

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



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Option : Systèmes de production agro-écologique

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Agronomiques

Thème :

**Essai de production de quelques plants sylvicoles par la
culture hydroponique**

Présenté par :

- MECHERI Enfel
- ALI LARNENE Nihal

Membres de Jury :

M^{me} : ZALANI Karima	(MCB)	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M^{me} : OUDJANE Faiza	(MCA)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr : HANNACHI Abdelhakime	(MCB)	Promoteur	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr : AOUZAL Badis	Doctorant	Co-promoteur	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2023-2024

Remerciement

Avant tout nous implorons ALLAH le tout puissant pour toutes les choses qui nous avoir donnés la force, la santé, la volonté, la patience durant toutes ces longues années d'études et le courage grâce auxquels nous avons pu réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr. Hannachi Abdelhakim qui a bien voulu dirigé ce travail, pour tous ses conseils, ses encouragements et la correction du manuel.

Nos remerciements s'adresse à notre co-promoteur Mr, Aouzal badis pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.

Nous tenons également à remercier Mme Zalani karima d'avoir accepté de présider le jury.

Nos sincères remerciements à Oudjane faiza qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail. Qu'elle trouve ici notre respectueuse considération.

Et enfin à tous nos enseignants qui n'ont jamais hésité à nous transmettre le savoir tout au long de nos années d'études.

Enfel & Nihel

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

À Mon très Cher père

***Youcef** , qui a toujours été à mes côtés pour ses encouragements , son soutien , surtout pour son amour et son sacrifice Tout au long de mon parcours universitaire .*

À la plus belle mère au monde

***Halima** , qui me donne l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi .*

À Mes frères

***Amir , Abd elhakim , Yahia , Abd erraouf , Adem** ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail.*

À la femme de mon Frère

***Abla** , pour ses encouragements et ses conseils pour terminer ce travail.*

À mes neveux

***Rahef et Mohamed** , qui me fait toujours sourire.*

À ma chère binôme

***Nihel** , pour sa entente et sa sympathie .*

À tous mes amis qui m'ont toujours encouragé , et à qui je souhaite plus de succès .

À tous qui m'aiment .

Enfel

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail À :

Mon père Mohamed pour ses encouragements .

Ma Mère Karima qui est toujours à mes côtés pour terminer ce travail.

*Mes sœurs et frères Chifa , Raounek , Mouatez bellah qui ont partagé avec moi
tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail.*

*Mes oncles Hocine , Rachid , Zinedine ,.djihad pour ses encouragements pour
terminer ce travail.*

Mes chères amies Nafissa, Moufida, ilhem qui m'ont aidé pour terminer ce travail.

Ma chère binôme Enfel pour sa entente et sa sympathie.

Nihel

Résumé :

Notre étude porte sur la production de quelques plantes sylvicoles le chêne-liège (*Quercus suber L.*) , chêne kermès (*Quercus coccifera L.*) Le Châtaigne (*Qastanea sativa*) par culture hydroponique et vise à améliorer les méthodes de régénération et à rechercher des méthodes alternatives naturelles pour obtenir une bonne croissance de ces plantes.

Pour éprouver cette hypothèse, nous avons réalisé une essaie visant à déterminer l'effet des solutions nutritives naturelles sur la croissance et le développement des plants, en mesurant la température, la salinité, le pH, la conductivité électrique les paramètres morphologique: la longueur de la tige et des racines.

Pour cette expérience, nous avons utilisé de l'eau distillée comme un témoin, extrait de saule ,l'eau de pluie. Après quatre semaines en laboratoire, les résultats ont montré que les plantes plongées dans l'eau naturelle et l'extrait de saule poussaient parfaitement, mais les plantes plongées dans les autres solutions n'étaient pas moins importantes. Par conséquent, Utilisation d'extraits naturels comme solutions alternatives a contribué à la croissance des caractéristiques morphologiques des plants en raison de sa richesse en éléments nutritifs dont les plants ont besoin.

Mots clés: sylviculture, Culture hydroponique, Développement, Extraits naturels, Plants.

تلخيص :

تركز دراستنا على إنتاج بعض نباتات الحراجة (بلوط الفلي) (*Quercus suber L.*) و/البلوط القرمزي (*Quercus coccifera L.*) والكستناء (*Qastanea sativa*) عن طريق الزراعة المائية وتهدف إلى تحسين طرق التجديد والبحث عن طرق بديلة طبيعية للحصول على النمو الجيد لهذه النباتات .

ولاختبار هذه الفرضية قمنا بإجراء اختبار يهدف إلى تحديد تأثير المحاليل الغذائية الطبيعية على نمو وتطور النباتات، وذلك من خلال قياس درجة الحرارة، والملوحة، ودرجة الحموضة، المعلمات المورفولوجية للتوصيل الكهربائي: طول الساق والجذور.

في هذه التجربة استخدمنا الماء المقطر كعنصر تحكم ومستخلص الصفصاف ومياه الأمطار. وبعد أربعة أسابيع في المختبر، أظهرت النتائج أن النباتات مغمورة في مستخلص الصفصاف بشكل مثالي، لكن النباتات المغمورة في المحاليل الأخرى لم تكن أقل أهمية. ولذلك فإن استخدام المستخلصات الطبيعية كحل بديل ساهم في نمو الخصائص المورفولوجية للنباتات نظراً لغناها بالعناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات.

الكلمات المفتاحية: الغابات، الزراعة المائية، التنمية، المستخلصات الطبيعية، النباتات.

Abstract

Our study focuses on the production of some silvicultural plants cork oak (*Quercus suber L.*), kermes oak (*Quercus coccifera L.*) Chestnut (*Qastanea sativa*) by hydroponic cultivation and aims to improve regeneration methods and search for natural alternative methods to obtain good growth of these plants.

To test this hypothesis, we carried out a test aimed at determining the effect of natural nutrient solutions on the growth and development of plants, by measuring temperature, salinity, pH, Electrical conductivity morphological parameters : the length of the stem and roots.

For this experiment, we used distilled water as a control, willow extract, rainwater. After four weeks in the laboratory, the results showed that the plants immersed in natural water and

The willow extract grew perfectly, but the plants immersed in the other solutions were no less important. Therefore, Use of natural extracts as alternative solutions has contributed to the growth of morphological characteristics of plants due to its richness in nutrients that plants need.

Keywords : forestry, Hydroponics, Development, Natural extracts, Plants

Liste des figures

Figure 01 : Les principaux types des forêts (FAO,2006).	10
Figure02 : les jardins suspendus de Babylone.	16
Figure03 : Laboratoire d'analyse physico-chimique .	23
Figure04 : matériels utilisé dans le laboratoire.	24
Figure05 : Les glands de chêne-liège après germination.	25
Figure06 : dispositif expérimental.	27
Figure07 : la longueur de la plante pendant quatre semaines.	30
Figure08 : la longueur de la racine pendant quatre semaines.	32
Figure09 : Le nombre des racines pendant quatre semaines.	33
Figure10 : la longueur de la plante au-dessus des racines.	34
Figure11 : la longueur de la plante sous les racines.	35
Figure12 : La moyenne du poids pendant quatre semaines.	36
Figure13 : La moyenne de la conductivité pendant quatre semaines.	38
Figure14 : Analyse de la variance (ANOVA) de la salinité.	39
Figure15 : la moyenne de la tds pendant quatre semaines.	40
Figure16 : La moyenne de ph pendant quatre semaines.	41
Figure17 : Longueur des plantules.	43
Figure18 : Longueur des racines après quatre semaines.	44

Listes des tableaux

Tableau01 : bilan des incendies de forêts en Algérie (1963 – 2007)	13
Tableau02 : Analyse de la longueur (ANOVA) de la plante .	31
Tableau03 : Analyse de la variance (ANOVA) de la racine.	32
Tableau04 : Analyse de la variance (ANOVA) des nombres des racines .	33
Tableau05 : Analyse de la variance (ANOVA) de la longueur de la plante au-dessus des racines.	34
Tableau06 : Analyse de la variance (ANOVA) de la longueur de la plante sous les racines.	35
Tableau07 : analyse de la variance (ANOVA) du poids.	37
Tableau08 : Analyse de la variance (ANOVA) de la conductivité.	38
Tableau09 : Analyse de la variance (ANOVA) de la salinité.	39
Tableau10 : Analyse de la variance (ANOVA) de la tds .	40
Tableau11 : Analyse de la variance (ANOVA) de ph	42

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste de tableaux	
Sommaire	
Introduction	
Partie I : recherches bibliographie	
Chapitre I : Généralités sur la sylviculture	5
4. Définition de la sylviculture	5
5. Objectif de la sylviculture	5
6. Les traitements sylvicoles	6
6.1 définition de traitements sylvicoles	6
6.2 Les types de traitements sylvicoles	6
3.2.1 L'éclaircie	6
3.2.2 L'élagage	6
3.2.3 La régénération des espèces forestières	7
3.2.3.1 Régénération Naturelle (Semis Spontané	7
3.2.3.2 Régénération par Rejet de Souche	7
3.2.3.3 Régénération Assistée (Semis Directs et Plantations)	8
4. Aménagement forestier	8
4.1 Définition de L'aménagement forestier	8
4.2 Objectifs de L'aménagement forestier	8
5. La gestion durable des forêts	9
5.1 La définition de la forêt	9
5.2 Concept de la gestion durable	9
5.3 Les forêts dans le monde	10
5.4 Les forêts en Algérie	11
5.4.1 les contraintes majeures des forêts Algériennes	11

5.4.1.1 La désertification en Algérie	11
5.4.1.2 Les Incendies en Algérie	12
5.4.1.3 le surpâturage	13
6. Impact de la sylviculture sur l'environnement	14
Chapitre II : La culture hydroponique	16
9. Définition de la culture hydroponique	16
10. Historique de la culture hydroponique	16
11. Comparaison entre Culture Hydroponique et Culture en Terre	17
12. Principe de Culture Hors Sol	17
13. Types de Culture Hydroponique	17
14. Différents Systèmes de la Culture Hydroponique	17
15. Progrès et Défis	17
16. Avantages et Inconvénients	18
Partie II : Matériels et méthodes	
Chapitre III : Matériels et méthodes	21
9. Site d'étude	21
10. Matériels de laboratoire	22
11. Matériels végétales	23
12. Méthode d'étude	24
13. Dispositif expérimental	24
14. Méthode de préparation des extraits	25
15. Paramètres physico-chimiques	26
16. Analyse des données	27
Chapitre IV : Résultats et discussion	30
1. Résultats	30
1.1 La longueur de la plante	30
1.1.1 Analyse de la moyenne de la longueur de la plante	30
1.2 Longueur de la racine	31
1.2.1 Analyse de la moyenne de la longueur de la racine	31
1.2.2 Analyse de la variance de la longueur de la racine	32

