

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 :

**Étude et Valorisation des Propriétés de *Dittrichia Viscosa* L.
Greuter, 1973 : Simulation Végétale et Modulation des Effets
Antioxydants et Antibactériens**

Présenté par :

**, Bouchaala Rami, Bouznad Abdelilah Yasser , Boulhaouchat Seif
Eddine**

Membres de Jury :

| | | | |
|--|-----------|---------------------|-------------------------------------|
| M : Hafsi Zakaria | (MCB) | Président | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| M^{me} : Sayed Ibtissem | (MCB) | Examinatrice | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| Mr : Aouzal Badis | Doctorant | Promoteur | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| M^{me} : Oudjane Faiza | (MCA) | Promoteur | Université du 20 Août 1955 – Skikda |

Année universitaire : 2023-2024

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à la contribution et au soutien de nombreuses personnes et institutions, à qui nous tenons à exprimer notre profonde gratitude.

En premier lieu, nous adressons nos sincères remerciements à notre directeur de recherche, Dr. Aouzal B, pour ses conseils avisés, sa disponibilité et son soutien tout au long de ce travail. Sa rigueur scientifique et ses encouragements constants ont été essentiels à la réalisation de cette recherche

Nous remercions également les membres du jury, Dr. Hafssi et Dr. Saiad, pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour leurs précieuses suggestions qui ont permis d'en améliorer la qualité.

Nous souhaitons exprimer notre reconnaissance à l'enseignant Oudjan f pour sa direction et nos remerciements en particulier ceux au département des sciences agronomiques, et biologiques pour la qualité de leur enseignement et leur soutien tout au long de notre parcours académique.

Nos remerciements vont également à nos collègues et amis, pour leurs encouragements, leurs discussions enrichissantes et leur soutien moral inestimable. Leur présence a été une source de motivation constante.

Enfin, nous remercions toutes les personnes et les institutions qui ont participé à cette étude, notamment le hall de technologie, pour leur temps et leur contribution précieuse.

Français :

La présente étude a exploré le potentiel phytochimique et les applications thérapeutiques de *Dittrichia viscosa* L., une espèce végétale de la flore algérienne, utilisant des méthodes d'extraction par solvants méthanolique et éthanolique. Les résultats ont montré que les deux types d'extraits possèdent des propriétés phénoliques, flavonoïdes, et tanniques significatives, avec une capacité antioxydante notable. L'efficacité antibactérienne des extraits varie selon la souche bactérienne, soulignant l'importance de la solubilité des composés actifs. De plus, les extraits influencent positivement la germination et la croissance des plantes, modifiant leur morphologie et favorisant la croissance dans différentes directions. En particulier, le méthanol s'est avéré plus efficace pour extraire la chlorophylle, ce qui pourrait être bénéfique pour diverses applications agronomiques et pharmaceutiques. Cette recherche met en lumière le potentiel des extractions naturelles et encourage l'exploration continue de la biodiversité algérienne comme source de nouveaux agents thérapeutiques.

Mots clés: *Dittrichia viscosa*, extraction phytochimique, antioxydant, antibactérien, chlorophylle.

English:

This study explored the phytochemical potential and therapeutic applications of *Dittrichia viscosa* L., a plant species from the Algerian flora, using methanolic and ethanolic solvent extraction methods. The results indicated that both extracts possess significant phenolic, flavonoid, and tannin properties, with notable antioxidant capacity. The antibacterial efficacy of the extracts varies depending on the bacterial strain, highlighting the importance of the solubility of active compounds. Furthermore, the extracts positively influence plant germination and growth, altering their morphology and promoting growth in different directions. In particular, methanol proved more effective in extracting chlorophyll, which could be beneficial for various agronomic and pharmaceutical applications. This research highlights the potential of natural extractions and encourages the continued exploration of Algerian biodiversity as a source of new therapeutic agents.

Mots clés: *Dittrichia viscosa*, extraction phytochimique, antioxydant, antibactérien, chlorophylle.

Arabic :

، وهو نوع من *Dittrichia viscosa* L. استكشفت هذه الدراسة المركبات النيتوكيماوية والتطبيقات العلاجية لزيت الزبائلت في الفلورا الجراثيمية، باستخدام طرق استخلاص بالمذيبات الميثانولية والإيثانولية. أظهرت النتائج أن كمال النوعين من الستخلاصات يمتلك خصائص فعالة من النينولات والفلانويدات والتانينات، مع قدرة مضادة للأكسدة ملحوظة. تختلف فعالية المستخلصات المضادة للبكتيريا حسب سلاله البكتيريا، مما يبرز أهمية دراسة المركبات النعالة. عالوة على ذلك، يؤثر المستخلصات بشكل إيجابي على إزبات الزبائلت ونموها، مغبرةً نشكلها ومعززة النمو في اتجاهات مختلفة. وبشكل خاص، أثبت الميثانول فعالية أكبر في استخلاص الكلوروفيل، الأمر الذي قد يكون مفيداً لتطبيقات زراعة وصيدالزيت منزوعة. تسلط هذه البحوث الضوء على إمكانات الستخلاصات الطبيعية وتشجع على استمرار استكشاف النوع البيولوجي الجراثيمي كمصدر لعوامل علاجية جديدة

Listes des tableaux:

| |
|---|
| • Tableau 01 : Activités biologiques de quelques composés phénoliques (BRUNETON, 1999). |
| • Tableau 02 : Noms et localisation du quelque composant d' <i>Dittrichia viscosa</i> . |
| • Tableau 03 : Rendement des extraits obtenu de la plante <i>Dittrichia viscosa</i> L |
| • Tableau 04 : Teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes et en tanins. |
| • Tableau 05 : Activité antioxydant DPPH des extraits <i>Dittrichia viscosa</i> L. |
| • Tableau 06 : Diamètres des zones d'inhibition de la croissance bactérienne induites par l'extrait éthanolique brut de <i>Dittrichia viscosa</i> L. |
| • Tableau 07 : Diamètres des zones d'inhibition de la croissance bactérienne induites par l'extrait méthanolique brut de <i>Dittrichia viscosa</i> L. |
| • Tableau 08 : Analyse de la variance des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 09 : Analyse de la variance des effets de l'extrait éthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 10 : Teste de comparaison de Dunnett's des effets de l'extrait méthanolique sur les tailles des racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 11 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 12 : Analyse de la variance des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines de fève pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 13 : Analyse de la variance des effets de l'extrait éthanolique en fonction de la tailles racines de fève pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 14 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 15 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait éthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. |
| • Tableau 16 : Test ANOVA de la taille des feuilles des fèves. |

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 17 : Test ANOVA du Nombre de feuilles des fèves. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 18 : Test ANOVA du Nombre de feuilles des fèves. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 19 : Test ANOVA du Nombre de graine de fèves obtenue. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 20 : Analyse de la variance des Taille des plants du Citronge corizo pendant 10 semaines de traitement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 21 : Analyse de la variance ANOVA des Nombre de branches Citronge corizo pendant 10 semaines de traitement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 22 : Analyse de la variance des tailles de feuille Citronge corizo pendant 10 semaines de traitement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 23 : Analyse de la variance des Nombre de feuille Citronge corizo pendant 10 semaines de traitement. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tableau 24 : Analyse de la variance du blé. |

Listes des figures :

| Titre | Page |
|--|-----------|
| Figure 01 : Classification générale des polyphénols (Gervaise., 2004). | 06 |
| Figure 02 : <i>Dittrichia viscosa L</i> (Originale). | 10 |
| Figure 03 : Géolocalisation du site de récolte de la plante <i>Dittrichia viscosa L</i> . | 14 |
| Figure 04 : Préparation de la plante <i>Dittrichia viscosa L</i> . | 15 |
| Figure 05 : Laboratoire du Hall de technologie à l'université de Skikda 20 aout 1955. | 16 |
| Figure 06 : préparation des extraits hydrométhanolique et hydroéthanolique. | 16 |
| Figure 07 : Imprégnation des papier wattman dans les différentes concentrations. | 21 |
| Figure 08 : Traitement des racines d'oignon et fève avec l'eau extrait méthanolique extrait éthanolique. | 22 |
| Figure 09 : les serres du département d'agronomie Skikda. | 23 |
| Figure 10 : mesure d'absorbance du chlorophylle a l'aide du spectrophotomètre. | 24 |
| Figure 11 : Graphique illustrant les taux de rendement, exprimés en pourcentage, pour deux types de rendements d'extraction à partir de <i>Dittrichia viscosa L</i> : le rendement méthanolique (R Méthanolique) et le rendement éthanolique (R Éthanolique). | 25 |
| Figure 12 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique. | 26 |
| Figure 13 : Courbe d'étalonnage de la quercétine. | 26 |
| Figure 14 : Courbe d'étalonnage de l'acide tannique. | 27 |
| Figure 15 : Teste antibiogramme des extraits éthanolique et méthanolique de <i>dittrichia viscosa L</i> contre des bactéries a gramme positive et négative. | 29 |
| Figure 16 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. | 33 |

| | |
|---|-----------|
| Figure 17 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4. | 35 |
| Figure 18 : Etat d'avancement des fèves après 10 semaines de traitement. | 36 |
| Figure 19 : Courbe d'avancement de la taille de feuilles des fèves durant 10 semaines. | 36 |
| Figure 20 : Moyenne des Taille des feuilles des fèves. | 37 |
| Figure 21 : Courbe d'avancement de nombre de feuilles des fèves durant 10 semaines de traitements. | 38 |
| Figure 22 : Moyenne des Nombre de feuilles des fèves. | 39 |
| Figure 23 : Courbe d'avancement de la taille des tiges des fèves durant 10 semaines de traitement. | 40 |
| Figure 24 : Moyenne des Taille des Tiges des fèves. | 40 |
| Figure 25 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Tukey) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction des fèves obtenue pendant la période de 10 semaine. | 42 |
| Figure 26 : Illustration des effets comparatifs du méthanol et de l'éthanol par rapport à un groupe témoin sur la germination et la croissance des plantes, révélés à travers trois mesures distinctes. | 43 |
| Figure 27 : illustration de nombre des graines obtenue dans les 3 extraits. | 43 |
| Figure 28 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Tukey) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction des graines de fève obtenue pendant la période de 10 semaine. | 44 |
| Figure 29 : Etat d'avancement du <i>Citronge corizo</i> après 10 semaines de traitement. | 45 |
| Figure 30 : Courbe d'avancement de la Taille des plants du <i>Citronge corizo</i> durant 10 semaines de traitement. | 46 |
| Figure 31 : Moyenne des Taille des plants du <i>Citronge corizo</i> pendant 10 semaines de traitement. | 46 |
| Figure 32 : Courbe d'avancement du nombre de branches <i>Citronge corizo</i> durant 10 semaines de traitement. | 48 |
| Figure 33 : Moyenne des Nombre de branches <i>Citronge corizo</i> | 49 |

| | |
|---|-----------|
| pendant 10 semaines de traitement. | |
| Figure 34 : Courbe d'avancement de la taille de feuille <i>Citronge corizo</i> durant 10 semaines de traitement. | 50 |
| Figure 35 : Moyenne des tailles de feuille <i>Citronge corizo</i> pendant 10 semaines de traitement. | 50 |
| Figure 36 : Courbe d'avancement du Nombre des feuilles du <i>Citronge corizo</i> durant 10 semaines de traitement. | 52 |
| Figure 37 : Moyenne des Nombre de feuille du <i>Citronge corizo</i> pendant 10 semaines de traitement. | 52 |
| Figure 38 : Moyenne des tailles des feuilles du <i>Citronge corizo</i> pendant 10 semaines de traitement. | 54 |
| Figure 39 : Etat d'avancement du Blé après 10 semaines de traitement. | 54 |
| Figure 40 : Courbe d'avancement de la taille du Blé durant 10 semaines de traitement. | 55 |
| Figure 41 : moyenne de la taille du Blé durant 10 semaines de traitement | 55 |
| Figure 42 : Taux de chlorophylle total des plants (A) Fève, (B) Blé, (C) <i>Citronge corizo</i> . | 57 |

Liste d'abbreviations :

- P1 : poids du ballon après évaporation.
- P2 : poids du ballon vide avant évaporation.
- P3 : poids de la matière végétale de départ en poudre (100 g).
- DV : dittrichea viscosa
- Rdt : Rendement
- H3PW12O40 : d'acide phosphotungstique
- H3PMo12O40 : d'acide phosphomolybdique
- W8O23 : bleus de tungstène
- Mo8O23 : molybdène
- Na2CO3 : carbonate de sodium
- AlCl3 : trichlorure d'aluminium
- HCL : acide chloryhdrique
- DPPH : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyle
- AH : antioxydant donneur d'hydrogène
- MH : Mueller-Hinton
- mL : Millilitre
- mm : Millimetre
- µl : Microlitre
- CH a: concentration en chlorophylle a.
- CH b: concentration en chlorophylle b.
- CH t: concentration en chlorophylle totale.
- DO : densité optique.
- Ec: *Escherichia coli*
- Pa : *Pseudomonas aeruginosa*
- Kp : *Klebsiella pneumoniae*
- Sa : *Staphylococcus aureus*
- St : *Salmonella typhimurium*

Table des matières

| | |
|--|----|
| Résumés | |
| Liste des abréviations. | |
| Liste des figures. | |
| Liste des tableaux. | |
| Introduction | |
| Résumés | |
| Liste des abréviations. | |
| Introduction | 01 |
| Chapitre I : Revue de littérature | |
| Partie 01 : Phytothérapie et plantes Médicinales | 03 |
| 01 Phytothérapie | 03 |
| 02 Plantes médicinales | 04 |
| 2.1 Métabolites secondaires | 04 |
| 2.2 Métabolites primaires | 04 |
| 03 Les Polyphénols | 05 |
| 3.1 Définition | 05 |
| 3.2 Classification | 06 |
| 3.3 Rôle et intérêt des composés phénoliques | 06 |
| 3.3.1 Chez les végétaux | 06 |
| 3.3.2 Chez les humains | 07 |
| 4 Activité anti bactérienne | 08 |
| 5 Activité Biostimulant des plants en général | 08 |
| Partie 02 Plante étudiée : <i>Dittrichia viscosa L</i> | 09 |
| 1 Généralités | 09 |
| 2 Description | 09 |
| 2.1 Botanique | 09 |
| 2.2 Géographie de la plante | 10 |
| 2.3 Taxonomie | 11 |
| 2.4 Composition chimique | 11 |
| 2.5 Aspects pharmacologiques | 12 |

Chapitre II : Matériels et méthodes

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Critères de choix de la plante | 14 |
| 2 | Echantillonnage sur terrain | 14 |
| 3 | Préparation et étude du matériel végétal | 14 |
| 3.1 | Préparation de la plante | 14 |
| 4 | Préparation des extraits hydrométhanolique et hydroéthanolique | 16 |
| 4.1 | Calcul du rendement en extrait sec | 16 |
| 4.2 | Dosage des polyphénols totaux | 17 |
| 4.2.1 | Principe de la réaction | 17 |
| 4.2.2 | Mode opératoire | 17 |
| 4.3 | Dosage des flavonoïdes totaux | 17 |
| 4.3.1 | Principe de la réaction | 18 |
| 4.3.2 | Mode opératoire | 18 |
| 4.4 | Total Tannin Content | 18 |
| 4.4.1 | Mode opératoire | 18 |
| 5 | Activité antioxydant | 19 |
| 5.1 | Méthode DPPH | 19 |
| 6 | Test Antibactérienne | 19 |
| 6.1 | Evaluation de l'activité antibactérienne et antifongique des différentes concentrations de <i>Dittrichia viscosa</i> L | 19 |
| 6.2 | Matériel bactérien | 20 |
| 6.2.1 | Milieux de culture | 20 |
| 6.3 | Activité antibactérienne | 20 |
| 6.4 | Préparation de l'inoculum | 20 |
| 6.5 | Préparation de la suspension bactérienne | 20 |
| 7 | Détermination de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion sur milieu solide Muller Hinton | 21 |
| 7.1 | Préparation des disques d'aromatogramme | 21 |
| 7.2 | Les tests de biostimulation | 21 |
| 8 | Le test de biostimulation par racines des Oignons | 22 |
| 8.1 | L'effet de l'extrait | 22 |
| 8.2 | Technique de préparation du biostimulant | 23 |
| 8.2.1 | Préparation du biostimulant <i>Dittrichia viscosa</i> (L.) a base d'eau de pluies | 23 |
| 9 | Détermination du contenu en chlorophylle | 24 |

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 9.1 | Calcul du contenu en chlorophylle | 24 |
| 9.2 | Analyse des Données | 24 |

Chapitre III : Résultats et discussion

| | | |
|-------|--|----|
| | Partie 1 : Résultats | 25 |
| 1 | Rendement des extraits | 25 |
| 2 | Teneurs en polyphénols totaux | 26 |
| 3 | Teneur en flavonoïdes | 26 |
| 4 | Teneur en tanins | 26 |
| 5 | Effet des méthodes des extraction sur l'activité antioxydante de <i>Dittrichia viscosa L</i> | 28 |
| 6 | Activité antibactérienne | 28 |
| 7 | Test de biostimulation de <i>Dittrichia viscosa L</i> sur la germination | 31 |
| 7.1 | L'Effet de <i>Dittrichia viscosa L</i> sur les racines d'oignons | 31 |
| 7.1.1 | Analyse de la variance de l'extrait méthanolique en fonction de racine d'oignons | 31 |
| 7.1.2 | Analyse de la variance l'extrait éthanolique en fonction de racine d'oignons | 31 |
| 7.2 | Teste de comparaison de Dunnett's | 32 |
| 7.2.1 | L'extrait méthanolique | 32 |
| 7.3 | Test sur les racines de la fève | 33 |
| 7.3.1 | Analyse de la variance l'extrait méthanolique en fonction de racine de fève | 33 |
| 7.3.2 | L'extrait méthanolique | 34 |
| 7.3.3 | L'extrait éthanolique | 35 |
| 8 | Biostimulation a base des extraits sur les plantes | 36 |
| 8.1 | Effets du Biostimulants sur le Fève | 36 |
| 8.1.1 | Taille des feuilles du fève | 36 |
| 8.1.2 | Test ANOVA de la Taille des feuilles du fève | 37 |
| 8.1.3 | Nombre de feuilles des fèves | 38 |
| 8.1.4 | Taille des tiges des fèves | 40 |
| 9 | Expérience de biostimulant sur terrien | 41 |
| 9.1 | Biostimulation a base des extraits sur les récoltes des Fèves | 41 |
| 9.1.1 | Nombre, Taille et poids de fèves obtenue | 41 |
| 9.1.2 | Nombre de graine de fèves obtenue | 43 |
| 9.2 | Effets du Biostimulants sur le <i>Citronge corizo</i> | 44 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 9.2.1 | Taille de des plantes <i>Citronge corizo</i> | 45 |
| 9.2.2 | Nombre de branches <i>Citronge corizo</i> | 46 |
| 9.2.3 | Taille de feuille <i>Citronge corizo</i> | 49 |
| 9.2.4 | Nombre de feuille du <i>Citronge corizo</i> | 51 |
| 9.2.5 | Taille des feuilles du <i>Citronge corizo</i> | 53 |
| 9.6 | Effets du Biostimulants sur le Blé | 54 |
| 10 | Test de chlorophylle | 56 |
| | Partie 2 Discussion | 57 |
| | Conclusion | 62 |
| | Références bibliographiques | |



Introduction



Introduction :

Les plantes ont longtemps occupé une place prépondérante dans la vie quotidienne des humains, servant non seulement de sources alimentaires mais également comme moyens thérapeutiques contre diverses maladies. Cette interaction a donné naissance à la phytothérapie, qui désigne le traitement des affections par les plantes. De nos jours, l'utilisation de plantes médicinales ou de médicaments phytothérapeutiques, contenant des principes actifs d'origine naturelle, s'est considérablement accrue. Ceci s'explique par le fait que de nombreuses molécules synthétiques ont atteint leurs limites d'efficacité. En effet, des statistiques indiquent que plus de 25 % des médicaments utilisés dans les pays développés proviennent directement ou indirectement des plantes. Ces phytomédicaments, réputés pour leur moindre agressivité envers l'organisme, ne semblent pas induire d'effets secondaires significatifs (**Ramli., 2013**).

L'intérêt pour les extraits bruts de plantes en tant que sources potentielles de molécules bioactives naturelles s'est intensifié. Ces extraits sont actuellement étudiés pour leur utilisation possible comme alternatives dans le traitement des maladies infectieuses, la protection des aliments contre l'oxydation, ainsi que pour leurs propriétés anti-inflammatoires et agricole.

En Algérie, la plante médicinale *Dittrichia viscosa L.* est particulièrement valorisée pour ses propriétés thérapeutiques notables. Elle est omniprésente à travers le territoire national et est fréquemment utilisée dans la médecine traditionnelle algérienne. Communément appelée « *Dittrichia viscosa L.* », cette espèce est peu exigeante en termes de conditions écologiques et se rencontre facilement à travers le pays. Sa robustesse face aux conditions défavorables lui permet de prospérer même dans des environnements dégradés, où elle peut devenir une adventice envahissante (**Parolin et al., 2016**).

C'est dans ce contexte que nous avons exploré les potentiels effets antioxydant, antibactériens cytotoxique et biostimulant des extraits éthanolique et méthanolique d'*Dittrichia viscosa L.*, dans l'optique de développer des alternatives pour le but de la valorisation de cette plante.

Notre étude de recherche est basée sur la valorisation d'une plante médicinale prometteuse « *Dittrichia viscosa L.* » qui possède des propriétés biologiques importantes qui peuvent être exploitées pour développer des alternatives naturelles efficaces. L'objectif de notre recherche est basé pour évaluer ces activités biologiques : biostimulation, antibactériennes et antioxydantes d'*Dittrichia viscosa L.* Aussi d'évaluer son potentiel d'utilisation comme source

naturelle à pouvoir thérapeutiques et biostimulants dans les domaines médicaux et de conservation des denrées stockées alimentaire.

Notre plan de travail est composé de 5 parties différents : introduction, bibliographie, matériels et méthode, résultats et discussion, et en fin conclusion.

La partie théorique, qui comprend deux parties :

Le premier chapitre aborde des généralités sur les plantes médicinales et aromatiques.

Le deuxième chapitre présente une étude détaillée de la plante de *Dittrichia viscosa L.*

La partie pratique décrit la méthode utilisée pour détecter certains composés actifs de la plante étudiée. Ensuite, nous avons résumé les principaux résultats obtenus et les avons discutées.

Et enfin une conclusion.



Chapitre I

Revue de littérature



Partie 01 : Phytothérapie et plantes Médicinales

Les médicaments à base de plantes sont encore utilisés par environ 75 à 80 % de la population mondiale, principalement dans les pays en développement, pour le traitement de nombreuses maladies en raison de leur meilleure compatibilité avec le corps humain et de leurs effets indésirables moindres. Il a été évalué qu'environ un quart des médicaments prescrits contiennent des extraits de plantes ou des ingrédients actifs obtenus à partir de composants chimiques végétaux tels que l'atropine (anticholinergique), les glycosides cardiaques (cardiotoniques), l'artémisinine (antipaludique), les alcaloïdes de l'opium (analgésiques), la quinine (antiparasitaire), le taxol (antinéoplasique), la vincristine et la vinblastine (antinéoplasique) (**Rout et al.,2009**).

Les plantes médicinales ont une grande valeur thérapeutique depuis longtemps et de nombreuses recherches sont toujours en cours pour explorer davantage leur utilisation afin d'améliorer la santé humaine. Ces médicaments dérivés des plantes ont été découverts grâce à l'étude des remèdes traditionnels et des connaissances conventionnelles des populations autochtones et certains d'entre eux n'ont pas pu être remplacés malgré les progrès considérables réalisés dans le domaine de la chimie synthétique (**Palevitch et al.,2000**).

1. Phytothérapie :

Le terme phytothérapie provient du grec : « phyto » signifie plante et « thérapie » signifie traitement ; donc c'est le traitement par les plantes (**Baba Aissa., 2000**). La phytothérapie est le traitement par des produits préparés à partir de plantes sans passer par une étape de sélection de molécules, on ne consomme donc pas que le principe actif mais tout ce que contient la plante. Par ailleurs, la phytothérapie requiert une connaissance parfaite de substances chimiques contenues dans un organe végétal et une bonne connaissance de mode d'emploi (**Bruneton.,1999**).

On peut distinguer différents types de thérapies par les plantes :

- **La phytothérapie** : l'utilisation des différentes parties des plantes (racine, feuilles, fleurs ou la plante entière) sous différentes formes galéniques.
- **La gemmothérapie** : l'utilisation des bourgeons de la plante.

- **L'aromathérapie** : l'utilisation des huiles essentielles obtenues grâce à divers procédés d'extraction (**Vernex-Lozet., 2011**).

- **Phytothérapie pharmaceutique** : utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules ... etc. (**Strang., 2006**).

2. Plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont les plantes qui contiennent une ou plusieurs substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques, ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles. L'expression « drogues » brutes d'origine naturelle ou biologique, est utilisée par les pharmaciens ou les pharmacologues pour désigner les plants ou les parties de plantes qui ont propriétés médicinales. Les plantes médicinales utilisées dans divers domaines de la santé, et pour la recherche pharmaceutique, aussi comme matière primaire pour la synthèse des médicaments (**Baba Aissa., 2000**). On peut utiliser une partie ou plusieurs parties de la plante selon le but d'utilisation (feuilles, tige, racines, fleurs ou la plante entière).

2.1. Métabolites secondaires :

Les métabolites sont des molécules qui se forment suite à des réactions chimiques se produisant via le métabolisme de la plante dont on distingue deux classes : métabolites primaires et métabolites secondaires (**Hartmann., 2007**).

2.2. Métabolites primaires :

Un type de métabolite connus par leur caractère nécessaire et vital à la survie de la cellule ou de l'organisme (**Diallo., 2000**).

Les glucides : une source d'énergie et de structure surtout au niveau des parois cellulaires (cellulose).

Les lipides : aussi une source d'énergie et de structure présente dans les membranes cellulaires.

Les acides aminés : une source primaire de construction des protéines.

Métabolites secondaires :

Également appelés métabolites particuliers, sont des éléments phytochimiques complexes, généralement synthétisés par des voies de biosynthèse faisant intervenir de nombreuses étapes

catalysées par des enzymes spécifiques, ces éléments interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement (soutien, protection contre les UV, défense, mise en place de symbiose, attraction d'insectes utiles pour la pollinisation...) (**Royer., 2013**).

Les métabolites secondaires se caractérisent par une faible concentration dans les tissus végétaux, on les retrouve dans des compartiments particuliers a des moments précis de la vie des plantes, peuvent être utilisé pour leurs classification (familles genres, espèces) (**Labrani, 2007**).

Ils sont classés en trois grands groupes selon Hartmann., (2007) :

1- Les alcaloïdes : souvent toxiques, correspondent à la présence d'azote dans un hétérocycle, on peut donner comme *exemple* la caféine, la cocaïne, la morphine, la nicotine, la quinine, la colchicine et l'atropine.

2- Les terpènes : polymères de l'isoprène (monomère de base), on peut donner comme *exemple* : le caoutchouc, le taxol, des glycosides cardiotoniques et des huiles essentielles.

3- Les poly phénols : on peut donner comme exemple les rutosides, les citro-flavonoïdes : les oligomères flavonoïdes, les anthocyanes les coumarines.

3. Les Polyphénols :

3.1. Définition :

Les composés phénoliques sont des molécules spécifiques de règne végétal qui appartient à leur métabolisme secondaire, on les trouve dans les plantes depuis les racines jusqu'aux fruits. L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau phénolique à six carbones, auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside. Les polyphénols regroupent 8000 composés connus à ce jour. Certains auteurs classent les polyphénols en neuf familles en se basant sur le squelette carboné des molécules (C6-C1, C6-C3, C6-C4, C6-C1-C6, C6-C2-C6, C6-C3-C6) alors que d'autres utilisent seulement 4 familles (les acides hydrox benzoïques, les acides hydrox cinnamiques, les stilbènes et les flavonoïdes) (**Bouaziz et al., 2008**).

3.2. Classification :

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux (Clifford, 1999). La figure 01 représente les différentes classes des composés phénoliques.

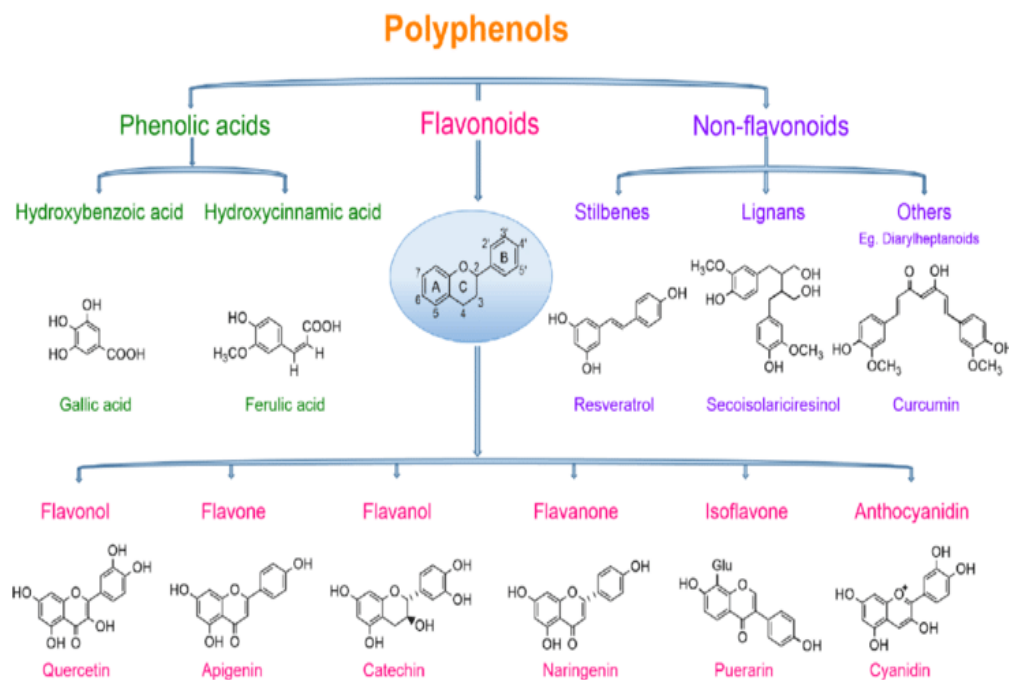


Figure 01 : Classification générale des polyphénols (Gervaise., 2004).

3.3. Rôle et intérêt des composés phénoliques :

3.3.1. Chez les végétaux :

Les composés phénoliques peuvent intervenir dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV); soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux; dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par la transformation; dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements

technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées...) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini (Fleuriet et al., 2005).

3.3.2. Chez les humains :

Le rôle des composés phénoliques est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes. Spécifiquement, on attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : veinotonique, antitumorale, anti-radicalaire, anti-inflammatoire, analgésique, antiallergique, antispasmodique, antibactérienne, hépato-protectrice, estrogénique et/ ou anti-estrogénique. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires. Les flavonoïdes favorisent la relaxation vasculaire et empêchent l'agglutinement des plaquettes sanguines. Par conséquent, ils réduisent la coagulation du sang et le rendent plus fluide. Ils limitent l'oxydation des lipides sanguins et contribuent à la lutte contre les plaques d'athérome. Ils sont aussi anxiolytiques et protègent nos artères contre l'athérosclérose et réduisent la thrombose (caillots dans les artères) (Fleuriet et al., 2005). Les exemples de quelques composés phénoliques et de leurs activités biologiques sont récapitulés dans le **tableau 01**.

Tableau 01 : Activités biologiques de quelques composés phénoliques (BRUNETON, 1999).

| Composés phénoliques | | Activités biologiques |
|-----------------------|--|---|
| Acides phénols | -Acide caféique -Acide salicylique | -Antibactérienne -Antifongique -Antioxydant |
| Tanins | -Tanin gallique -Pro anthocyanidine | - Effet stabilisant sur le collagène -Antioxydant -Anti diarrhéique -Antiseptique -Vasoconstricteur |

| | | |
|--------------------|---|---|
| Flavonoïdes | <ul style="list-style-type: none"> -Lutéoline -Catéchine -Hespéridine -Quercétine -Naringénine | <ul style="list-style-type: none"> -Anti tumorale -Anti carcinogène -Anti-inflammatoire -Antioxydant, antiallergique, antiulcéreuse -Antivirale, antimicrobienne, hypotenseur -Diurétique |
| Coumarines | <ul style="list-style-type: none"> -Dicoumarol | <ul style="list-style-type: none"> -Anticoagulant, antioxydant -Protectrice vasculaire -Antiœdémateuse |

4. Activité anti bactérienne :

Un agent antibactérien : est un agent qui inhibe la croissance bactérienne ou tue les bactéries.

L'activité antibactérienne s'exerce de 2 manières différentes :

Activité létale bactéricide : qui provoque la mort de la bactérie.

Activité inhibitrice ou bactériostatique : empêche la croissance du micro-organisme (**Beloud., 2003**).

D'une manière générale, l'action se déroule en trois phases :

Attaque de la paroi bactérienne qui provoque une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.

Acidification de l'intérieur de la cellule, Arrêté la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.

Destruction de matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (**Burt., 2004**).

5. Activité Biostimulant des plants en général :

Depuis des temps anciens, l'utilisation des plantes sauvages en tant que source de substances nutritives et de principes médicinaux a toujours revêtu une grande importance. Par la suite, les préparations à base de plantes ont été progressivement remplacées par des produits synthétiques, même si aujourd'hui elles gagnent en importance.

Un biostimulant est un produit agrochimique formulé avec des mélanges de substances naturelles et/ou de micro-organismes qui, lorsqu'ils sont appliqués aux plantes, peuvent

améliorer l'efficacité de la nutrition minérale, la tolérance au stress abiotique (salinité, sécheresse, températures élevées, métaux lourds, etc.) et le rendement biotique et/ou de la culture, ou améliorer les caractéristiques de qualité, indépendamment de sa teneur en nutriments minéraux essentiels pour les plantes. En général, neuf catégories de substances agissant comme biostimulants ont été définies : (i) les substances humiques ; (ii) les matières organiques complexes (obtenues à partir de déchets agro-industriels et urbains, d'extraits de boues d'épuration, de compost et de fumier) ; (iii) les éléments chimiques bénéfiques (Al, Co, Na, Se et Si) ; (iv) les sels inorganiques, y compris le phosphite ; (v) les extraits d'algues (macroalgues brunes, rouges et vertes) ; (vi) les dérivés de la chitine ; et (vii) les produits de l'agriculture biologique ; (viii) dérivés de chitine et de chitosane ; (viii) anti-transpirants (kaolin et polyacrylamide) ; (viii) acides aminés libres et substances contenant de l'azote (peptides, polyamines et bêtaïnes) ; et (ix) rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR), champignons mycorhiziens à arbuscules (AMF) et *Trichoderma* spp. Les biostimulants sont généralement capables d'améliorer la vigueur, de stimuler la croissance végétative, d'améliorer l'absorption et la distribution des nutriments dans la plante, d'augmenter la capacité antioxydante et d'améliorer la tolérance aux stress biotiques et abiotiques, améliorant ainsi le rendement de la plante et la qualité du fruit (F. García-Sánchez et al., 2022).

Partie 02 Plante étudiée : *Dittrichia viscosa* L

1. Généralités :

Dittrichia viscosa L est une plante vivace qui appartient à la famille des Astéracées qui évolue dans la majeure partie du bassin méditerranéen, (Al-Eisawi., 1998 ; Al-Dissi et al., 2001). Cette plante est utilisée depuis des années en médecine traditionnelle pour ses activités anti-inflammatoire, antipyrétique et antiseptiques elle est également utilisée pour le traitement du diabète et le traitement de certains troubles gastroduodénaux (Barbetti et al ., 1985 ; Amin et al., 2013).

Son nom viendrait du grec dont *Dittrichia* qui veut dire je purge (allusion à une propriété thérapeutique de la plante) et *Viscosa* qui signifie visqueuse (Fournier et al., 1947).

2. Description :

2.1. Botanique :

Dittrichia viscosa L est une plante arbuste ou arbrisseau, Annuelle, Glanduleuse peut atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur, Elle est collante et très odoriférante, toutes la plantes est couverte

de pôles glanduleux qui libèrent une résine odoriférante et collante généralement persistante, ses tiges sont dressées simple ou ramifiées, ligneuses à la base (**Bartels., 1997**). Il s'agit d'une plante suffrutescente, visqueuse et à l'odeur forte, à la croissance buissonnante, atteignant parfois 1 à 2 mètres de hauteur, ± couverte de glandes à courte tige et de rares poils épars (**Sevgi et al.,2021**).

Les feuilles sont très étalées , allongées et lancéolées , 3 à 7 cm de long et 6 à 12 mm de large ,insérées directement sur la tige sans pétioles , verticillées par 3 et disposées sur 6 rangs ,tous linéaires envalée à pointe fine et piquante ,marquées de 2 sillons blanchâtres Séparées par la nervure médiane en dessous ,à carène obtuse et non sillonnées en dessous (**Henaoui, 2015**) , Elle présente des capitales à des fleurs jaunes au sommet de la tige les fleurs du centre sont tubulaires et celles du périphériques sont liguliformes (**Benseguenitounsi., 2001**). Les fruites sont secs, un peu ovoïdes (**Chaou., 2017 ; Garbari ., 2007**).La figure 02 représente les déférentes parties de la plante *Dittrichia viscosa L.*



Figure 02 : *Dittrichia viscosa L* (Originale).

2 .2. Géographie de la plante :

Selon QUEZEL et SANTA (1963), *Dittrichia viscosa* pousse abondamment dans le bassin méditerranéen (France, Espagne, Algérie, Maroc ...) en Asie (Chine, Japon, Korea) , On Algérie elle évoluée dans les terrains argileux (un peu humides), rocailles, garrigues , dans les bords de cours d'eau . La plupart de ses populations se trouvent sur les versants des collines, les

terrains vagues et les zones marécageuses. Les habitats secondaires de ce taxon se trouvent le long des routes, dans les champs abandonnés et sur les murs (**Brullo et de Marco., 2000**).

2.3. Taxonomie :

D'après (**Greuter., 1973**) la position systématique de cette plante est comme suit :

| | |
|----------------------|--|
| Règne : | Plantae Haeckel, 1866 |
| Embranchement : | Streptophyta John, Williamson & Guiry, 2011 |
| Sous-embranchement : | Angiospermes. |
| Classe : | Equisetopsida C. Agardh, 1825 |
| Sous classe : | Magnoliidae Novák ex Takht., 1967 |
| Ordre : | Asterales Link, 1829 |
| Famille : | Asteraceae Bercht. & J.Presl, 1820 |
| Genre : | <i>Dittrichia</i> Greuter, 1973 |
| Espèces : | <i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter, 1973 |

2.4. Composition chimique :

Cette plante médicinale contient des composés pharmacologiquement actifs notamment des lactones, des flavonoïdes (**Pérez et al., 1996**) et des huiles essentielles (**AşkinÇelik et al ., 2010**). Le tableau 2 résume la composition chimique d'*Dittrichia viscosa* L. De nombreuses études portant sur cette espèce ont rapporté sa composition chimique. Les composés caractéristiques de *D.viscosa* L comprennent des composés terpéniques (sesquiterpènes lactones et acides, triterpènes), des huiles essentielles, des flavonoïdes, des acides phénoliques et des glycolipides. Divers composés, tels que des sesquiterpènes, des flavonoïdes, des acides phénoliques, de l'acide eudesmane, de l'acide isocostique, de la carabrone, de la tomentosine, des inuloxines A à D, de l'inviscolide, de l'acide 1,3-dicafféoylquinique, de l'hispiduline, de l'acide viscic, de l'acide viscosic, de la 3,3'-di-O-méthylquercétine, de la 3-O-méthylquercétine et de la népétine, ont été isolés à partir de *D. viscosa*. Parmi eux, il a été proposé que les composés sesquiterpéniques et flavonoïdes sont responsables des propriétés biologiques telles que les activités antibactériennes, cytotoxiques (**Sevgi et al.,2021**).

Tableau 02 : Noms et localisation du quelque composant d'*Dittrichia viscosa*.

| Composition | Exemple | Partie | Référence |
|---------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Composé phénolique | - Orcinolferulate glucoside -Malonate d'apigénine glucoside -7-méthyléther d'aromadendrin | Feuilles Fleure plante entière | (Trimech et al., 2014) |
| Flavonoïdes | -Népétin, -Quercétine, -Hispiduline -Sakuranetin -7-O-Methylaromadendrin -3-Acetyl-7-O-methylaromadendrin | Plante entière p. aérienne | (Tebbaa et al., 2011) |
| Sesquiterpènes | -Acide isocostique -Acide ilicique | P. aérienne | (Talib et al.,2012) |
| Autres composés | Alcools, -cétones -esters -acides gras alcanes | -alcanes P | (Haouiet al., 2015) (Santos et al., 2016) |

2.5. Aspects pharmacologiques :

Dittrichia viscosa L est très utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés thérapeutiques parmi lesquels on peut citer :

-Elle agit comme un calmant de la toux **(Bellakhdar, 1997)**.

-Améliore l'appétit **(Ameur et al., 2016)**.

-Utilisée pour réduire les douleurs gastriques et intestinales et traiter les troubles gastroduodénaux **(Al-Dissi et al., 2001 ; Chahmi et al.,2015)**.

- Grâce à sa forte activité antioxydants (**Celiktas et al., 2007**).
- Abaisse la fièvre (**Haoui et al., 2015**).
- Antiseptiques, antipyrétiques anti-inflammatoires, antidiabétiques (**Khalil et al., 2007 ;Bakkara et al.,2008**).
- Utilisé comme un cataplasme pour les maux rhumatismaux (**Al-Dissi et al., 2001**).
- Antivirale antifongique et contre les moisissures (**Benhammou et AtikBakkara, 2005**).
- Anti bactériennes (**Rajamanickam Rajkumar ,2012**).



Chapitre II

Matériel et Méthodes



Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire du département d'agronomie, Université 20 Aout 1955-Skikda, dont le but est l'évaluation de phytochimique, antibactérienne, cytotoxique et biostimulant des extraits éthanolique et méthanolique

1. Critères de choix de la plante :

Le choix de cette plante *Dittrichia viscosa* L (**Figure 2**) est basé sur une enquête ethnopharmacologique effectuée auprès de la population ayant connaissance de son usage en médecine traditionnelle, présentant ainsi un intérêt thérapeutique grâce à la présence de molécules bioactives.

2. Echantillonnage sur terrain :

L'échantillonnage de la plante de *Dittrichia viscosa* L (**Figure 3**) a été réalisé dans la région de Collo .15/02/2024 (Figure) Dans la Commune de Cheraia plus précisément dans les coordonnées géographiques suivant :36.988854, 6.505531.

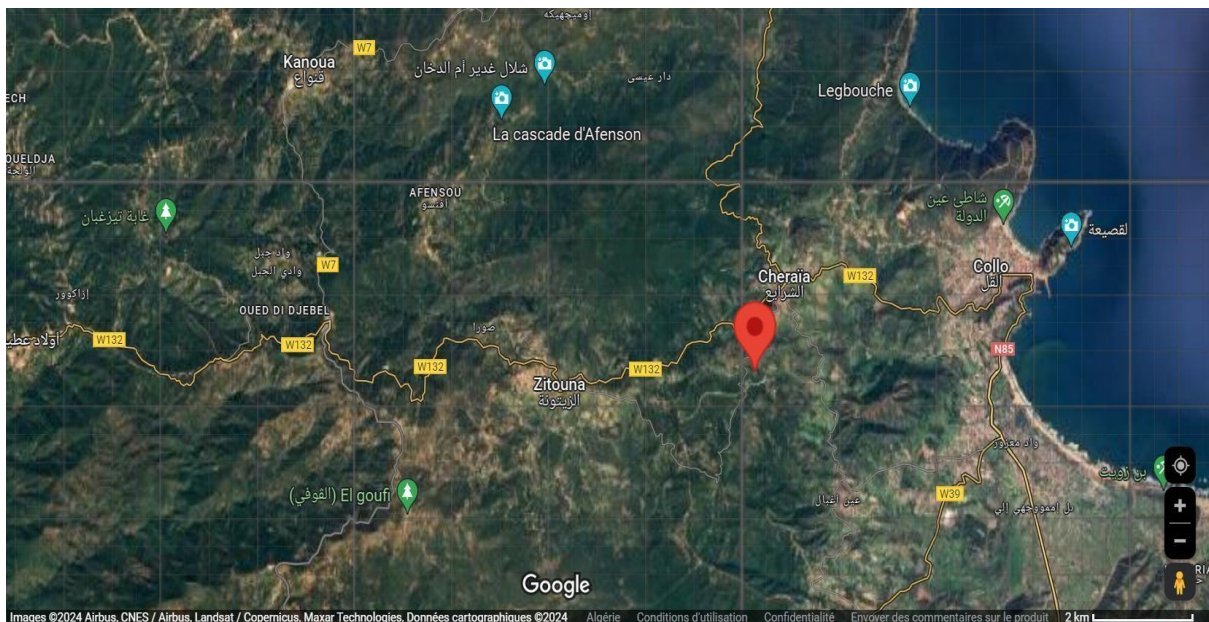


Figure 03 : Géolocalisation du site de récolte de la plante *dittrichia viscosa* L .

3. Préparation et étude du matériel végétal

3.1. Préparation de la plante

La caractérisation phytochimique conduite s'est focalisée sur l'examen des composés présents dans le matériel foliaire de la plante sélectionnée (la partie aérienne) de *Dittrichia viscosa* L (**Figure 4**). Suite à l'identification précise de l'espèce végétale concernée, une procédure de

purification a été appliquée aux feuilles afin de les délester de toute particule étrangère. Ces dernières ont ensuite été exposées à une dessiccation contrôlée dans un environnement obscurci, ventilé, exempt d'humidité, et maintenu à une température ambiante. Postérieurement à leur dessèchement, les feuilles ont été soumises à un processus de tamisage avant d'être finement pulvérisées à l'aide d'un dispositif mécanique de broyage électrique (Figure).

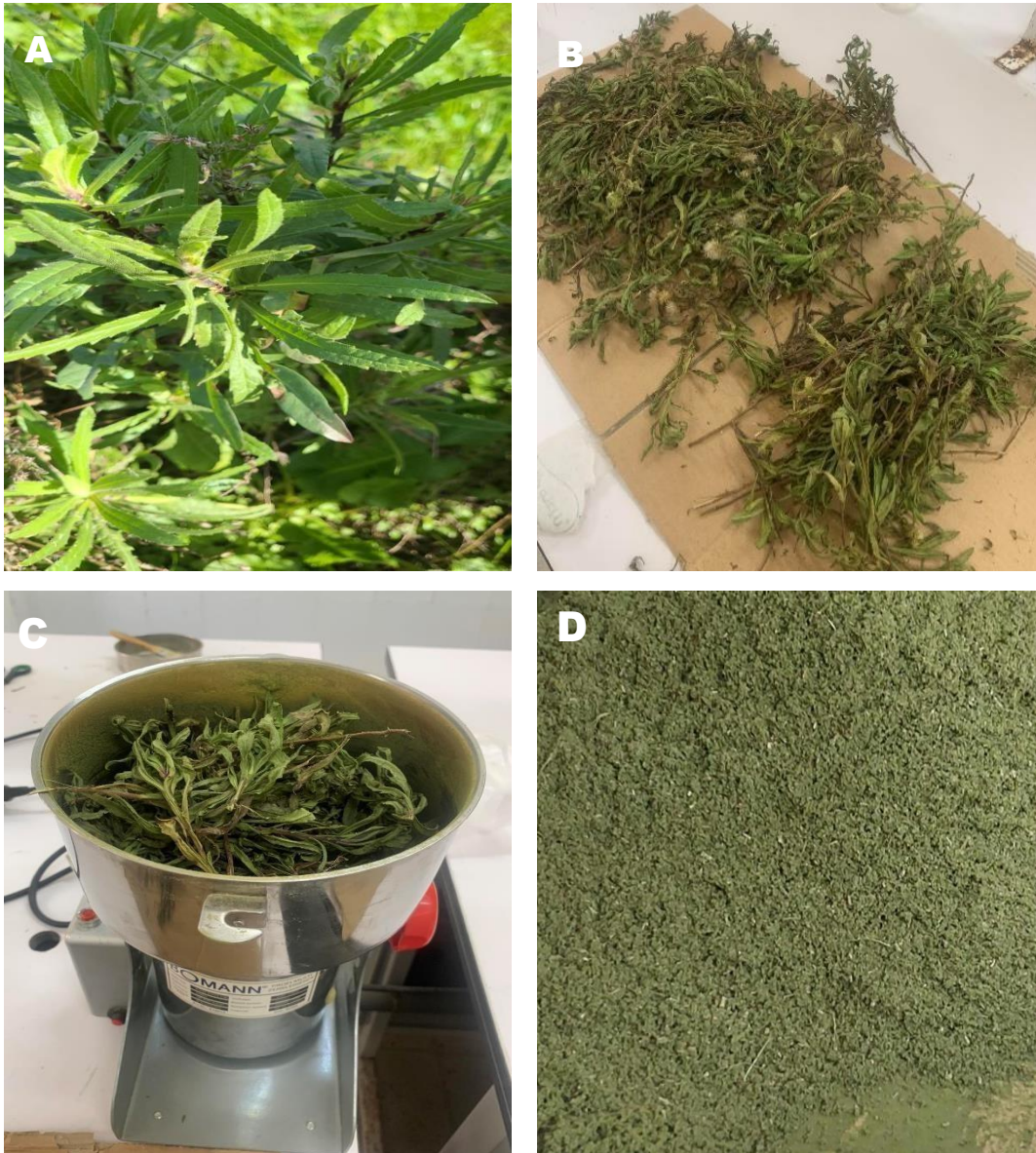


Figure 04 : Préparation de la plante *Dittrichia viscosa L.*

4. Préparation des extraits hydrométhanolique et hydroéthanolique

L'extraction a été réalisée au niveau de laboratoire du Hall de technologie à l'université de Skikda 20 aout 1955 (**Figure 5**).



