



DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Bouziane Khaoula

Dari Fatma

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Amélioration et Production végétale

THÈME

Impact des huiles essentielles de l'ortie, du romarin et de l'azolla sur la dynamique de croissance végétative des gazons : Perspectives pour une gestion durable des espaces verts.

Soutenue publiquement le 10/10/2023

DEVANT LE JURY

Président	Dr. GHELAMALLAH. A	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	Dr .BENABDELMOUMENE	MCA	U. Mostaganem
Co-encadrant	Dr. BENGUENNOUNA	Doctorant	U. Mostaganem
Examineur	Dr. ARBAOUI. M	MCA	U. Mostaganem

Thème réalisé au

- *Laboratoire de Physiologie Animale Appliquée (LPAA)*

Année 2022 /2023

REMERCIEMENTS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués au sein du département des sciences Agronomiques de l'U.A.B.M de MOSTAGANEM.

Nous remercions profondément **Dr. BENABDELMOUMENE**, d'avoir dirigé ce mémoire. Ses qualités scientifiques et humaines ont toujours été pour nous une source de motivation.

Nous remercions également Co-encadrant **Dr.BENGUENNOUNA** pour votre gentillesse et spontanéité ainsi que pour votre disponibilité et vos conseils.

Nous remercions vivement le président de jury **Dr GHELAMALLAH** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nos sincères remerciements sont également adressés aux examinateurs **Dr.ARBAOUI** pour avoir accepté l'examen de ce mémoire. Nous tenons aussi à témoigner nos reconnaissances, à tous les enseignants du département des sciences Agronomiques de MOSTAGANEM en particulier la cheffe de département **Dr.Malika BOUALEM**.

Nous adressons nos sincères remerciements à nos parents, qui ont toujours été présents pour nous soutenir, nous orienter et nous diriger, sans oublier nos amis. Nos sincères remerciements vont aussi aux personnes qui nous ont aidés en contribuant, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail. Qu'ils trouvent dans ce mémoire une trace de notre reconnaissance

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à Mes très chers parents,

À la personne la plus importante de ma vie, ma mère bien aimée, qui s'est sacrifiée et s'est battue pour que j'atteindre cette étape de ma vie, votre soutien et votre amour sont la raison de ma survie et de ma continuation. Merci pour tout ce que vous avez fait pour nous Mama Je t'aime la femme la plus merveilleuse du monde que dieu vous garde habibti.

A la source de courage et d'affection mon père, qui a tout sacrifié pour que j'atteigne ce niveau. Que Dieu vous protège et vous garde pour nous.

Au meilleur frère au monde mon autre moitié, ma fierté et ma joie Qui est toujours présent à mes côtés, je te souhaite la réussite dans ta vie.

A ma sœur, mon meilleur ami et mentor, tu me complète et je t'aime. Merci de m'avoir élevé pour devenir la femme que je suis maintenant. Merci pour ton amour et soutien dans les jours les plus sombres de ma vie tu m'as guidé vers le bon chemin,

Mon binôme. "Khawla" pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet, et sa famille.

A mes très chères amies Sabrina, nounou, Asmaa, khoukha, Wiam, Chaimaa
Que j'ai eu la chance de connaître merci pour tout l'amour et le soutien que vous m'avez apporté.

A Tous mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et universitaire.

A toute ma famille, et toutes personnes que j'aime

Dari Falima

Dédicace

A ma chère mère, A mon cher père, qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes frères, Mohammed, Yousef, Abdelillah

A ma belle sœur Amina et son mari, pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma chère binôme , Fatima, pour sa entente et sa sympathie, pour leurs indéfectibles soutiens et leurs patiences infinies.

A mes chères amies, Qui m'a aidées et supportées dans les moments difficiles.

A toute ma famille,

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Bouziane Khaoula

الملخص

يعتبر العشب جزءاً أساسياً من البيئة المحيطة بنا، ومع ذلك، فإنه قد يواجه تحديات وضغوطات متعددة تؤثر عليه بشكل سلبي. تساعد ، في هذه الدراسة تم رصد فعالية LPPA/INES المحفزات الحيوية على تحسين الضغوط الأحيوية. أجريت هذه الدراسة داخل مخبر الري باستخدام المنشطات الحيوية المستخلصة من نباتات وعرض أهميتها وتأثيرها على نمو وتطور العشب. ولتقييم هذا التأثير قمنا بمقارنة مستخلص 03 نباتات (نبات القراص، إكليل الجبل، الأزولا) وكل مجموعة مقسمة إلى 03 تكرارات مختلفة التركيز: نبات القراص، إكليل الجبل ومستخلص الأزولا في 30 أصيص وهذا من خلال قياس طول (الأوراق، الجذور، السيقان ومعدل الإنبات). تم تحليل العينات المأخوذة من نباتات مختلفة في المختبر حيث قمنا بدراسة محتوى البوليفينول (400 ± 3.95)، الفلافونويد (3.95 ± 82) والكلوروفيل (0.22 ± 48.23) ، بالإضافة إلى تحليل مستوى البروتين (27.50 ± 2.13). أظهرت القياسات المورفولوجيا التي تمت مراجعتها أن تطبيق هذه المنتجات يحفز نمو نباتات ويعزز مستوى الكلوروفيل (48.81 ± 1.02) ويحسن جودة العشب وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، حيث تم اكتشاف أن كل معالجة لها تأثير محدد على أجزاء مختلفة من النباتات. لذلك، من الضروري وضع مزيج من هذه المعالجات لتحقيق أقصى استفادة منها.

الكلمات المفتاحية: المنشطات الحيوية، العشب، الأزولا، القراص، إكليل الجبل.

Abstract

Grass is considered an essential part of our environment; however, it can face various challenges and pressures that negatively affect it. Biostimulants help improve non-biological pressures. This study was conducted within the LPPA/INES laboratory, where the effectiveness of treatment with plant-derived biostimulants was monitored, and its importance and impact on the growth and development of grass were presented. To assess this impact, we compared extracts from three plants (ortie, rosemary, azolla) with each group divided into three different concentrations: horsetail, rosemary, and azolla extracts in 30 pots, measuring the length of leaves, roots, stems, and germination rate. Samples taken from different plants were analyzed in the laboratory, where we studied the content of polyphenols (3.95 ± 0.400), flavonoids (82 ± 3.95), and chlorophyll (48.23 ± 0.22), as well as the protein level (2.13 ± 27.50). Revised morphological measurements showed that the application of these products stimulates plant growth, increases chlorophyll levels (1.02 ± 48.81), and improves grass quality. According to the results obtained, each treatment has a specific effect on different parts of the plants. Therefore, it is necessary to implement a combination of these treatments to maximize their benefits.

Keywords: Biostimulants, Grass, ortie, azolla, rosemary.

Résumé

Le Gazon est considéré comme une partie essentielle de notre environnement, cependant, elle peut être confrontée à plusieurs défis et pressions qui l'affectent négativement. Les biostimulants aident à améliorer les pressions non biologiques. Cette étude a été menée au sein du laboratoire LPAA/INES, où l'efficacité de traitement avec des biostimulants extraits de plantes a été surveillée, et son importance ainsi que son impact sur la croissance et le développement de l'herbe ont été présentés. Pour évaluer cet impact, nous avons comparé les extraits de trois plantes (ortie, le romarin, l'azolla) avec chaque groupe divisé en 3 concentrations différentes : prêle, romarin et extrait de azolla dans 30 pots, en mesurant la longueur des feuilles, des racines, des tiges et le taux de germination. Les échantillons prélevés à partir de différentes plantes ont été analysés en laboratoire, où nous avons étudié la teneur en Polyphénols ($3,95 \pm 0,400$), en flavonoïdes ($82 \pm 3,95$) et en chlorophylle ($48,23 \pm 0,22$), ainsi que le niveau de protéines ($2,13 \pm 27,50$). Les mesures morphologiques révisées ont montré que l'application de ces produits stimule la croissance des plantes, augmente le niveau de chlorophylle ($1,02 \pm 48,81$) et améliore la qualité de l'herbe, selon les résultats obtenus, chaque traitement a un effet spécifique sur différentes parties des plantes.

