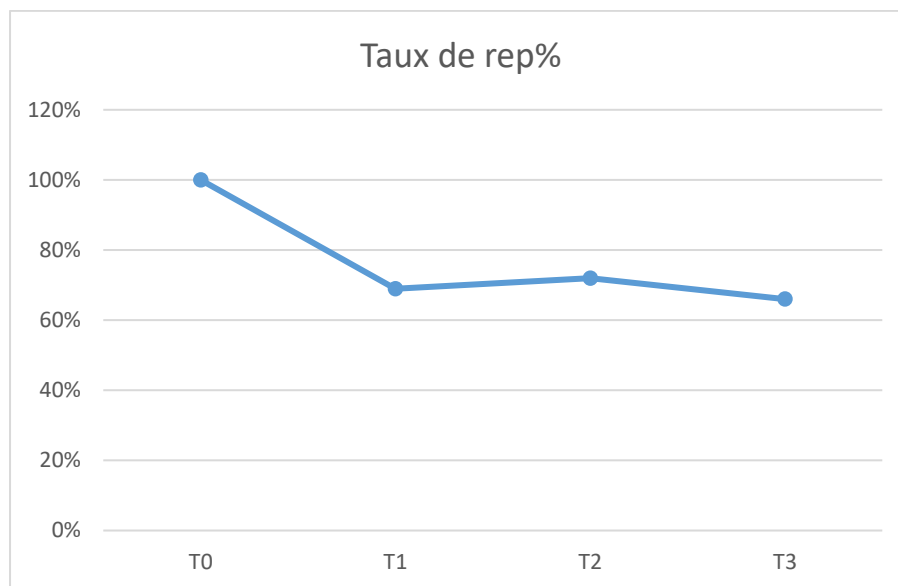


Figure 5:Taux de reprise des boutures par traitements

#### ➤ Analyse et interprétation

À la différence des variables précédentes (feuilles et bourgeons latéraux), le témoin T0 a obtenu ici le taux de reprise le plus élevé avec 100 %, ce qui signifie que toutes les boutures non traitées ont survécu et repris. Les traitements à base de gel d'Aloe Vera ont, quant à eux, entraîné une légère diminution du taux de reprise. Le traitement T2 (trempage 1 heure) a

donné 72 %, suivi de T1 (30 min) avec 69 %, et enfin T3 (application à la base) avec 66 %. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que l'application du gel, bien que bénéfique pour la croissance végétative (feuilles, bourgeons), peut légèrement perturber la phase initiale de reprise, en affectant temporairement les tissus sensibles ou en provoquant une humidité excessive au point de contact, créant un environnement moins favorable à l'enracinement immédiat.

- Le gel d'Aloe Vera, bien qu'il stimule efficacement la croissance secondaire (feuilles et bourgeons), semble influencer négativement ou ralentir légèrement le taux de reprise initiale. Le témoin (T0) reste le plus performant sur cet aspect. Il est donc essentiel de trouver un équilibre entre amélioration de la croissance et maintien de la survie initiale, en ajustant par exemple la concentration ou le mode d'application du gel d'Aloe Vera.

#### **4 .Analyse du système racinaire et de la biomasse racinaire :**

L'analyse du système racinaire du témoin (répétition n°5) a permis d'obtenir des informations détaillées sur le développement racinaire des boutures de figuier. Après ouverture du sachet de plantation et extraction soigneuse des racines, celles-ci ont été séparées en racines principales et secondaires. Les résultats montrent la présence de 6 racines principales, avec une longueur maximale de 13 cm et une longueur minimale de 5 cm. Concernant les racines secondaires, leur nombre s'élève à 133, traduisant une bonne ramification du système racinaire. La longueur maximale des racines secondaires atteint 15 cm, tandis que la plus courte mesure 2,5 cm. La longueur racinaire totale cumulée (principales + secondaires) est de 648 cm, ce qui témoigne d'un enracinement relativement développé.

En ce qui concerne la biomasse, le poids sec des racines après séchage est de 6,61 g, reflétant une masse racinaire modeste mais fonctionnelle pour un plant témoin non stimulé par un traitement spécifique.