1.3	Le nombre des Racines	33
1.3.1	Analyse de la moyenne des nombres des racines	33
1.3.2	Analyse de la variance des nombres des racines	33
1.4	La longueur de la plante au- dessus des racines	34
1.4.1	Analyse de la moyenne de longueur la plante au-dessus des racines	34
1.4.2	Analyse de la variance de longueur de la plante au-dessus des racines	34
1.5	la longueur de la plante sous les racines	35
1.5.1	Analyse des moyennes de la longueur de la plante sous les racines	35
1.5.2	Analyse de la variance de la longueur de la plante sous les racines	35
1.6	Le poids	36
1.6.1	Analyse de la moyenne du poids	37
1.6.2	Analyse de la variance du poids	37
1.7	La conductivité	37
1.7.1	Analyse de la moyenne de la conductivité	37
1.7.2	Analyse de la variance de la conductivité	38
1.8	La salinité	38
1.8.1	Analyse de la moyenne de la salinité	39
1.8.2	Analyse de la variance de la salinité	39
1.9	La tds	40
1.9.1	Analyse de la moyenne de la tds	40
1.9.2	Analyse de la variance de la tds	40
1.10	Le Ph	41
1.10.1	Analyse de la moyenne de ph	41
1.10.2	Analyse de la variance de ph	42
2.	Discussion	42
2.1	Longueur des Plantes	42
2.2	longueur des racines	43
2.3	nombre des Racines	44
Conclusion		46
Références Bibliographique		48

Introduction générale

La sylviculture, en tant que branche des sciences forestières, joue un rôle essentiel dans la gestion et l'amélioration des écosystèmes forestiers. Elle consiste en une série d'interventions, telles que des travaux d'amélioration et des coupes de régénération, qui visent à orienter l'évolution des forêts vers un équilibre optimal. Ces actions tiennent compte des attentes humaines ainsi que des services écosystémiques fournis par la forêt (HADJADJ, 2023).

La sylviculture peut être perçue comme l'éducation d'un peuplement forestier, depuis la plantation initiale jusqu'à l'exploitation du bois. Elle comprend plusieurs étapes, commençant par la plantation de jeunes plants ou la promotion de la régénération naturelle. SCHUTZ J.-P (1990) souligne que la sylviculture ne se réduit pas à l'exploitation des ressources en bois. Son objectif est de satisfaire de manière harmonieuse des besoins collectifs et souvent contradictoires, la distinguant ainsi de la simple récolte de bois, qui peut parfois dériver vers une exploitation non durable des ressources forestières.

Les besoins des sociétés en matière de forêt varient considérablement, ce qui entraîne une diversité de pratiques sylvicoles et de méthodes de gestion. Ces pratiques s'inscrivent dans un cadre général de gestion forestière, dont l'intensité peut varier. Il existe une interaction dynamique entre le système de gestion et les techniques utilisées pour contrôler la production biologique.

La culture hydroponique, définie comme une culture « hors sol », permet la croissance de plantes terrestres en utilisant des solutions nutritives au lieu du sol. Le terme « hydroponique » provient du grec « hydro » (eau) et « ponoS » (travail) (TEXIER, 2014). Cette méthode est reconnue pour sa simplicité, son efficacité et son coût réduit, facilitant une production continue de céréales avec un temps de repos minimal après chaque récolte, tout en maintenant une qualité optimale (ITELV, 2015 ; ITGC, 2015). Elle est particulièrement utile pour valoriser des terrains inappropriés pour l'agriculture traditionnelle.

Dans le cadre de cette étude, nous avons appliqué les principes de la culture hydroponique en utilisant différentes solutions nutritives naturelles. Les solutions incluaient des extraits de saule (*Salix alba L.*), de l'eau distillée et de l'eau de pluie, tandis que le chêne-liège (*Quercus suber*), le chêne kermès (*Quercus coccifera*) et le châtaignier (*Qastanea sativa*) ont été utilisés comme matériaux végétaux.

L'objectif principal de cette recherche est d'étudier l'effet de ces solutions nutritives sur la croissance et le développement des plants sylvicoles, en se concentrant sur des aspects morphologiques tels que la hauteur des tiges et la longueur des racines en culture hydroponique.

La méthodologie adoptée pour cette étude comprend quatre chapitres :

- Chapitre I : Généralités sur la sylviculture.
- Chapitre II : La culture hydroponique.
- Chapitre III : Matériels et méthodes.
- Chapitre IV : Résultats et analyses, incluant les analyses physico-chimiques des solutions et leur impact sur la croissance des plants, notamment le chêne-liège, le chêne kermès et le châtaignier.

**Partie I : recherches
bibliographie**

Chapitre I : Généralités sur la sylviculture

1. Définition de la sylviculture

La sylviculture, telle que définie par l'Office National des Forêts (**ONF**), représente l'ensemble des techniques visant à la création et à l'exploitation rationnelle des forêts, tout en garantissant leur conservation et leur régénération. Elle est perçue comme une activité cruciale pour l'entretien des forêts en vue de leur exploitation commerciale.

Similaire à l'agriculture, la sylviculture joue un rôle significatif dans la constitution et l'entretien des paysages ruraux ainsi que dans le maintien de la biodiversité. Lorsqu'elle est mise en œuvre de façon raisonnée, elle favorise la préservation de la biodiversité des écosystèmes forestiers, bien que cela ne soit pas toujours le cas.

La sylviculture englobe une diversité d'activités, de la culture au reboisement, en passant par l'exploitation des forêts. Elle est également définie comme une science qui régule l'établissement, la croissance, la composition, l'état de santé, et la qualité des peuplements ainsi que la productivité des sites forestiers.

Selon **LAROUCHE (2015)** et **TREMBLAY (2015)**, la sylviculture est à la fois un art et une science, où l'art consiste à appliquer cette science afin de répondre à des objectifs spécifiques d'aménagement forestier.

2. Objectifs de la sylviculture

Selon **GREENFIELD (2023)**, les objectifs de la sylviculture sont variés et répondent à des besoins écologiques et économiques contemporains. Le but principal reste la régénération des forêts. Toutefois, avec la croissance de la reconnaissance de l'importance des terres forestières pour les loisirs, la vision traditionnelle de la sylviculture comme principale source de revenus forestiers est aujourd'hui remise en question. Parmi les pratiques sylvicoles, l'éclaircissage est spécifiquement conçu pour améliorer la croissance et la qualité des arbres. L'objectif est également de maximiser le rendement en bois ou d'autres produits forestiers par unité de surface et par an, visant ainsi à obtenir le retour financier potentiel maximal sur investissement.

3. Les traitements sylvicoles

3.1 définition

Les traitements sylvicoles, selon **BOUDRU (1989)**, sont des interventions spécifiques réalisées par l'homme pour répondre à ses besoins fondamentaux en matière de gestion des peuplements forestiers. Ces interventions incluent la production de bois, d'écorce, de résine, de gomme, et de fruits. Elles englobent également la fourniture de services tels que la protection de l'environnement, l'amélioration de l'esthétique du paysage, les activités récréatives, la gestion de réserves naturelles et la chasse. Ces traitements sont essentiels pour maintenir l'équilibre entre la préservation des écosystèmes forestiers et la satisfaction des besoins humains.

3.2 Les types de traitements sylvicoles

3.2.1 Éclaircie

L'éclaircie est une méthode sylvicole qui implique des coupes sélectives au sein d'une plantation forestière. Cette pratique consiste à retirer les arbres moins performants afin de privilégier le développement de ceux ayant une valeur économique plus élevée. Le but est de maximiser les gains économiques et qualitatifs de la récolte tout en réduisant l'impact environnemental. Selon l'approche moderne de Prosilva, il est recommandé de sélectionner les futures tiges dominantes dès leur stade juvénile. Cette stratégie minimise les interventions lourdes et favorise une meilleure harmonie avec l'écosystème forestier, contribuant ainsi à la préservation de la biodiversité tout en assurant des rendements économiquement viables (**MOYSES, 2009**).

3.2.2 L'Élagage

L'élagage est une technique sylvicole centrée sur la production de bois de haute qualité. Contrairement à d'autres interventions, l'élagage n'a pas pour objectif d'augmenter la croissance ou le rendement global de la plantation. L'élagage naturel est rare dans les

plantations, surtout celles à faible espacement. L'élagage artificiel, en revanche, est nécessaire pour obtenir du bois sans nœuds et de meilleure qualité pendant la période de révolution du peuplement. Le bois issu de plantations est souvent critiqué pour ses caractéristiques inférieures comparées à celles du bois issu de forêts naturelles plus denses. Ces caractéristiques incluent un plus fort défilement, une nodosité accrue et une plus grande proportion de bois juvénile, qui réduisent son attrait commercial. L'élagage permet de minimiser, voire d'éliminer ces défauts, améliorant ainsi la qualité et la valeur commerciale du bois. (**BRIGGS, 1955**).

3.2.3 Régénération des espèces forestières

La régénération des espèces forestières peut se faire de trois manières principales :

3.2.3.1 Régénération Naturelle (Semis Spontané)

En Algérie, la régénération naturelle par semis spontané est souvent insuffisante en raison d'un manque de pratiques sylvicoles adaptées. Les jeunes plants issus de glands, nécessitant beaucoup de lumière à toutes les étapes de leur développement, peinent à survivre sous le couvert végétal dense. Ils sont fréquemment éliminés par la concurrence d'autres espèces, comme l'indique **BELABBES (1996)**. Cette forme de régénération est donc limitée par les conditions écologiques et la compétition interspécifique.

3.2.3.2 Régénération par Rejet de Souche

Les souches, même âgées de 75 à 80 ans, peuvent produire des rejets vigoureux, surtout dans des conditions écologiques favorables. Le chêne-liège, par exemple, peut drageonner à partir de racines superficielles qui ont subi un traumatisme. Selon **BELABBES (1996)**, bien que le chêne-liège ait une grande capacité à rejeter vigoureusement après recépage, cette méthode est peu utilisée en Algérie, principalement à cause du manque de connaissance sur ses potentielles capacités de production.