Figure 05 : Laboratoire du Hall de technologie à l'université de Skikda 20 aout 1955 .

L'extrait de *Dittrichia viscosa* a été préparé en faisant macérer 50 g de poudre dans une solution hydrométhanolique et une solution hydroéthanolique à 70 % (500 ml) à température ambiante pendant 24 h, avec une agitation occasionnelle. Après avoir été filtré à travers un papier filtre Whatman No.3, le filtrat obtenu a ensuite été soumis à une évaporation sous vide à l'aide d'un appareil température adéquate. Ce processus a finalement abouti à la formation d'un résidu solide (**Figure 6**).

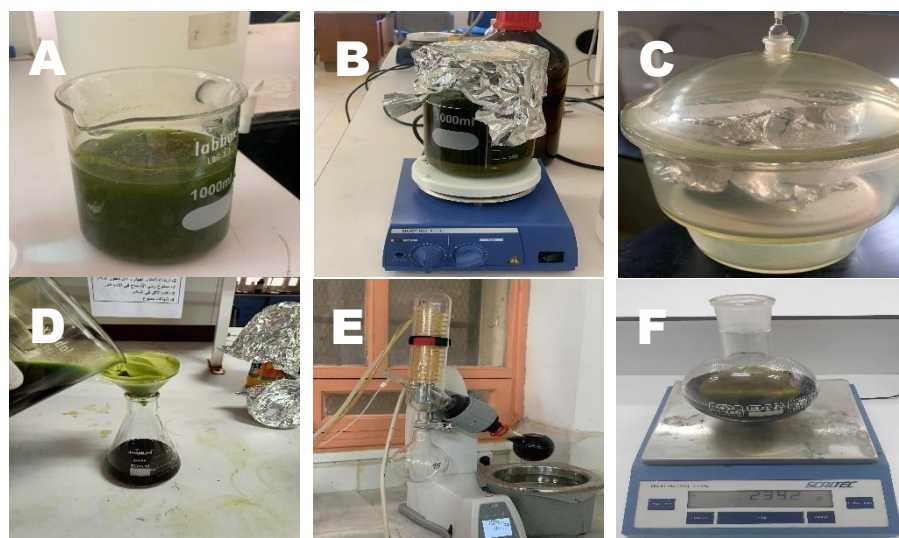


Figure 06 : préparation des extraits hydrométhanolique et hydroéthanolique .

4.1. Calcul du rendement en extrait sec :

Pour déterminer le rendement de la plante en extrait sec en calculant le rapport suivant :

$$\text{Rdt (\%)} = (P1 - P2 / P3) \times 100$$

P1 : poids du ballon après évaporation.

P2 : poids du ballon vide avant évaporation.

P3 : poids de la matière végétale de départ en poudre (100 g).

4.2. Dosage des polyphénols totaux :

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu

4.2.1. Principe de la réaction :

Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols dans un milieu basique, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) (Robbins, 2003). La coloration bleue ainsi produite est proportionnelle aux taux de composés phénoliques et possède une absorption maximum aux environs de 750 -765 nm.

4.2.2. Mode opératoire :

Il consiste à mélanger 200 μl de l'échantillon (0.5 mg dilué dans 1ml Méthanol) avec 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu (10 fois diluée dans l'eau distillé). Les solutions ont été mélangées et incubées pendant 4 minutes. Après l'incubation, 800 μl de la solution de carbonate de sodium Na_2CO_3 (75g /l) a été ajoutée. Le développement d'une couleur bleue est obtenu après incubation à l'obscurité et à température ambiante pendant 2 heures. Après incubation, l'absorbance est mesurée par un spectrophotomètre à 765 nm.

Le blanc de la réaction ne contenant pas de l'échantillon est réalisé comme le point 0 en $\mu\text{g/ml}$.

La concentration des polyphénols totaux a été calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec de l'acide gallique et est exprimée en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (mg d'EAG/mg d'extrait).

4.3. Dosage des flavonoïdes totaux :

La méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) cité par (Djeridane et al., 2006) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes.

4.3.1. Principe de la réaction :

Cette technique est basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (Lagnika, 2005).

4.3.2. Mode opératoire :

Brièvement, 1 ml de chaque échantillon (0.5 mg dissous dans 1ml de Méthanol) a été ajouté à 1ml de solution d'AlCl₃ (2% dans le méthanol). Le mélange a été vigoureusement agité et l'absorbance à 430 nm a été lue après 10 minutes d'incubation. Le blanc = control négatif : contient tout le mélange réactionnel sauf échantillon. Les résultats sont calculés à partir d'une courbe d'étalonnage établit avec de la quercétine est exprimé en Mg de l'extrait.

4.4. Total Tannin Content :

Principe de la réaction :

La vanilline réagit avec les flavan3-ols libres et les unités terminales des proanthocyanidines donnant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle aux taux de flavanols présents dans le milieu et qui présente un maximum d'absorption à 500 nm de longueur d'onde. Un spectrophotomètre à cuve de volume 3 ml ou spectrophotomètre avec une cuve forme tube de volume 5 ml

4.4.1. Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer ,1 ml de l'échantillon (préparé dans le méthanol) est ajouté à 5ml du réactif d'analyse (2,5 ml de la solution de vanilline à 1% mélangée à 2,5 ml de la solution du HCl à 8% (8 ml HCl complétés à 100 ml avec du méthanol), le mélange est vigoureusement agité. Après 1 min ; 5ml de la solution HCl à 4% sont additionnée. L'erlenmeyer est ensuite introduit au bain marie à 30°C et laissés pendant 20 min. La lecture des absorbances est lue à 500 nm en respectant l'intervalle d'une minute. Une courbe d'étalonnage établie par la catéchine servira à la quantification des tanins condensés.

La teneur en tanins condensés est exprimée en milligramme d'équivalent de catéchine par 100gr d'extrait (mg EqC/100 gr d'ext).

5. Activité antioxydant :

5.1. Méthode DPPH :

Le test de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) est un outil couramment utilisé pour évaluer l'activité antioxydante en milieu organique. Il repose sur la réduction d'une solution alcoolique du radical DPPH en présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène (AH), ce qui entraîne la formation d'une forme non radicalaire, DPPH-H (**figure**). Les radicaux DPPH présents dans la solution confèrent à celle-ci une couleur pourpre foncé et engendrent une forte absorption à 517 nm. Toutefois, l'introduction d'un agent antioxydant entraîne une décoloration progressive de la solution au cours de la réaction, ce qui modifie la colorimétrie de la solution (**Xie et Schaich, 2014**).

Le test de l'activité antioxydante par DPPH comporte plusieurs étapes. Tout d'abord, il faut préparer une solution de DPPH en dissolvant 3,94 mg de DPPH dans 100 ml d'éthanol pour obtenir une concentration de 0,01 mm. Ensuite, des échantillons à tester sont préparés en les dissolvant dans de l'éthanol. Les échantillons sont ensuite ajoutés à la solution de DPPH dans une série de tubes à essai contenant des concentrations croissantes d'échantillon à tester (de 0 à 1 mg/ml). Les tubes sont incubés pendant 30 minutes à température ambiante à l'abri de la lumière. Après l'incubation, l'absorbance de chaque tube est mesurée à une longueur d'onde de 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible. Le pourcentage d'inhibition de DPPH est ensuite calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ inhibition} = \frac{(\text{absorbance du contrôle} - \text{absorbance de l'échantillon})}{\text{Absorbance du contrôle}} \times 100$$

Une courbe dose-réponse est générée afin d'illustrer graphiquement la relation entre le pourcentage d'inhibition de DPPH et la concentration de l'échantillon. Cette courbe permet de déterminer l'IC₅₀, qui correspond à la concentration d'échantillon requise pour réduire de moitié la quantité initiale de DPPH. Le calcul de l'IC₅₀ est réalisé en interpolant les données obtenues à partir de la courbe dose-réponse.

6. Test Antibactérienne :

6.1. Evaluation de l'activité antibactérienne des différentes concentrations de *Dittrichia viscosa* (L.) :

Nous avons testé l'activité de *Dittrichia viscosa* (L.) à différentes concentrations vis-à-vis de quelques microorganismes (bactéries, levures).

6.2. Matériel bactérien :

Les souches bactériennes et fongiques utilisées dans le présent travail proviennent des laboratoires publics et privés de la wilaya de Skikda. Elles sont largement rencontrées dans diverses pathologies humaines. Elles sont souvent multi-résistantes aux antibiotiques et ces bactéries font partie de deux groupes des microorganismes, qui sont des microorganismes pathogènes et des microorganismes contaminants. Dans notre travail nous avons retenu les espèces suivantes :

6.2.1. Milieux de culture :

Dans le but de l'évaluation de l'activité antibactérienne des composés phénoliques isolés, nous avons utilisé milieux de culture :

Mueller-Hinton (MH).

Gélose Sabouroud.

Gélose Chapman.

Gélose Hektoen

6.3. Activité antibactérienne :

L'activité antibactérienne a été testée sur cinq souches bactériennes : quatre à Gram négatif à savoir, *Escherchia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klibsiella pneumoniae* et *Salmonella typhimurium* , et une souche à Gram positif ;. *Staphylococcus aureus*. Les souches ont été aimablement conservées à 5C° dans des tubes stériles contenant 10ml de gélose nutritive incliné.

6.4. Préparation de l'inoculum :

A partir des boites contenant les germes pathogènes on a préparé des suspensions pour chaque espèce. A l'aide d'une pipette pasteur on prélève deux ou trois colonies pures et bien isolées qu'on décharge dans un tube contenant 5ml d'eau physiologique stérilisée. L'enrichissement dure pendant 2 à 3 h.

6.5. Préparation de la suspension bactérienne :

À partir d'une culture jeune, prélever à l'aide d'un écouvillon 3 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques. Décharger l'écouvillon dans 5 ml d'eau physiologique stérile, agiter manuellement pour bien homogénéiser la suspension bactérienne. La standardisation de la

suspension est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 625nm (Figure). La densité optique (DO), comprise entre 0.08 et 0.1 (CA-SFM.2013).

7. Détermination de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion sur milieu solide Muller Hinton :

C'est une méthode qualitative permettant de tester la sensibilité ou la résistance des micro-organismes à l'extrait par contact direct.

7.1. Préparation de L'antibiogramme :

Pour effectuer ce test, des disques de papier wattman de 5 mm de diamètre imprégnés dans des différentes concentrations (**Figure 7**). Une fois les géloses Mueller Hinton sontensemencées, les disques imprégnés de chaque concentration de l'extrait sont disposés sur la surface de la gélose (Figure). Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à T° ambiante pendant 15min, puis incubées à 37C° pendant 24h (Ngameni *et al.*, 2009).

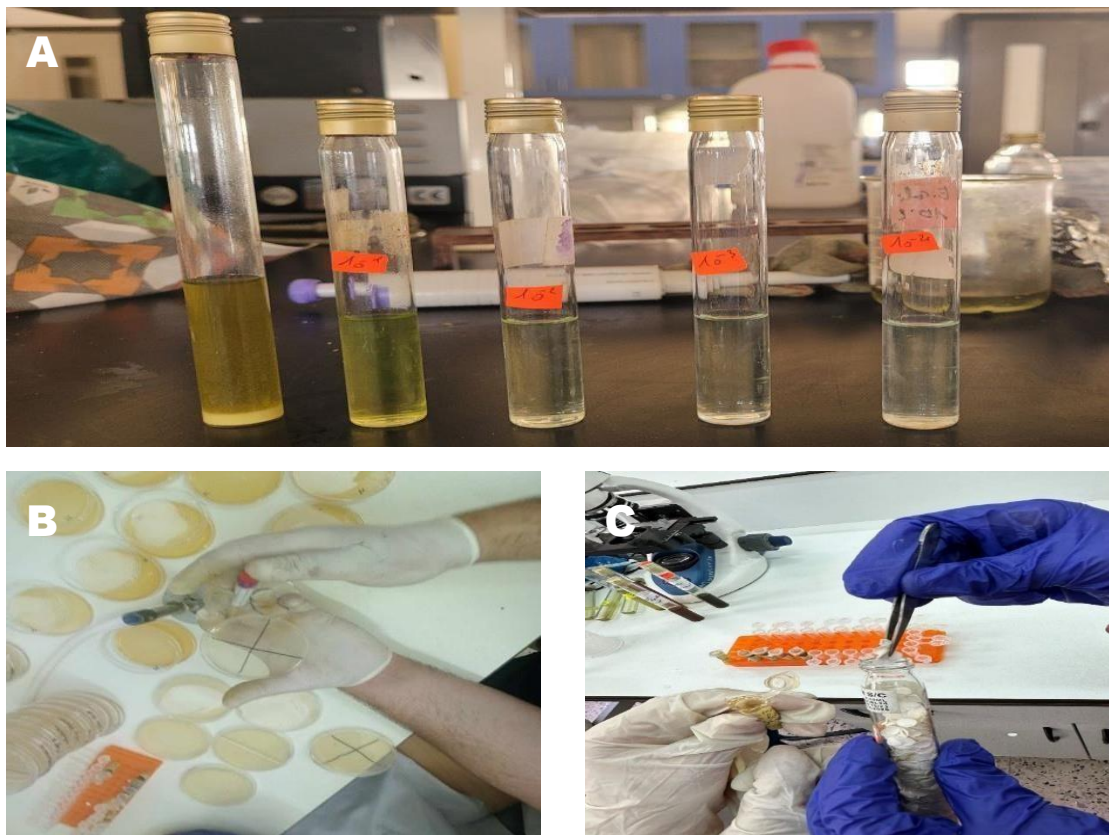


Figure 07 : Imprégnation des papier wattman dans les différentes concentrations .

7.2. Les tests de biostimulations :

Notre travail est protégé sur l'effet biostimulant des extraits nous avons choisi une méthode simple pour établir un test de stimulation au laboratoire pour voir si ces produits présentent une

stimulation au niveau des racines nous avons sélectionné 2 types de racines : celle de l'oignon et celle du Fève.

8. Le test de biostimulation par racines des Oignons et des fèves :

8.1. L'effet de l'extrait :

Pour observer les effets biostimulant de l'extrait de *Dittrichia viscosa* (L.), un matériel biologique simple et facile à obtenir constituer principalement des Oignon ont été utilisé. Les Oignons dont le poids et la taille est presque la même sont placées dans des flacons d'une manière que leurs bases baignent dans l'eau du robinet à température ambiante.

Après 48h, les longueurs des racines des gousses sont enregistrées, ensuite les gousses sont divisées en 3 groupes :

Le groupe 1 : représente le contrôle ou les gousses ont été mises dans l'eau.

Le groupe 2 : les racines ont été traitées avec différentes concentrations de l'extrait méthanolique.

Le groupe 3 : les racines ont été traitées avec différentes concentrations de l'extrait éthanolique.

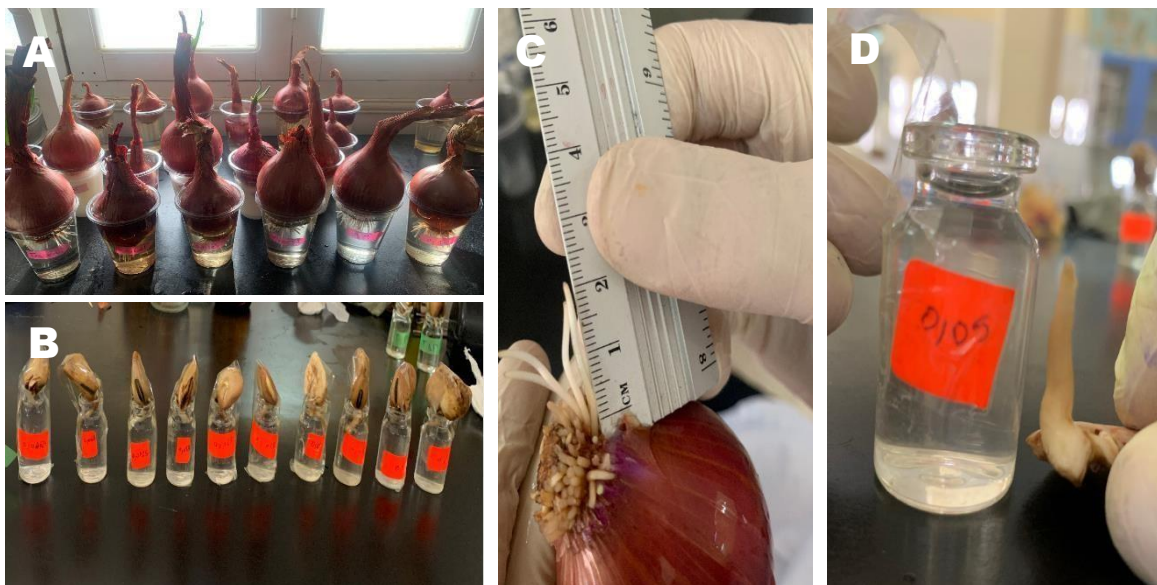


Figure 08 : Traitement des racines d'oignon et fève avec l'eau extrait méthanolique extraitéthanolique.

8.2 Technique de préparation du biostimulant sous serre :

8.2.1. Expérience en serre et conditions de croissance :

Cette expérience a été menée dans les serres du département d'agronomie Skikda (**Figure 9**), Les plantes *Vicia faba* (fève) *Triticum L* (blé) *Citronge corizo* ont été placées dans des pots pour chaque test expérimental et divisées en 3 réplicas de 20 plantes chacune, ces plantes ont été traitées pendant une période de 10 semaines consécutives débutant du 26 mars 2024 jusqu'au 2 juin 2024.



Figure 09 : les serres du département d'agronomie Skikda

Les 3 groupes expérimentaux en culture étaient :

Groupe sans l'utilisation de macérât liquide d'*Dittrichia viscosa L* (CTRL), irrigué avec de l'eau et substrat préalablement fertilisé ;

Groupe traité avec 5% de liquide d'*Dittrichia viscosa L* obtenu à partir d'extrait éthanolique (pulvérisation foliaire et irrigation du sol), substrat préalablement fertilisé (INU1) ;

Groupe traité avec 5% de liquide d'*Dittrichia viscosa* obtenu à partir d'extrait méthanolique (pulvérisation foliaire et irrigation du sol), substrat préalablement fertilisé (INU2).

Groupe traité avec 5% de liquide d'*Dittrichia viscosa* obtenu à partir d'extrait méthanolique (pulvérisation foliaire et irrigation du sol), substrat préalablement fertilisé (INU3).

9. Détermination du contenu en chlorophylle :

La quantité de chlorophylle a été mesurée suite à l'extraction du pigment en utilisant de l'acétone à 80% conformément à la méthode d'**Arnon (1949)**. Des feuilles fraîches pesant 1 gramme ont été triturées dans une petite quantité de solution d'acétone, puis l'extrait résultant a été dilué jusqu'à obtenir un volume final de 4 cm³. Les mesures d'absorbance ont été effectuées à 662 nm pour la chlorophylle a et à 645 nm pour la chlorophylle b à l'aide d'un spectrophotomètre.

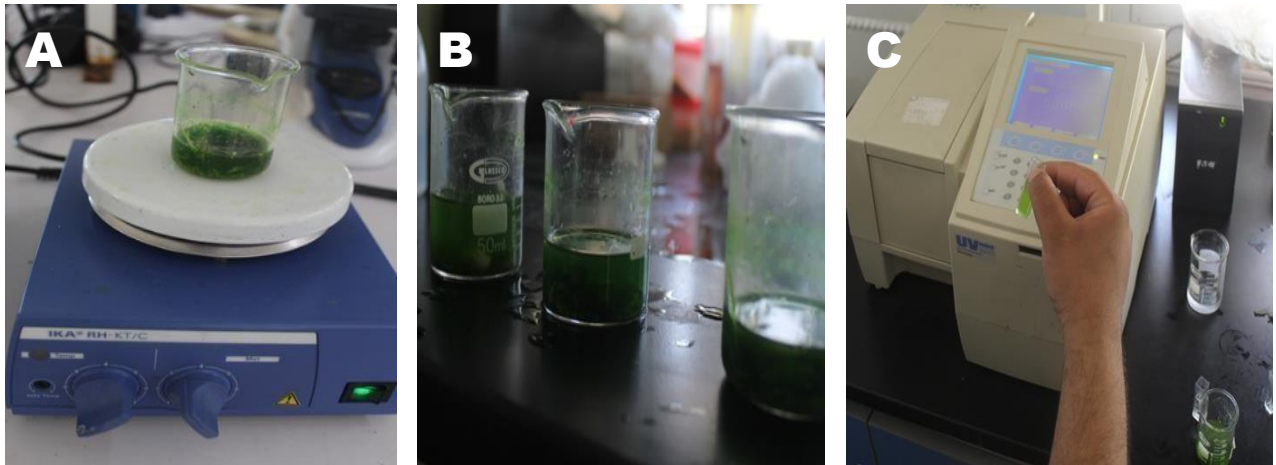


Figure 10 : mesure d'absorbance du chlorophylle a laide du spectrophotomètre

9.1 Calcul du contenu en chlorophylle :

Equation:

$$CH\ a\ (mg/l) = 12,41\ DO\ (663) - 2,59\ DO\ (645).$$

$$CH\ b\ (mg/l) = 22,9\ DO\ (645) - 4,68\ DO\ (663). \quad CH\ t = CH\ a + CH\ b.$$

CH a: concentration en chlorophylle a.

CH b: concentration en chlorophylle b.

CH t: concentration en chlorophylle totale.

DO : densité optique.

9.2. Analyse des Données :

Les données ont été analysées statistiquement à l'aide de Microsoft Excel, calculant les moyennes et variances et L'ANOVA. Les comparaisons entre les différents traitements ont été effectuées en utilisant le logiciel Excel, permettant de déduire les corrélations et différences significatives.



Chapitre III

Résultats et discussion



Partie 1 : Résultats :

1. Rendement des extraits :

Le rendement de l'extrait polyphénolique brut obtenu par Rotavap de la partie aérienne de la plante médicinale *Dittrichia viscosa L* est caractérisé par une couleur Vert foncé et une forme de Gel visqueux presque gélatineuse (**Figure 06**) Le rendement des deux extraits est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Rendement des extraits obtenu de la plante *Dittrichia viscosa L*

| Échantillon | Extrait éthanolique | Extrait méthanolique |
|---------------|---------------------|----------------------|
| Rendement (%) | 8,418 | 7,63 |

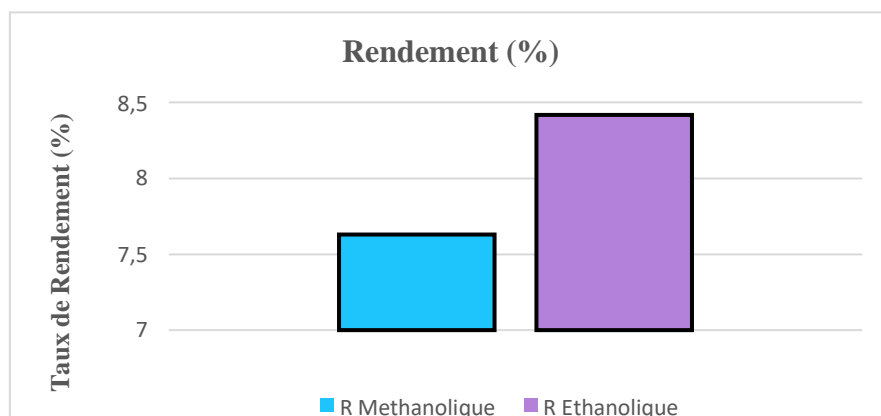


Figure11 : Graphique illustrant les taux de rendement, exprimés en pourcentage, pour deux types de rendements d'extraction à partir de *Dittrichia viscosa L* : le rendement méthanolique (R Méthanolique) et le rendement éthanolique (R Éthanolique).

Le rendement méthanolique est représenté par la colonne violette et le rendement éthanolique par la colonne bleue. Les données montrent que le rendement éthanolique est nettement plus élevé que le rendement méthanolique. En effet, la colonne bleue dépasse la marque de 8,6 %, tandis que la colonne violette est juste au-dessus de 7,4 %.