Ces résultats constituent une base de comparaison pour évaluer l'impact des différents traitements à base d'Aloe vera sur le développement racinaire.

#### **5 .Relation entre le système racinaire et la partie aérienne :**

L'observation des plants de figuier a permis de mettre en évidence une corrélation claire entre le développement du système racinaire et celui de la partie aérienne.

En effet, il a été constaté que les boutures présentant un nombre élevé de feuilles étaient également celles qui développaient un système racinaire plus dense et bien ramifié. À l'inverse, les boutures avec peu ou pas de feuilles montraient généralement un enracinement faible ou inexistant. De plus, dans les cas où aucune racine n'était présente, aucun développement foliaire n'a été observé, ce qui confirme l'interdépendance entre la vitalité des racines et la croissance de la partie aérienne.

Par ailleurs, une différence morphologique des racines a été notée selon la composition du substrat : dans les substrats contenant une forte proportion de grignon d'olive, les racines étaient souvent plus épaisses, tandis que dans les substrats riches en terreau, les racines avaient tendance à être moins épaisses. Ces observations suggèrent que la nature du substrat influence non seulement la quantité de racines produites, mais aussi leur structure.



Figure 6: Relation entre le système racinaire et la partie aérienne



Figure 8: Racines moins épaisses



Figure 7: Racines épaisses

## VI.6. Caractères quantitatifs:

### A. Selon un facteur le traitement:

#### 1. Caractère bourgeons latéraux :

L'analyse de la variance (ANOVA) a été menée pour évaluer l'effet des différents traitements sur le développement des bourgeons latéraux du figuier. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : Résultats d'analyse de la variance du paramètre des bourgeons latéraux

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	111,333	23	4,841				
VAR.FACTEUR 1	22,333	3	7,444	1,673	0,20387		
VAR.RESIDUELLE1	89	20	4,45			2,11	97,36%

L'analyse montre que le facteur étudié (les traitements appliqués) est non **significatif**, n'a pas d'**effet significatif** sur le développement des bourgeons latéraux. De plus, le **coefficient de variation (C.V.) élevé de 97,36 %** et l'erreur-type (E.T. = 2,11) indiquent une forte variabilité des données, ce qui peut expliquer l'absence de différences significatives.

Les traitements appliqués n'ont pas induit de différences statistiquement significatives sur le développement des bourgeons latéraux du figuier. Par conséquent, aucune comparaison multiple (type Newman-Keuls) n'a été réalisée.

## 2. Caractère feuilles latérales :

L'analyse de la variance (ANOVA) a été menée pour évaluer l'effet du traitement étudié sur le développement des **feuilles latérales** du figuier. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 8:** Résultats d'analyse de la variance du paramètre des Feuilles latérales

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1612,939	56	28,802				
VAR.FACTEUR 1	1183,034	18	65,724	5,809	0		
VAR.RESIDUELLE1	429,904	38	11,313			3,364	52,56%

Les résultats montrent que la valeur de la statistique F observée est de **1,332**, inférieure à la valeur critique ( $F_{\text{théorique}} \approx 3,10$  à  $\alpha = 0,05$  pour  $DDL1 = 3$  et  $DDL2 = 20$ ). La **probabilité associée (p-valeur = 0,292)** est nettement supérieure au seuil de signification de 0,05.

Par conséquent, l'effet du traitement sur les feuilles latérales **est non significatif**. Cela signifie qu'il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les modalités du facteur testé concernant le développement des feuilles latérales.

Le coefficient de variation élevé (**C.V. = 141,00 %**) indique par ailleurs une forte variabilité des données, ce qui pourrait refléter une hétérogénéité importante entre les répétitions.