3.2.3.3 Régénération Assistée (Semis Directs et Plantations)

Malgré de nombreux essais de semis directs qui se sont soldés par des échecs notables dans toute la région méditerranéenne (MESSAOUDENE, 1984), d'autres techniques ont été proposées pour la reconstitution artificielle des chênes. Toutefois, la méthode la plus couramment utilisée reste celle du rejet de souche. MARION (1955) a aussi souligné les insuffisances des méthodes de régénération artificielle, notant l'inefficacité apparente des entretiens jusqu'en 1953 et la recherche des causes de la dessiccation estivale des semis. HACHECHENA (1995), dans une étude réalisée dans la forêt de Bainem, a observé que les plants de chêne-liège en conteneurs résistaient mieux à la transplantation en forêt, avec un taux de réussite variant de 60 à 100 %, comparativement aux plants à racines nues qui présentaient un taux de survie oscillant entre 0 et 20 %.

4. Aménagement forestier

L'aménagement des forêts consiste à valoriser et à conserver les écosystèmes forestiers en vue de leur exploitation rationnelle et durable. Le Plan d'aménagement est la clef de voûte d'une gestion forestière durable. C'est un outil essentiel de gestion pour l'exploitation forestière Algérienne (MBONGO, 2014). Selon les dispositions de la Loi 84/12 portant le régime général des forêts Algériennes en son article 38, Le plan d'aménagement comprend notamment toutes les actions d'études, de gestion, d'exploitation, de protection concourant à un développement intégré, économique et social de la forêt.

4.1 Objectifs de l'aménagement

L'aménagement forestier est basé sur le principe du maintien de la diversité des Ecosystèmes et l'intégrité des processus écologiques qui s'y déroulent pour assurer la viabilité à long terme des forêts. (MIHI, 2012). Les aménagements forestiers en Algérie, à quelques rares exceptions près, ont tous eu pour finalité la production ligneuse et les objectifs poursuivis n'étaient pas toujours en adéquation avec les besoins des populations locales. (DGF, 2007).

Le plan d'aménagement vise :

- la conservation, la préservation du patrimoine forestier, et l'extension du couvert végétal .
- Protection du capital sol et des ressources en eaux superficielles.
- Amélioration des conditions socio-économiques par la garantie d'un revenu stable et cela par la mise en valeur des terres agricoles. (Ferka-zazou et al, 2012)

5. La gestion durable des forêts

5.1 définition de la forêt

La notion de « forêt » est définie par **MHIRI et BENCHEKROUN (2006)** comme un espace spatial ouvert englobant une communauté d'êtres vivants, tant végétaux qu'animaux, intégrés dans leur environnement, ce qui engendre des processus biologiques d'une complexité remarquable. Les caractéristiques essentielles de ce système sont principalement définies par l'arbre qui, grâce à son ampleur, son couvert, son mode de croissance, sa longévité et sa pérennité, déploie une influence significative capable de modifier le microclimat. Il contribue ainsi à la formation, à partir du substrat géologique, d'un sol spécifique accompagné d'une flore et d'une faune qui lui sont propres.

5.2 Concept de la gestion durable des forêts

La gestion durable des forêts (**GDF**) incarne l'application du principe de développement durable spécifiquement au domaine forestier. Ce concept reflète une prise de conscience accrue concernant les atteintes récurrentes portées au patrimoine forestier, telles que la dégradation, l'épuisement des ressources, l'utilisation excessive, ainsi que les conflits sociaux qui en découlent (**MIHI, 2012**). **GUYON (2005)** précise que la gestion durable des forêts se manifeste

par la gérance et l'exploitation des forêts et des terrains boisés de manière à conserver leur diversité biologique, leur productivité, leur potentiel de régénération, leur vitalité et leur capacité à répondre aux besoins actuels aux échelons local, national et mondial, sans porter préjudice à d'autres écosystèmes.

5.3 Les forêts dans le monde

Les forêts enveloppent aujourd'hui 3,9 milliards d'hectares, représentant 26 % des terres émergées de notre planète. Historiquement, ces étendues auraient pu s'élever à 5,7 milliards d'hectares sans l'intervention humaine, qui depuis des millénaires, a progressivement défriché ces espaces pour l'agriculture et l'urbanisation. L'empreinte de la forêt n'a pas toujours été aussi étendue. En effet, durant l'époque de Cro-Magnon, lors du dernier maximum glaciaire il y a un peu plus de 20 000 ans, la superficie forestière mondiale était réduite à seulement 2 milliards d'hectares. Selon la **FAO (2006)**, 47 % des forêts actuelles se trouvent dans les régions tropicales, 9 % dans les zones subtropicales, 11 % dans les zones tempérées et 33 % dans les zones boréales.

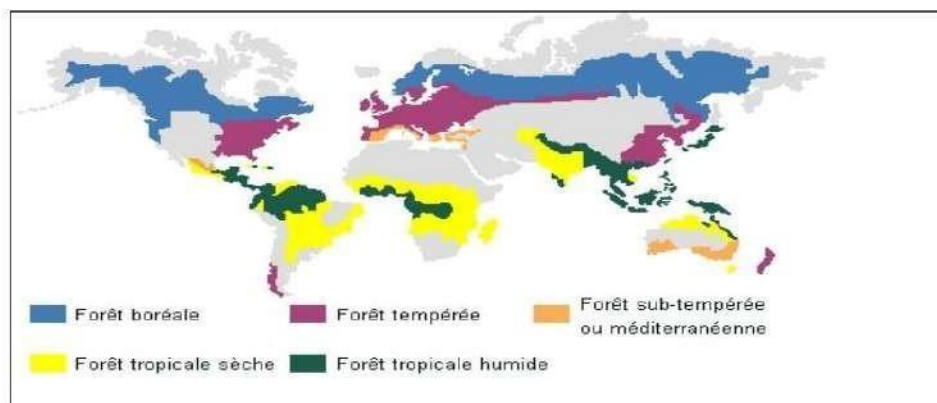


Figure 01 : Les principaux types des forêts (**FAO,2006**).

Les forêts mondiales font face à des menaces croissantes. Elles subissent de multiples pressions qui entraînent une réduction continue de leurs superficies, une altération de la structure de leurs peuplements et une détérioration générale de l'écosystème forestier. **SCHLAEPFER (1987)** souligne que ces phénomènes contribuent non seulement à la

diminution de la biodiversité, mais aussi à l'affaiblissement de la fonctionnalité écologique globale des forêts.

5.4 Les forêts en Algérie

L'Algérie, avec une superficie de 2,4 millions de kilomètres carrés, se positionne en tête des pays africains en termes d'étendue. Le Sahara occupe près de 84 % de ce territoire, soit environ 2 millions de kilomètres carrés. La partie nord du pays est caractérisée par des terres à vocation forestière qui s'étendent sur 250 000 kilomètres carrés, représentant un peu plus de 10 % de la superficie totale. Les conditions pédoclimatiques de cette région sont généralement propices au développement des forêts (**OUELMOUHOUB, 2005**).

La forêt algérienne est une formation végétale où les arbres mènent une lutte continue contre les facteurs de dégradation. Marquée par son histoire et les constantes pressions anthropiques, elle est en proie à une dégradation progressive des essences principales, souvent remplacées par le maquis et les broussailles. En conséquence, la forêt est clairsemée et se présente sous la forme de formations ouvertes, parsemées de nombreux vides. Les forêts dignes de cette appellation sont devenues plutôt rares (**FAO, 2000**).

5.4.1 Les contraintes majeures des forêts Algériennes

Les forêts algériennes font face à de nombreuses contraintes qui menacent leur pérennité. Parmi les facteurs les plus destructeurs pour ces écosystèmes, les incendies forestiers figurent en première ligne. Ces derniers sont souvent exacerbés par le surpâturage qui inhibe à la fois le renouvellement naturel et artificiel des peuplements forestiers. Suivant ces incendies, l'érosion des sols se manifeste, aggravant encore les difficultés de régénération des peuplements. En conséquence, les écosystèmes forestiers connaissent une dégradation progressive, menant à la disparition des essences principales et leur remplacement par le maquis et les broussailles. Toutefois, il convient de souligner le rôle crucial de ces formations végétales dans la lutte contre l'érosion et la protection des sols (**MELLOULI, 2007**).

5.4.1.1 La désertification en Algérie

Selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (**MADR, 2006**), l'Algérie, avec ses 238 millions d'hectares, voit 200 millions occupés par la zone saharienne.

Cette dernière, où les infrastructures socio-économiques sont souvent compromises par l'ensablement dû à un développement incohérent et à une exploitation anarchique des ressources, est extrêmement vulnérable. Par ailleurs, la région nord du pays, couvrant 380 millions d'hectares, inclut 36 millions d'hectares de steppe et de zones présahariennes, des territoires arides et semi-arides particulièrement exposés à la désertification et marqués par un surpâturage chronique. En complément, 12 millions d'hectares de zones montagneuses sont menacés par l'érosion hydrique.

5.4.1.2 Les Incendies en Algérie

D'après une étude de **MEDDOUR-SAHAR (2008)**, la superficie totale des forêts incendiées entre 1963 et 2007 (sur 45 ans) est estimée à 1 556 807 hectares, soit une moyenne annuelle de 34 596 hectares. Cette période post-indépendance a vu une réduction des surfaces brûlées comparativement à l'époque coloniale, où la moyenne annuelle s'élevait à 41 258 hectares. Toutefois, certaines années catastrophiques comme 1965, 1967, 1971, 1977, 1978, 1993, 2000, et 2007 ont vu des incendies bien au-delà de cette moyenne, atteignant entre 40 000 et 60 000 hectares. Les années 1983 et 1994 ont été particulièrement dévastatrices, avec respectivement 221 367 hectares et 271 598 hectares incendiés, établissant des records qui dépassent largement ceux de la période coloniale.

Tableau 1 : bilan des incendies de forêts en Algérie (1963 – 2007)

Années	Superficies/ha	Années	Superficies/ha	Années	Superficies/ha
1963	3 924	1979	15 662	1995	32 157
1964	9 385	1980	26 944	1996	7301
1965	52 732	1981	33 516	1997	17 830
1966	2 503	1982	9 381	1998	28 629
1967	49 561	1983	221 367	1999	38 390
1968	14 549	1984	4 731	2000	55 782
1969	13 314	1985	4 668	2001	14 356
1970	30 438	1986	21 573	2002	12 217
1971	57 835	1987	23 300	2003	11 998
1972	4 097	1988	27 757	2004	31 999
1973	34 530	1989	3 236	2005	28 380
1974	11 002	1990	28 046	2006	23 091
1975	37 331	1991	13 176	2007	47 939
1976	19 943	1992	25 621	2008	26015
1977	50 152	1993	58 680	2009	26183
1978	41 152	1994	271 597	Totale	1609005

Sources : -1963-2007 (Meddour-Sahar et al., 2008). -2008-2009 (Bekdouche, 2010).