Mots-clés : Biostimulants, Gazon, ortie, azolla, romarin

Liste d'abréviation

SDP : Stimulateurs de Défense des Plantes

PGPR : Plant Growth-Promoting-Rhizobacteria

BS: biostimulants

ACI: Agro-Consulting Internationa

HE : Huiles essentielles

ADF : Acid Detergent Fiber

NDF : Neutral Detergent Fiber

Liste de figure

Figure 01 : Morphologie du <i>Lolium perenne</i> L. (Wagdi, 2019)	5
Figure 02: <i>Festuca rubra</i> (Aaron J. Patton, et al., 2020)	6
Figure 03 : <i>Dichondra repens</i> (Eduardo, 2022)	7
Figure 04: <i>Poa trivialis</i> (E. Stöckl, 2019)	7
Figure 05: identification de gazon (B. Fresenburg, L. Mille, 2016)	9
Figure 06: Triangle des textures (Abessolo, 2022)	12
Figure 07: Hauteur de coupe (Lamballe, 2020)	16
Figure 08: Cartographie terminologie des biostimulants (Jing et al., 2022).	19
Figure 09: Mécanismes d'action des biostimulants sur les différentes parties d'une plante (Afonso et al., 2022).	20
Figure 10: Schéma simplifié de la stratégie de stimulation des défenses (Lemaître-Guillier et al., 2017).	21
Figure 11: Mécanismes clefs recherchés lors de l'utilisation d'un biostimulant à base d'algues (Van Oosten, 2017).	23
Figure 12: Mécanismes de l'interaction plante-PGPR (Académie des biostimulants, 2019)	24
Figure 13: <i>Urtica dioica</i> (S. Perraud, 2020).	28
Figure 14: <i>Romarinus officinalis</i> (I. El-Khadir et al., 2019).	33
Figure 15 : <i>Azolla microphylla</i> (Saurav 2022)	35
Figure 16: La situation géographique de la station expérimentale (INES)	38
Figure 17: Plan de disposition expérimental (originale; 2023).	39
Figure 18: Grains du gazon (originale; 2023).	39

Liste de figure

Figure 19 : préparation de purin d'ortie (photo original,2023)	42
Figure 20: Appareille utilise pendant l'extraction d'huile essentielle "clavengers" (origine, 2023) 43	
Figure 21: huile essentielle de romarin (originale,2023)	44
Figure 22: Traitment d'HE (photo original, 2023)	44
Figure 23: Traitment aqueux d'azolla (photo original 2023)	46
Figure 24: plantation des grains du gazon (photo originale2023)	46
Figure 25 : traitée des semences (photo original 2023)	47
Figure 26: germination des grains du gazon (photo originale2023)	47
Figure 27 : mesure des paramètres physiologie (photo original2023).	48
Figure28: Taux de matière sèche	58
Figure29 : taux de matière minérale	59
Figure30 : Taux d'humidité	60
Figure 31 : Teneur de flavonoïde	61
Figure 32: Teneur de Polyphénols	61
Figure 33: Teneur de protéine	62
Figure 34: Teneur de Chlorophylle	63
Figure 35: taux de germination du gazon	64
Figure 36: longueur des feuilles du gazon	65
Figure 37 : longueur des tiges du gazon	66
Figure 38 : longueur de racine du gazon	67
Figure 39 : Taux de matière sèche	69
Figure 39: Taux de chlorophylle	70

Liste de figure

Liste de tableaux

Tableau 01: Distingue divers types de gazon(A,Muratet , 2022)	8
Tableau 02 : symptômes de carences et excès des éléments minéraux sur le gazon(ABadra , 2019)	14
Tableau 03: liste des principaux engrais pour le gazon et de leurs propriétés (E.Mosimann et al. ,2017)	15
Tableau 04: Détails des revendications agronomiques associées aux produits de stimulation (Ludovic et al , 2014).	25
Tableau 05: Composition nutritionnelle des feuilles Fraîche de l' ortie diuïque (Ait haj saïd et al. , 2016).	30
Tableau 06: Teneur en éléments minéraux et oligo-éléments en mg/100g de matière sèche (Ait Haj Saïd et al. , 2016).	31
Tableau 07: Composition de l'azolla (feedpedia , 2019).	36
Tableau 08: Principeaux minéraux de l'azolla (feedpedia , 2019).	36
Tableau 09: Compositions chimiques de terreau (Florava).	40
Tableau 10: Présentation d'ortie	40
Tableau 11: traitements du purin d'ortie (Benrebha et al. ,2020)	42
Tableau 12: presentation de romarin	43
Tableau 13: présentation d'azolla	45

Tableaux 14:Indice de réfraction et indice d'acide d'HE du romarin

63

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 Gazon

Introduction	1
I. Gazon	3
1. Histoire de gazon	3
2. Systématique et classification de gazon	3
3. Cycle de vie de gazon	4
4. Caractéristiques des Gazons	5
a. Variétés botaniques de gazon	5
b. Différentes type de gazon	8
c. Morphologie de gazon	8
4. Multiplication de gazon	10
a. Engazonnement par bouturage	10
b. Engazonnement par ensemencement	11
c. Culture in-vitro	11
5. Revendication de gazon	11
a. Pédoclimatique	11
1. Sol	11
2. Fertilisation	13
3. Engrais	14
4. Hauteur de coupe	15
6. Irrigation de gazon	16
7. Maladies de gazon	16
8. L'impact économique de gazon	18

Chapitre 2 Biostimulants

I. Définition	19
II. Classification des biostimulants	19
a) Les biostimulants organiques	19
b) Les biostimulants microbiens	20

c) Les biostimulants inorganiques	20
III. Mode d'action des biostimulants	20
IV. Stimulants de défense des plantes (SDP)	21
V. Substances à effet de biostimulant	21
1. Acides aminés	22
2. Acides humiques	22
3. Extraits d'algues	22
4. Bactéries	23
5. Champignons	24
VI. Biostimulant dans le monde	27
VII. Biostimulant en Algérie	27

Chapitre 3 plants comme biostimulants

1. Introduction	28
I. Ortie	28
A. Ortie (<i>Urtica dioica</i>)	28
B. Systématique de l'ortie	28
C. Composition chimique	29
D. Constituants des racines	29
E. Utilisation de l'ortie	31
a) Usage thérapeutique	31
b) Usage nutritionnelle	32
F. Utilisation in agriculture	32
II. ROMARIN OFFICINOLIS	32
1. Romarin	32
2. Systématique de romarin	33
3. Composition biochimique d'HE de « Romarin »	33
4. Utilisations du romarin « <i>Rosmarinus officinalis</i> »	33
5. Activité biologique des HE de <i>Rosmarinus officinalis</i>	34
III. Azolla	34
1. <i>Azolla microphylla</i>	34
2. Systématique de l'azolla	35

3. Composition chimique de l'azolla	35
4. Utilisation d'azolla	36
A. Utilisation d'azolla en alimentation animale	37
B. Utilisation de l'azolla en agriculture	37
C. Dépollution des milieux	37