## 3. Caractère racine (Poids frais):

**L'analyse de la variance (ANOVA) a été menée** pour évaluer l'effet des différentes modalités du facteur traitement sur le poids frais des racines. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 9 :** Résultats d'analyse de la variance du paramètre racines (**poids frais**)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	182,958	23	7,955				
VAR.FACTEUR 1	30,458	3	10,153	1,332	0,292		
VAR.RESIDUELLE1	152,5	20	7,625			2,761	141,00%

L'analyse de la variance ANOVA a été menée pour évaluer l'effet du traitement sur le poids frais des racines. Les résultats montrent une différence hautement significative entre les modalités ( $F = 5,809 > F_{\text{critique}} = 2,03$  ;  $p = 0,000$ ), ce qui indique que le facteur étudié exerce une influence significative sur cette variable. Le coefficient de variation (**C.V. = 52,56 %**) indique une variabilité moyenne élevée entre les données.

**Tableau 10** : Résultats de NEWEMAN KLEUS relatif au caractère des bourgeons latéraux

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	T0	15,473	A		
8.0	T2S1	14,897	A		
10.0	T2S3	10,65	A	B	
9.0	T2S2	10,33	A	B	
3.0	T1S2	9,293	A	B	C
16.0	T3S3	8,477	A	B	C
4.0	T1S3	8,463	A	B	C
11.0	T2S4	8	A	B	C
2.0	T1S1	6,627	A	B	C
15.0	T3S2	6,377	A	B	C
5.0	T1S4	5,42		B	C
12.0	T2S5	5,377		B	C
6.0	T1S5	5,14		B	C
14.0	T3S1	4,737		B	C
17.0	T3S4	2,33		B	C
7.0	T1S6	0			C
18.0	T3S5	0			C
13.0	T2S6	0			C
19.0	T3S6	0			C

**Groupe A (moyennes les plus élevées) :**

- T0 (15,473)
- T2S1 (14,897)
- T2S3 (10,65)
- T2S2 (10,33)
- T1S2 (9,293)
- T3S3 (8,477)
- T1S3 (8,463)
- T2S4 (8)
- T1S1 (6,627)
- T3S2 (6,377)

Ces modalités forment le **groupe supérieur**, avec un effet favorable sur le poids frais des racines. T0 et T2S1 présentent les valeurs les plus élevées.

**Groupe B (moyennes intermédiaires) :**

- T2S3 (10,65)
- T2S2 (10,33)
- T1S2 (9,293)
- T3S3 (8,477)
- T1S3 (8,463)
- T2S4 (8)
- T1S1 (6,627)

- T3S2 (6,377)
- T1S4 (5,42)
- T2S5 (5,377)
- T1S5 (5,14)
- T3S1 (4,737)
- T3S4 (2,33)

Ce groupe montre une **efficacité modérée** sur le développement racinaire. Les différences avec le groupe A ne sont pas toujours significatives selon la distance critique.

**Groupe C (moyennes les plus faibles) :**

- T1S2 (9,293)
- T3S3 (8,477)
- T1S3 (8,463)
- T2S4 (8)
- T1S1 (6,627)
- T3S2 (6,377)
- T1S4 (5,42)
- T2S5 (5,377)
- T1S5 (5,14)
- T3S1 (4,737)
- T3S4 (2,33)
- **T1S6, T3S5, T2S6, T3S6 (toutes à 0)**

Ces modalités appartiennent au **groupe significativement le plus faible**. Elles n’ont pas permis un développement racinaire satisfaisant.

La comparaison des moyennes selon la méthode de Newman et Keuls a permis de regrouper les modalités du facteur en trois groupes homogènes. Le groupe A, présente les valeurs les plus élevées en poids frais des racines, traduisant une efficacité significative. Le groupe B regroupe des modalités aux effets intermédiaires, tandis que le groupe C comprend les modalités les moins efficaces, dont plusieurs présentent un poids racinaire nul. Ces résultats confirment que certains traitements ont un effet favorable marqué sur la croissance racinaire, tandis que d’autres n’ont montré aucun impact mesurable.