5.4.1.3 Le surpâturage

Le pastoralisme a augmenté de manière significative ces dernières décennies dans les pays du Maghreb, y compris en Algérie et au Maroc, où les charges pastorales excèdent deux à trois fois la capacité supportable des terres (Quézel et al., 1992 ; Quézel, 2003 in Quézel et Médail, 2003). Cette surcharge a entraîné la transformation de nombreuses forêts en forêts-parcs, où dominent des arbres ébranchés sur un tapis de végétaux peu appétant. Dans le Haut-Atlas, par exemple, l'exode de la main-d'œuvre masculine active a provoqué un changement du système agricole traditionnel vers un pastoralisme apparemment plus pratique, résultant en une augmentation notable des troupeaux de moutons, de chèvres et de bovins errants, souvent observée en forêt .

6. Impact de la sylviculture sur l'environnement

Les effets de la sylviculture et de l'exploitation forestière nécessitent une évaluation approfondie, tenant compte des impacts locaux et mondiaux, à court et à long terme. Cela inclut l'effet de la plantation d'espèces à croissance rapide, du reboisement, des régénérations artificielles, des pratiques d'élagage, de l'entretien des pistes forestières et de la fragmentation des habitats, ainsi que l'utilisation éventuelle d'engrais chimiques et de pesticides. Il est crucial de définir clairement les différents traitements forestiers envisagés, afin de mieux comprendre leur impact réel sur le milieu physique et la biodiversité forestière, à différentes échelles spatiales et temporelles.

Chapitre II : Culture hydroponique

1. Définition de la Culture Hydroponique

La culture hydroponique, dérivée des mots grecs "hydro" (eau) et "ponos" (travail), désigne la technique de culture des plantes sans sol, où les racines sont immergées dans une solution aqueuse riche en minéraux essentiels. Cette méthode, développée aux États-Unis au début des années 1930, permet de cultiver des plantes en absence de substrat solide, bien que certains systèmes utilisent un substrat inerte comme support. Les systèmes aéroponiques, par exemple, exposent les racines à un brouillard nutritif sans l'usage de substrat (Maxwell, 1986; El Houssine, 2006; Yves, 2008; Urban, 2010; Guerouah et al., 2020).

2. Historique

Les premières formes de culture hydroponique remontent aux jardins flottants des Aztèques de Tenochtitlan. En Europe, des avancées significatives ont été réalisées depuis l'époque d'Aristote jusqu'à celle de scientifiques comme Jean-Baptiste Van Helmont et Wilhelm Knop, qui ont étudié les besoins minéraux des plantes. Le XXe siècle a vu l'essor commercial des cultures hydroponiques, notamment avec le développement de la technique du film nutritif (NFT) par Alan Cooper en 1980 (Javoy, 2017).



Figure 02 : les jardins suspendus de Babylone .

3. Comparaison entre Culture Hydroponique et Culture en Terre

La culture hydroponique se distingue de la culture en terre par sa capacité à contrôler précisément l'apport en nutriments aux plantes. Contrairement à la culture en terre, où les plantes absorbent des éléments nutritifs du sol, la culture hydroponique permet une administration directe et équilibrée des nutriments dans une solution aqueuse, facilitant ainsi une croissance optimale des plantes (Boulechfar, 2018).

4. Principe de Culture Hors Sol

Dans la culture hors sol, les plantes poussent sur un substrat qui remplace le sol mais reste chimiquement inerte. Ce substrat assure une bonne aération et hydratation des racines. L'alimentation des plantes est gérée par l'apport régulier d'une solution nutritive adaptée, optimisant ainsi leur développement (Bouklachi, 2018).

5. Types de Culture Hydroponique

Plusieurs systèmes hydroponiques sont en usage, comme la NFT et l'aéroponie, où les racines reçoivent des nutriments via un brouillard ou un film d'eau. L'ultra-ponie, utilisant des brumisateurs à ultrasons pour créer un brouillard nutritif, représente une avancée notable dans ce domaine, offrant une efficacité accrue en termes de consommation d'eau et de nutriments (Cervantes, 2012).

6. Différents Systèmes de la Culture Hydroponique

Le système à flux continu et le système de goutte-à-goutte sont deux exemples typiques où les solutions nutritives sont administrées directement aux racines dans des conditions contrôlées, permettant ainsi une gestion précise des besoins hydriques et nutritifs des plantes (Zerkout, 2015).

7. Progrès et Défis

Bien que la culture hydroponique soit largement adoptée dans des régions comme les Pays-Bas et la France, son développement en Algérie reste limité, principalement à des fins expérimentales et de recherche. L'adaptation de cette technologie aux conditions locales et son intégration dans l'agriculture commerciale représentent des défis majeurs pour l'avenir (Benyamina et al., 2020).

8. Avantages et Inconvénients

La culture hydroponique offre de nombreux avantages, notamment une croissance accélérée des plantes et une utilisation optimale des ressources. Toutefois, elle nécessite une gestion rigoureuse et peut être coûteuse à court terme, bien que ces coûts soient généralement compensés par des gains de productivité à long terme (**Kahia et al., 2019**).

Partie II : Matériels et méthodes

Chapitre III: Matériels et Méthodes

1. Site d'étude

L'étude a été menée au sein du laboratoire d'analyse physico-chimique des sols, situé à l'Université 20 août 1955 à Skikda. Ce laboratoire est spécifiquement équipé pour conduire des recherches approfondies sur les propriétés physiques et chimiques des sols (Figure).



Figure 03 : Laboratoire d'analyse physico-chimique .

Le laboratoire :

Les installations incluent un ensemble d'instruments de haute précision destinés à mesurer divers paramètres essentiels à l'analyse de la qualité du sol.

Parmi ces équipements, le laboratoire dispose d'un pH-mètre sophistiqué, permettant de déterminer l'acidité ou l'alcalinité des échantillons de sol avec une grande exactitude. Un conductimètre est également disponible pour mesurer la conductivité électrique des sols, ce qui est crucial pour évaluer la teneur en sels solubles, un indicateur important de la fertilité du sol et de la gestion des éléments nutritifs. De plus, une balance de précision est utilisée pour assurer des mesures de masse extrêmement précises, indispensables pour la préparation des solutions et des dilutions nécessaires lors des analyses chimiques. L'ensemble de ces équipements positionne le laboratoire comme un site idéal pour mener des études détaillées et précises sur les interactions entre les composants chimiques des sols et divers agents, incluant les extraits de plantes étudiés dans le cadre de recherches phytothérapeutiques.



Figure 04 : matériels utilisé dans le laboratoire.

2. Matériels de Laboratoire

Pour mener à bien l'étude, plusieurs matériels de laboratoire spécifiques ont été utilisés, chacun choisi pour sa fonction particulière dans l'analyse des effets des extraits de plantes sur les propriétés de croissance des plantules. L'eau distillée, exempte de toute impureté et minéral, a servi de solvant dans la préparation des solutions d'extractions et pour le rinçage des échantillons afin d'éviter toute contamination externe. Un extrait naturel de Saule (*Salix alba* L.) a été employé, connu pour ses propriétés anti-inflammatoires et de croissance stimulante, ce qui en fait un candidat idéal pour tester ses effets sur la viabilité et la croissance des plantules. De plus, l'eau de pluie a été collectée et utilisée dans certaines expérimentations pour simuler des conditions de croissance plus naturelles, en intégrant les variations de qualité de l'eau qui pourraient affecter la croissance des plantes.

3. Matériel Végétal

Le matériel végétal sélectionné pour cette étude se compose de différents types de glands et de plantules issues de leur germination, permettant ainsi d'évaluer l'efficacité des traitements à base d'extraits sur diverses espèces d'arbres. Les glands de chêne liège (*Quercus suber* L.) ont été choisis en raison de leur importance écologique et économique, particulièrement dans les régions méditerranéennes. Les glands de chêne kermès (*Quercus coccifera* L.) ont été inclus pour leur capacité à résister à des conditions arides et leur utilisation potentielle dans la reforestation de zones dégradées. Les glands de châtaigne (*Castanea sativa*) ont également été sélectionnés pour examiner les effets des traitements sur une espèce à la fois forestière et alimentaire. Les plantules issues de la germination de ces glands fournissent un système modèle pour observer les impacts directs des traitements sur la croissance initiale et le développement des jeunes plants, permettant ainsi une analyse comparative entre les espèces et les conditions de traitement.



Figure 05 : Les glands de chêne-liège après germination.

4. Méthode d'Étude

Pour cette étude, une sélection rigoureuse de glands physiologiquement matures a été réalisée, en s'assurant qu'ils présentaient une couleur brune uniforme et étaient exempts de tout signe de maladie ou de détérioration. Cette collecte a été effectuée fin janvier à la pépinière de Guerbaz-Skikda, un site reconnu pour la qualité de ses spécimens végétaux. Une fois collectés, les glands ont été préparés pour la germination en les semant dans des boîtes en plastique. Le substrat utilisé pour la germination était composé de coton ou de papier mouchoir, deux matériaux qui retiennent efficacement l'humidité, ce qui est crucial pour le processus de germination. Ces substrats ont été soigneusement imbibés d'eau de source, choisie pour sa pureté et son absence de contaminants pouvant affecter négativement la croissance des plantules.

Les boîtes contenant les glands ont été initialement placées dans un environnement totalement obscurci pour encourager la germination. Ce milieu sombre stimule la croissance des racines et des tiges en absence de lumière, un processus connu pour favoriser une germination rapide et saine. Une fois les premiers signes de germination observés, notamment l'apparition des racines et des petites tiges, les plantules ont été délicatement transférées à la lumière. Cette transition vise à encourager le développement de la photosynthèse, une étape cruciale pour le développement ultérieur des plantules. Cette méthode contrôlée permet d'assurer que les jeunes plants se développent dans des conditions optimales pour des études ultérieures sur leur croissance et leur réaction aux différents traitements phytosanitaires.

5. Dispositif Expérimental

Pour évaluer l'efficacité des différents traitements sur la croissance des plantules, le dispositif expérimental a été structuré en trois essais distincts, chacun réalisé en triplicata pour garantir la fiabilité des données :

- Témoin: Plantules immergées dans de l'eau distillée, servant de référence pour comparer les effets des autres traitements.
- Essai deux: Plantules immergées dans distillé , pour évaluer les effets de l'eau contenant des éléments naturels
- Essai trois: Plantules immergées dans de l'eau de pluie, pour évaluer les effets de l'eau contenant des éléments naturels.
- Essai quatre : Plantules immergées dans un extrait de saule, pour examiner les impacts des composés bioactifs extraits des feuilles de saule.