PARTIE EPÉRIMENTALE

Matérielle et méthode

1. Objectifs de travail	38
2. Localisation géographique de la station expérimentale	38
3. Plan expérimental	38
4. Matériel utilisé	39
a. Matériel végétal	39
b. Les supports de culture	40
c. Matériel biologique utilisé	40
d. Pois de mille graines PMG	48
e. Semis	48
f. Méthode d'arrosag	48
g. Germination	49
h. Mesure du taux de croissance des feuilles et des racines	49
5. Analyses physico-chimiques	50
I. Détermination du Polyphénols Boizot N. Charpentier J-P. (2006)	50
II. Dosage des flavonoide Chern, J.-C. et al. ?(2002)	50
III. Dosage des protéines brutes (Lowry et al., 1951)	51
IV. Détermination de la teneur en matière minérale (Afnor, 1985)	53
V. Détermination de la teneur en matière sèche (Afnor, 1985)	53
VI. Détermination de la matière organique (Afnor, 1985)	54
VII. Détermination de la teneur en chlorophylle	54
6. Analyses physico-chimiques de l'huile essentielle	55
I. Indice d'acide (IA) (Coi, 2018)	55
II. Indice de réfraction	56
III. Détermination de teneur en chlorophylle	57

IV. Détermination la teneur en polyphénols (Singleton <i>et al.</i>, 1999).	58
2/Dosage de polyphénols (Arab <i>et al.</i>,2013)	58
V. Détermination la teneur en flavonoïdes (Branz, 2012)	60
1/Extraction des flavonoïdes (Bellesteros <i>et al.</i>, 2013).	61
2/ Dosage de flavonoïdes (Bellesteros <i>et al.</i>, 2013)	61
Discussion et Résultats	
I. Résultats de l'analyse physico-chimique	63
1. plantes utilisés	63
➤ Teneur Matière minérales	63
➤ Taux D'humidité	64
➤ Teneur de Flavonoïde	65
➤ Teneur de Polyphénols	66
➤ Taux de protéine	67
➤ Taux de Chlorophylle	68
➤ Germination	69
➤ Longueur des feuilles	71
➤ Longueur des tiges	72
➤ Longueur de racine	74
➤ Matière sèche	75
➤ Chlorophylle	76
Conclusion	79
Référence	80
	81

PARTIE
BIBLIORGRAPHIE

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, les espaces verts jouent un rôle essentiel dans l'environnement, l'économie et la santé humaine en se concentrant sur la détente, la beauté et l'embellissement. Suite au recueil des données statistiques et scientifiques fournies par le Ministère de l'Environnement, les directions de l'environnement des wilayas (DEW) et le Centre National de Développement des ressources biologiques (CNDRB). Le ratio national de la superficie des espaces verts estimé à $4.16m^2$ /hab., est très faible et inférieur à la norme internationale fixée à $10 m^2$ /hab.

Le gazon revêtement de base des espaces verts, utilisé dans divers endroits les terrains de sport, les parcs publics et les décors naturels dans le but d'embellir les lieux et de fournir des espaces de divertissement et de détente (**Guermichet, 2019**).

Les espaces verts régulent naturellement la température des villes, purifient l'air, favorisent la biodiversité urbaine ainsi que l'écoulement naturel des eaux pluviales et participent à la protection des sols, la mise en œuvre et l'entretien des infrastructures vertes contribuent à l'emploi local et à la création d'emplois et de richesses économiques. De plus, il offre des bienfaits pour la santé et le bien-être en agissant comme une climatisation naturelle, produisant de l'oxygène, et participant à la réduction de la pollution de l'air et de l'eau (**l'unep, 2019**).

Les dommages au gazon peuvent être dus à des facteurs abiotiques, tels que l'inondation, la sécheresse, les blessures hivernales, le manque d'éléments nutritifs, utilisation d'engrais, l'exposition à des herbicides (**Faessel, 2021**).

Toutes les études menées récemment convergent sur les effets et les risques que génèrent les pesticides chimiques sur l'environnement. En effet, ils causent des intoxications des agriculteurs et pollutions des eaux, ainsi que de l'air et des sols d'une part (**Ros et al, 2017**).

Le contexte d'une agriculture durable devient un défi majeur pour les agriculteurs, les agro-industries, les chercheurs et gouvernements d'autre part ont rendu urgent la recherche d'une solution alternative pour minimiser les risques. L'utilisation des fertilisants biologiques a été suggérée comme une alternative aux produits chimiques pour améliorer la productivité et la qualité de gazon (**Jinge et al., 2022**).

L'un des nombreux facteurs qui affectent considérablement l'apparence de la pelouse est le traitement des engrais. Sur le marché des engrais pour gazon, il existe de nouveaux produits biologiques favorisant la croissance et le développement des plantes et à base de substances naturelles. Les biostimulants ces produits ont un effet sur le métabolisme des graminées, en stimulant les processus vitaux, en réduisant les niveaux d'agents pathogènes et en minimisant les effets des conditions environnementales (**Radkowski et al., 2020**). Et en même temps, elle réduit l'utilisation d'engrais en améliorant l'efficacité de l'absorption des nutriments végétaux, sans avoir d'effets secondaires sur le rendement et la qualité de la récolte (**kocira et al., 2020**).

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie, grâce à sa situation géographique, possède une végétation riche et variée, avec de nombreuses plantes aromatiques et médicinales poussant naturellement (**Ghasemig et al.**, 2020). Cette diversité végétale offre des opportunités prometteuses pour l'agriculture respectueuse de l'environnement. Une innovation intéressante consiste à utiliser des biostimulants naturels dérivés de ces plantes pour encourager la floraison et protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies (**Silvie et al.**, 2021).

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets de trois biostimulants d'origine végétale (purin d'ortie, huile essentielle de romarin et extrait aqueux d'azolla) sur le processus de la germination des graines du gazon et comporte également l'évaluation des effets sur la croissance végétative.

Chapitre I

I. Gazon

1. Histoire de gazon

L'un des premiers rapports d'utilisation de gazon (autrefois -wazon- ou -grass-lawn-) par les hommes se produit au milieu du 10^{ème} siècle, par les tribus africaines. mais après la Première Guerre mondiale (**1914-1918**), des concepts de paysage émergent, dans un nouveau langage, avec des installations d'angle, des plantes et des zones fragmentées, avec de grands espaces verts. À ses débuts, le secteur de la production de gazon a connu une croissance rapide. Les raisons de cette croissance sont les suivantes : En premier lieu, l'arrivée, l'une des premières variétés de pâturin des près de qualité supérieure possédant un système racinaire étendu, apte à produire rapidement du gazon commercialisable : la sortie sur le marché du gazon qui avait été créée vers la fin des années **1940**, la relance économique et l'augmentation des revenus ont stimulé la demande de gazon pour tous les types de construction. (**Turgeon et Fidanza, 2017**).

2. Systématique et classification de gazon

Selon les botanistes, le gazon se classe comme suit :

- **Règne** : Plantae
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe**: Liliopsida
- **Ordre** : Cyperales
- **Famille**: Poaceae
- **Genre** :- **G1** : Agrostis

- **G2**: Dactylis

- **G3**: Latium

- **G4**: Poa

- **G5**: Festuca

(**Apg III, 2003**)

3. Cycle de vie de gazon

Le cycle de vie d'une pelouse passe généralement par plusieurs étapes (**Goutier**, 2019):

Germination des graines

Au début du printemps ou de l'automne, les graines de gazon sont semées sur le sol. Elles ont besoin d'eau, de lumière et de chaleur pour germer (**Amélie et al.**, 2020).

Croissance des jeunes plants

Les jeunes pousses de gazon commencent à pousser à partir des graines germées. Il est essentiel de maintenir le sol humide pour favoriser leur croissance (**Audrey et al.**, 2020).

Développement des brins de gazon

Les jeunes plants se développent en brins de gazon. Pendant cette phase, il est important de tondre régulièrement le gazon pour encourager une croissance dense et uniforme (**Marie-Laure et al.**, 2021).

Floraison (éventuelle)

Certaines variétés du gazon peuvent produire des fleurs, bien que la plupart des propriétaires cherchent à éviter cela en tondant régulièrement (**Clémentine**, 2020).