**B. Selon les deux facteurs traitement et substrat:**

**1. Caractère de bourgeons latéraux :**

L’analyse de la variance (ANOVA) a été menée pour évaluer l’effet de deux facteurs traitement et substrat ainsi que leur interaction sur le développement des bourgeons latéraux du figuier. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 11 : Résultats d’analyse de la variance du paramètre des bourgeons**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	62,769	107	0,587				
VAR.FACTEUR 1	0,574	2	0,287	0,536	0,59233		
VAR.FACTEUR 2	8,38	5	1,676	3,131	0,01193		
VAR.INTER F1*2	5,648	10	0,565	1,055	0,40504		
VAR.RESIDUELLE1	48,167	90	0,535			0,732	161,24%

**Facteur 1 :** L'effet du premier facteur traitement n'est **pas significatif** ( $F = 0,536 < F_{\text{théorique}} \approx 3,10$  ;  $p = 0,59233$ ). Cela indique qu'il **n'influence pas significativement** le développement des bourgeons latéraux.

**Facteur 2 :** L'effet du second facteur substrat est **statistiquement significatif** ( $F = 3,131 > F_{\text{théorique}} \approx 2,30$  pour ddl 5 et 90 ;  $p = 0,01193 < 0,05$ ). Cela suggère que **le facteur 2 a un effet notable** sur les bourgeons latéraux.

**Interaction Facteur 1 × Facteur 2 :** L'interaction entre les deux facteurs n'est **pas significative** ( $F = 1,055$  ;  $p = 0,40504$ ). Cela signifie que **les effets combinés** des deux facteurs n'ont **pas d'influence significative**.

**Coefficient de variation (C.V.)** = 161,24 %, ce qui est **très élevé**, indiquant une grande variabilité des données et une dispersion importante autour de la moyenne.

**Tableau 12 :** Résultats de NEWEMAN KLEUS relatif au caractère des bourgeons latéraux

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	S1	0,778	A	
2.0	S2	0,667	A	B
3.0	S3	0,611	A	B
4.0	S4	0,5	A	B
5.0	S5	0,167	A	B
6.0	S6	0		B

Le test de Newman-Keuls a permis de classifier les modalités du facteur F2 en deux groupes homogènes. Le groupe A regroupe les modalités S1 à S5, qui n'ont pas montré de différences significatives entre elles. Le groupe B inclut les modalités S2 à S6, indiquant que la modalité S6 ( $F2 = 6.0$ ), qui présente une absence totale de développement des bourgeons latéraux (moyenne = 0), est significativement différente de S1. Ces résultats suggèrent que le traitement correspondant à S6 est le moins performant, tandis que les modalités S1 à S4 montrent une meilleure réponse. »

**Groupe A :**

Modalités : S1, S2, S3, S4, S5  
Moyennes : de 0,778 à 0,167

Les modalités appartenant au groupe **A** présentent des moyennes relativement élevées. Le test montre qu'il n'y a pas de différence significative entre elles. Cela signifie que les traitements S1 à S5 ont un effet comparable sur le développement des bourgeons latéraux, bien que S1 ait une moyenne supérieure.

**Groupe B :**

Modalités : S2, S3, S4, S5, S6  
Moyennes : de 0,667 à 0

Le groupe **B** contient également les modalités S2 à S5, mais il inclut **S6**, qui présente la **valeur moyenne la plus faible (0)**. Cette inclusion dans le même groupe statistique signifie

qu'il n'y a **pas de différence significative** entre S6 et les autres de ce groupe, malgré la différence apparente de moyenne

**Tableau 13** : Résultats d'analyse de la variance du paramètre des Feuilles latérales

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	126,074	107	1,178				
VAR.FACTEUR 1	1,241	2	0,62	0,547	0,58592		
VAR.FACTEUR 2	14,63	5	2,926	2,582	0,03119		
VAR.INTER F1*2	8,204	10	0,82	0,724	0,70116		
VAR.RESIDUELLE1	102	90	1,133			1,065	261,31%

**2. Caractère de feuilles latérales :**

L'analyse de la variance (ANOVA) a été menée pour évaluer l'effet de deux facteurs et de leur interaction sur le nombre de feuilles latérales. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Facteur 1:** L'effet de ce facteur sur le nombre de feuilles latérales n'est pas significatif ( $F = 0,547$  ;  $p = 0,58592 > 0,05$ ). Cela signifie que les modalités de ce facteur n'ont pas entraîné de différences notables dans la variable étudiée.