Chaque essai était composé de neuf pots par type de plante, avec chaque groupe de trois pots représentant un des traitements mentionnés. Cette organisation permettait une analyse comparative claire entre les différents traitements appliqués(Figure).

6. Méthodes de Préparation des Extraits

L'extrait de saule utilisé dans l'essai trois a été préparé par macération. Les feuilles de saule ont été immergées dans de l'eau distillée pendant 24 heures, une durée choisie pour optimiser l'extraction des composés bioactifs, tels que les huiles essentielles. Cette méthode vise à capter efficacement les propriétés bénéfiques du saule, réputé pour ses effets thérapeutiques.



Figure 06 : Dispositif expérimental.

7. Paramètres Physico-Chimiques :

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les différents types d'eau utilisés (distillée, de pluie et extrait de saule) comprenaient des mesures de pH, de conductivité électrique, de salinité, et de TDS (Total Dissolved Solids). Ces paramètres sont cruciaux pour évaluer la qualité de l'eau et son adéquation avec la croissance des plantules dans les conditions expérimentales.

8. Analyse des Données :

Pour l'analyse des données collectées, un traitement statistique a été effectué à l'aide de Microsoft Excel. Ce logiciel a permis de calculer les moyennes et variances pour chaque traitement, ainsi que de réaliser des comparaisons statistiques. Les différences et corrélations significatives entre les traitements ont été identifiées grâce à des tests appropriés, fournissant une base solide pour l'interprétation des résultats et la validation des effets des différents traitements sur la croissance des plantules.

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. La longueur de la plante

1.1.1 Analyse de la moyenne de la longueur de la plante

L'histogramme présenté montre les longueurs moyennes de plantes pour quatre groupes expérimentaux distincts, étiquetés lp s1 à lp s4, chacun représenté par une barre de couleur différente (bleu, rouge, vert et violet). Les hauteurs des barres indiquent les longueurs moyennes en centimètres : environ 20,5 cm pour lp s1, 22,5 cm pour lp s2, 23 cm pour lp s3, et 24, cm pour lp s4. Le titre « la longueur de la plante » au-dessus du graphique souligne le focus de l'histogramme sur la comparaison visuelle des tailles moyennes des plantes dans chaque groupe.

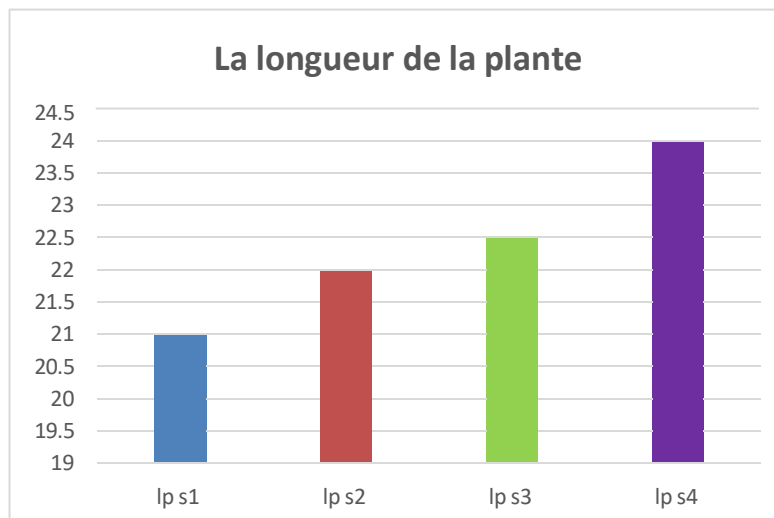


Figure 07 : la longueur de la plante pendant quatre semaines.

1.1.2 Analyse de la variance de La longueur de la plante

Tableau 02 : Analyse de la longueur (ANOVA) de la plante .

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	112,0858333	3	37,36194444	2,825965	0,042948	2,703594
Within Groups	1216,3275	92	13,22095109			
Total	1328,413333	95				

Les résultats de l'ANOVA indiquent qu'il existe une différence statistiquement significative entre les groupes, puisque la p-value (0,04249791) est inférieure au niveau alpha (généralement 0,05). Cela suggère qu'au moins une des moyennes de groupe est significativement différente des autres. La valeur F (2,82596496) est supérieure à la valeur critique F (2,70359404).

1.2 la longueur de la racine

1.2.1 Analyse de la moyenne de la longueur de la racine

Analyse de la moyenne de la longueur de la racine le graphique à barres montre la longueur moyenne des racines pour quatre groupes différents (s1, s2, s3, s4). Voici un résumé des observations visuelles : longueur des racines s1 : environ 2,5 cm. Longueur des racines s2 : environ 3 cm. Longueur des racines s3 : environ 3,5 cm. Longueur des racines s4 : environ 4 cm. On peut observer que la longueur des racines augmente progressivement de s1 à s4, suggérant une variation significative de la longueur des racines entre les groupes.

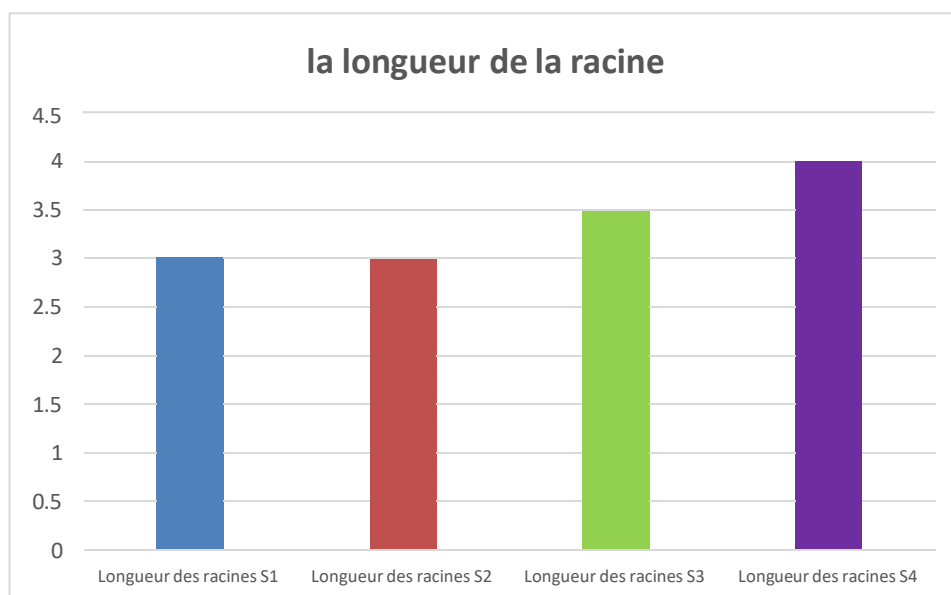


Figure 08 : la longueur de la racine pendant quatre semaines.

1.2.2 Analyse de la variance de la longueur de la racine

Les résultats des différentes ANOVA indiquent la présence de différence statistiquement significatives entre les groupes étudiés. Voici un résumé de chaque tableau ANOVA avec une interprétation des résultats :

Tableau 03 : Analyse de la variance (ANOVA) de la racine.

ANOVA

<i>Source Variation of</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	52,23698	3	17,41233	3,406936	0,020874	2,703594
Within Groups	470,1979	92	5,110847			
Total	522,4349	95				

La p-value (0,020874) est inférieure au niveau de signification (0,05), nous rejetons l'hypothèse nulle. Cela indique qu'il existe une différence statistiquement significative dans la longueur des racines entre les groupes étudiés. La rapport f (3,406936) est supérieur à la valeur critique de f (2,703594), ce qui soutient encore cette conclusion.

1.3. Le nombre des racines :

1.3.1 Analyse de la moyenne des nombres des racines

L'histogramme présenté montre le nombre de racines pour quatre groupes expérimentaux, identifiés comme NR s1, NR s2, NR s3, et NR s4, chacun représenté par une barre de couleur différente (bleu, rouge, vert, violet). Les hauteurs des barres indiquent les nombres moyens de racines : environ 27 pour NR s1, 31 pour NR s2, 29 pour NR s3, et 25 pour NR s4. Le titre "Le nombre des racines" clarifie que le graphique compare le nombre de racines dans chaque groupe.

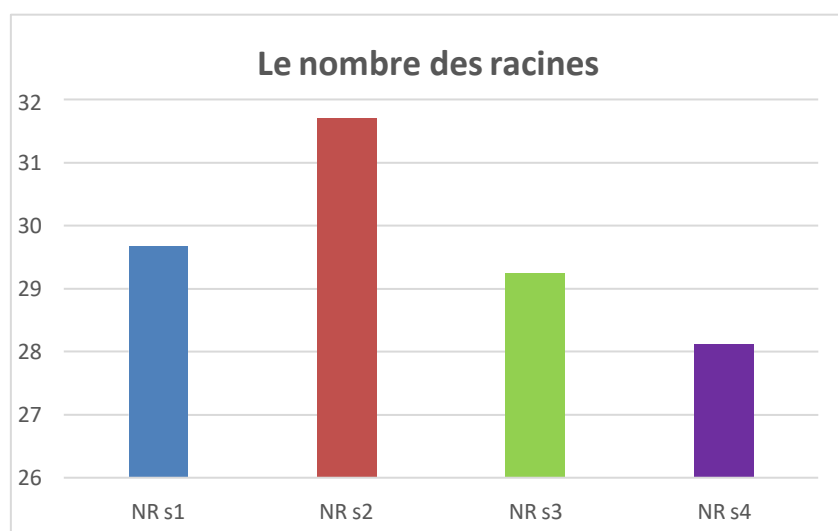


Figure 09 : Le nombre des racines pendant quatre semaines.

1.3.2 Analyse de la variance des nombres des racines

Tableau 04 : Analyse de la variance (ANOVA) des nombres des racines .

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	161,2083	3	53,73611	0,080902	0,970244	2,703594
Within Groups	61107,42	92	664,2111			
Total	61268,63	95				

La valeur p est largement supérieure à 0,5, ce qui indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative dans le nombre de racines entre les groupes testés.