Ces résultats pourraient indiquer que le solvant éthanolique est plus efficace pour extraire certaines composantes de la *Dittrichia viscosa*, ou que les conditions d'extraction utilisées étaient plus optimales pour l'éthanol par rapport au méthanol. Cela pourrait être dû à divers facteurs, tels que la polarité du solvant, la température d'extraction, le temps d'extraction, et autres paramètres spécifiques au processus d'extraction.

2. Teneurs en polyphénols totaux :

Les quantités de polyphénols correspondantes à chaque échantillon ont été calculées à partir de la courbe d'étalonnage (**figure 12**).

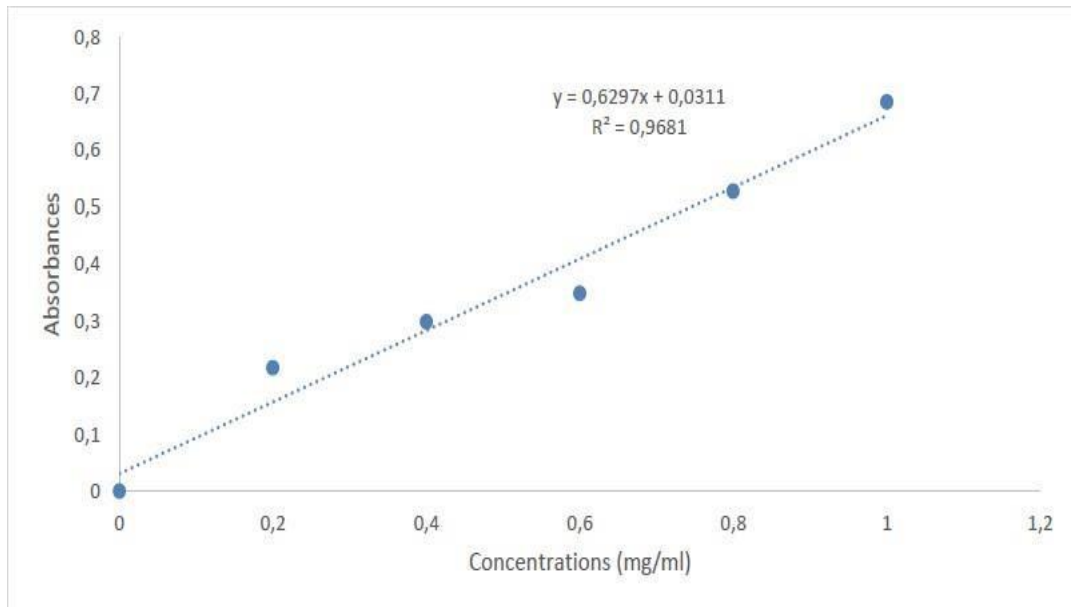


Figure 12 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

3. Teneur en flavonoïdes :

Les quantités de flavonoïdes correspondantes à chaque échantillon ont été calculées à partir de la courbe d'étalonnage (**figure 13**).

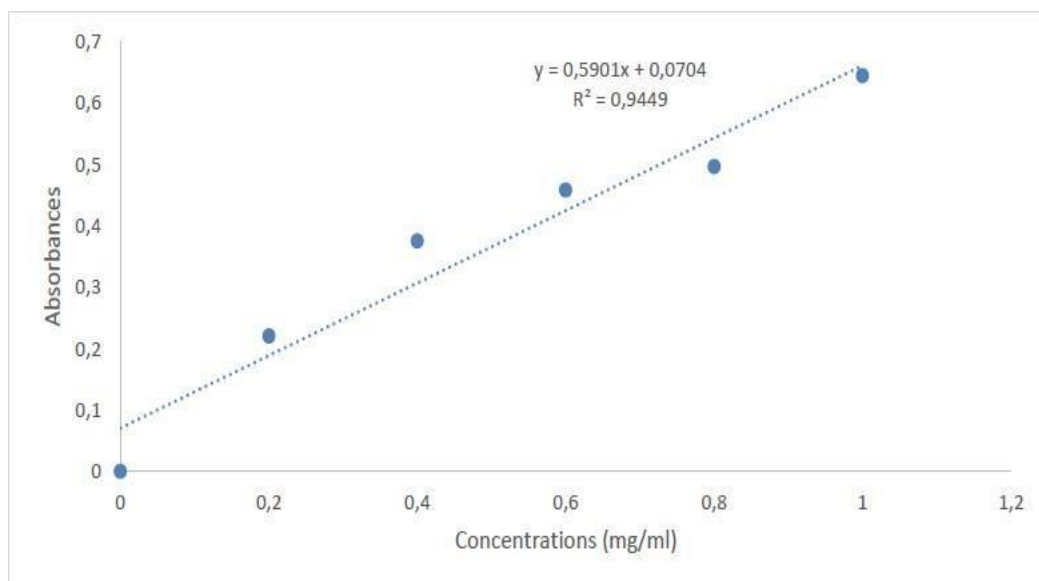


Figure 13 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

4. Teneur en tanins :

La courbe d'étalonnage des tanins, établie en fonction des variations d'absorbance de l'acide

Tannique à différentes concentrations (**figure 14**), revêt une importance capitale dans cette étude.

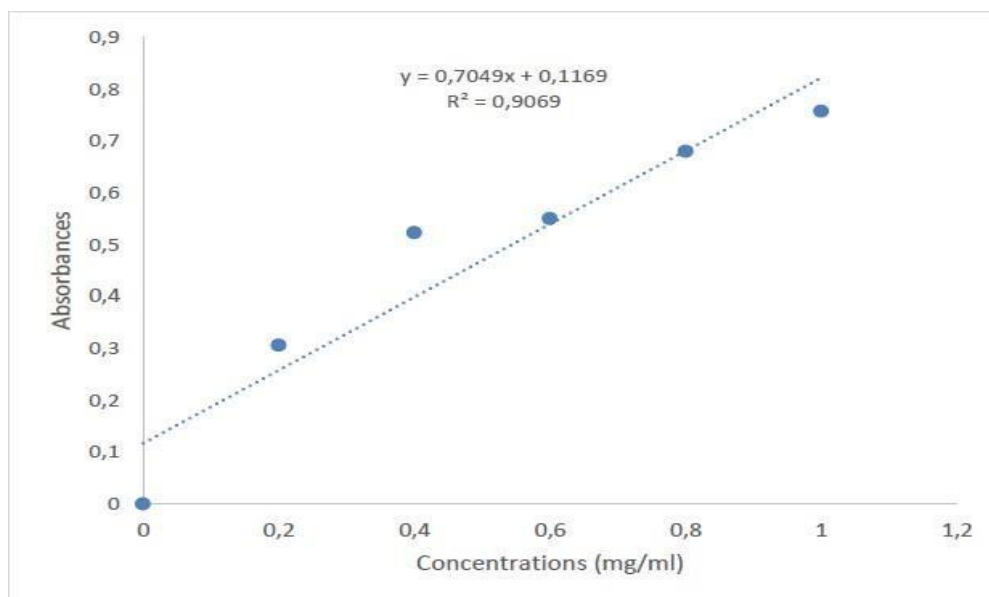


Figure 14 : Courbe d'étalonnage de l'acide tannique.

Tableau 4 : Teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes et en tanins.

| Paramètre | Extrait éthanolique | Extrait méthanolique |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------|
| Teneur en polyphénols (mg EAG/g ES) | 10,96±0,5 | 15,8±0,7 |
| Teneur en flavonoïdes (mg EQ/g ES) | 6,02±0,003 | 12,02±0,03 |
| Teneurs en tanins (mg EAT/g ES) | 1,16±0,04 | 2,95±0,02 |

Dans l'analyse du **tableau 04** comparative des composés bioactifs, les extraits méthanolique ont démontré une supériorité quant à la concentration des polyphénols, flavonoïdes et tanins par rapport aux extraits éthanoliques. Spécifiquement, les résultats indiquent que l'extrait méthanolique contient 15,8±0,7 mg d'équivalents d'acide gallique par gramme de poids sec (mg EAG/g ES), 12,02±0,03 mg d'équivalents de quercétine par gramme de poids sec (mg EQ/g ES) et 2,95±0,02 mg d'équivalents d'acide tannique par gramme de poids sec (mg EAT/g ES). En contraste, les extraits éthanoliques affichent des concentrations de 10,96±0,5 mg EAG/g ES, 6,02±0,003 mg EQ/g ES et 1,16±0,04 mg EAT/g ES respectivement. Ces différences marquées suggèrent que le solvant méthanolique peut être plus efficace pour l'extraction des composés phénoliques.

5. Effet des méthodes des extraction sur l'activité antioxydante de *Dittrichia viscosa L* :

Les résultats de l'étude portant sur l'activité antioxydante basée sur la capacité de piégeage des radicaux DPPH des extraits éthanolique et méthanolique de *Dittrichia viscosa L* ces derniers sont présentés par les valeurs de l'IC50, qui représentent la concentration nécessaire pour inhiber 50 % de l'activité antioxydante et sont rapportés dans le **Tableau 5**.

La hauteur des colonnes indique que l'extrait méthanolique a une IC 50 significativement plus élevée que l'extrait éthanolique, comme l'indique la présence des trois étoiles (***), qui suggèrent une différence statistiquement significative au seuil de 0,001.

Tableau 5 : Activité antioxydant DPPH des extraits *Dittrichia viscosa L*.

| Échantillon/IC50 | Extrait Ethanolique | Extrait Méthanolique |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| Extrait DPPH (mg/ml) | 0,49519±0,0004 | 0,722146±0,0005*** |

6. Activité antibactérienne :

S'appuyant sur les seuils de résistance antibactérienne qui définissent un spectre de résistance à partir d'un diamètre d'inhibition de 6 millimètres, la réponse des souches bactériennes aux extraits de *D.viscosa* a été systématiquement catégorisée. Les souches manifestant un diamètre de zone d'inhibition de 9 millimètres ou moins étaient considérées comme résistantes, celles avec des diamètres allant de 10 à 15 millimètres étaient marquées comme insensibles, celles présentant des diamètres entre 16 et 22 millimètres étaient reconnues comme sensibles, et celles avec des diamètres dépassant 22 millimètres étaient classifiées comme très sensibles.

Dans le cadre d'une étude évaluant l'efficacité antibactérienne d'un extrait éthanolique (**Tableau 6**), les diamètres des zones d'inhibition produites sur diverses souches bactériennes ont été mesurés. Les résultats ont révélé que les souches *d'Escherichia coli* et de *Salmonella typhimurium* ont montré des zones d'inhibition de 20,5 mm et 16,3 mm respectivement, les classant ainsi dans la catégorie des souches sensibles à l'agent antibactérien.

Figure15 : Teste antibiogramme des extraits éthanolique et méthanolique de *dittrichia viscosa* L contre des bactéries a gramme positive et négative.





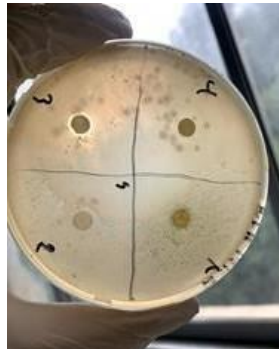



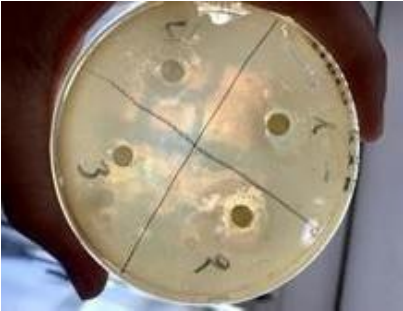

| ETHANOL | METHANOL | ETHANOL | METHANOL |
|---|--|--|--|
| <i>Escherichia coli</i> | | <i>Salmonella typhimurium</i> | |
|  |  |  |  |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> | | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | |
|  |  |  |  |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | | |
| ETHANOL | | METHANOL | |
|  | |  | |

Tableau 06 : Diamètres des zones d'inhibition de la croissance bactérienne induites par l'extrait éthanolique brut de *Dittrichia viscosa L.*

| Souches bactériennes | Diamètres des zones d'inhibition (mm) | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | <i>Escherichia coli</i> | <i>Salmonella typhimurium</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Extrait Ethanolique | 20,5 | 16,3 | 9,5 | 19,3 | 15,8 |
| Réponse | Sensibles | Sensibles | Résistantes | Sensibles | Insensibles |

Pseudomonas aeruginosa a également été classée comme sensible, avec une zone d'inhibition de 19,3 mm. En contraste, *Klebsiella pneumoniae*, avec une zone d'inhibition de seulement 9,5 mm, a été identifiée comme résistante. *Staphylococcus aureus*, présentant une zone d'inhibition de 15,8 mm, a été considérée comme insensible.

Tableau 07 : Diamètres des zones d'inhibition de la croissance bactérienne induites par l'extrait méthanolique brut de *Dittrichia viscosa L.*

| Souches bactériennes | Diamètres des zones d'inhibition (mm) | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | <i>Escherichia coli</i> | <i>Salmonella typhimurium</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Extrait Méthanolique | 13,5 | 16,5 | 27 | 8,5 | 25,5 |
| Réponse | Insensibles | Sensibles | Très sensibles. | Résistantes | Très sensibles. |

Le tableau montre les effets d'un extrait méthanolique sur différentes souches bactériennes, exprimés en termes de diamètres de zones d'inhibition en millimètres. *Escherichia coli* montre une zone d'inhibition de 13,5 mm, indiquant que la souche est insensible à l'extrait. *Salmonella typhimurium*, avec une zone d'inhibition de 16,5 mm, est jugée sensible. *Klebsiella pneumoniae* révèle une forte sensibilité avec un diamètre d'inhibition de 27 mm, classant cette souche comme très sensible. *Pseudomonas aeruginosa*, en revanche, est résistante avec une zone d'inhibition de seulement 8,5 mm. Enfin, *Staphylococcus aureus*, avec une zone d'inhibition de 25,5 mm, est également classifié comme très sensible à l'extrait méthanolique.

7. Test de biostimulation de *Dittrichia viscosa* L sur la germination :

7.1. L'Effet de *Dittrichia viscosa* L sur les racines d'oignons :

7.1.1. Analyse de la variance de l'extrait méthanolique en fonction de racine d'oignons :

Tableau 08 : Analyse de la variance des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

| ANOVA a un Facteur | | | | | |
|----------------------------------|------|----|--------------------|---|--------|
| | SS | DF | MS | F (DFn, DFd) | P |
| Trématent (entre colonne) | 3,8 | 4 | 0,761 | F = 2,96 | P=0,03 |
| Résiduel (entre colonne) | 7,7 | 30 | 0,257 | Significant diff. among means (P < 0.05)? =Yes | |
| Totale | 11,5 | 35 | P value résumé = * | | |

L'analyse de variance (ANOVA) présentée indique que le traitement appliqué a un effet significatif sur la taille des racines d'oignons, comme en témoigne la valeur de P de 0,03. Cette valeur est inférieure au seuil conventionnel de 0,05, ce qui signifie que les différences observées dans les tailles des racines entre les différents traitements ne sont pas dues au hasard. Par conséquent, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle qui postule l'équivalence des moyennes de traitement et conclure qu'au moins un traitement a un effet distinct sur la taille des racines d'oignons.

7.1.2. Analyse de la variance l'extrait éthanolique en fonction de racine d'oignons :

Tableau 09 : Analyse de la variance des effets de l'extrait éthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

| ANOVA a un Facteur | | | | | |
|----------------------------------|-------|----|-------|---|--------|
| | SS | DF | MS | F (DFn, DFd) | P |
| Trématent (entre colonne) | 0,736 | 4 | 0,147 | F = 0,623 | P=0,68 |
| Résiduel (entre colonne) | 7,08 | 30 | 0,236 | Significant diff. among means (P < 0.05)? = no | |
| Totale | 7,81 | 35 | | | |

L'application de l'analyse de variance à un facteur (ANOVA) a généré une valeur de P de 0,68, ce qui dépasse largement le seuil conventionnel de signification statistique de 0,05. En conséquence, nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle et concluons qu'il n'y a pas de preuve statistique suffisante pour affirmer que les traitements étudiés ont des effets différents sur la taille des racines d'oignons.

7.2. Teste de comparaison de Dunnett's :

7.2.1 L'extrait méthanolique :

Tableau 10 : Teste de comparaison de Dunnett's des effets de l'extrait méthanolique sur les tailles des racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

| | Nombre de jour | | | | | | Moyenne ± ecartpe |
|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|
| | Jour 00 | Jour 01 | Jour 02 | Jour 03 | Jour 04 | Jour 05 | |
| Témoin | 1,125 | 1,175 | 1,825 | 2,1 | 2,4 | 2,45 | 1,85±0,239 |
| 0,01 | 1,55 | 1,775 | 1,85 | 1,975 | 2 | 1,85 | 1,83±0,0664 |
| 0,02 | 1,55 | 1,8 | 1,95 | 2,05 | 2,25 | 2,25 | 1,98±0,111 |
| 0,03 | 1,425 | 1,775 | 1,925 | 2,2 | 2,375 | 2,525 | 2,04±0,167 |
| 0,05 | 1,6 | 1,825 | 2,4 | 3,2 | 3,5 | 3,85 | 2,73±0,377* |
| 0,1 | 1,525 | 1,525 | 1,625 | 1,75 | 1,95 | 2,225 | 1,77±0,113 |

L'extrait éthanolique :

Tableau 11 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

| | Nombre de jour | | | | | | Moyenne ± ecartpe |
|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|
| | Jour 00 | Jour 01 | Jour 02 | Jour 03 | Jour 04 | Jour 05 | |
| Témoin | 1,125 | 1,175 | 1,825 | 2,1 | 2,4 | 2,45 | 1,85±0,239 |
| 0,01 | 1,55 | 1,775 | 1,85 | 2,125 | 2,25 | 2,625 | 2,03±0,157 |
| 0,02 | 1,55 | 1,8 | 1,95 | 2,075 | 2,25 | 2,55 | 2,03±0,143 |
| 0,03 | 1,425 | 1,775 | 1,925 | 1,35 | 2,5 | 2,85 | 1,97±0,243 |
| 0,05 | 1,1 | 1,2 | 1,25 | 1,625 | 2,375 | 2,5 | 1,68±0,252 |
| 0,1 | 1,475 | 1,55 | 1,575 | 1,625 | 1,95 | 2,125 | 1,72±0,106 |

Le traitement méthanolique à 0,05 semble avoir un effet significatif sur la croissance des racines d'oignons par rapport au témoin, tandis que les autres traitements soient méthanolique ou bien éthanolique n'ont pas d'effet significatif détectable sur les racines d'oignons. Cela corrobore

les résultats du test de Dunette, où le traitement à 0,05 a également été identifié comme significativement différent du témoin.

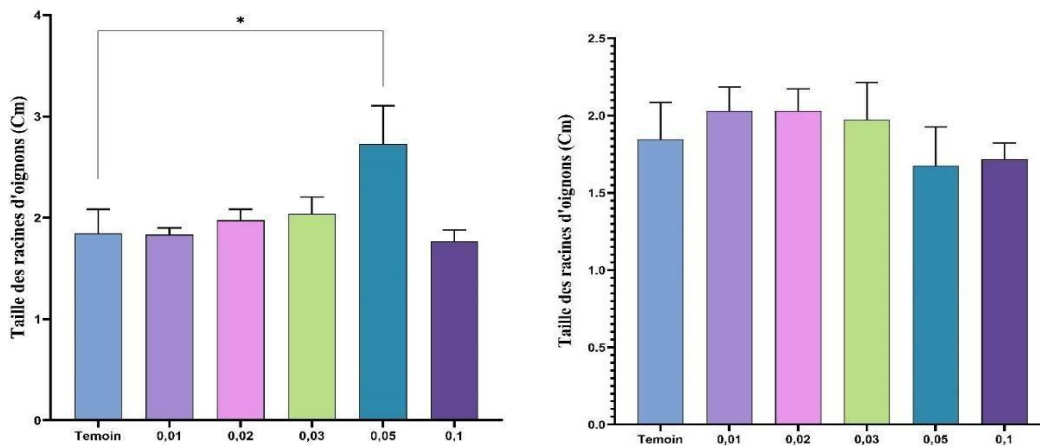


Figure 16 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

7.3. Test sur les racines de la fève :

7.3.1. Analyse de la variance l'extrait méthanolique en fonction de racine de fève :

Tableau12 : Analyse de la variance des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines de fève pendant la période de 5 jours N=4

| ANOVA a un Facteur | | | | | |
|----------------------------------|------|----|-------|--|-----------|
| | SS | DF | MS | F (DFn, DFd) | P |
| Trématent (entre colonne) | 35,7 | 4 | 7,14 | F = 0,519 | P= 0,0006 |
| Résiduel (entre colonne) | 23 | 30 | 0,768 | Significant diff. Entre moyenne (P < 0.05) ? = oui | |
| Totale | 58,7 | 35 | | P value résumé = *** | |

Dans l'analyse de variance à un facteur (ANOVA), une valeur de P de 0,0006 a été observée, laquelle est nettement inférieure au seuil de signification statistique standard de 0,05. Cette valeur de P extrêmement faible conduit au rejet de l'hypothèse nulle, indiquant ainsi que les différences entre les moyennes des traitements pour la taille des racines des fèves sont hautement significatives sur le plan statistique.

Tableau13 : Analyse de la variance des effets de l'extrait éthanolique en fonction de la tailles racines de fève pendant la période de 5 jours N=4

| ANOVA a un Facteur | | | | | |
|---------------------------|------|----|-------|---|--------|
| | SS | DF | MS | F (DFn, DFd) | P |
| Trématent (entre colonne) | 3,9 | 4 | 0,779 | F = 0,458 | P=0,80 |
| Résiduel (entre colonne) | 51 | 30 | 1,7 | Significant diff entre moyenne (P < 0.05) ? = no | |
| Totale | 54,9 | 35 | | | |

Lors de l'analyse de variance à un facteur (ANOVA), une valeur de P de 0,80 a été obtenue, ce qui est significativement supérieur au seuil critique de 0,05 pour la signification statistique. Cette valeur élevée de P indique une absence de différence statistiquement significative entre les moyennes des traitements appliqués à la taille des racines des fèves. Par conséquent, l'hypothèse nulle, qui présume l'équivalence des moyennes de traitement dans la population, ne peut être rejetée sur la base des données recueillies.

7.3.2. L'extrait méthanolique :

Tableau14 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

| | Nombre de jour | | | | | | Moyenne ± ecratype |
|--------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| | Jour 00 | Jour 01 | Jour 02 | Jour 03 | Jour 04 | Jour 05 | |
| Témoin | 3,8 | 3,2 | 4 | 3,7 | 4,2 | 4,1 | 5,13±0,379 |
| 0,01 | 4,2 | 3,7 | 4,2 | 3,5 | 5,7 | 3,9 | 4,6±0,377 |
| 0,02 | 5,2 | 5 | 4,6 | 3,5 | 7 | 4,5 | 5,12±0,419 |
| 0,03 | 5,7 | 5 | 6,1 | 4 | 7,2 | 4 | 4,12±0,317 |
| 0,05 | 5,9 | 5,2 | 5,3 | 4,5 | 7,7 | 3,9 | 6,63±0,585* |
| 0,1 | 6 | 5,5 | 6,5 | 5,5 | 8 | 4 | 4,07±0,0919 |

Parmi les comparaisons effectuées, seule la comparaison entre le témoin et le traitement à 0,05 montre une différence statistiquement significative dans la moyenne des tailles (augmentation) des racines des fèves, comme indiqué par la valeur P ajustée de 0,04. Les autres traitements soient méthanolique ou bien éthanolique ne montrent pas de différences significatives par rapport au témoin.