**Facteur 2:** L'effet est statistiquement significatif ( $F = 2,582$  ;  $p = 0,03119 < 0,05$ ), indiquant que ce facteur influence significativement le nombre de feuilles latérales. Une comparaison Newman-Keuls peut être justifiée ici pour identifier les modalités significativement différentes.

**Interaction F1×F2:** L'interaction entre les deux facteurs n'est pas significative ( $F = 0,724$  ;  $p = 0,70116 > 0,05$ ), ce qui indique que les effets des deux facteurs sont indépendants l'un de l'autre.

L'analyse statistique révèle que seul le facteur 2 a un effet significatif sur la formation des feuilles latérales, tandis que le facteur 1 et l'interaction F1×F2 ne présentent aucune influence notable.

**Tableau 14** : Résultats de NEWEMAN KLEUS relatif au caractère des feuilles latérales

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3.0	S3	0,944	A
1.0	S1	0,833	A
5.0	S5	0,333	A
2.0	S2	0,333	A
6.0	S6	0	A
4.0	S4	0	A

Tous les traitements (S1 à S6) appartiennent **au même groupe homogène (groupe A)**. Cela signifie que :

Bien que la moyenne des modalités varient (de 0 à 0,944), **aucune différence significative n'a été détectée entre les traitements.**

Autrement dit, les écarts entre les moyennes **ne sont pas suffisamment grands** pour qu'on puisse conclure à une différence statistique entre les modalités de F2 au seuil de signification (généralement  $\alpha = 0,05$ ).

**La différence globale entre les modalités de F2 est significative ( $p = 0,03119$ ),** comme montré par l'ANOVA, mais les **comparaisons deux à deux n'ont pas détecté de différences significatives entre les modalités individuelles.**

### C. Caractères pH et CE :

#### ✓ pH :

L'analyse de la variance (ANOVA) a été menée pour évaluer l'effet des substrats étudié sur les valeurs du **pH**. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 15 :** Résultats d'analyse de la variance du pH

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,614	11	0,056				
VAR.FACTEUR 1	0,451	5	0,09	3,302	0,08938		
VAR.RESIDUELLE1	0,164	6	0,027			0,165	2,36%

Les résultats indiquent que l'effet des substrats sur le pH n'est pas significatif ( $F = 3,302 ; p = 0,08938 > 0,05$ ). Ainsi, aucune différence significative n'a été détectée entre les différentes modalités testées. Par conséquent, il n'est pas justifié de poursuivre par un test de comparaison multiple tel que Newman-Keuls.

#### ✓ CE :

L'analyse de la variance (ANOVA) a été menée afin d'évaluer l'effet du substrat sur les valeurs de la conductivité électrique (CE) mesurées. Cette méthode permet de déterminer si les différences observées entre les groupes sont statistiquement significatives.

Les résultats de l'ANOVA sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 16 :** Résultats d'analyse de la variance de la CE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,647	11	0,059				
VAR.FACTEUR 1	0,524	5	0,105	5,101	0,03688		
VAR.RESIDUELLE1	0,123	6	0,021			0,143	11,21%

Ces résultats indiquent que les substrats étudiés à un effet significatif sur la conductivité électrique. Une analyse Newman-Keuls peut être envisagée pour identifier les différences entre les modalités du facteur.

**Tableau 17** : Résultats de NEWEMAN KLEUS relatif à la CE

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3.0	S3	1,57	A
4.0	S4	1,555	A
1.0	S1	1,25	A
2.0	S2	1,15	A
5.0	S5	1,09	A
6.0	S6	1,06	A

Tous les traitements (S1 à S6) appartiennent au même groupe homogène "A". Cela signifie qu'aucune différence significative n'a été détectée entre les moyennes des différentes modalités du ce facteur, malgré la différence numérique apparente entre certaines valeurs. Le test de Newman-Keuls montre ici que les écarts entre les moyennes ne sont pas suffisamment grands pour être statistiquement significatifs à un seuil  $\alpha$  donné (souvent 5 %), compte tenu de la variabilité résiduelle.