Entretien continu

L'entretien régulier du gazon implique la tonte, l'arrosage, la fertilisation et le désherbage pour maintenir la santé et l'apparence du gazon (**Lucie**, 2021).

Réparation et rénovation

Au fil du temps, le gazon peut subir des dommages dus à la sécheresse, aux maladies, aux insectes ou à un trafic intense. Des réparations et des rénovations peuvent être nécessaires, telles que la sursemence ou la réparation des zones endommagées (**Benabdallah**, 2021).

Dormance (en hiver)

CHAPITRE 01 : CONNAISSANCES SUR LE GAZON

En hiver, le gazon entre en dormance, ce qui signifie qu'il cesse de pousser activement. Il est essentiel de prendre des mesures pour protéger le gazon des dommages hivernaux (Rahimi, 2021).

4. Caractéristiques des Gazons

a. Variétés botaniques de gazon

Ray-grass anglais (*Loliumperenne*)

Le ray-grass anglais (*Loliumperenne* L) est une plante agglomérante vivace originaire d'Europe, d'Asie tempérée et d'Afrique du Nord (Blanco-Pastor *et al.*, 2019).

En raison de son taux de croissance rapide, l'ray-grass vivace est également largement utilisé comme gazon pour les terrains de sport dans les climats tempérés. Le ray-grass est mieux adapté aux climats marins, tempérés et humides, et pousse plus de 8 mois par an. La pluviométrie annuelle minimale requise est de 457 à 635 mm. Sa température maximale de croissance est de 20 à 25°C (Wagdi, 2019).

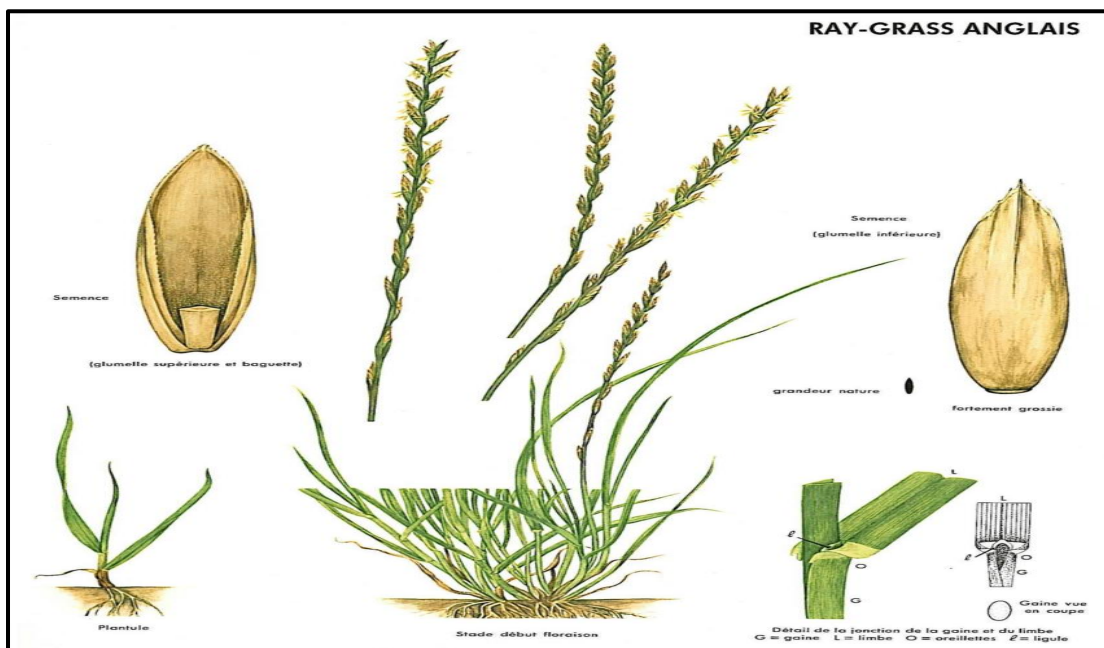


Figure 01 : Morphologie du *Loliumperenne* L. (Wagdi, 2019)

Fétuque ovine ou (Durette) *Festucaovina*

Festuca ovina L. (mouton fescue) est une plante herbacée vivace de bonne qualité pour le pâturage. Le principal usage de *F. ovina* est la culture comme fourrage dans les programmes de revégétalisation des parcours. La plante est une herbe densément touffue et résistante à la sécheresse. De plus, *F. ovina* a une forte capacité à améliorer l'absorption de l'eau et des nutriments dans les sols pauvres en raison des champignons mycorhiziens (Msoomeh-Khalaki *et al.*, 2022).

Fétuque rouge (*Festucarubra*)

La fétuque rouge (*Festucarubra*) est composée de quelques variétés : fétuque rouge traçante, fétuque rouge semi-calciflée et fétuque rouge herbacée. Chacune des fétuques génère des graminées assez fines et compactes qui ont le mérite de perdurer dans le temps (Benfriha, 2021).

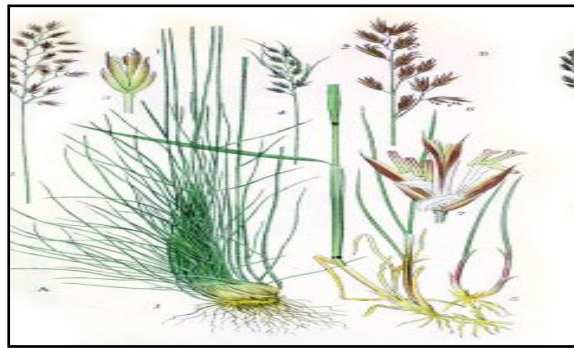


Figure 02: *Festucarubra* (Aaron J. Patton, *et al.*, 2020)

Dichondra rampant (*Dichondra repens*)

Est une plante herbacée originaire de Nouvelle-Zélande et de nombreuses régions d'Australie. L'espèce s'est naturalisée dans de nombreux pays dont la Chine, le Japon, l'Afrique du Sud et les Etats-Unis. Herbe prostrée, s'enracinant aux nœuds, légèrement poilue. Feuilles avec pétiole 3-10 cm de long; réniforme laminaire à orbiculaire, 0,5-2,5 cm de large, cordate, atténué sur le pétiole, entier, arrondi à émarginé peu profond. Pedicels çà. moitié aussi long que le pétiole; bractées basales, env. 0,5 mm (Eduardo *et al.*, 2022)



Figure03 : *Dichondra repens* (Eduardo, 2022)

Pâturin commun (*Poa trivialis*)

Le Paturin commun (*poatrivialis*) avec un feuillage plutôt fin, aime l'ombre et les plantes fraîches. Il a un bel aspect durant l'hiver et peut être semé à basse température.