1.4. La longueur de la plante au- dessus des racines :

1.4.1 Analyse de la moyenne de Longueur de la plante au-dessus des racines

L'histogramme présenté illustre la longueur de la partie aérienne des plantes pour quatre groupes expérimentaux désignés LDR S1, LDR S2, LDR S3 et LDR S4, chaque groupe étant représenté par une barre de couleur différente (bleu, rouge, vert et violet). Les hauteurs des barres indiquent respectivement des longueurs d'environ 6 cm, 7 cm, 5 cm et 8 cm. Le titre du graphique, "La longueur de la plante au-dessus des racines", spécifie que les mesures concernent uniquement les parties de la plante au-dessus du niveau du sol.

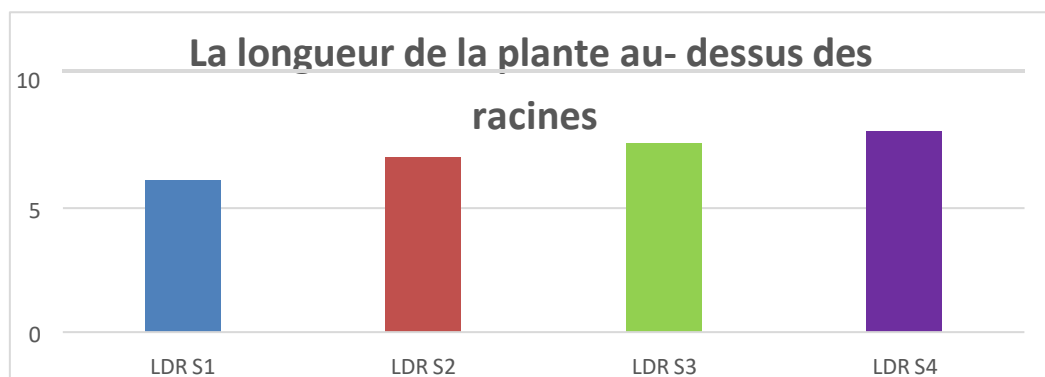


Figure 10 : la longueur de la plante au-dessus des racines.

1.4.2 Analyse de la variance de Longueur de la plante au-dessus des racines

Tableau 05 : Analyse de la variance (ANOVA) de la longueur de la plante au-dessus des racines.
ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	52,23698	3	17,41233	3,406936	0,020874	2,703594
Within Groups	470,1979	92	5,110847			
Total	522,4349	95				

La valeur p est inférieure à 0,5, ce qui suggère une différence statistiquement significative de la longueur de la plante au-dessus des racines entre les groupes.

1.5. La longueur de la plante sous les racines :

1.5.1 Analyse des moyennes de la longueur de la plante sous les racines

Voici un résumé des observations visuelles : LPR s1 : environ 1,5 cm. LPR s2 : environ 2,5 cm. LPR s3 : environ 2 cm. LPR s4 : environ 2,5 cm. On observe que les groupes s2 et s4 ont des longueurs moyennes similaires, autour de 2,5 cm, tandis que le groupe s1 a la plus petite longueur moyenne, environ 1,5 cm.

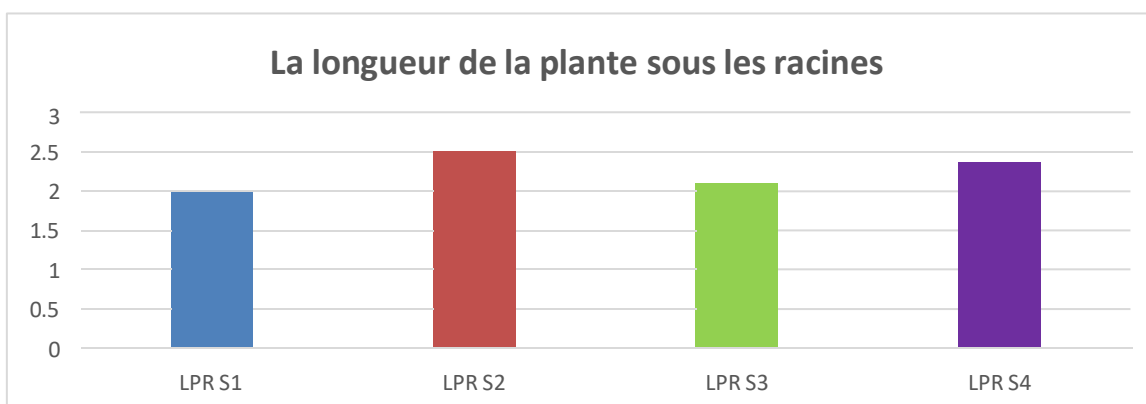


Figure 11 : la longueur de la plante sous les racines.

1.5.2 Analyse de la variance de la longueur de la plante sous les racines

Tableau 06 : Analyse de la variance (ANOVA) de la longueur de la plante sous les racines.
ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	29,92448	3	9,974826	0,82548	0,483133	2,703594
Within Groups	1111,698	92	12,08367			
Total	1141,622	95				

La valeur p est supérieure à 0,5, ce qui indique qu'il n'y a pas de différence significative longueur de la plante sous les racines entre les groupes testés.

Pour le nombre de racines et la longueur sous les racines, les résultats de l'ANOVA n'indiquent pas de différence significative entre les groupes, les valeurs p étant largement supérieures au seuil de 0,05.

Pour la longueur au-dessus des racines, il y a une différence significative entre les groupes, comme l'indique la valeur p inférieure à 0,05. Cela suggère que, quels que soient les traitements ou les conditions que ces groupes représentent, ils ont un effet sur cette mesure particulière de la croissance des plantes.

Ces résultats peuvent être utilisés pour orienter d'autres recherches ou interventions axées spécifiquement sur les facteurs influençant la longueur de la plante au-dessus des racines, où des différences significatives ont été observées.

1.6. Le poids

1.6.1 Analyse de la moyenne du poids

Le graphique montre quatre groupes de poids (Poids S1 à S4) avec des hauteurs de barres différentes, indiquant des valeurs moyennes différentes pour chaque groupe.

Poids S2 présente la valeur moyenne la plus élevée, suivi de Poids S3, S4, et S1 ayant la valeur la plus basse. Cela suggère des variations dans les mesures ou conditions expérimentales associées à chaque groupe.

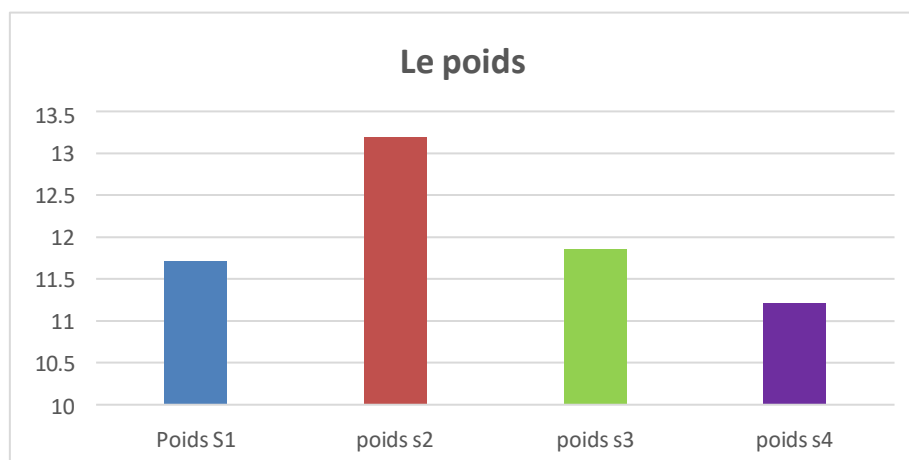


Figure 12 : La moyenne du poids pendant quatre semaines.

1.6.2 Analyse de la variance du poids :

Pour discuter les résultats affichés dans votre document Word, nous pouvons observer quelques points basés sur le graphique des poids et la mention d'une analyse de variance (ANOVA) :

Tableau 07 : analyse de la variance (ANOVA) du poids.
ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	51,10313	3	17,03438	0,631362	0,59662	2,703594
Within Groups	2482,195	92	26,98038			
Total	2533,298	95				

La valeur F observée (0,631362) est bien inférieure à la valeur critique (2,703594) et que la p-value (0,59662) est bien supérieure à 0,05 nous concluons qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les groupes en termes de poids. Autrement dit, les groupes peuvent être attribuées au hasard et non à une différence réelle entre les groupes.

1.7. la conductivité :

1.7.1 Analyse de la moyenne de la conductivité

L'histogramme présenté montre l'analyse de la moyenne de la conductivité (non spécifiée dans quel contexte, mais probablement conductivité électrique ou thermique) pour quatre groupes expérimentaux, étiquetés de conductivité S1 à conductivité S4. Les barres de l'histogramme, colorées en bleu, rouge, vert et violet, illustrent les valeurs moyennes de conductivité pour chaque groupe, où le groupe S3 (vert) montre la valeur la plus élevée, suggérant une conductivité supérieure par rapport aux autres groupes.

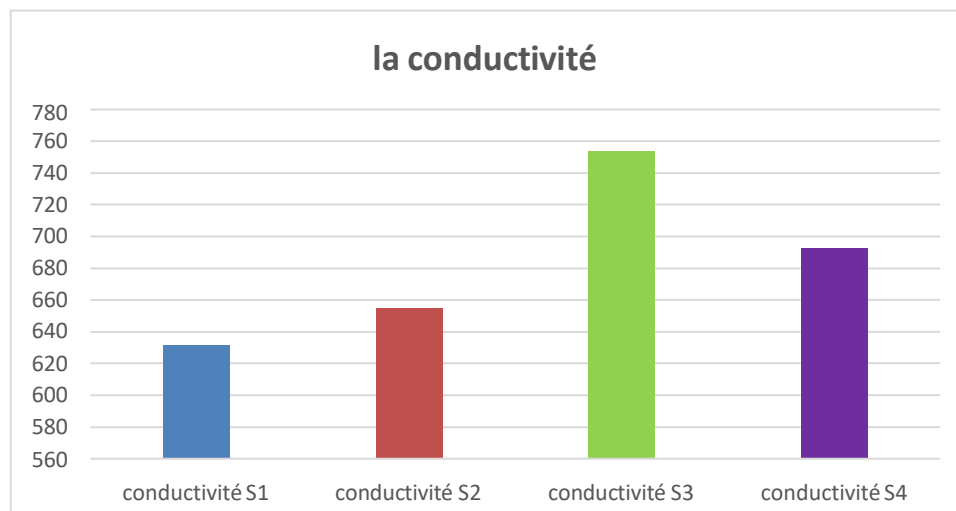


Figure 14 : La moyenne de la conductivité pendant quatre semaines.

1.7.2 Analyse de la variance de la conductivité

Tableau 08 :Analyse de la variance (ANOVA) de la conductivité.