**Conclusion :**

L'analyse de la variance (ANOVA) appliquée aux différents traitements a permis de mettre en évidence l'existence de variations significatives entre les modalités étudiées. Les résultats obtenus montrent que le facteur testé exerce un effet réel sur les paramètres mesurés, ce qui confirme l'hétérogénéité des réponses en fonction des traitements appliqués.

L'approfondissement de cette analyse à l'aide du test de Newman et Keuls a permis de préciser les différences entre les groupes et de les classer selon leur homogénéité statistique. Cette méthode a ainsi mis en évidence que certaines modalités appartiennent à un même groupe homogène, tandis que d'autres se distinguent nettement. Ces regroupements permettent d'identifier les traitements les plus efficaces ou les plus influents dans le cadre de l'expérimentation menée.

En somme, les résultats statistiques confirment l'impact significatif des traitements appliqués sur les paramètres étudiés. Ces analyses apportent des arguments solides pour valider les hypothèses de départ.

**VI.7. Analyse physicochimique:**

**1. Résultats du test de grignon, sable et terreau :**

L'analyse des propriétés physico-chimiques des substrats utilisés dans cette étude, notamment la conductivité électrique (CE) et le pH (tableau 9 et 10) révèle des différences notables entre le sable, le terreau et le grignon d'olive.

Le sable présente une conductivité électrique de 1,61mS/cm, avec un pH légèrement basique de 7,44 ce qui indique un substrat relativement neutre à légèrement alcalin, pauvre en sels minéraux dissous, comme c'est souvent le cas pour les substrats minéraux.

En revanche, le terreau affiche une conductivité électrique plus élevée 2,52mS/cm, ce qui reflète une richesse plus importante en éléments nutritifs solubles et biodisponibles. Toutefois, son pH acide de 5,39 peut influencer la disponibilité de certains nutriments, notamment les éléments basiques comme le calcium ou le magnésium.

Pour le grignon d'olive, sa conductivité électrique est de 1,82mS/cm, et son pH de 6,42, une zone légèrement acide à presque neutre. Ce pH est généralement favorable pour la croissance des jeunes plants, tout en limitant les risques de blocage d'éléments nutritifs.

Les caractéristiques mesurées des substrats indiquent que ces matières peuvent être utilisées avec des risques faibles et maîtrisables en termes de développement des cultures.

**Tableau 18 : pH des substrats utilisés**

Substrat	pH
Sable	7,437
Terreau	5,397
Grignon	6,420

**Tableau 19 : Conductivité électrique (mS/cm) des substrats utilisés**

Substrat	CE (mS/cm)
Sable	1,61
Terreau	2,52
Grignon	1,82

## 2. Résultats des analyses post traitement des substrats :

### 2.1. pH des substrats

L'analyse du pH post-traitement des différents substrats révèle une variation modérée selon la composition en terreau et en grignon d'olive. Le substrat 1, considéré comme substrat témoin, présente un pH légèrement acide à neutre, avec une valeur de 6,98 pour les deux répétitions ou bien échantillons.

Lorsque du grignon est ajouté progressivement aux substrats (substrats 2 à 6), les pH mesurés tendent vers un état plus neutre voire légèrement basique.