7.3.3. L'extrait éthanolique :

Tableau 15 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait éthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

| | Nombre de jour | | | | | | Moyenne ± ecratype |
|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
| | Jour 00 | Jour 01 | Jour 02 | Jour 03 | Jour 04 | Jour 05 | |
| Témoin | 1,8 | 2,9 | 4,4 | 5 | 5,7 | 6,4 | 4,37±0,708 |
| 0,01 | 2,1 | 2,1 | 3,7 | 4,7 | 4,8 | 5 | 3,73±0,548 |
| 0,02 | 2 | 2,3 | 2,6 | 4,7 | 4,5 | 5 | 3,52±0,553 |
| 0,03 | 2,2 | 2,2 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,5 | 3,65±0,461 |
| 0,05 | 2,2 | 2,1 | 4 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 3,48±0,423 |
| 0,1 | 1,7 | 2,2 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 3,35±0,449 |

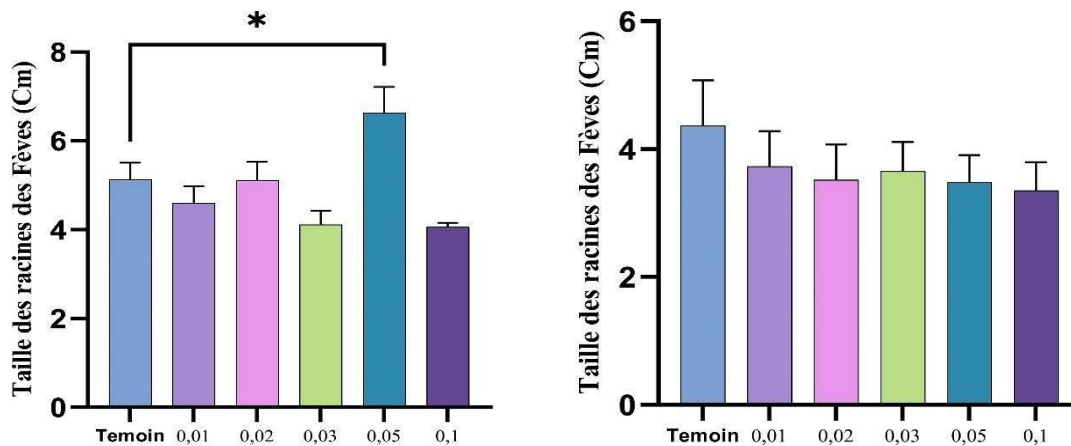


Figure 17 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Dunettes) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction de la tailles racines d'oignons pendant la période de 5 jours N=4

8. Biostimulation a base des extraits sur les plantes :

8.1. Effets du Biostimulants sur le Fève :

Observation :

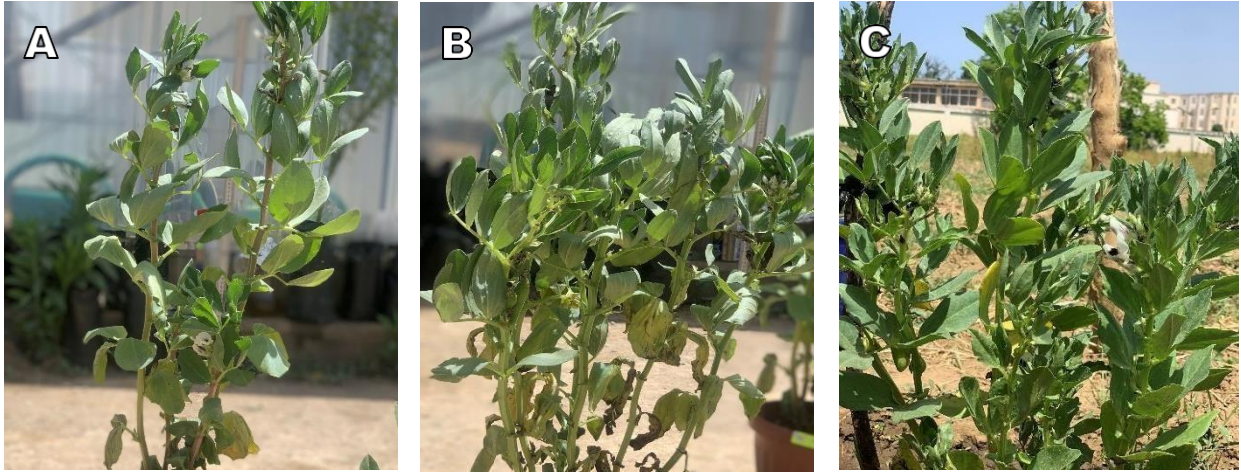


Figure 18: Etat d'avancement des fèves après 10 semaines de traitement

8.1.1. Taille des feuilles du fève :

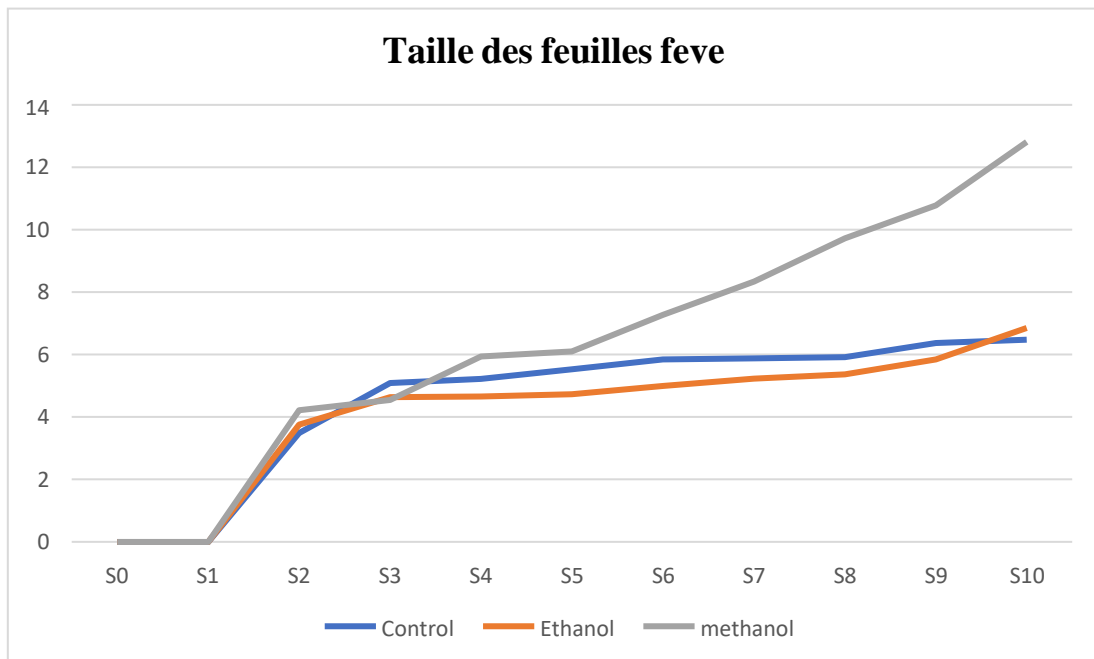


Figure 19 : Courbe d'avancement de la taille de feuilles des fèves durant 10 semaines.

Les données indiquent que les traitements à l'éthanol et au méthanol affectent la croissance des feuilles de fèves, le méthanol ayant un effet plus prononcé. Cela pourrait suggérer un avantage potentiel du méthanol dans la promotion de la taille des feuilles des fèves, qui pourrait être lié à divers processus physiologiques ou biochimiques influencés par le méthanol.

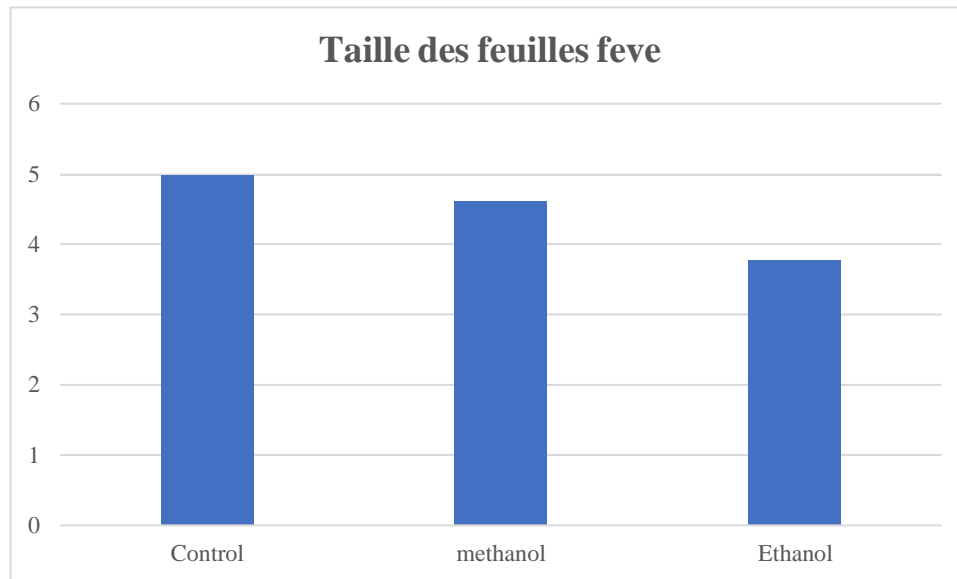


Figure 20 : Moyenne des Taille des feuilles des fèves.

La (**Figure 20**) illustre la taille des feuilles de fève traitées avec différents solvants. Les feuilles du groupe témoin et celles traitées avec le méthanol montrent une taille similaire, environ 5 sur l'échelle indiquée, tandis que celles traitées avec l'éthanol présentent une légère diminution de taille, approximativement 4.5. Cela suggère que le méthanol n'affecte pas la croissance des feuilles de fève autant que l'éthanol.

8.1.2. Test ANOVA de la Taille des feuilles du fève :

Tableau 16 : Test ANOVA de la taille des feuilles des fèves

| 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 | 7,664026 | 2 | 3,832013 | 1,261615875 | 0,299363 | 3,354131 |
| Within Groups | 82,00939 | 27 | 3,0373849 | | | |
| Total | 89,67342 | 29 | | | | |

La valeur P (0,299363) est supérieure au niveau alpha commun (0,05), ce qui indique que les différences entre les moyennes des groupes ne sont pas statistiquement significatives aux niveaux conventionnels. Cette conclusion est étayée par le fait que la statistique F (1,261615875) est inférieure à la valeur critique F (3,354131), ce qui suggère qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des groupes.

Ce résultat implique que la variable traitement ou condition testée dans les groupes n'a pas d'impact statistiquement significatif sur le résultat mesuré, en supposant que les groupes soient effectivement représentatifs de la population et que l'expérience ait été correctement contrôlée.

8.1.3. Nombre de feuilles des fèves :

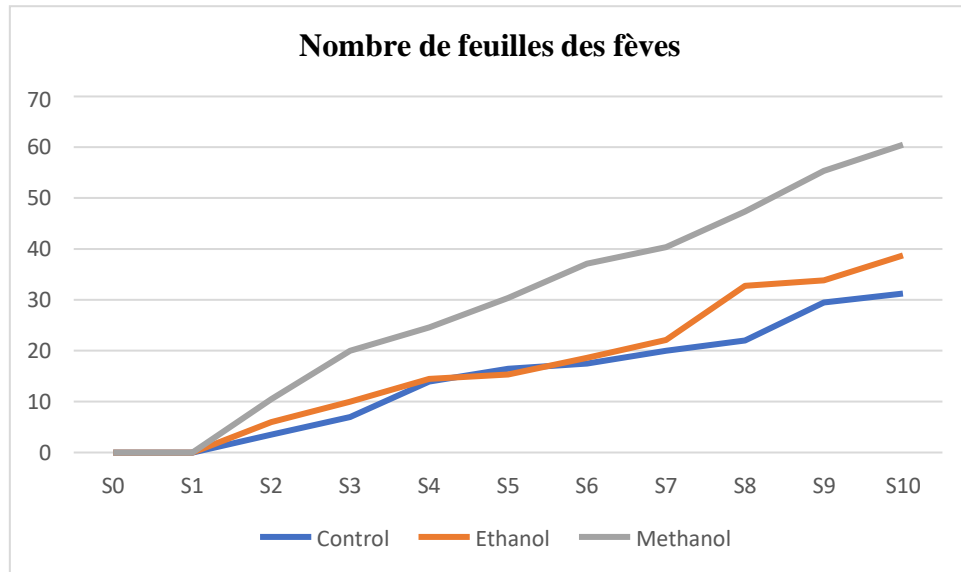


Figure 21 : Courbe d'avancement de nombre de feuilles des fèves durant 10 semaines de traitements.

Le graphique (**Figure21**) indique que les traitements à l'éthanol et au méthanol influencent positivement la production de feuilles des fèves, l'effet du méthanol étant le plus prononcé. Cette croissance accrue pourrait être bénéfique dans les pratiques agricoles où l'augmentation du feuillage est souhaitable. Cependant, il est essentiel de prendre en compte d'autres facteurs tels que la santé globale de la plante et l'efficacité des ressources lors de l'évaluation des avantages agricoles potentiels de ces traitements.

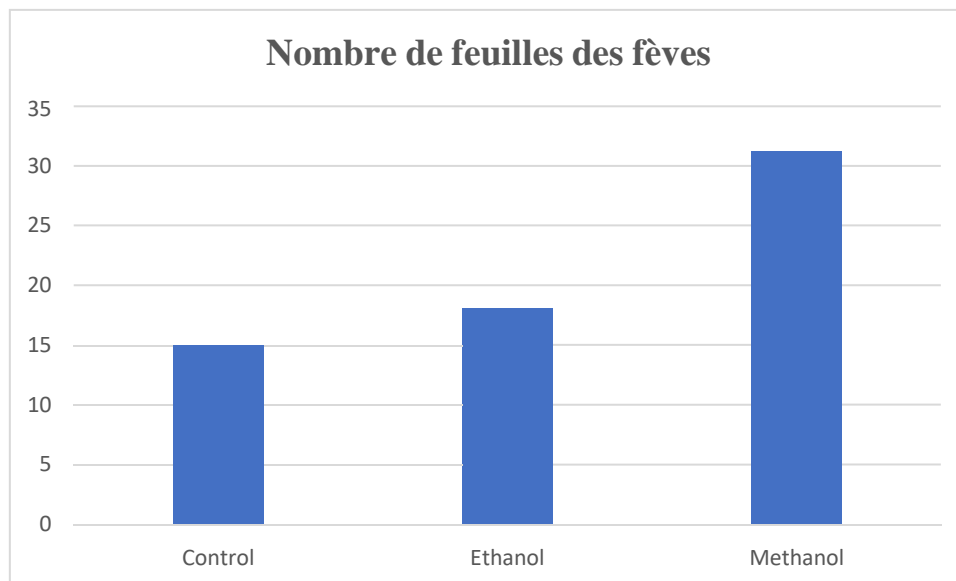


Figure 22 : Moyenne des Nombre de feuilles des fèves.

La (**Figure 22**) montre le nombre de feuilles de fèves pour différents traitements. Le traitement au méthanol résulte en le plus grand nombre de feuilles, avec environ 30 feuilles, comparé à environ 15 feuilles pour le témoin et environ 20 feuilles pour l'éthanol. Cela indique que le méthanol peut avoir un effet stimulant sur la production de feuilles chez les fèves, surpassant même les conditions de contrôle.

Tableau 17 : Test ANOVA du Nombre de feuilles des fèves.

| 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 | 1608,05695 | 2 | 804,0284731 | 3,853371 | 0,032399 | 3,3158295 |
| Within Groups | 6259,67572 | 30 | 208,6558572 | | | |
| Total | 7867,73266 | 32 | | | | |

Le (**tableau 17**) montre que La statistique F de 3,853371 dépasse la valeur critique F de 3,3158295, et la valeur P de 0,032399 est inférieure au seuil de signification habituel de 0,05. Ces résultats suggèrent qu'il existe des différences statistiquement significatives entre les moyennes des groupes. Cela indique que le traitement ou la condition testée a un effet statistiquement significatif sur la variable dépendante.

8.1.4. Taille des tiges des fèves :

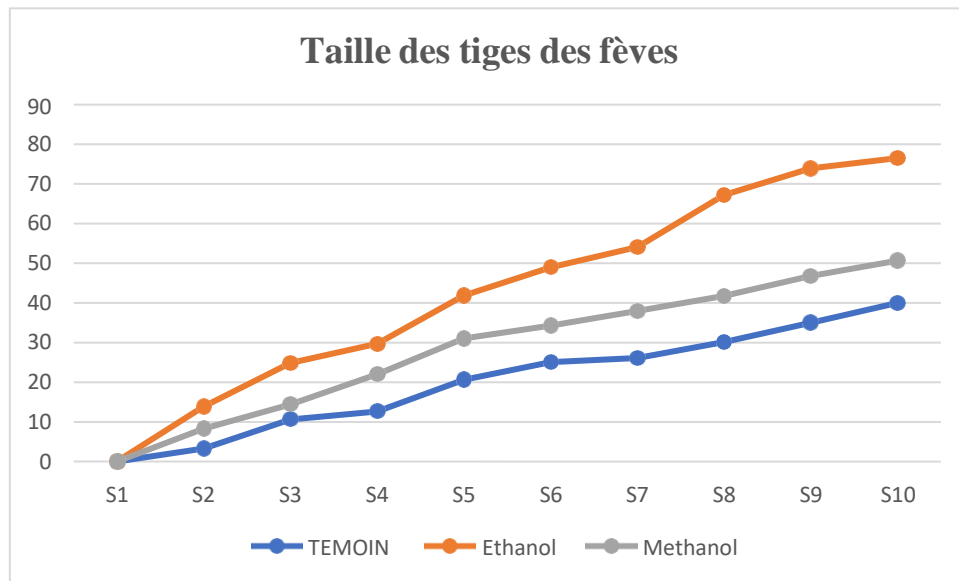


Figure 23 : Courbe d'avancement de la taille des tiges des fèves durant 10 semaines de traitement.

Le graphique (**Figure 23**) montre que les traitements à l'éthanol et au méthanol améliorent la croissance de la longueur des tiges des fèves, le méthanol ayant l'effet le plus prononcé. Cela pourrait indiquer que le méthanol, plus efficacement que l'éthanol, favorise l'allongement des tiges, ce qui pourrait être bénéfique à certaines fins agricoles ou expérimentales où des plantes plus hautes sont souhaitées.

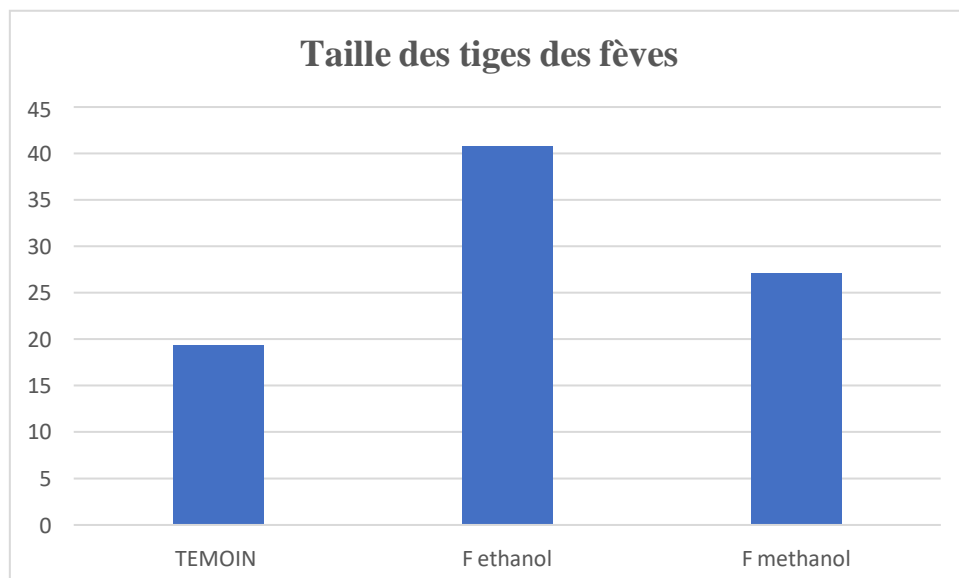


Figure 24 : Moyenne des Taille des Tiges des fèves.

La figure illustre la taille des tiges de fèves traitées avec différents solvants. L'éthanol montre un effet nettement positif, avec une taille de tige d'environ 40, comparativement à environ 20 pour le témoin et environ 25 pour le méthanol. Cela suggère que l'éthanol favorise une croissance plus significative de la tige chez les fèves par rapport aux traitements au témoin et au méthanol.

Tableau 18 : Test ANOVA du Nombre de feuilles des fèves.

| ANOVA | | | | | | |
|---------------------|------------|----|------------|----------|----------|---------|
| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Between Groups | 2570,29643 | 2 | 1285,14821 | 3,428426 | 0,045608 | 3,31583 |
| Within Groups | 11245,5225 | 30 | 374,850748 | | | |
| Total | 13815,8189 | 32 | | | | |

Le (**tableau 18**) ANOVA intitulé « Test ANOVA du Nombre de feuilles des fèves » révèle des différences statistiquement significatives dans le nombre de feuilles des fèves entre les différents groupes de traitement. La statistique F de 3,428426 dépasse la valeur critique F de 3,31583, et la valeur P de 0,045608 est juste en dessous du niveau alpha conventionnel de 0,05. Ces résultats indiquent que le traitement appliqué a un impact significatif sur le nombre de feuilles.

9. Expérience de biostimulant sur terrien :

9.1. Biostimulation a base des extraits sur les récoltes des Fèves :

9.1.1. Nombre, Taille et poids de fèves obtenue :

le nombre des légumes (**Figure 25**), la taille des légumes, et le poids des légumes. Le groupe contrôle affiche un taux de légumes significativement plus élevé, suggérant un effet inhibiteur des traitements au méthanol et à l'éthanol sur ce processus. Pour la taille des légumes, les plantes traitées au méthanol montrent une croissance accrue par rapport au contrôle, un effet marqué par une signification statistique très élevée (**), tandis que l'éthanol, bien qu'améliorant la croissance par rapport au contrôle, est moins efficace que le méthanol. Concernant le poids des légumes, il est nettement plus élevé dans le groupe traité au méthanol, dénotant possiblement des propriétés de promotion de croissance ou une moindre toxicité relative par rapport à l'éthanol, qui présente un poids réduit. Ces résultats indiquent des différences significatives dans l'impact des deux solvants, marquées par des niveaux de signification statistique ($p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).

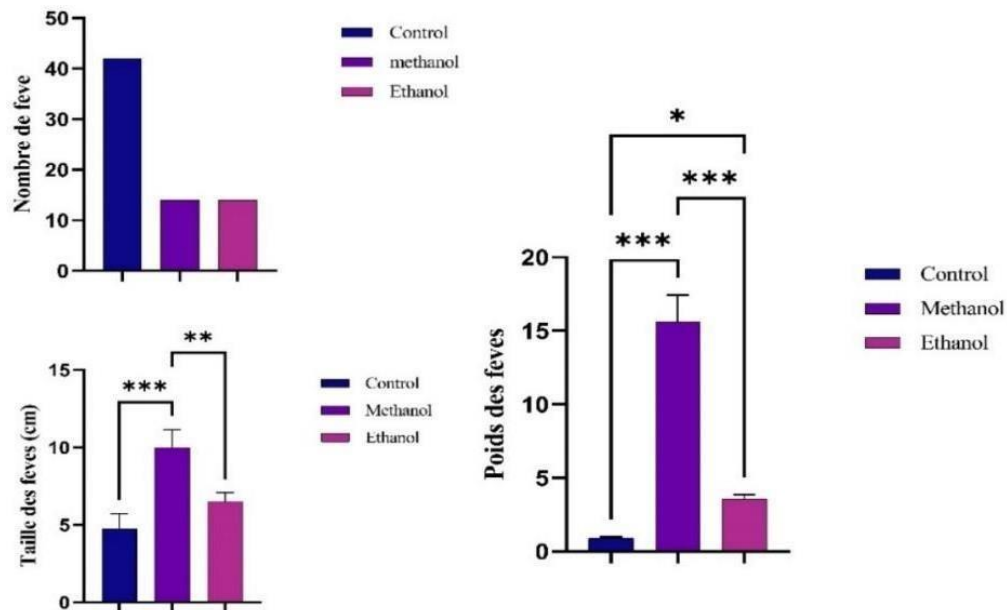


Figure 25 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Tukey) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction des fèves obtenue pendant la période de 10 semaine.

le nombre des légumes (**Figure 25**), la taille des légumes, et le poids des légumes. Le groupe contrôle affiche un taux de légumes significativement plus élevé, suggérant un effet inhibiteur des traitements au méthanol et à l'éthanol sur ce processus. Pour la taille des légumes, les plantes traitées au méthanol montrent une croissance accrue par rapport au contrôle, un effet marqué par une signification statistique très élevée (**), tandis que l'éthanol, bien qu'améliorant la croissance par rapport au contrôle, est moins efficace que le méthanol. Concernant le poids des légumes, il est nettement plus élevé dans le groupe traité au méthanol, dénotant possiblement des propriétés de promotion de croissance ou une moindre toxicité relative par rapport à l'éthanol, qui présente un poids réduit. Ces résultats indiquent des différences significatives dans l'impact des deux solvants, marquées par des niveaux de signification statistique ($p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).