La plus grande qualité de cette espèce est son installation rapide. Cependant, elle est très sensible aux sécheresses (Gudni *et al.*, 2022)



Figure 04: *Poa trivialis* (E.Stöckl.2019)

CHAPITRE 01 : CONNAISSANCES SUR LE GAZON

Agrostide (*Agrostis tenuis*)

L'Agrostide commun ou Agrostide fin (*Agrostis tenuis*) est une espèce tracée par des rhizomes et des stolons souterrains qui forment une graminée très fine, très dense et moelleuse et surtout très esthétique. Il soutient le fauchage très rasé et fréquent. Enracinant un peu superficiel, d'où une certaine sensibilité à la sécheresse et à la fragilité au piétinement. Ce gazon ayant tendance à feutrer. Il doit être tondu ras pour ne pas jaunir à la base. Il nécessite une préparation de sol soignée et un entretien (Afif Khouri *et al.*, 2021)

b. Différentes type de gazon

Tableau 01: Distingue divers types de gazon(A,Muratet, 2022)

Type	Caractéristique
Gazon ornemental	c'est un gazon dense et vert qui a une esthétique importante et des soins essentiels. On l'utilise pour mettre en valeur un bâtiment ou des massifs d'arbres et de fleurs et ne résiste pas au piétinement.
Gazon de loisir et détente	c'est une pelouse résistante au piétinement, idéale pour les pique-niques ou les jeux en famille. Elle doit être plus solide et nécessite moins de soins.
Gazon fleuri	Coloré et écologique, ce gazon ajoute de la biodiversité à votre jardin. Il exige peu de tonte et a un aspect naturel.
Gazon dédié au sport	ce gazon supporte le piétinement et est résistant à la déchirure. Il nécessite un entretien soigneux pour garantir sa durabilité.
Gazon de couverture	Cette pelouse se développe dans la plupart des régions et se prête bien à la sécheresse.

c. Morphologie du gazon

Les plantes de gazon se composent de feuilles, de tiges et de racines provenant de graines ou de propagation végétative. Ils appartiennent aux monocotylédons, où les graines ont un semis à une feuille, et aux dicotylédons, où les graines ont des semis à deux feuilles. La morphologie de

l'herbe est examinée en laboratoire. Les tissus du méristème, y compris la couronne, initient une nouvelle croissance et relient la tige, le feuillage et les racines (**Hongjian et al., 2022**).

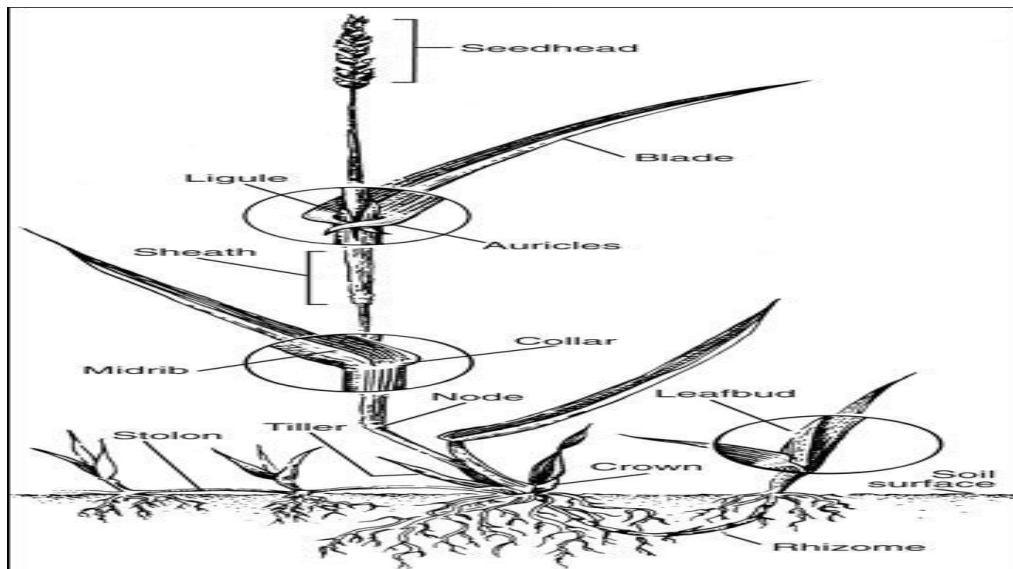


Figure 05: identification de gazon (**B.Fresenburg, L.Mille.2016**)

Feuilles

Etroites à nervures parallèles, attachées aux tiges par une gaine fissure faisant apparaître dans l'alliance avec la lame un lin de poils ou une langue appelée ligule, les inflorescences restent formées d'épillets une fois directement intégrées à la tige, reçoit un épi (chiendent) de l'opposé une fois pédicelles, l'inflorescence est une panicule (*Agrostis phragmites*), en est un exemple dans le noyau de la famille des **Poacées**(**Hongjian et al., 2022**).

Tige

Continuellement arrondie et principalement creuse sauf au niveau des nœuds (**Hongjian et al., 2022**).

Fleurs

Elles ont la possibilité d'intégrer des étamines et des pistils, ou d'être unisexuées, qu'elles soient mâles ou femelles. Elles restent entourées de deux bractées appelées grumelas, l'épillet est son unité morphologique élémentaire, est formée d'une ou plusieurs fleurs entre deux. D'autres bractées ressemblent beaucoup à des glumes, les épillets sont regroupés diversement en épi ou panicule La pollinisation est anémophile (**Hongjian et al., 2022**).

Inflorescence

Sont des caryopses, plus communément appelés grains(**Hongjian et al.**, 2022).

Ligule

Désignée chez les poacées, les selaginellaceae et quelques cypéracées une languette membraneuse ou parfois une rangée de poils située à la jonction du gain foliaire et du limbe de feuilles (**Hongjian et al.**, 2022).

Racine

La racine est la partie d'une plante qui pousse habituellement sur le sol a trois fonctions : immobilisation, absorption de l'eau et du sel Minéraux (à l'origine de la sève brute ou sève minérale ou sève ascendante) et action conservez les réserves alimentaires. Les racines des graminées sont abondantes dans la couche arable (0-30 cm) et ont Les graminées ont un petit diamètre (<0,3 mm), ce qui les rend difficiles à observer, mais les graminées ont Racines profondes, parfois 25 à 30 cm au-delà initialement autorisées(**Hongjian et al.**, 2022).

Racines fasciculées

Nombreuses racines secondaires de taille égale disposées en Bouquets sous le collet (pas de racine pivotante). Ils sont soit des traces (parallèles au sol) ou incliné. Présent dans presque toutes les monocotylédones (graminées, bulbes, palmiers) et fougères .Certaines graminées ont des racines qui forment des grappes et descendent tout droit. Souterrain. D'autres ont de grandes racines pivotantes et profondes ; d'autres Les derniers stolons envoyés sont encore proches de la surface du sol, il semble donc impossible de juger un la partie aérienne de l'herbe et relie les racines vitales aux plus fortes Aménagement de l'air (**Hongjian et al.**, 2022).

4. Multiplication de gazon

a. Engazonnement par bouturage

Consiste à créer une nouvelle plante similaire à partir d'une partie d'une plante. La coupe se fait sur une plante vigoureuse et en santé. Le bouturage est obtenu en coupant un morceau de tige ou de racine placé au sol dans des conditions de température et d'humidité idéales. Dans certains cas, des hormones de croissance végétale sont nécessaires pour que les racines et les bourgeons

apparaissent de racines et de bourgeons. Cette technique permet une reproduction fidèle.(**Nguinambaye.et ;all,2021**)

b. Engazonnement par ensemencement

Suivant les techniques d'ensemencement à la volée (manuelle et mécanique) et d'ensemencement hydraulique, les graines doivent également être dispersées sur la surface et recouvertes légèrement, idéalement d'une couche deux fois le diamètre de la graine.(**P,Alexandre,etall2020**)

c. Culture in-vitro

La culture in-vitro, également connue sous le nom de (micropropagation), est une méthode qui consiste à transformer une plante entière à partir de cellules ou de tissus végétaux dans un milieu nutritif en utilisant des techniques de culture cellulaire modernes. Il permet de maintenir les plantes stériles, exemptes de virus et d'autres infections en plus de produire rapidement une grande quantité de semis. Elle est employée pour la création de nouvelles plantes (telles que des plantes modifiées génétiquement), la multiplication de plantes commerciales qui ne produisent pas de graines, ainsi que pour la conservation et la culture de plantes rares.(**E, Domblides,et,all,2022**)

5. Revendication de gazon

a. Pédoclimatique

1. Sol

En tant que support physique et fournisseur d'éléments nutritifs, le sol est crucial pour le développement du gazon. Le sol est également responsable de l'emmagasinage et de la gestion des éléments fertilisants et de l'eau. Les macrospores permettent la circulation des gaz, favorisant la décomposition et la transformation de la fraction organique par les micro-organismes du sol dans les conditions les plus variées. Le sol doit remplir toutes les exigences liées à l'utilisation du gazon en place (**Abessolo ;2022**)

➤ Milieu physique

Tous les éléments minéraux du sol sont inclus : (argile fine, limons fins, limons grossiers, sable fin, sable grossier, gravier et pierres). L'analyse du sol permet de définir la texture, la proportion des différentes particules présentes dans le sol, ce qui permet de déterminer la nature du sol

(triangle de texture) (figure 14), la structure est caractérisée par l'assemblage des particules du sol, une bonne structure est importante car elle conditionne la porosité (espace ou l'eau et l'oxygène circulant).(**Abessolo**, 2022).