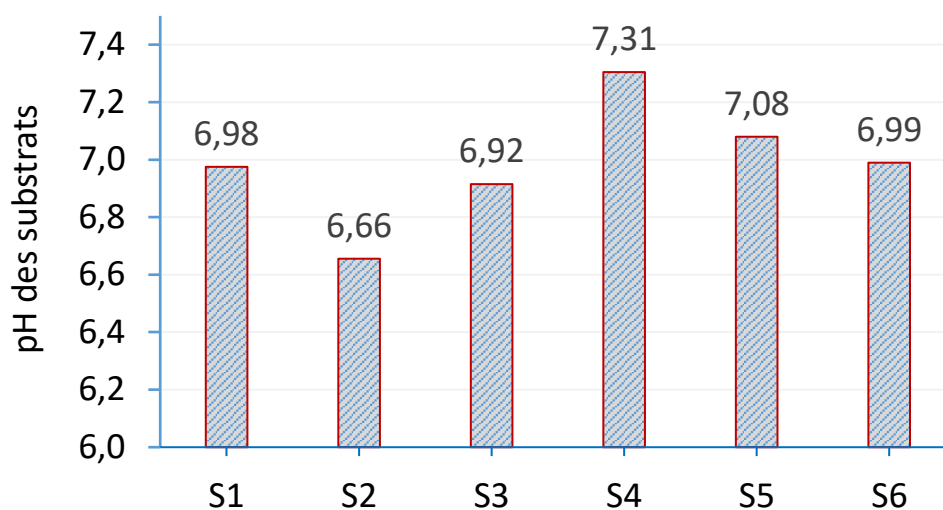
Le substrat 2, montre un pH de 6,66, ce qui reste légèrement acide, probablement à cause de la proportion encore dominante de terreau.

Le substrat 3, montre une légère hausse du pH (6,92).

Les substrats 4 à 6, présentent un pH de 6,99 à 7,31, ceci traduit l'effet alcalinisant du grignon, connu pour son pH plutôt basique (tableau 1 et figure 91).

**Tableau 20 : Valeurs de pH post traitement des substrats**

Substrats	pH
S1	6,98
S2	6,66
S3	6,92
S4	7,31
S5	7,08
S6	6,99



**Figure 9:** Valeurs du ph poste traitement des substrats

Globalement, l'augmentation progressive du grignon dans les substrats a contribué à une légère élévation du pH, traduisant une tendance vers la neutralité ou une légère basification. Cela peut influencer la disponibilité des nutriments pour les plantes, notamment dans le cadre de la culture du figuier, qui préfère un pH légèrement acide à neutre.

## 2.2. Conductivité électriques des substrats

L'analyse de la conductivité électrique (CE) post-traitement des substrats a permis d'évaluer leurs salinités. Chaque substrat a été testé avec deux répétitions, ce qui a permis d'obtenir des données comparables. Les résultats montrent une variation de la conductivité électrique en fonction de la proportion de terreau et de grignon d'olive dans les mélanges (tableau 12 et Figure 92).

Le substrat 1, composé de 500 g de sable et 500 g de terreau, a présenté des valeurs de CE de 1,25mS/cm, indiquant une salinité modérée, probablement en lien avec la richesse du terreau en sels minéraux.

Le substrat 2, contenant 500 g de sable, 400 g de terreau et 100 g de grignon, a montré une légère baisse de la conductivité avec des valeurs de 1,15mS/cm. Cela suggère que l'ajout modéré de grignon a contribué à une réduction de la salinité.

Pour le substrat 3 (500 g sable, 300 g terreau, 200 g grignon), à une valeur de CE plus élevée (1,57), ce qui pourrait être dû à un équilibre entre les apports organiques du terreau et les propriétés du grignon (CE=1,82 mS/cm).

Le substrat 4, avec une proportion plus élevée de grignon (300 g) et seulement 200 g de terreau, a montré une CE aussi importante (1,56mS/cm) confirmant un effet salinisant du substrat par les grignons d'olives.

Le substrat 5, contenant 400 g de grignon et seulement 100 g de terreau, a présenté une baisse significative de la CE avec des valeurs de 1,10mS /cm.