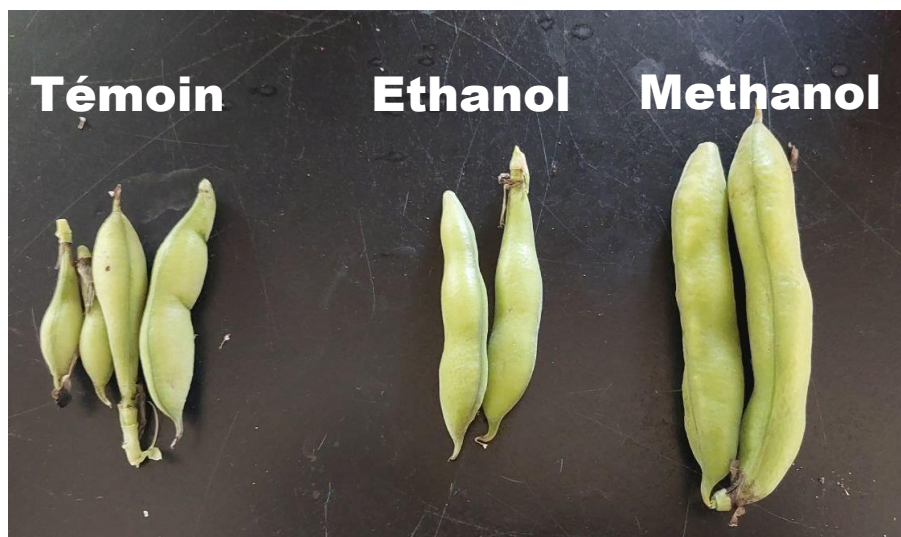


Figure 26 : Illustration des effets comparatifs du méthanol et de l'éthanol par rapport à un groupe témoin sur la germination et la croissance des plantes, révélés à travers trois mesures distinctes.

9.1.2. Nombre de graine de fèves obtenue :



Figure 27 : illustration de nombre des graines obtenue dans les 3 extraits

Tableau 19 : Test ANOVA du Nombre de graine de fèves obtenue

| 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 | 144,824 | 2 | 72,412 | 979,2344 | 1,144 ^E -123 | 3,02959714 |
| Within Groups | 19,744 | 267 | 0,07394757 | | | |
| Total | 164,568 | 269 | | | | |

La valeur P ($1,144E-123$) est significativement inférieure au niveau alpha commun (0,05), ce qui indique que les différences entre les moyennes des groupes sont statistiquement significatives. La statistique F (979,2344) est également beaucoup plus grande que la valeur critique F (3,02959714), ce qui renforce cette conclusion.

Le diagramme à barres illustre les effets significatifs des traitements au méthanol et à l'éthanol sur le nombre de graines obtenues par rapport au groupe témoin. Le groupe témoin, représenté par la barre bleue, a produit le moins de graines, tandis que le groupe traité au méthanol (barre violette) et le groupe traité à l'éthanol (barre rose) ont produit un nombre de graines progressivement plus élevé. L'analyse statistique indique des différences hautement significatives entre tous les groupes, comme indiqué par les triples astérisques (***) , suggérant des valeurs p inférieures à 0,001. Plus précisément, le traitement au méthanol a entraîné une augmentation substantielle de la production de graines par rapport au contrôle, tandis que le traitement à l'éthanol a eu un effet encore plus prononcé. Ces résultats impliquent que le méthanol et l'éthanol augmentent de manière significative le rendement en graines, l'éthanol étant le plus efficace.

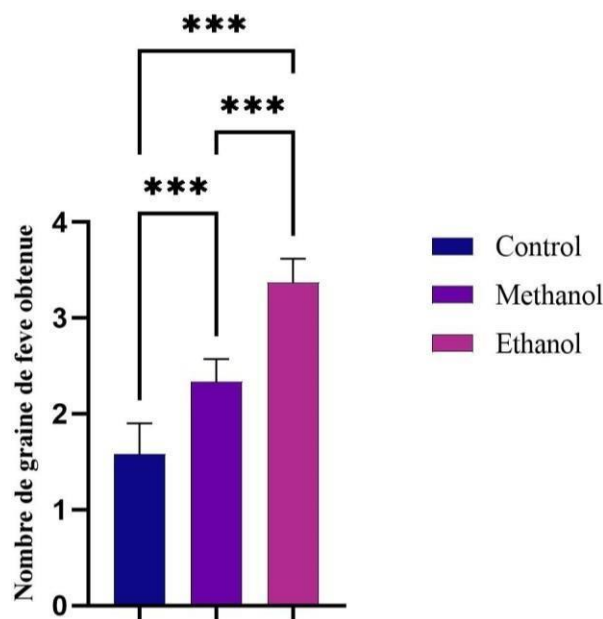


Figure 28 : Analyse de la variance (Teste de comparaison de Tukey) des effets de l'extrait éthanolique et méthanolique en fonction des graines de fève obtenue pendant la période de 10 semaine

9.2. Effets du Biostimulants sur le *Citronge corizo* :

Observation :



Figure 29 : Etat d'avancement du *Citronge corizo* après 10 semaines de traitement

9.2.1. Taille de des plantes *Citronge corizo*

Le graphique intitulé (**Figure 30**) illustre l'évolution de la croissance des plants de *Citronge corizo* sous trois traitements différents : témoin (Témoin), éthanol et méthanol, sur dix étapes de croissance (S0 à S10). Les résultats montrent que tous les traitements présentent une croissance initialement modeste jusqu'à l'étape S4, suivie d'une augmentation régulière. Vers les dernières étapes (S9 et S10), les plants traités au méthanol montrent une croissance légèrement supérieure à ceux traités à l'éthanol et au témoin, bien que les différences restent minimales. Ces observations suggèrent un avantage marginal du méthanol pour favoriser la croissance des plants de *Citronge corizo* dans les conditions expérimentales de cette étude, bien que l'efficacité globale des traitements semble relativement similaire, indiquant un effet limité des traitements sur la croissance des plants. Des détails supplémentaires sur l'expérimentation seraient nécessaires pour une interprétation complète des résultats.

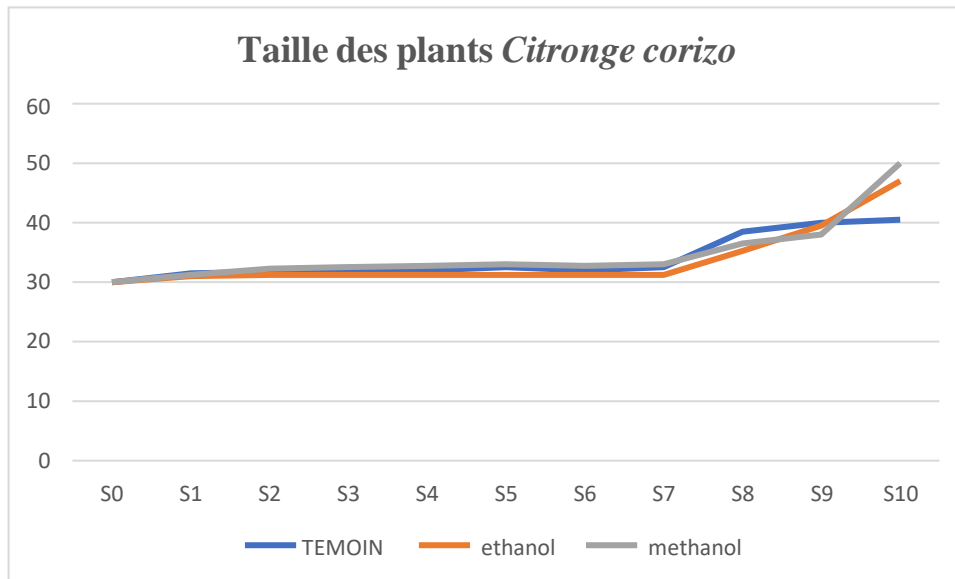


Figure 30 : Courbe d'avancement de la Taille des plants du *Citronge corizo* durant 10 semaines de traitement

Le graphique (**Figure 31**) présente les tailles finales de plants de *Citronge corizo* soumis à trois traitements différents : témoin (Témoin), éthanol, et méthanol, mesurées en centimètres. Les données montrent que les plants traités au méthanol atteignent la plus grande taille finale, avec environ 34,8 cm, significativement plus élevée que celle des plants témoins et ceux traités à l'éthanol, qui présentent des tailles respectives d'environ 33,6 cm et 33,4 cm. Cette différence suggère que le méthanol pourrait avoir un effet stimulant plus marqué sur la croissance des plants de *Citronge corizo* par rapport à l'éthanol et au traitement témoin dans les conditions spécifiques de cette étude. Ces résultats pourraient orienter des recherches futures sur l'optimisation des traitements pour la croissance des plants.

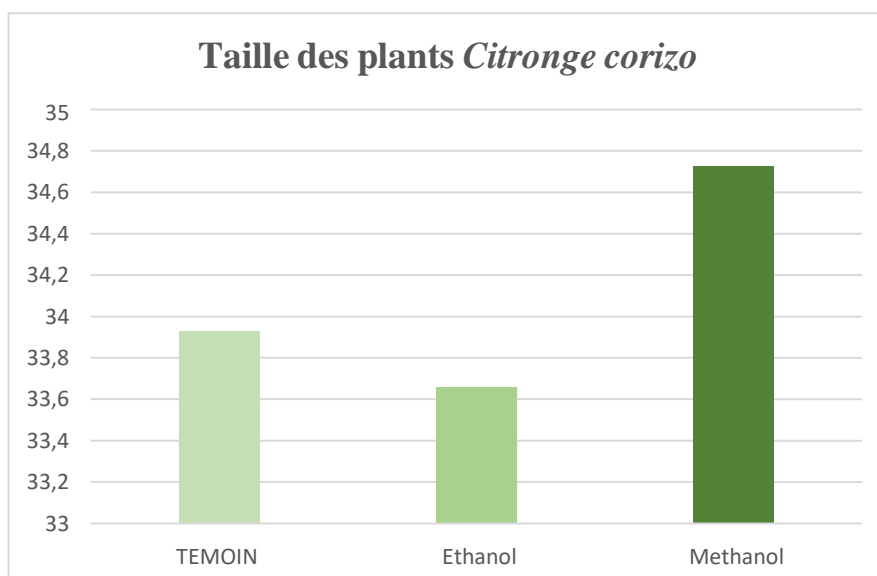


Figure 31 : Moyenne des Taille des plants du *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

Les résultats de l'ANOVA (**Tableau 20**), montre une faible valeur F (0,141452) par rapport à la valeur F critique (3,315829501) et une valeur p élevée (0,868672), suggèrent qu'il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les groupes. Cela signifie que les effets observés dans les groupes (éventuellement différents traitements ou conditions) ne diffèrent pas significativement les uns des autres, ce qui implique que la variable ou le traitement testé n'a pas d'impact statistiquement significatif sur le résultat dans ces conditions expérimentales.

Tableau 20 : Analyse de la variance des Taille des plants du *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

| ANOVA | | | | | | |
|-----------------------|----------|----|----------|----------|----------|-------------|
| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Between Groups | 6,776515 | 2 | 3,388258 | 0,141452 | 0,868672 | 3,315829501 |
| Within Groups | 718,6023 | 30 | 23,95341 | | | |
| Total | 725,3788 | 32 | | | | |

9.2.2. Nombre de branches *Citronge corizo*:

Le graphique (**Figure32**) montre la progression du nombre de branches dans les plants de cédrat soumis à trois traitements différents témoin (Témoin), éthanol et méthanol - à travers dix stades de développement (S0 à S10). Le groupe témoin présente l'augmentation la plus régulière de la ramification, atteignant le nombre le plus élevé au dernier stade. Les plantes traitées au méthanol, après avoir initialement reflété le démarrage plus lent du groupe éthanol, connaissent une accélération notable du développement des branches à partir du stade S5, pour finalement s'aligner étroitement sur les performances du groupe témoin. Le traitement à l'éthanol, tout en contribuant à la croissance, entraîne le développement le plus faible des branches parmi les traitements.

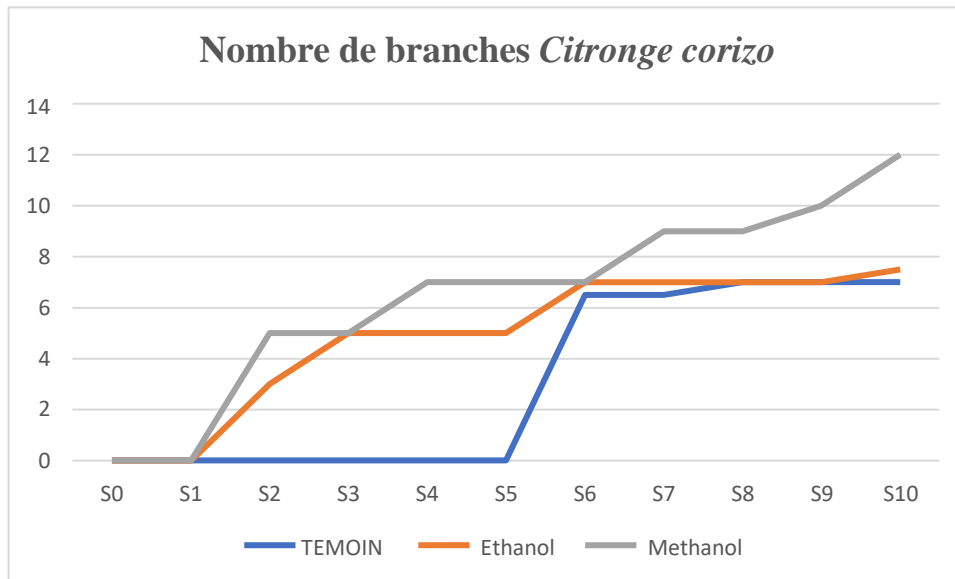


Figure 32 : Courbe d'avancement du nombre de branches *Citronge corizo* durant 10 semaines de traitement.

La (Figure 33) illustre le nombre final de branches des plants de cédrat traités dans trois conditions différentes : contrôle (Témoin), éthanol et méthanol. Les résultats montrent que le traitement au méthanol est nettement plus efficace, puisqu'il permet d'obtenir environ 6 branches par plante. En revanche, le traitement à l'éthanol donne environ 4 branches par plante, et le groupe témoin est le moins efficace, avec environ 3 branches par plante.

Les résultats du (tableau 21), montre qu'une valeur F de 2,69115 par rapport à la valeur F critique de 3,31583, et une valeur p de 0,08414496, suggèrent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les groupes au niveau conventionnel de 0,05. Toutefois, la valeur p relativement faible indique une tendance possible qui pourrait mériter d'être étudiée plus en détail, en particulier dans le cadre d'études plus importantes ou structurées différemment.

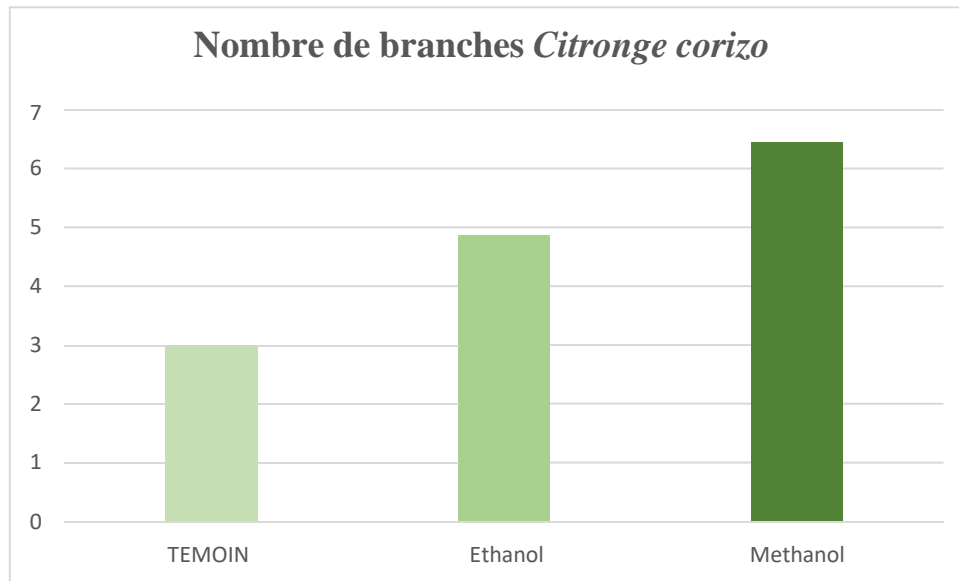


Figure 33 : Moyenne des Nombre de branches *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

Tableau 21 : Analyse de la variance ANOVA des Nombre de branches *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

| ANOVA | | | | | | |
|---------------------|----------|----|----------|---------|------------|---------|
| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Between Groups | 62,28788 | 2 | 31,14394 | 2,69115 | 0,08414496 | 3,31583 |
| Within Groups | 347,1818 | 30 | 11,57273 | | | |
| Total | 409,4697 | 32 | | | | |

9.2.3. Taille de feuille *Citronge corizo*

Le graphique (**Figure 34**) représente l'évolution de la taille des feuilles de plants de *Citronge corizo* traités avec trois substances différentes : témoin (Témoin), éthanol et méthanol, sur dix étapes de croissance (S0 à S10). Le groupe témoin montre une croissance constante, atteignant légèrement plus de 12 cm. Le groupe traité à l'éthanol suit une trajectoire similaire jusqu'à l'étape S7 avant de légèrement diverger, terminant un peu en dessous du témoin, ce qui indique un impact comparable sur la croissance. En revanche, le traitement au méthanol manifeste un changement plus marqué ; après avoir suivi les autres traitements jusqu'à l'étape S6, il accélère significativement, dépasse les autres traitements vers l'étape S8 et atteint environ 16 cm à la fin.

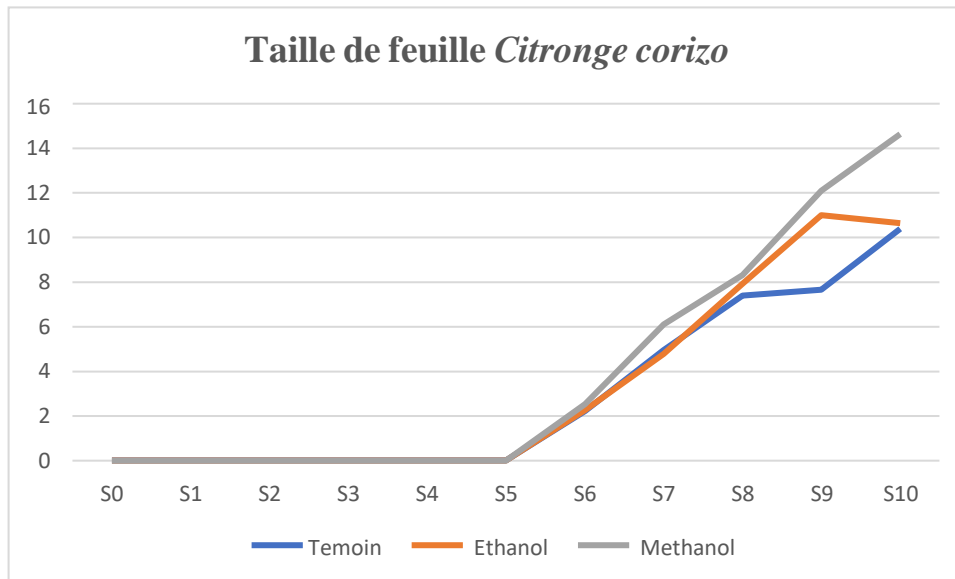


Figure 34 : Courbe d'avancement de la taille de feuille *Citronge corizo* durant 10 semaines de traitement.

Le graphique intitulé "Taille de feuille de *Citronge corizo* " présente les tailles finales des feuilles de plants de *Citronge corizo* traités avec trois substances différentes : témoin (Temoin), éthanol et méthanol. Les résultats montrent que les feuilles traitées au méthanol atteignent une taille moyenne d'environ 4 cm, surpassant celles traitées à l'éthanol et au témoin, qui mesurent respectivement environ 3,5 cm et 3 cm. Ces résultats indiquent que le méthanol a un effet plus prononcé sur la croissance des feuilles de *Citronge corizo* par rapport à l'éthanol et au traitement témoin. Cette observation suggère que le méthanol pourrait être un traitement efficace pour favoriser une augmentation significative de la taille des feuilles dans les conditions expérimentales de cette étude.

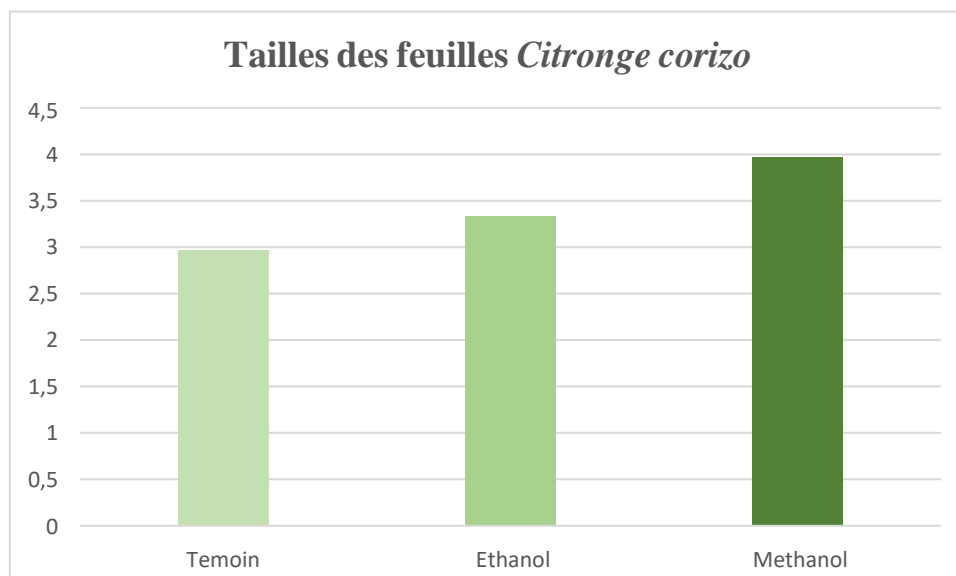


Figure 35 : Moyenne des tailles de feuille *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

Le (**tableau 22**) Une valeur F de 0,1300849 et une valeur P de 0,878513459, les résultats ne démontrent pas de différences statistiquement significatives entre les groupes au niveau conventionnel de 0,05. La valeur F très faible par rapport à la valeur F critique et la valeur P élevée suggèrent toutes deux que les différences entre les effets des traitements ne sont pas statistiquement significatives, ce qui indique que les traitements peuvent ne pas avoir d'impact distinct sur la variable étudiée dans ces conditions expérimentales.

Tableau 22 : Analyse de la variance des tailles de feuille *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

| 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 | 5,699598 | 2 | 2,84979917 | 0,1300849 | 0,878513459 | 3,31583 |
| Within Groups | 657,2169 | 30 | 21,9072284 | | | |
| Total | 662,9164 | 32 | | | | |

9.2.4. Nombre de feuille du *Citronge corizo* :

La (**Figure 37**) compare l'impact de trois traitements témoin, éthanol et méthanol sur le nombre de feuilles de plants de *Citronge corizo*. Les résultats montrent que le traitement au méthanol est nettement plus efficace, avec environ 35 feuilles par plant, contre 20 pour l'éthanol et seulement 15 pour le témoin. Cette augmentation significative avec le méthanol suggère son potentiel comme promoteur de croissance supérieur sous les conditions expérimentales utilisées. Toutefois, pour envisager l'utilisation du méthanol à une échelle plus large, il serait essentiel de comprendre les mécanismes précis par lesquels il favorise la croissance et d'évaluer les implications environnementales et de santé végétale associées à son utilisation.

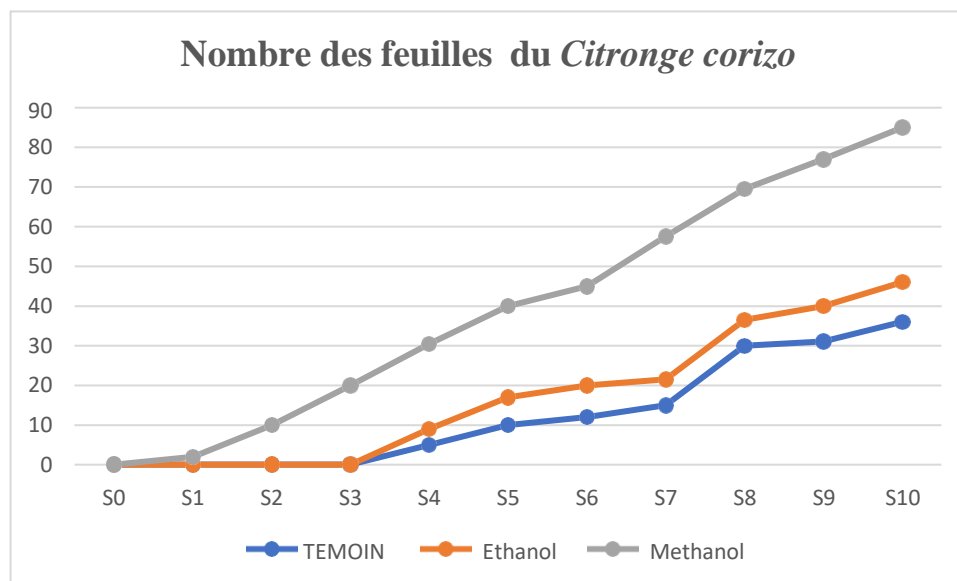


Figure 36 : Courbe d'avancement du Nombre des feuilles du *Citronge corizo* durant 10 semaines de traitement.