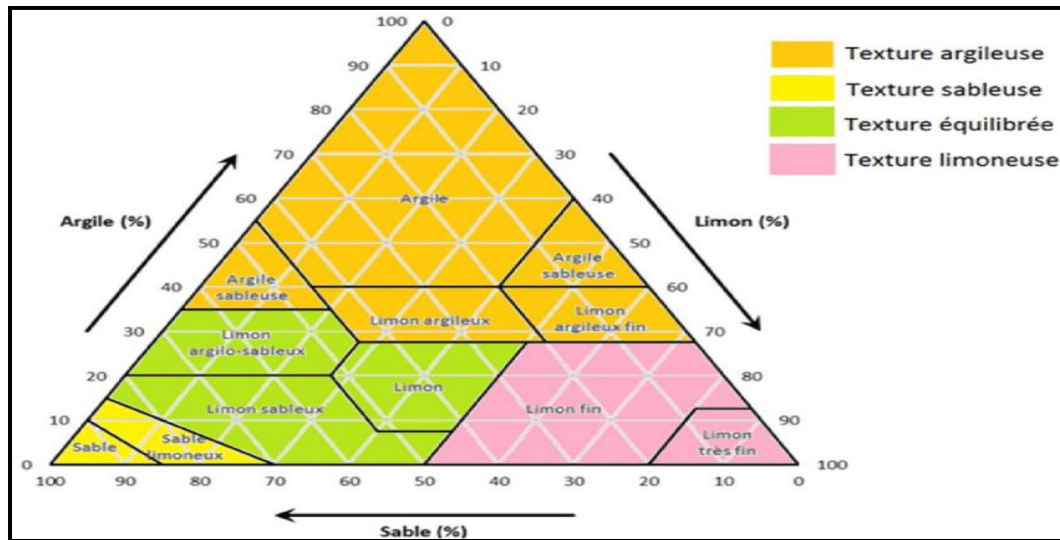


Figure 06:Triangle des textures (**Abessolo**, 2022)

➤ Milieu biologique

La fertilité d'un sol repose sur l'humus, il est donc recommandé de vieller le sol en fonction de l'état et de l'évolution de la matière organique. Avant de se transformer en humus, la matière organique fraîche est composée de débris de feuilles, de racines et de déjections d'organismes vivants. Ainsi, la vie biologique du sol favorise l'aération grâce à l'humus. Toute la microfaune a besoin d'oxygène, mais sur les terrains sportifs, le compactage et l'excès d'eau chassent l'air (l'oxygène), ce qui démontre l'importance des opérations mécaniques d'aération. Une activité biologique active augmentera la fertilité du sol et optimisera l'alimentation de la pelouse (**Vivien et al.**,2021).

➤ Milieu Chimique

Le pH d'un sol est un terme chimique qui mesure la quantité d'ions hydrogène libres présents dans le sol. Les graminées aiment les sols qui sont légèrement acides. Pour la plupart des plantes, le pH idéal est presque neutre. En ce qui concerne la pelouse, elle est d'environ 6,5 (**Vivien et al.**, 2021).

2. Fertilisation

Pour obtenir une pelouse attrayante et en bonne santé, il est essentiel de comprendre les besoins nutritionnelles de votre gazon et de mettre en place un programme de fertilisation équilibré. Les trois principaux éléments nutritifs dont une pelouse a besoin sont les suivants :

- **Azote (N)**

L'azote est responsable de la couleur vert foncé du gazon, il favorise la croissance des tiges et des feuilles, et il contribue à augmenter la densité du gazon. (**Eric et al., 2017**).

- **Phosphore (P)**

Le phosphore joue un rôle essentiel dans le développement des racines, la propagation des rhizomes et la maturation des plantes de gazon. (**Eric et al., 2017**).

- **Potassium (K)**

Le potassium confère de la vigueur au gazon et lui permet de mieux résister au piétinement, aux conditions hivernales rigoureuses et aux périodes de sécheresse. En comprenant ces fonctions essentielles de chaque élément nutritif, vous pourrez mieux répondre aux besoins spécifiques de votre pelouse et favoriser sa santé et sa beauté (**Eric et al., 2017**).

Pour favoriser une croissance optimale de la pelouse, il est essentiel de fournir à celle-ci une gamme d'éléments nutritifs essentiels. Parmi ces éléments, on retrouve les trois éléments majeurs, à savoir N, P et K. En plus de ces éléments principaux, la pelouse a également besoin d'éléments secondaires comme le calcium, le magnésium et le soufre. En outre, pour un développement complet, il est important de tenir compte des éléments mineurs tels que Br , Cu, Fe, Mn, Zn et le molybdène. Tous ces composants jouent un rôle crucial dans le maintien de la santé et de la vitalité de la pelouse (**A Badra, 2019**).

Tableau 02 :symptômes de carences et excès des éléments minéraux sur le gazon(**ABadra,** 2019)

Eléments	Carences	Excès
Azote (N)	Chlorose des feuilles Jaunissement et perte des vieilles feuilles Diminution du tallage Diminution du taux de croissance	Jaunissement à la base des feuilles Très forte croissance
Phosphore (P)	Apparition de symptôme sur les vieilles feuilles Diminution de la croissance foliaire Faible taux de croissance racinaire	Entraine une carence en fer
Potassium (K)	Jaunissement entre les nervures des feuilles Nécrose de la pointe de la marge des feuilles Diminution de la résistance aux condition de sécheresse	Diminution de l'absorption de magnésium Brulure des feuilles des racines
Calcium (Ca)	Malformation des jeunes feuilles Brunissement et ou mort du système racinaire	Diminution de la disponibilité du potassium Brulure des feuillage
Fer (Fe)	Chlorose entre les nervures Brunissement de la pointe des feuilles et du limbe	Domage au système racinaire Carence en manganèse

3. Engrais

Il y a différents types d'engrais disponibles pour la pelouse, qu'ils soient d'origine naturelle ou synthétique, généralement présentés sous forme granulaire. Pour éviter la perte de nutriments par lessivage, il est conseillé d'opter pour des engrais à libération lente, qu'ils soient naturels ou de synthèse. Ces fertilisants libèrent progressivement des éléments nutritifs sur une période prolongée, ce qui améliore l'absorption par les plantes tout en réduisant les risques de pollution. (E.Mosimann et al.,2017).

Tableau 03: liste des principaux engrais pour le gazon et de leurs propriétés (E.Mosimann et al., 2017)

Type	Exemple	Avantage	Inconvénient	Solubilité dans l'eau	Risque de brûlure
Inorganique	Nitrate d'ammonium Sulfate d'ammonium	Immédiatement assimilable Verdissement rapide du gazon	Sujet au lessivage Provoque une croissance luxuriante	Elevée	D'élévée à très élevée
Organique	Boues d'épuration activées Sous-produits animaux	Libération lente Lessivage lente	Coute plus cher que les formes inorganiques	Faible	Faible
Synthétique	Urée enrobée de soufre Urée enrobée de polymère	Libération lente Lessivage lente	Ces engrais se libèrent à une vitesse qui varie selon la T°, H et selon leur source	Très faible	De faible à très faible

4. Hauteur de coupe

Tondre la pelouse de manière excessive en la rasant entrave la croissance des racines de l'herbe. Cela crée un environnement propice à l'invasion de plantes indésirables telles que le pissenlit, le plantain ou le pâturin annuel. De plus, cette pratique affaiblit le gazon et le rend plus vulnérable aux maladies. En conséquence, il est recommandé de maintenir une hauteur de tonte optimale de 6 cm (Gaub et al., 2019).