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	204754,6	3	68251,53	0,265762	0,849911	2,703594
Within Groups	23626911	92	256814,2			
Total	23831665	95				

La valeur F observée (0,265762) est bien inférieure à la valeur critique (2,703594) et que la p-value (0,849911) est bien supérieure à 0,05 nous concluons qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les groupes en termes de conductivité. Autrement dit, les variations de conductivité entre les groupes peuvent être attribuées au hasard et non à une différence réelle entre les groupes.

1.8. La salinité :

1.8.1 Analyse de la moyenne de la salinité

L'histogramme affiché compare les valeurs de salinité pour quatre groupes expérimentaux, étiquetés salinité S1, S2, S3, et S4. Chaque barre de l'histogramme, colorée en bleu, rouge, vert et

violet, représente les valeurs de salinité mesurées pour chaque groupe. Les barres montrent une augmentation progressive des valeurs de salinité de S1 à S4, indiquant potentiellement des conditions expérimentales de plus en plus salines.

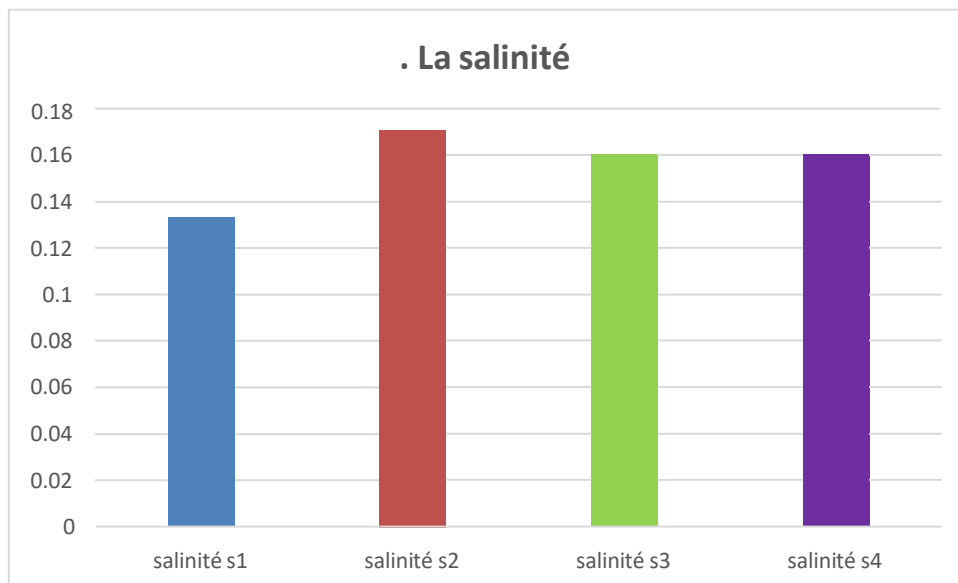


Figure 15 : La moyenne de la salinité pendant quatre semaines.

1.8.2 Analyse de la variance de la salinité

Tableau 09 : Analyse de la variance (ANOVA) de la salinité.

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,019479	3	0,006493	0,18127	0,908868	2,703594
Within Groups	3,295417	92	0,03582			
Total	3,314896	95				

La valeur f observée (0,78727) est bien inférieure à la valeur critique (2,703594) et que la p-value (0,908868) est bien supérieure à 0,05 nous concluons qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les groupes en termes de salinité. Autrement dit, les variations de salinité entre les groupes peuvent être attribuées au hasard et non à une différence réelle entre les groupes.

1.9. la Tds :

1.9.1 Analyse de la moyenne de tds

L'histogramme montre les valeurs de "TDS" (Total Dissolved Solids, soit total des solides dissous) pour quatre groupes expérimentaux, désignés par TDS S1, TDS S2, TDS S3, et TDS S4. Chaque barre de couleur différente (bleu, rouge, vert, violet) représente la mesure du TDS pour chaque groupe, indiquant des différences dans la concentration des solides dissous. Visiblement, TDS S3 (vert) a la valeur la plus élevée, et TDS S1 (bleu) la plus basse.

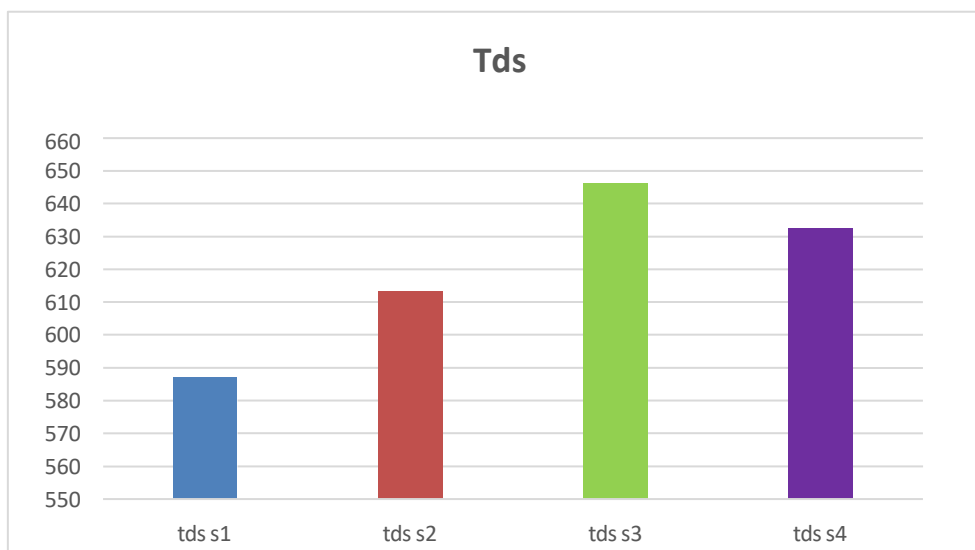


Figure 16 : la moyenne de la tds pendant quatre semaines.

1.9.2 Analyse de la variance de la tds

Tableau 10 : Analyse de la variance (ANOVA) de la tds .

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	47445,53	3	15815,18	0,072588	0,974518	2,703594
Within Groups	20044504	92	217875			
Total	20091949	95				

La valeur f observée (0,072588) est bien inférieure à la valeur critique (2,703594) et que la p -value (0,974518) est bien supérieure à 0,05 nous concluons qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les groupes en termes de TDS. Autrement dit, les variations de TDS entre les groupes peuvent être attribuées au hasard et non à une différence réelle entre les groupes.

1.10. Ph :

1.10.1 Analyse de la moyenne de ph

Le graphique à barres montre les valeurs moyennes de ph pour chaque groupe. Voici un résumé des observations visuelles : ph s1 : environ 7. Ph s2 : environ 6,5, ph s3 : environ 7. Ph s4 : environ 7,8.

On observe que le groupe s4 a la valeur moyenne de ph la plus élevée, autour de 7,8 tandis que le groupe s2 a la valeur moyenne de ph la plus basse, environ 6,5.

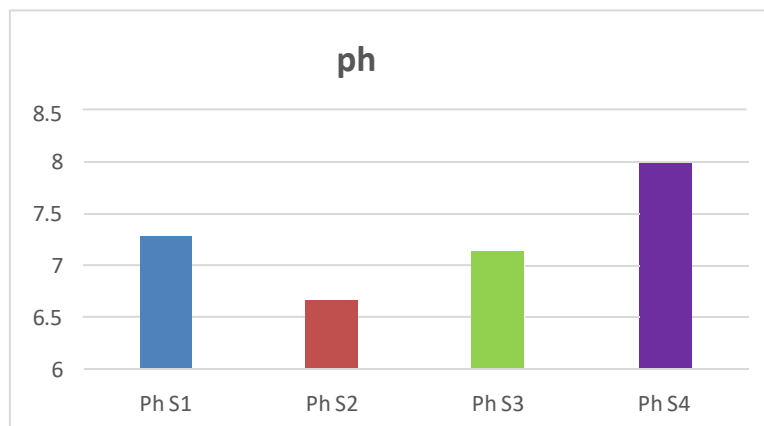


Figure 17 : La moyenne de ph pendant quatre semaines.

1.1.1 Analyse de la variance de ph

Tableau 11 : Analyse de la variance (ANOVA) de ph .

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	20,04916	3	6,683053	11,63159	1,57E-06	2,703594
Within Groups	52,85958	92	0,574561			
Total	72,90873	95				

Étant donné que la valeur p (0,483133) est supérieure au niveau de signification (typiquement 0,05), nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle. Cela signifie qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les moyennes des groupes.

2. Discussion des résultats

2.1 Longueur des Plantes

La longueur des plantes est un indicateur essentiel de la vigueur et de la santé végétale, souvent utilisée pour évaluer l'efficacité des traitements agronomiques, des conditions de sol et des régimes d'irrigation (Post et al., 2004). Dans cette étude, la différence significative observée entre les groupes, avec une p-value de 0.004249791, suggère une interaction notable entre les traitements appliqués et la croissance en hauteur des plantes. Cela pourrait inclure des variables telles que la disponibilité en nutriments, l'intensité lumineuse, et la composition du sol, qui sont connues pour influencer la synthèse de la chlorophylle et, par extension, la photosynthèse (Klein et al., 2005).

Des études antérieures ont montré que les plantes exposées à des niveaux optimaux de lumière et de nutriments tendent à présenter une croissance accrue par rapport à celles dans des conditions suboptimales (Benson et al., 2001). Le rôle de l'auxine, une hormone végétale cruciale pour la régulation de la croissance, pourrait également être pertinent ici. L'auxine stimule l'élongation des cellules dans les tiges, et des variations dans sa production ou ses distributions causées par des facteurs environnementaux pourraient expliquer les différences de croissance observées.



Figure 18 : Longueur des plantules.

2.2 Longueur des Racines

La longueur des racines peut servir de baromètre pour la santé des plantes sous terre. Les racines ne sont pas seulement essentielles pour l'ancrage, mais aussi pour l'absorption des nutriments et de l'eau (Klein et al., 2005). Les résultats indiquant une différence significative dans la longueur des racines (p -value = 0.0020874) pourraient refléter des variations dans la qualité du sol, telles que la densité, la porosité, ou la teneur en minéraux, qui affectent la croissance racinaire.



Figure 19: Longueur des racines après quatre semaines.

Les racines sont également affectées par la rhizosphère, l'environnement immédiat qui entoure les racines dans le sol. Des facteurs comme la compétition entre les racines pour les ressources limitées et les interactions avec les microorganismes du sol peuvent

considérablement influencer leur croissance. Les plantes dans des conditions de stress hydrique ou de salinité élevée, par exemple, peuvent développer des racines plus longues pour maximiser l'absorption d'eau des couches plus profondes du sol (Smith et al., 2003).