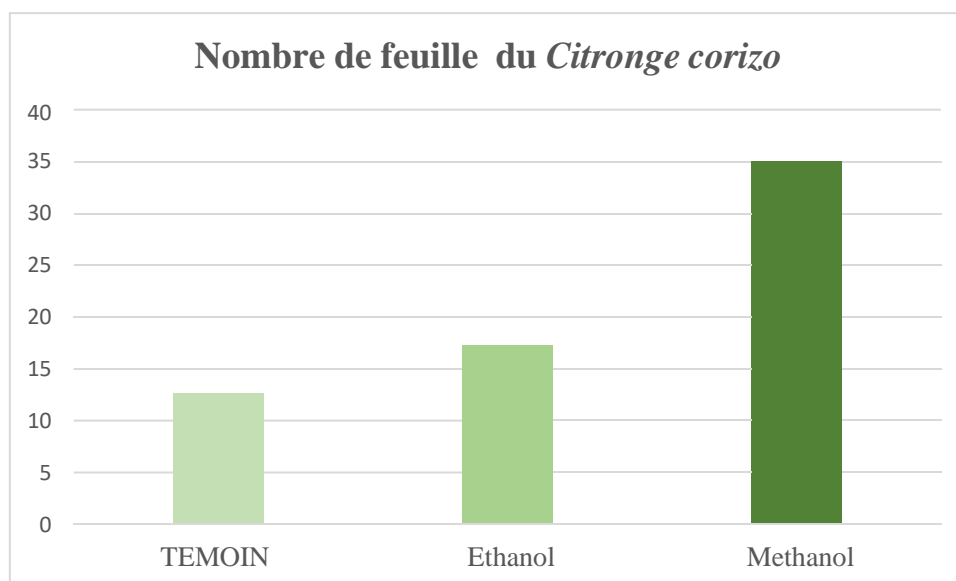


Figure 37 : Moyenne des Nombre de feuille du *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

La (Figure 36) montre l'efficacité de trois traitements différents sur la croissance foliaire de plants de *Citronge corizo*, observée à travers dix étapes de développement (S0 à S10). Le traitement gris, indiquant probablement une condition optimale ou un contrôle enrichi, affiche une croissance exceptionnelle, avec une progression régulière atteignant près de 90 feuilles par plant. En comparaison, les traitements orange et bleu, possiblement des applications de substances comme l'éthanol ou le méthanol, montrent aussi une augmentation significative mais moindre, culminant respectivement à environ 40 et 35 feuilles. Ces observations pourraient indiquer que le méthanol, peut-être en raison de ses effets métaboliques spécifiques sur les

plants, stimule la croissance des feuilles plus efficacement que l'éthanol, ce qui mérite une exploration plus approfondie pour comprendre les mécanismes biologiques sous-jacents et évaluer la viabilité et les implications écologiques de son utilisation à plus grande échelle.

Le (**tableau 23**) : La valeur F de 4,96078204 dépasse la valeur F critique de 3,3158295 et la valeur p de 0,01376276 est inférieure à 0,05, ce qui indique des différences statistiquement significatives entre les groupes. Cela suggère que le facteur ou le traitement testé a un effet significatif sur le résultat, différent selon les groupes étudiés.

Tableau 23 : Analyse de la variance des Nombre de feuille *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

| 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 | 4605,40364 | 2 | 2302,70182 | 4,96078204 | 0,01376276 | 3,3158295 |
| Within Groups | 13925,4364 | 30 | 464,181212 | | | |
| Total | 18530,84 | 32 | | | | |

9.2.5. Taille des feuilles du *Citronge corizo* :

La (**Figure 38**) l'effet de différents traitements (témoin, éthanol et méthanol) sur la taille des feuilles de plants, exprimée en centimètres. Les résultats montrent que les plants traités au méthanol présentent une taille de feuille nettement supérieure, avec une moyenne de 5 cm, contre environ 3 cm pour ceux traités à l'éthanol et 2 cm pour le groupe témoin. Cette augmentation significative de la taille des feuilles avec le traitement au méthanol suggère que cette substance pourrait favoriser la croissance foliaire plus efficacement que l'éthanol ou le traitement témoin.

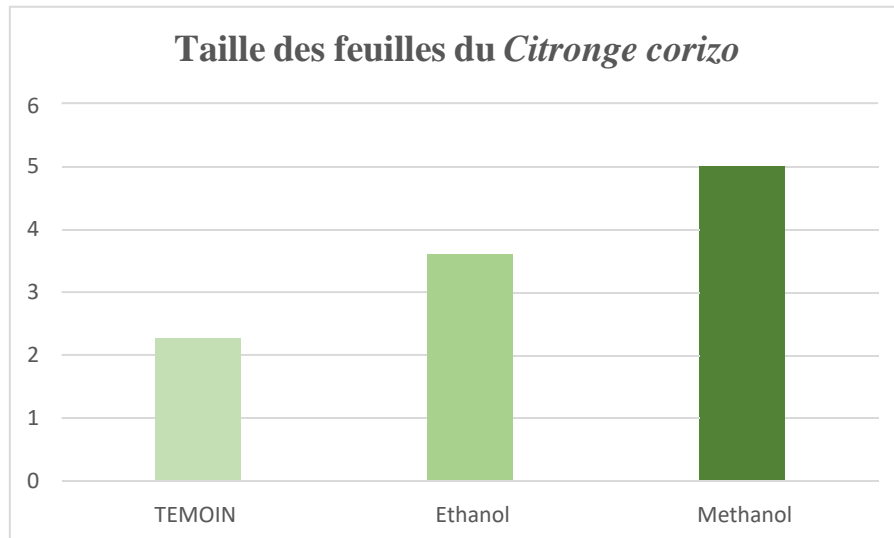


Figure 38 : Moyenne des tailles des feuilles du *Citronge corizo* pendant 10 semaines de traitement.

9.6. Effets du Biostimulants sur le Blé :

Observation :

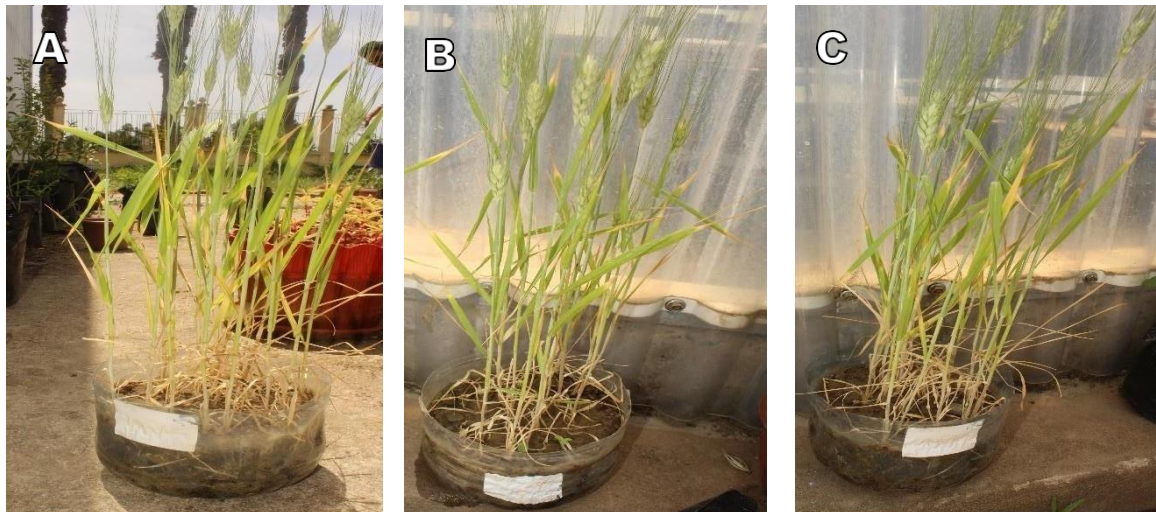


Figure 39 : Etat d'avancement du Blé après 10 semaines de traitement.

Le graphique (**Figure39**) compare l'efficacité de trois traitements différents—témoin, éthanol, et méthanol sur la croissance du blé à travers dix stades de développement (S0 à S10). Les courbes indiquent que le blé sous traitement au méthanol affiche une croissance légèrement supérieure, particulièrement dans les phases ultérieures, suggérant que le méthanol pourrait être plus efficace pour stimuler la croissance du blé que l'éthanol ou le traitement témoin. Cette tendance est également observée avec l'éthanol qui, bien que suivant de près le témoin dans les premières étapes, commence à montrer un avantage en taille dans les derniers stades.

Le graphique intitulé (**Figure 41**) illustre clairement l'impact des différents traitements chimiques contrôle, éthanol, et méthanol sur la taille du blé, mesurée à un moment donné. Les barres montrent que le blé traité au méthanol atteint une taille nettement supérieure, environ 25,4 cm, comparé à celui traité à l'éthanol et au groupe témoin, qui présentent des tailles similaires autour de 24 cm. Cela suggère que le méthanol peut avoir un effet promoteur de croissance plus marqué par rapport à l'éthanol et au traitement témoin.

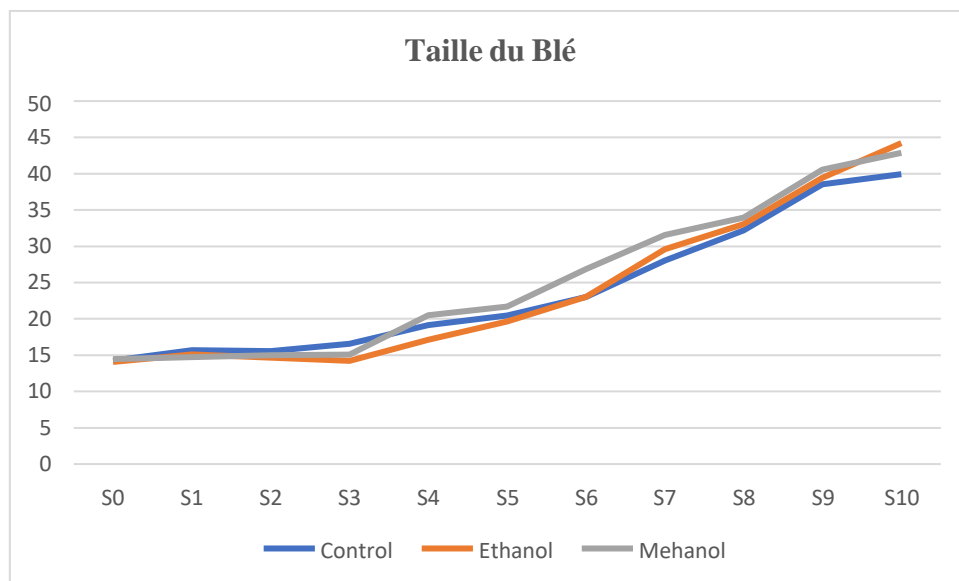


Figure 40 : Courbe d'avancement de la taille du Blé durant 10 semaines de traitement

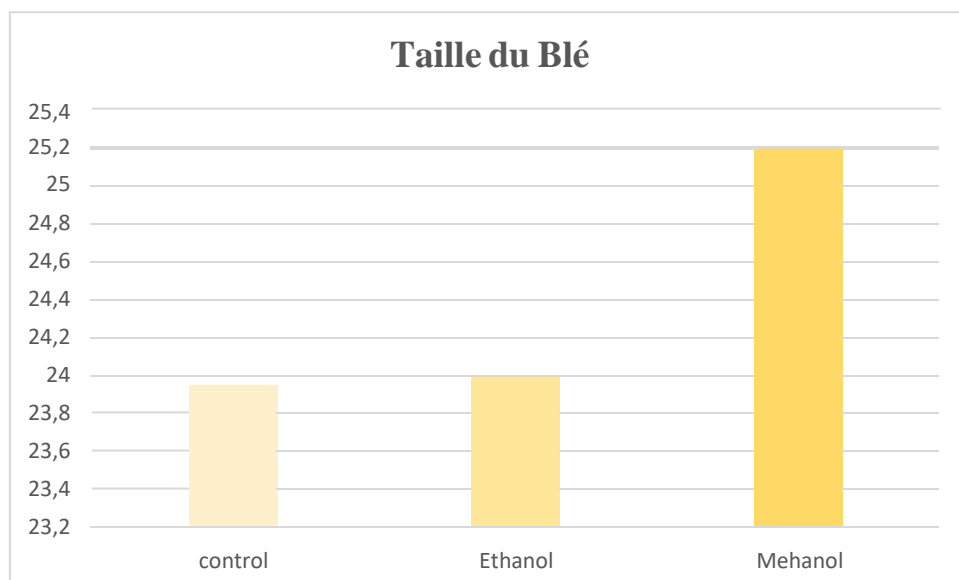


Figure 41 : moyenne de la taille du Blé durant 10 semaines de traitement

Tableau 24 : Analyse de la variance du blé.

| 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 | 11,21838 | 2 | 5,60919022 | 0,052625 | 0,948823098 | 3,315829501 |
| Within Groups | 3197,638 | 30 | 106,587928 | | | |
| Total | 3208,856 | 32 | | | | |

la valeur F observée (0,052625) est bien inférieure à la valeur F critique (3,315829501) et à la valeur p élevée (0,948823098), les résultats de l'ANOVA suggèrent que les différences de croissance du blé entre les traitements (témoin, éthanol, méthanol) ne sont pas statistiquement significatives. Cela indique que dans les conditions de l'expérience, les traitements n'ont pas eu d'impact distinct sur la croissance du blé, ce qui signifie que toute différence observée est probablement due à une variation aléatoire plutôt qu'aux effets des traitements.

10. Test de chlorophylle :

Les trois diagrammes à secteurs présentés illustrent les concentrations de chlorophylle totale mesurées dans des tests effectués sur la fève, le blé, et le Citronge corizo, en utilisant trois différents traitements : témoin, éthanol, et méthanol. Pour la fève, la répartition montre que 55% de la chlorophylle est attribuée au méthanol témoin, 26% à l'éthanol et 19% au méthanol. Dans le cas du blé, le témoin représente 54% de la chlorophylle totale, l'éthanol 27% et le méthanol 19%. Pour le *Citronge corizo*, le témoin a une concentration de 42%, l'éthanol de 34% et le méthanol de 24%. Ces résultats suggèrent des variations significatives dans l'efficacité des solvants pour extraire la chlorophylle, le témoin, probablement une extraction sans solvant ou avec un solvant moins agressif, montrant généralement les plus hauts niveaux de chlorophylle totale. Ces variations pourraient être importantes pour des applications spécifiques où l'extraction optimale de la chlorophylle est cruciale.

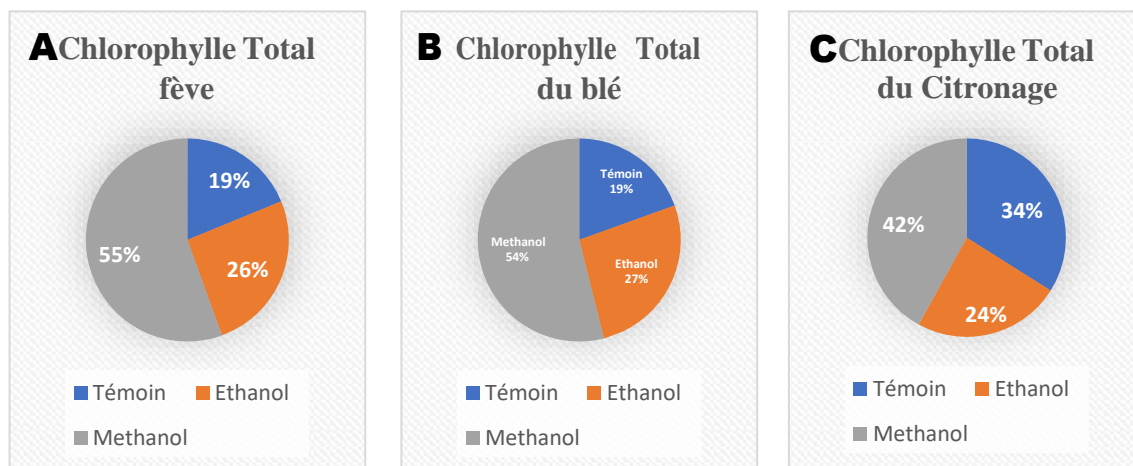


Figure 42 : Taux de chlorophylle total des plants (A) Fève, (B) Blé, (C) *Citronge corizo*.

Partie 2 Discussion :

L'analyse des résultats obtenus indique que l'espèce végétale étudiée présente un faible rendement en composés phénoliques, avec des valeurs de 7,63 % solubles dans le méthanol et 8,418 %, similaire aux constatations de **Khadrie et al. (2023)**. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par les chercheurs marocains **Chahmi et al. (2015)**, qui ont documenté des rendements de 23,90 %, 20,08 % et 13,35 % pour la même espèce provenant de trois différentes régions marocaines. **Ounaissia et al. (2021)** ont noté que le rendement de l'extrait méthanolique des feuilles était significativement élevé, à 22,55 %, et présentait une consistance verte pâteuse. Cependant, le rendement est influencé par la méthode et les conditions d'extraction (**Khadra et al., 2019**). Les variations de rendement et d'activité biologique pourraient être attribuées à des différences dans le type et la concentration de phytochimiques accumulés durant la croissance de la plante. Des facteurs tels que la qualité du sol, l'âge de la plante, les changements saisonniers, le climat et le type de végétation à travers les zones écologiques affectent la production de phytochimiques, qui varie géographiquement (**Ounaissia et al., 2021**). De plus, ces différences pourraient également découler de la nature du matériel végétal et des méthodes utilisées pour la récolte, le stockage et l'emballage (**Lee et al., 2003; Smith et al., 2001**).

Les étapes de développement des plantes influencent le métabolisme secondaire ; les composés de défense sont typiquement plus concentrés et diversifiés chez les jeunes plantes, qui sont plus vulnérables aux herbivores. Cependant, ces composés sont connus pour diminuer avec l'âge à mesure que les plantes développent des défenses structurelles (**Ounaissia et al., 2020**).

Les résultats indiquent des concentrations élevées de phénols ($15,8 \pm 0,7$), de flavonoïdes ($12,02 \pm 0,03$) et de tanins ($2,95 \pm 0,02$) dans l'extrait méthanolique, surpassant les découvertes de Tounsi et al. (2021), qui ont analysé à la fois les feuilles et les tiges. La teneur totale en

phénols dans l'extrait méthanolique était enregistrée à $7,91 \pm 0,37$ mg GAE/g pour les feuilles et $4,83 \pm 1,14$ mg GAE/g pour les tiges. En outre, la teneur en flavonoïdes dans l'extrait méthanolique était de $24,35 \pm 1,70$ mg CE/g dans les feuilles et de $5,04 \pm 2,13$ mg CE/g dans les tiges. La teneur en tanins condensés dans l'extrait méthanolique des feuilles était de $638,52 \pm 10,64$ mg EC/g, comparé à $68,13 \pm 16,24$ mg EC/g dans les tiges.

Gökbulut (2013) a trouvé que la teneur totale en phénols dans trois espèces d'*Inula* variait de $21,1 \pm 0,8$ à $190,9 \pm 6,1$ mg GAE/g d'extrait. Une autre étude sur les parties aériennes de *Dittrichia viscosa* L., similaire à **Ounaissia et al. (2021)**, a rapporté des concentrations beaucoup plus élevées de phénols ($263,78 \pm 1,23$ mg GAE/g), de flavonoïdes ($86,274 \pm 2,13$ mg QE/g), et de tanins ($29,591 \pm 2,13$ mg EAT/g) dans l'extrait méthanolique brut.

L'extrait éthanolique de la plante fournissait une teneur de $10,96 \pm 0,5$ mg EAG/g ES pour les phénols totaux, $6,02 \pm 0,003$ mg EQ/g ES pour les flavonoïdes, et $1,16 \pm 0,04$ mg EAT/g ES pour

les tanins. Des études récentes, telles que Tounsi et al. (2021), ont indiqué que l'extrait éthanolique contenait $31,45 \pm 2,35$ mg AGE/g pour les feuilles et $30,28 \pm 0,13$ mg AGE/g pour les tiges. La teneur en flavonoïdes dans l'extrait éthanolique des feuilles était la plus élevée à $133,93 \pm 3,12$ mg CE/g, et pour les tiges, elle était de $51,61 \pm 12,87$ mg CE/g. La teneur en tanins condensés dans l'extrait éthanolique était de $363,41 \pm 37,12$ mg EC/g dans les feuilles et de $79,57 \pm 0,68$ mg EC/g dans les tiges.

Les différents extraits de *D. viscosa* ont été étudiés pour leur capacité antioxydante en utilisant les tests complémentaires du DPPH. Nos découvertes dans l'extrait méthanolique et éthanolique étaient respectivement de $0,722146 \pm 0,0005$ mg/ml et $0,49519 \pm 0,0004$ mg/ml, ce qui est beaucoup plus élevé que la valeur IC₅₀ de **(Asraoui et al., 2021)** dans l'extrait méthanolique qui présentait une valeur IC₅₀ de 8.2 ± 1.16 µg/mL. D'autres études, comme l'extrait méthanolique de *D. viscosa* L. parties aériennes sélectionnées de Guelma-Algérie ont une valeur IC₅₀ beaucoup plus élevée estimée à 1.36 mg/L (Ounaissia et al., 2021) pour DPPH de l'extrait méthanolique des feuilles de *D. viscosa* L (**Mahmoudi et al., 2015**). L'extrait éthanolique, notre résultat présente un résultat plus élevé que **Chahmi et al (2015)** qui ont trouvé que l'IC₅₀ du DPPH de l'extrait éthanolique varie entre 0.20 et 0.27 mg/ml et 16.75 µg/ML. L'activité antioxydante supposée de l'extrait de *D. viscosa* L pourrait justifier son utilisation pour le traitement de maladies liées aux oxydants telles que le diabète et l'inflammation de la peau (**Mahmoudi et al., 2015**).

Les résultats des teneurs totales en flavonoïdes et en phénols et du DPPH peuvent être différents au début et à la fin de la période de floraison. La teneur totale en flavonoïdes peut également dépendre des cultivars (**Tounsi et al., 2021**).

L'analyse comparative des données obtenues à partir de deux tableaux révèle une influence significative du solvant d'extraction sur l'activité antibactérienne des extraits de plantes contre une gamme de souches bactériennes. L'extrait éthanolique a montré une sensibilité variable, avec *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* et *Pseudomonas aeruginosa* montrant une sensibilité, tandis que *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* étaient soit insensibles soit résistants. En revanche, l'extrait méthanolique induisait une très haute sensibilité chez *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus*, une sensibilité modérée chez *Salmonella typhimurium*, tandis qu'*Escherichia coli* restait insensible et *Pseudomonas aeruginosa* était résistant. Cette spécificité d'action souligne l'importance du choix judicieux du solvant dans la préparation des extraits pour des applications antibactériennes ciblées, en tenant compte des particularités de chaque pathogène.

L'analyse comparative de l'activité antibactérienne provenant de diverses études révèle que les huiles essentielles présentent généralement une efficacité supérieure contre *Staphylococcus aureus*, avec des zones d'inhibition de 30,7 mm et 32 mm (**Mssillou et al., 2022; Benine et al., 2022**), comparées aux extraits éthanoliques (18,8 mm et 15,8 mm) et méthanoliques (25,5 mm). Pour *Escherichia coli*, l'extrait éthanolique (20,5 mm) a montré une activité significative, surpassant les extraits méthanoliques (13,5 mm) et parfois égalant l'huile essentielle (24 mm) (**Mssillou et al., 2022; Benine et al., 2022**). Contre *Pseudomonas aeruginosa*, l'extrait éthanolique (19,3 mm) était plus efficace que les huiles essentielles (13 mm) et les extraits méthanoliques (8,5 mm) (**Benine et al., 2022**). Cependant, des divergences apparaissent avec *E. coli*, où l'extrait méthanolique montrait une sensibilité dans des études précédentes (**Gökbulut et al., 2013**) mais était inefficace dans le contexte actuel.

Les résultats démontrent que l'utilisation d'un biostimulant dans le milieu améliore significativement la qualité des plantes traitées en augmentant les taux de germination des graines et les taux de croissance des plantes. Ceci est conforme aux constatations de **Prisa (2021)**, qui a observé une augmentation de la croissance pour les plantes d'oignon et de fève (fève) traitées avec des extraits méthanoliques. La qualité et la santé améliorées des plantes peuvent être attribuées aux effets protecteurs contre les pathogènes tels que *Pythium spp.* et *Fusarium sp.*

Les données indiquent que le méthanol est le solvant le plus efficace pour extraire la chlorophylle dans les fèves, le blé et le *Citronge corizo*, avec des concentrations totales de

chlorophylle de 55 %, 54 % et 42 %, respectivement. Ces résultats supérieurs suggèrent que le méthanol a une capacité de solubilisation de la chlorophylle supérieure à celle de l'éthanol et du traitement témoin. Cette efficacité accrue du méthanol pourrait être due à ses propriétés physicochimiques, qui facilitent une meilleure extraction des pigments de chlorophylle des tissus végétaux. Cette information est cruciale pour optimiser les protocoles d'extraction de la chlorophylle, particulièrement dans les applications industrielles ou de recherche où la pureté et la quantité de chlorophylle extraite sont critiques.