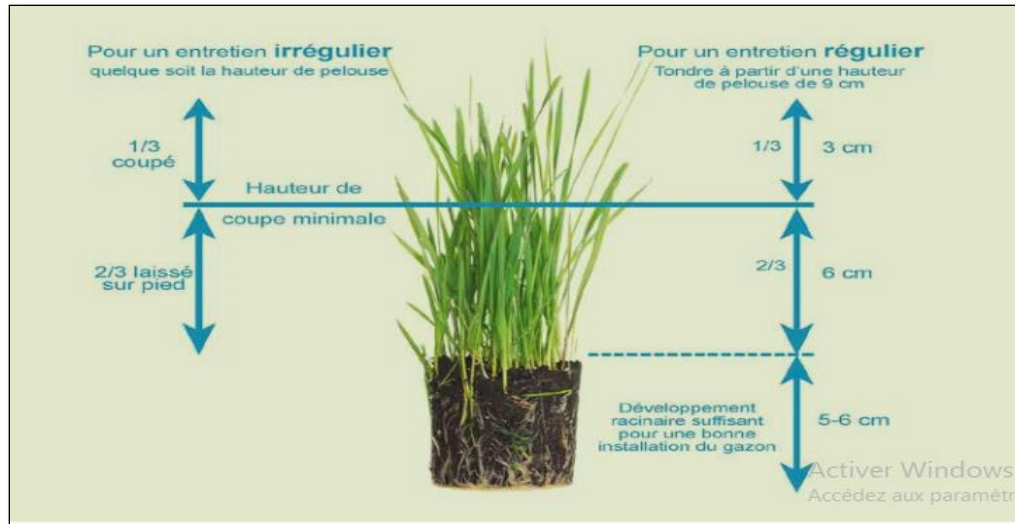


Figure 07: Hauteur de coupe (Lamballe,2020)

5. Irrigation de gazon

L'irrigation du gazon est une pratique qui consiste à apporter de l'eau au sol pour compenser le déficit hydrique causé par l'évaporation et la transpiration des plantes. L'irrigation du gazon permet de maintenir la qualité esthétique et fonctionnelle de la pelouse, ainsi que sa résistance aux maladies et aux stress. Il existe différents systèmes d'irrigation du gazon, tels que l'aspersion, la sub-irrigation, les tubes poreux ou les tuyaux goutteurs. Le choix du système dépend de la surface à irriguer, du type de sol, du climat et du budget. L'irrigation du gazon doit être adaptée aux besoins des plantes et aux conditions météorologiques. Il faut éviter le gaspillage d'eau et favoriser un enracinement profond du gazon. Pour cela, il est conseillé d'arroser le matin, de manière régulière mais pas trop fréquente, et de vérifier la quantité d'eau apportée. Il est également recommandé de choisir des espèces de graminées résistantes à la sécheresse et de pratiquer une bonne gestion culturale du gazon (tonte, défoutrage, aération, etc.)(M.Serenaet al., 2020).

6. Maladies de gazon

Le gazon est un élément important du jardin, qui demande un entretien régulier et adapté. Il peut être affecté par différentes maladies, souvent causées par des champignons, qui altèrent son aspect et sa santé. Les principales maladies du gazon, leurs symptômes et leurs traitements :

➤ **Blanc ou oïdium**

C'est une maladie qui se manifeste par un feutrage blanc sur les feuilles du gazon, surtout en période sèche et chaude. Elle réduit la photosynthèse et affaiblit le gazon. Pour la prévenir, il faut éviter les excès d'azote, arroser le matin et aérer le sol. Pour la traiter, il faut tondre le gazon et ramasser les déchets, puis appliquer un fongicide adapté (**Bouhot et al.**, 2019).

➤ **Tache annulaire nécrotique**

C'est une maladie qui provoque des taches jaunes ou brunes circulaires sur le gazon, entourées d'un anneau vert foncé. Elle est favorisée par l'humidité et le manque de potassium. Pour la prévenir, il faut fertiliser le gazon de manière équilibrée, éviter les arrosages excessifs et scarifier le sol. Pour la traiter, il faut appliquer un fongicide adapté (**Gosselin et Lajeunesse**, 2020).

➤ **Brûlure en plaques**

C'est une maladie qui entraîne la mort des feuilles du gazon, formant des plaques irrégulières de couleur brunâtre. Elle est causée par un champignon qui se développe en conditions humides et chaudes. Pour la prévenir, il faut éviter les excès d'azote, arroser le matin et aérer le sol. Pour la traiter, il faut tondre le gazon et ramasser les déchets, puis appliquer un fongicide adapté (**Lemaire et Vannier**, 2021).

➤ **Tache des feuilles**

C'est une maladie qui se caractérise par des taches brunes ou rouges sur les feuilles du gazon, qui finissent par se dessécher et tomber. Elle est favorisée par l'humidité et le froid. Pour la prévenir, il faut fertiliser le gazon de manière équilibrée, éviter les arrosages excessifs et aérer le sol. Pour la traiter, il faut tondre le gazon et ramasser les déchets, puis appliquer un fongicide adapté (**Peyronnet et Vannier**, 2022).

➤ **Rouille**

C'est une maladie qui se traduit par l'apparition de pustules orangées ou brunes sur les feuilles du gazon, qui libèrent des spores en cas de contact. Elle affaiblit le gazon et réduit sa résistance au froid. Pour la prévenir, il faut fertiliser le gazon de manière équilibrée, éviter les excès d'azote et arroser le matin. Pour la traiter, il faut tondre le gazon et ramasser les déchets, puis appliquer un fongicide adapté (**Vannier et Lemaire**, 2023).

Il existe d'autres maladies du gazon, comme le fil rouge, l'helminthosporiose ou l'antracnoseetc.

7. L'impact économique de gazon

Le gazon est un élément important du paysage, qui présente de nombreux avantages écologiques, mais aussi économiques.

Le gazon contribue à la production d'oxygène, à la régulation des températures, à la filtration de l'air et de l'eau, à la réduction du bruit et à la prévention de l'érosion des sols. Ces services écosystémiques ont une valeur économique considérable, qui peut être estimée en fonction des coûts évités ou des bénéfices générés par le gazon. Par exemple, selon une étude américaine, le gazon permet d'économiser 4 milliards de dollars par an en coûts de climatisation et de réduire les émissions de CO₂ de 5% (**Lancesseur et al.**, 2020).

Le gazon représente également un secteur d'activité important, qui emploie des professionnels du paysage, des producteurs de semences et de plants, des distributeurs de matériel et de produits, des prestataires de services, etc. Selon une étude française, le marché du gazon en France représente environ 1 milliard d'euros par an, dont 60% pour le gazon naturel et 40% pour le gazon synthétique. Le gazon synthétique connaît une croissance plus forte que le gazon naturel, notamment dans les zones urbaines et les espaces verts publics (**Lancesseur et al.**, 2020).

Le gazon a également un impact positif sur la qualité de vie et le bien-être des personnes, ce qui se traduit par une valorisation immobilière et touristique. Selon une étude canadienne, un paysage bien entretenu avec du gazon peut augmenter la valeur d'une propriété de 5 à 11%. Le gazon contribue aussi à l'attractivité des territoires, en offrant un cadre agréable et propice aux activités sportives et récréatives (**Lancesseur et al.**, 2020).