2.3 Nombre des Racines

Contrairement aux résultats obtenus pour la longueur des plantes et des racines, le nombre de racines ne montre pas de différences significatives entre les groupes (p -value = 0.970244), ce qui suggère que les traitements appliqués n'ont pas affecté ce trait de manière substantielle. Cette absence de différence peut indiquer que le nombre de racines est un trait plus stable, potentiellement régulé génétiquement et moins susceptible aux variations environnementales que la longueur des racines ou de la plante.

Il est également possible que les conditions expérimentales n'aient pas suffisamment varié pour influencer ce trait spécifique ou que les plantes aient atteint un seuil au-delà duquel les différences de traitement ne sont plus efficaces pour modifier le nombre de racines. Des études antérieures ont démontré que certaines espèces présentent une plasticité racinaire limitée, avec peu de variation dans le nombre de racines en réponse aux changements environnementaux (Smith et al., 2003).

Conclusion général

Conclusion

L'étude présentée a exploré l'impact de diverses solutions nutritives sur le développement morphologique de plants forestiers cultivés hydroponiquement, démontrant une amélioration notable de la hauteur des tiges et de la longueur des racines lorsque ces plants sont nourris avec des solutions enrichies, notamment celles basées sur des extraits naturels comme le saule. Cette recherche souligne l'importance cruciale de sélectionner des nutriments adaptés aux besoins spécifiques des différentes espèces végétales afin d'optimiser leur croissance en conditions contrôlées. En vue de futures recherches, il serait judicieux d'étendre l'éventail des solutions nutritives testées ainsi que le spectre des espèces végétales étudiées pour généraliser et enrichir les résultats obtenus. Par ailleurs, il serait également pertinent de mener des études longitudinales pour évaluer l'efficacité de ces nutriments face aux défis environnementaux tels que les maladies et les changements climatiques. L'application de ces solutions nutritives dans des conditions de plein champ pourrait également être envisagée pour tester leur efficacité dans un cadre agricole ou forestier réel, offrant ainsi une contribution significative vers des pratiques de sylviculture durable et respectueuse de l'environnement.

Bibliographiques

BEKDOUCHE, F. (2010). Evolution après feu de l'écosystème Suberaie de Kabylie (NorAlgerien).Thèse, Doct. Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 139p

BELABBES , D. (1996). le chêne liège . La forêt algérienne n°1, février , mars ,pp 26-30 .

BENSON, B.J., et al. (2001). "Effects of Environmental Conditions on Plant Growth: Review and Analysis." *Environmental Control in Biology*, 39(2), 129-138.

BENYAMINA, R. BENELHADJ, I. (2020) : effet de la pouzzolane et les fibres de palmier (phoenixdacytlifera) du dattier sur le substrat horticole de la tomate (lycopersicumexulentum) cultivée hors sol. Thèse de master, science du sol. faculté sciences de la nature et de la vie : filière : sciences agronomiques. Université ibn kaldoun -tiaret.64p.

BOUDRU, M. (1989). Forêt et sylviculture : traitement des forêts. Éd. Les Presses Agronomiquesde Gembloux. 356 p.

BOUKLACHI, A. (2015) : importance du potentiel thydrogène d'un environnement salin sur la nutrition minéral de deux glycopytes cultivées. Thèse de magister, amélioration des productions végétales. Biotechnologies : faculté des sciences de la nature et de la vie.1-160p

BOULCHEFAR, B. (2018). la culture hydroponique de l'orge. Thèse de master, sciences de la nature et de la vie : filière science biologique. Université des frères Montouri constantine.1-41p

BRIGGS, D.J. (1995). Pruning in relation to forest inventory, wood quality, and Products. In Hanley, D.P., C.D. Oliver, D.A. Maguire, D.G. Briggs and R.D. Fight (éd.), *Forest Pruning and Wood Quality of western North American conifers*. Contribution No. 77, Institute of Forest Resources, University of Washington, pp. 21-35.

LAROCHE,C.,TREMBLAY,S.(2015). la sylviculture : une science au service de l'aménagement forestier (April 2015)

CERANTES , J. (2012) : culture en intérieur. Mama Édition, 1rwe Pétion 75011(France). p199-203 CIHEAM (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes), France.18, 19, 129 p.

EL HOUSSINE ,Z .(2006). : complément de cours de physiologie végétal.11P

FAO., (2006). L'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (FOSA) : Algérie.2lp.

FAO., (2000). « Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. FAO,Rome », 50p.

FERKA-ZA-ZOU N., DAHANNE B., FARAOUN F. (2012). L'apport des SIG dans l'aménagement des espaces. Cas de la commune de TESSALA, wilaya de Sidi bel Abbes, Algérie. 10p.

GÉRARD , H. (1985). Sylvosystème et sylvofaciès. Essai d'étude globale du milieu forestier. Coll.Phytosociol.,XIV, p. 231-236 (Phytosociologie et Foresterie).

GÉRARD , H.(1984).Vers une typologie et une carto-graphie des sylvo-faciès. Mélanges offerts à André Jour-naux, Caen, p. 33-48.

GREENFIELD, M. (2023). sylviculture : un guide complet, la gestion des forêts.

GUAROUAH M., KRIM H. (2020) : Essai de production de plants de chêne liège (*Quercus suber*) par hydroponie. Thèse de master, système de production agro-écologie : filière science d'agronomie. Université 20 Aout 1955.1-37p.

GUYON J-P, (2005). Forestiers, structures et fonctionnement des réseaux d'acteurs forestiers. Ed. Lavoisier, Paris, 45p.

HACHECHNA, S. (1995). Contribution à l'étude des techniques de renouvellement de *Quercus suber* dans la forêt domaniale de Bainem. Th. Ing. INA. Elharrach. Alger.70p.

HADJADJ, k . (2023) précise de sylviculture générale, consulté le 03 juin 2024

ITELV, (2013). : Les cultures hydroponiques pour une production permanente en fourrage Vert « Résultats préliminaires sur l'Orge »

ITGC,(2006). : Institut techniques de grande culture. « ITGC » Guide des Principales variétés de céréales à paille en Algérie, 2006.p121, 123,129

KAHIA A., BOUDARI I (2019). : comparaison entre la culture hydroponique et la culture naturelle de l'orge (*hordeunvulgure l*). Thèse de master, amélioration des plantes, faculté des sciences de la nature et de la vie : filière science agronomique. Université Mohamed el Bachir el Ibrahim - B.B.A.

KLEIN, R.M., et al. (2005). "Root Length and Health in Response to Environmental Stress."International Journal of Plant Sciences, 166(3), 321-330.

MADR., (2006). La lutte contre la désertification et l'impératif international de politique de Soutien. Communications de la conférence internationale commune. Alger, 97p.

MARION, J. (1955). Observation sur la sylviculture du chêne liège dans le massif forestier AZaian Zemmour ou plateau d'Oulmes (Maroc). Ann. Rech. For., Rabat, Rapports annuels 1953-19543.

MAXWELLK., (1986). soil (hydroponie) culture: the past present and future, an Australian viewpoint, soilless culture, vol2, nl.29-34

MBONGO, A. (2014). Contribution à l'élaboration d'un référentiel de contrôle de L'aménagement forestier au sein du projet CAF au Gabon. Mémoire de Master 2. Gestion Environnementale des Ecosystèmes et Forêts Tropicales. Université AgroParisTech Montpellier. 92p.

MEDDOUR-SAHAR O., MEDDOUR R. et AREZKI D., (2008). Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007) revenue. Les notes d'analyse du CIHEAM, N°39, 6p.

MESSAOUDENE, M. (1984). Résultats des essais de semi directs du chêne-liège à Melata. Rapport interne. Institut National de Recherche Forestière (INRF-Algérie) : 10

MHIRI O. et BENCHEKROUN F., (2006). Les écosystèmes forestiers et préforestiers : situation, enjeux et perspectives pour 2025. Pp :408-410.

MICHAL J., (2017). : les cultures hors sol histoire récente et développement, journée d'information du 12 décembre 2017.

MIHI, A. (2012). La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne), Diagnostic et perspective de protection. Thèse Magistère. Département de bio logie et éco lo gie vé gé tale. Université Ferhat ABBAS Sétif. 122p.

MIHI, A. (2012). La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne), Diagnostic et perspective de protection. Thèse Magistère. Département de biologie et écologie végétale. Université Ferhat ABBAS Sétif. 122p.

MOYSES, F. (2009). Du fourré au haut perchis : un foi- sonnement d'énergie. La Forêt Privée 307 : 35-40 (6 p., 5 fig., 4 réf.).

OUELMOUHOUB, S., (2005). « Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier Cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie).», Thèse de Master en science,

POST, E., et AL. (2004). "Statistical Analysis of Plant Growth Patterns." Journal of Experimental Botany, 55(401), 1273-1282.

QUÉZEL P., BARBERO M., (1992).Le Pin d'Alep et les espèces voisines ; répartition et caractèresécologiques, sa dynamique récente à France méditerranéenne. T.XI, n°3, 158p.

QUÉZEL P., MÉDAIL F, (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed.Elsevier,Paris, 372p. Reconstitution des forêts du monde. Revue forestière française 5 : 419- 424.

SCHLAEPFER, R. (1987). L'aménagement des forêts instrument de la sauvegarde et de la

SCHUTZ J.-P, (1990). sylviculture 1 , principes d'éducation des forêts . France 243 p

SMITH, P., et AL. (2003). "Variability in Root Production in Response to Environmental Stress." American Journal of Botany, 90(4), 529-533.

TEXIER, W. (2014). : L'HYDROPONIE pour tous (Tout sur l'HORTICULTURE à la maison),307-311. Editions, 7 rue Pétiou, 75011 Paris (France) p 52.

URBAN L., URBAN, I. (2010). La production sous serre tome 2 l'irrigation fertilisante en culture hors sol. Paris. 233p.

VIDOT, A., PAILLET, Y., ARCHAU, F. et GOSSELIN, F. (2011). Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. Biological Conservation, 144 : 441-450.p

YVES., (2008) , In : OUARET, W. (2013). Etude de substrats pour la production de la tomate en hors sol. Thèse ING. Nat. Agro., EL-HARACH. 135p.

ZERKOUT M., (2015). : essai de valorisation de eaux usées traitées en cultures hydroponiques.Thèse de master, production végétal et système expert en agro pédologie. Sciences : filières sciences agronomiques. Université 20 Aout 1955-skikda.1-38p.