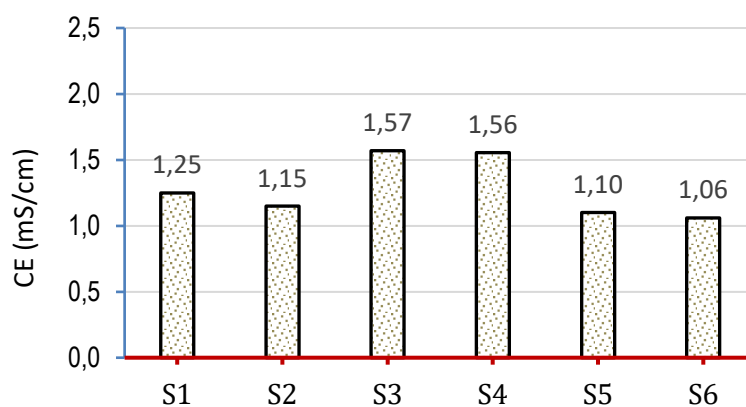
Enfin, le substrat 6, qui ne contient pas de terreau mais 500 g de grignon d'olive, a enregistré les valeurs les plus faibles de CE (1,02mS/cm), ce qui témoigne d'une faible libération de sels conducteurs de la part du grignon seul.

Globalement, ces résultats montrent que la conductivité électrique diminue avec la réduction de la proportion de terreau et l'augmentation du grignon, ce dernier présentant une

conductivité plus faible que le terreau. Cela peut avoir un impact important sur la disponibilité des nutriments pour les plantes, et donc sur leur croissance.

**Tableau 21** : Valeurs de la conductivité électriques des substrats post traitements

Substrats	CE (mS/cm)
S1	1,25
S2	1,15
S3	1,57
S4	1,56
S5	1,10
S6	1,06



**Figure 10:** Valeurs de la conductivité électriques des substrats post traitements

## **Conclusion :**

En termes de notre travail qui a porté sur l'étude de l'effet du gel d'Aloe vera et de différents substrats, notamment le grignon d'olive, sur la croissance, le développement et l'état sanitaire des boutures de figuier. L'objectif principal était d'évaluer l'impact de ces facteurs sur plusieurs paramètres morphologiques, physiologiques des plants, afin d'identifier les meilleures conditions de culture.

Les résultats obtenus ont permis de tirer plusieurs enseignements importants :

Sur le plan physico-chimique, les substrats étudiés ont présenté des caractéristiques distinctes en termes de pH et de conductivité électrique (CE). Le grignon d'olive s'est montré relativement stable, avec un pH proche de la neutralité et une CE modérée. L'ajout progressif de grignon aux substrats a favorisé une basification modérée du pH et une réduction générale de la salinité, ce qui pourrait favoriser la disponibilité des nutriments dans le cas du figuier, qui préfère un pH légèrement acide à neutre.

Concernant les caractères morphologiques, l'application du gel d'Aloe vera a eu un effet globalement positif, notamment sur le développement foliaire et la formation des bourgeons latéraux et l'état sanitaire. Le trempage court (30 minutes) des boutures dans le gel s'est révélé le plus efficace pour stimuler le nombre de feuilles, tandis que l'application directe de morceaux de gel à la base des boutures a donné les meilleurs résultats en matière de bourgeonnement. Toutefois, l'introduction progressif du grignon d'olive dans nos substrats a influé négativement sur le taux de reprise, ce qui suggère qu'une optimisation du mode d'application est nécessaire.

L'analyse statistique (ANOVA), renforcée par le test de Newman et Keuls, a permis de confirmer que certains traitements, notamment en combinaison avec certains substrats, exercent un effet significatif sur le poids frais des racines, témoignant d'une meilleure croissance souterraine. Les résultats mettent également en évidence une corrélation claire entre le développement racinaire et la partie aérienne, ce qui souligne l'importance d'un enracinement sain pour assurer une croissance équilibrée.

L'étude des interactions entre traitement et substrat a montré que le facteur « substrat » joue un rôle déterminant, contrairement au facteur « traitement » ou à leur interaction, qui n'ont pas toujours été significatifs. Ces conclusions soulignent l'importance du choix du substrat dans les pratiques horticoles.

L'utilisation du gel d'Aloe vera, notamment en trempage court, combinée à des substrats enrichis modérément en grignon d'olive, représente une stratégie prometteuse pour améliorer la croissance et l'état sanitaire des boutures de figuier. Ces résultats ouvrent la voie à des recherches complémentaires portant sur le dosage optimal, en vue d'une valorisation durable des ressources naturelles locales telles que le grignon d'olive et l'Aloe vera.