Les résultats obtenus à partir de diverses expériences sur la taille des feuilles, le nombre de feuilles et la hauteur des tiges des plants de haricots soumis à différents traitements, **Shin et al. (2023)**, qui ont examiné l'impact de diverses concentrations d'éthanol sur le basilic doux, la menthe coréenne et l'armoise annuelle, ont révélé des effets variés de l'éthanol sur la croissance des plantes. Dans notre étude, l'éthanol a stimulé la croissance des tiges de haricots et a augmenté le nombre de feuilles, tandis que **Shin et al. (2023)** ont observé que des concentrations faibles d'éthanol augmentaient le poids sec des tiges dans certaines herbes, mais des concentrations plus élevées réduisaient le poids frais et la surface foliaire tout en augmentant l'activité antioxydante et les métabolites secondaires, signalant un stress oxydatif. Ces divergences soulignent que l'effet de l'éthanol varie selon la concentration, le type de plante et les conditions de croissance, ce qui implique la nécessité d'ajuster précisément les traitements pour optimiser la croissance et minimiser le stress chez les plantes.

Les résultats peuvent indiquer une certaine efficacité du méthanol pour améliorer certains aspects phénotypiques de la plante *Citronge corizo*, tels que la taille de la plante et le nombre de feuilles. Cela suggère que des solvants spécifiques peuvent influencer non seulement le profil biochimique mais également le développement phénotypique des plantes, soulignant les interactions complexes entre les traitements chimiques et la physiologie végétale.

Ben Mrid., et al. 2021 montre que les phénols, métabolites secondaires présents dans divers extraits de plantes, algues et microorganismes, sont reconnus pour leur potentiel significatif en tant que biostimulants et bio protecteurs

dans l'agriculture durable. Nos résultats ont établi que l'extrait méthanolique présente une grande abondance en polyphénols, flavonoïdes, tanins et DPPH, ces facteurs montrent que leur importance réside dans leur capacité avérée à améliorer la croissance des plantes, à augmenter l'efficacité d'absorption des nutriments, à favoriser le développement racinaire, ainsi qu'à atténuer les effets négatifs des stress abiotiques et biotiques (**Ben Mrid., et al. 2021**). Leur dualité fonctionnelle en tant que promoteurs de la croissance et protecteurs des cultures souligne leur importance cruciale dans le développement de stratégies agricoles écologiquement viables

visant à soutenir la productivité agricole tout en préservant les ressources naturelles (**Ben Mrid., et al. 2021**).

L'expérience a montré que l'utilisation du biostimulant à base de *Dittrichia viscosa* L. peut effectivement améliorer de manière significative la croissance végétative et racinaire des plantes de *Plumeria frangipani* cultivées en plein champ. Des améliorations ont également été constatées dans la hauteur des plantes, le nombre de feuilles, le nombre de branches florales, la surface foliaire, la biomasse végétative et racinaire, et la longueur des racines (**Prisa et al., 2023**).



Conclusion et perspectives



Conclusion et perspective :

La recherche sur l'espèce *Dittrichia viscosa* L., une plante endémique de la flore algérienne, a exploré son potentiel en tant que source de nouveaux agents thérapeutiques et a mis en lumière les diverses applications de ses extraits obtenus via deux solvants distincts. Cette étude phytochimique a débuté par un screening qui a révélé la présence modeste de composants phénoliques, flavonoïdes, et tanins, et leur potentiel antioxydant a été quantifié. L'optimisation des conditions d'extraction a permis de maximiser le rendement des composés actifs, mettant en évidence une efficacité variant selon le solvant utilisé, avec une meilleure performance observée pour l'extrait méthanolique dans certaines mesures.

L'efficacité antibactérienne variée des extraits contre différentes souches bactériennes souligne la complexité des interactions entre les composés végétaux et les agents pathogènes, indiquant des applications potentielles en tant qu'agents antibactériens ciblés. En outre, l'impact positif des traitements à base d'extraits de *Dittrichia viscosa* L. sur la germination et la croissance des plantes suggère des utilisations en agriculture, notamment pour la stimulation de la croissance et le traitement écologique des cultures.

Perspectives et développement futur :

Cette recherche ouvre plusieurs avenues pour des études futures et des applications pratiques :

1. Développement pharmaceutique : Les extraits de *Dittrichia viscosa* L. pourraient être formulés en nouveaux médicaments après des tests cliniques approfondis, exploitant leur potentiel antibactérien et antioxydant.
2. Applications agricoles : L'utilisation des extraits comme biopesticides ou biostimulants pourrait révolutionner les pratiques agricoles durables, offrant une alternative aux produits chimiques synthétiques.
3. Industrie cosmétique : Les propriétés antioxydantes des extraits pourraient être utilisées dans des produits de soin de la peau, aidant à combattre le vieillissement cutané et à protéger la peau des dommages environnementaux.
4. *Extraction et valorisation écologiques* : L'amélioration des méthodes d'extraction et la valorisation des sous-produits pourraient mener à des procédés plus écologiques et économiquement viables.
5. Éducation et sensibilisation : Intégrer les connaissances sur les propriétés de cette plante dans les curriculums éducatifs pourrait sensibiliser à l'importance de la biodiversité locale et de la conservation des espèces.



Références bibliographiques



Références Bibliographique :

1. Al Dissi, N., K. Salhab, et H. Al-Hajj. "Effect of *Dittrichia viscosa* L. extracts on abortion and implantation in rats." **Journal of Ethnopharmacology**, vol. 77, no. 1, 2001, p. 117-121.
2. Al-Eisawi, D. **Field Guide to Wild Flowers in Jordan and Neighbouring Countries**. Jordan Foundation Press, 1998.
3. Ameer, N., N. Ammara, et Y. Hammache. "Etude des propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus officinalis*." Mémoire de Master en Analyse et Contrôle de la Qualité des Denrées Alimentaires, Université de Bordj Bou Arreridj, 2016.
4. Amin, S., et al. "Medicinal importance of Genus *Inula*-a review." **International Journal of Current Research and Review**, vol. 5, no. 2, 2013, pp. 20-26.
5. Andrews, J. "Determination of minimum inhibitory concentrations." **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, vol. 48, no. 1, 2001, pp. 5-6.
6. Araniti, F., et al. "Allelopathic potential of *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter mediated by VOCs: A physiological and metabolomic approach." **PLOS ONE**, vol. 12, no. 1, 2017, e0170161.
7. Arias, M., et al. "Antibacterial activity of ethanolic and aqueous extracts of *Acacia aroma* Gill. Ex Hook ET Arn." **Life Sciences**, vol. 75, 2004, pp. 191-202.
8. Arnon, D. I. "Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*." **Plant Physiology**, vol. 24, 1949, pp. 1-15.
9. Aşkin Çelik, T., et Ö. S. Aslantürk. "Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of *Inula viscosa* leaf extracts with *Allium* test." **Journal of BioMed Research**.
10. Baba Aissa, F. **Encyclopédie des Plantes Utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb, Substances Végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident**. Ed Librairie Moderne Rouiba, 2000.
11. Bakkara, F., N. Benhammou, et T. Panovska. "Biological activities of the essential oil and ethanolic extract of *Inula viscosa* from the Tlemcen region of Algeria." **Advances in Food Sciences**, vol. 29, no. 3, 2008, pp. 3-139.
12. Barbetti, P., et al. "A new eudesmane acid from *Dittrichia* (*Inula*) *viscosa*." **Planta Medica**, vol. 51, no. 5, 1985, pp. 471.

13. Bartels, A. *Guide des Plantes du Bassin Méditerranéen*. Ed Eugenulmer, 1997.
14. Bellakhdar, J. *La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle: Médecine Arabe Ancienne et Savoirs Populaires*. Ibis Press, 1997.
15. Beloud, A. *Plantes Médicinales d'Algérie*. Office des Publications Universitaires, 2001.
16. Ben Mrid, R., et al. "Secondary metabolites as biostimulant and bioprotectant agents: A review." *Science of The Total Environment*, vol. 777, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146204>.
17. BENAYACHE, S., et al. "Les flavonoïdes d'*Inula viscosa* L." *Plantes Médicinales et Phytothérapie*, vol. 4, 1991, pp. 170-176.
18. Benhammou, N., et F. Atik Bekkara. "Contribution à l'étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa*." Mémoire de Master en Chimie, Université de Tlemcen, 2005.
19. Benine Lamine, K., et al. "Antibacterial Activity of Essential Oils of *Inula viscosa* against Some Multi-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923." *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. C, Physiology and Molecular Biology/Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. C, Physiology and Molecular Biology*, vol. 14, no. 1, May 2022, doi: <https://doi.org/10.21608/eajbsc.2022.236997>.
20. Bensegueni Tounsi, L. "Etude in vitro de l'effet antibactérienne et antifongique de : *Inula viscosa* – *Lawsonia inermis* – *Asphodelus microcarpus* – *Aloe vera* – *Juniperus oxycedrus*." Mémoire de Master en Médecine Vétérinaire, Université de Constantine, 2001.
21. Bibliography[1] Qneibi, M., et al. "*Inula viscosa* (L.) Greuter, phytochemical composition, antioxidant, total phenolic content, total flavonoids content and neuroprotective effects." *European Journal of Integrative Medicine*, vol. 42, Feb. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2021.101291>.
22. Blanc, M.-C., et al. "Essential Oil of *Dittrichia viscosa* ssp. *Viscosa*: Analysis by ¹³C-NMR and Antimicrobial Activity." *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 21, 2006, pp. 324–332. [CrossRef]
23. Bouaziz, H., et al. "Effect of Storage on Refined and Husk Olive Oils Composition: Stabilization by Addition of Natural Antioxidant from Chemlali Olive Leaves." *Food Chemistry*, vol. 108, 2008, pp. 253-262.

24. Bourgou, S., et al. "Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots." *C. R. Biol*, vol. 331, 2007, pp. 48–55.
25. Bruneton, J. *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales*. 3ème éd., Tec et Doc. Lavoisier, 1999.
26. Burt, S. "Huiles essentielles: leurs propriétés antibactériennes et leurs applications potentielles dans les aliments - un bilan." *Journal International de Microbiologie Alimentaire*, vol. 94, no. 3, 2004, pp. 223-253.
27. CA-SFM. *Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie*, 2013, <http://www.sfm.asso.fr/>.
28. Celiktas, O.Y., et al. "Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations." *Food Chemistry*, vol. 100, 2007, pp. 553–559.
29. Chahmi, N., et al. "Antioxidant activities and total phenol content of *Inula viscosa* L. extracts selected from three regions of Morocco." *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 5, no. 3, 2015, pp. 228-233.
30. Chaou, S. "Caractérisation phytochimique de la partie aérienne de la plante médicinale *Inula viscosa* L. (Asteraceae) de la région de Djinet (Boumerdès)." Mémoire de Master en Biochimie Appliquée, Université de Boumerdès, 2017.
31. Clifford, M. "Appendix 1.A Nomenclature for Phenols with Special Reference to Tea." *CRC Press, Boca Raton, Florida*, vol. 41, no. 5, 1999, pp. 393-397.
32. COWAN, N. "Plant products as antimicrobial agents." *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 12, no. 4, 1999, pp. 564-582.
33. DERRICHE, R., et al. "Teneur en Polyphénols et Activité Antioxydante des Huiles Essentielles, Hydrolats et Extraits des Feuilles de l'*Inula viscosa* (L.) Aiton d'Algérie." 2015, pp. 35-38.
34. Dhaouadi, K., et al. "Cell Viability Effects and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Tunisian Date Syrup (Rub El Tamer) Polyphenolic Extracts." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 59, 2010, pp. 402-406.
35. Diallo, D. "Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Mali and phytochemical study of four of them: *Glinus oppositifolius* (Aizoaceae), *Diospyros*." *Thèse de doctorat, Lausanne*, 2000, pp. 148-170.
36. Djeridane, A., et al. "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds." *Food Chemistry*, vol. 97, 2006, pp. 654-660.

37. Djeridane, A., et al. "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds." **Food Chemistry**, vol. 97, 2006, pp. 654-660.
38. Eloff, J. "Une méthode sensible et rapide sur microplaque pour déterminer la concentration minimale inhibitrice d'extrait de plantes pour les bactéries." **Planta Medica**, vol. 64, 1998, pp. 711-713.
39. Fleuriet, A., et al. "Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique." **Presses Polytechniques et Universitaires Romandes**, 2005, pp. 121-216.
40. Fournier, P. **Livre des Plantes Médicinales et Vénéneuses de France**. LECHEVALIER, 1947, pp. 176-178.
41. Garbari, F., et A. Pagni. "Glandular hairs of the ovary, a helpful character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy." **Annals of Botany, Fennici**, vol. 44, 2007, pp. 1-7.
42. García-Sánchez, F., et al. "Scientific Advances in Biostimulation Reported in the 5th Biostimulant World Congress." **Horticulturae**, vol. 8, no. 7, July 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070665>.
43. Gervaise, Y. "Polyphénols-Euroforum." Paris, 2004, 10p.
44. Gharred, N., et al. "Chemical Composition, Antibacterial and Antioxidant Activities of Essential Oils from Flowers, Leaves and Aerial Parts of Tunisian *Dittrichia Viscosa*." **Journal of Essential Oil Research**, vol. 31, 2019, pp. 582–589. [CrossRef]
45. Ghribia, L., et al. "Antioxidant and anti-acetylcholinesterase activities of extracts and secondary metabolites from *Acacia cyanophylla*." **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, vol. 4, no. 1, 2014, pp. 417–423.
46. Gökbulut, et al. "Antioxidant and Antimicrobial Activities, and Phenolic Compounds of Selected *Inula* species from Turkey." **Natural Product Communications**, vol. 8, no. 4, Apr. 2013, doi: <https://doi.org/10.1177/1934578x1300800417>.
47. Halimi, A. "Les Plantes Médicinales en Algérie." 1997, pp. 158-159.
48. Haoui, I. E., et al. "Analysis of the chemical composition of essential oil from Algerian *Inula Viscosa* (L.) Aiton." **Arabian Journal of Chemistry**, vol. 8, 2015, pp. 587–590.
49. Haoui, I., et al. "Analysis of the chemical composition of essential oil from Algerian *Inula viscosa* L. Aiton." **Arabian Journal of Chemistry**, vol. 21, no. 4, 2015, pp. 587-590.

50. Hartmann, T. "From waste products to ecochemicals: Fifty years research of secondary metabolism." **Review Phytochemistry**, vol. 68, 2007, pp. 2831-2846.
51. Ismail et Amine Hennaoui. "Le guide de la flore de Tlemcen." 2015.
52. Kedare, S. B., &
53. Khalil, E.A., et al. "Evaluation of the wound healing effect of some Jordanian traditional medicinal plants formulated in pluronic F127 using mice *Mus musculus*." **Journal of Ethnopharmacology**, vol. 129, 2007, pp. 104-112.
54. LABBANI, Z. "Réorientation androgénétique des microspores de *Triticum turgidum* subsp. durum (Desf) Husn. L'albinisme peut-il être partiellement maîtrisé?" **Thèse, Mentouri Constantine**, 2007, 130p.
55. Lagnika, L. "Étude Phytochimique et Activité Antipaludique de Substances Naturelles issues de Plantes Béninoises." **Thèse de Doctorat Université Louis Pasteur de Strasbourg/Université d'Abomey-Calavi, Bénin**, 2005.
56. Lagnika, L. "Étude Phytochimique et Activité Antipaludique de Substances Naturelles issues de Plantes Béninoises." **Thèse de Doctorat Université Louis Pasteur de Strasbourg/Université d'Abomey-Calavi, Bénin**, 2005.
57. Lee, K., et al. "Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 51, 2003, pp. 7292-7295.
58. Lee, Y. L., et al. "Antioxidant properties of water extracts from *Monascus* fermented soybeans." **Food Chemistry**, vol. 106, 2008, pp. 1128-1137.
59. Luo, X. D., et al. "Polyphenolic antioxidants from the fruits of *Chrysophyllum cainito* L. (star apple)." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 50, 2002, pp.1379–1382.
60. MAOZ, M., et I. NEEMAN. "Antimicrobial effects of aqueous plant extracts on the fungi *Microsporum canis* and *Trichophyton rubrum* and on three bacterial species." **Letters in Applied Microbiology**, vol. 26, 1998, pp. 61-63.
61. McGimpsey, J. A., et al. "Seasonal Variation in Essential Oil Yield and Composition from Naturalized *Thymus vulgaris* L. in New Zealand." **Flavour and Fragrance Journal**, vol. 9, 1994, pp. 347–352. [CrossRef]
62. Merah, M., et al. "Étude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltés du territoire algérien." **Ann. Sci. Technol.**, vol. 2, 2010, pp. 115-125.
63. Meyer, A., et al. "Agents chimiothérapeutiques." In **Cours de microbiologie générale**, Ed. Doin, Paris, 1999, pp. 220-236.

64. Miguel, G., et al. "Susceptibility of *Helicobacter Pylori* to Essential Oil of *Dittrichia viscosa* Subsp. *Revoluta*." **Phytotherapy Research**, vol. 22, 2008, pp. 259–263. [CrossRef] [PubMed]
65. Mssillou et al. "Antioxidant, Antimicrobial, and Insecticidal Properties of a Chemically Characterized Essential Oil from the Leaves of *Dittrichia viscosa* L." **Molecules**, vol. 27, no. 7, Mar. 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/molecules27072282>.
66. Negro, C., et al. "Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts." **Bioresource Technology**, vol. 87, 2003, pp. 41–44.
67. Ngameni, B., et al. "Antibacterial and antifungal activities of the crude extract and compounds from *Dorstenia turbinata* (Moraceae)." **South African Journal of Botany**, vol. 75, 2009, pp. 256–261.
68. Orhan, I., et al. "Antiviral and antimicrobial evaluation of some heterocyclic compounds from Turkish plants." **Topics in Heterocyclic Chemistry**, vol. 11, 2007, pp. 303-323.
69. Ounaissia, K., et al. "Phytochemical screening and anti-bacterial activity of methanolic extracts of the aerial parts of *Atriplex halimus* L., from Biskra (Algeria)." **International Journal of Agricultural and Natural Sciences**, vol. 13, no. 1, 2020, pp. 26-33.
70. Palevitch, D., et Z. Yaniv. **Medicinal Plants of the Holy Land**. Modern Publishing House, Tel Aviv, 2000.
71. Parolin, P., M. Ion-Scotta, and C. Bresch. "Biology of *Dittrichia viscosa*, a Mediterranean ruderal plant: a review." **Phyton, International Journal of Experimental Botany**, vol. 83, no. 2, 2016, pp. 251-262.
72. Parolin, P., M. Ion-Scotta, et C. Bresch. "Biology of *Dittrichia viscosa*, a Mediterranean ruderal plant: a review." **Phyton, International Journal of Experimental Botany**, vol. 83, no. 2, 2016, pp. 251-262.
73. Patel, R. P., et al. "Differential Response of Genotype Environment on Phenology, Essential Oil Yield and Quality of Natural Aroma Chemicals of Five *Ocimum* Species." **Industrial Crops and Products**, vol. 87, 2016, pp. 210–217. [CrossRef]
74. Pérez Alonso, M., et al. "Composition of the volatile oil from the aerial parts of *Inula viscosa* (L.) Aiton." **Flavour and Fragrance Journal**, vol. 11, no. 6, 1996, pp. 349-351.

75. Prisa, D. "Biostimulant based on *Inula Viscosa* L. (*Dittrichia viscosa* L.), algae and microorganisms in the growth and defense of *Spinacia oleracea* L. and *Lactuca sativa* L." **International Journal of Scientific Research in Multidisciplinary Studies**, vol. 6, no. 11, 2020, pp. 1-6.
76. Prisa, Domenico, et Francesco Attanasio. "INORT: Biofertilizer based on *Inula viscosa* L. (*Dittrichia viscosa* L.), algae and micro-organisms for growth, *Fusarium oxysporum* defence and water stress resistance of *Plumeria frangipani*." **International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive**, vol. 6, no. 2, Oct. 2023, pp. 047-053, doi: <https://doi.org/10.53771/ijbpsa.2023.6.2.0097>.
77. Qneibi, M., et al. "*Inula viscosa* (L.) Greuter, phytochemical composition, antioxidant, total phenolic content, total flavonoids content and neuroprotective effects." **European Journal of Integrative Medicine**, vol. 42, Feb. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2021.101291>.
78. Rajamanickam Rajkumar. "Topics on cervical cancer with an advocacy for prevention." 2012.
79. Ramli, B. "Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula viscosa* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne." Mémoire de Master en Chimie, Université d'Oran, 2013.
80. Ramli, B. "Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula viscosa* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne." Mémoire de Master en Chimie, Université d'Oran, 2013.
81. Robbins, S. P., and T. Judge. **Essentials of Organizational Behavior**. 7th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, 2003.
82. Robbins, S. P., et T. Judge. **Essentials of Organizational Behavior**. 7th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, 2003.
83. Rodríguez Vaquero, M., M. Alberto, and M. de Narda. "Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines." **Food Control**, vol. 18, 2007, pp. 93-101.
84. Rout PS, et al. "Plants in traditional medicinal system - future source of new drugs." **IJPPS**, vol. 1, no. 1, 2009, pp. 1-23.
85. Royer, M. "Étude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bio agresseurs." Université de Lorraine Laboratoire Agronomie & Environnement Nancy Colmar, 2013, pp. 11-30.

86. Santos, S., et al. "Changes in volatile compounds of *Dittrichia viscosa* caused by the attack of the gall-forming dipteran *Myopites stylatus*." **Industrial Crops and Products**, vol. 87, 2016, p. 71.
87. Scalbert, A. "Antimicrobial properties of tannins." **Phytochemistry**, vol. 30, 1991, pp. 3875-3883.
88. Sevgi, E., et al. "Evaluation of cytotoxic and antioxidant potential of *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter used in traditional medicine." **Journal of Ethnopharmacology**, vol. 276, 2021, doi:10.1016/j.jep.2021.114211.
89. Shan B., et al. "The in vitro antibacterial activity of dietary and medicinal herb extracts." **International Journal of Food Microbiology**, vol. 117, 2007, pp. 112-119.
90. Singh, R. P. "Genesis and Development of DPPH Method of Antioxidant Assay." **Journal of Food Science and Technology**, vol. 48, 2011, pp. 412–422. [CrossRef] [PubMed]
91. Smith-Palmer, A., J. Stewart, and L. Fyfe. "The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese." **Food Microbiology**, vol. 18, 2001, pp. 463-470.
92. SQUALLI, H., C. Mary, et S. Schmidt. "Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du Centre-Nord du Maroc." **Bulletin de la Société Pharmaceutique**, vol. 146, 2007, pp. 271-288.
93. Strang, C. **Larousse Médical**. Ed. Larousse, 2006.
94. Talib, W., M. Zarga, et M. Mahasneh. "Antiproliferative, antimicrobial and apoptosis inducing effects of compounds isolated from *Inula viscosa*." **Molecules**, vol. 17, no. 3, 2012, pp. 3291-3303.
95. Tebbaa, M., et al. "Short and efficient hemisynthesis of α -eudesmol and cryptomeridiol." **Tetrahedron Letters**, vol. 52, no. 29, 2011, pp. 3769-3771.
96. Tian, F., et al. "Antioxidant and antimicrobial activities of consecutive extracts from *Galla Chinensis*: The polarity affects the bioactivities." **Food Chemistry**, vol. 113, 2009, pp. 173-179.
97. Trimech, I. "Evaluation of Antioxidant and Acetylcholinesterase Activity and Identification of Polyphenolics of the Invasive Weed *Dittrichia viscosa*." **Phytochemical Analysis**, vol. 25, no. 5, 2014, pp. 421-428.
98. ULUBELEN, A., et S. GOUN. "Sesquiterpene acids from *Inula viscosa*." **Phytochemistry**, vol. 26, no. 4, 1986, pp. 1223-1224.

99. Vernex-Lozet, C. "Les possibilités de la phytothérapie en Gériatrie canine." *Thèse de Doctorat*, Université de Lyon, 2011.
100. Vongsak, B., et al. "Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of Moringa oleifera leaf extract by the appropriate extraction method." *Industrial Crops and Products*, vol. 44, 2013, pp. 566-571.
101. Xie, J., & Schaich, K. M. "Re-evaluation of the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical (DPPH) assay for antioxidant activity." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 62, no. 19, 2014, pp. 4251-4260.