Chapitre II

I. Définition

Les Biostimulants Réduire considérablement l'utilisation de pesticides et Les engrais'. Leur utilisation est l'une des clés de systèmes agricoles plus durables (**Rouphael et Colla, 2020**). Sont des substances naturelles qui peuvent être appliquées sur les graines, les plantes et le sol. Ces substances provoquent des changements dans les processus vitaux et structurels(**Jindo et al., 2020**) afin d'influencer la croissance des plantes grâce à une meilleure tolérance aux stress abiotiques et d'améliorer la disponibilité des éléments nutritifs aux cultures, l'efficacité d'utilisation des nutriments par les plantes ainsi que les Caractéristiques de qualité des cultures, et ce indépendamment de leur teneur en éléments nutritifs (**Paradiković et al., 2019**).

Ces substances, lorsqu'elles sont appliquées de manière exogène, ont des actions similaires aux groupes d'hormones végétales connues, dont les principales sont les auxines, les gibbérellines et les cytokinine (**Karoglan et al, 2021**).

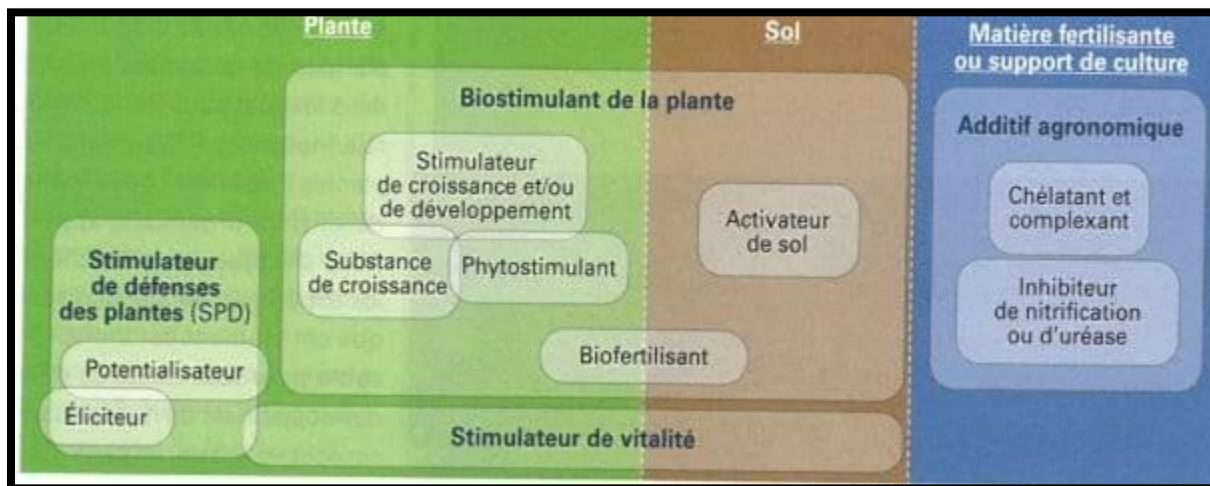


Figure 08: Cartographie terminologie des biostimulants (**Jing et al .,2022**).

II. Classification des biostimulants

a) Biostimulants organiques

(Extraits d'algues, les substances humiques et fulviques, Extraits de plantes, les levures, les acides aminés...) (**Yakhin et al .,2017**).

b) Biostimulants microbiens

(Champignon mycorhize, les bactéries comme L'azospirillum, Bacillus, le rhizobium...)
(Yakhin et al . ,2017)

c) Biostimulants inorganiques

(Le silicium élément chimique présent dans le sol, les Oligoéléments...) Ils peuvent s'utiliser seuls ou en apport au sol ou par pulvérisation sur les plantes et enfin être Disposés en enrobage de semences (Yakhin et al . ,2017).

III. Mode d'action des biostimulants

Les biostimulants favorisent la germination, la croissance des racines et des plantes, la photosynthèse, l'absorption des éléments nutritifs du sol, la résistance aux stress abiotique et le métabolisme de l'azote et du phosphore dans le sol. Photosynthèse, absorption du nutriment du sol, activation des micro-organismes du sol. Réduit ou améliore les effets négatifs des facteurs de stress abiotique (Franzoni et al, 2022)

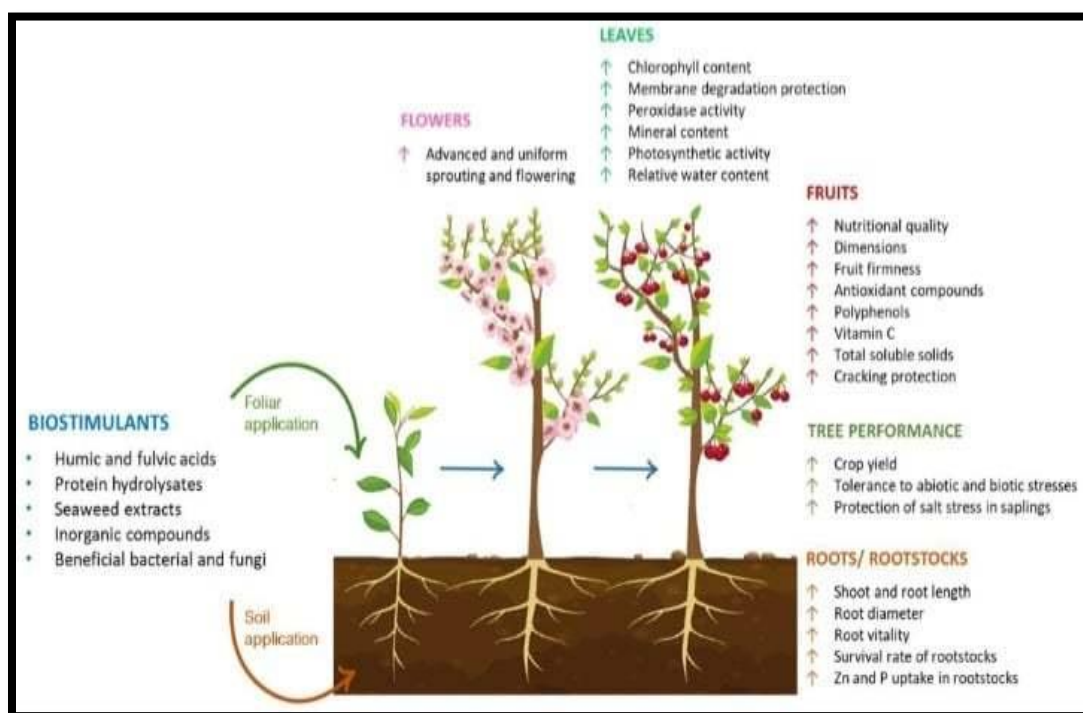


Figure 09: Mécanismes d'action des biostimulants sur les différentes parties d'une plante (Afonso et al., 2022).

IV. Stimulants de défense des plantes (SDP)

Les biostimulants ont la capacité d'agir via divers mécanismes qui stimulent les processus physiologiques. Les activités enzymatiques et les voies hormonale en induisant la production de métabolites (**Kumar et al., 2020**). Les mécanismes impliqués dans la mise en place d'une résistance induite porteraient sur 5 étapes clés que sont (**Yakhin et al., 2017 ; Faessel et al., 2016**).

1. La reconnaissance des principes actifs sur des récepteurs spécifiques permettant la pénétration des molécules actives dans les cellules et tissus
2. La translocation et la transformation dans les plantes ;
3. L'expression de gènes de défense, de signaux et de régulation du statut hormonal permettant une résistance locale induite
4. L'activation du processus métabolique
5. La transmission de signaux et l'intégration de la résistance induite à la plante entière

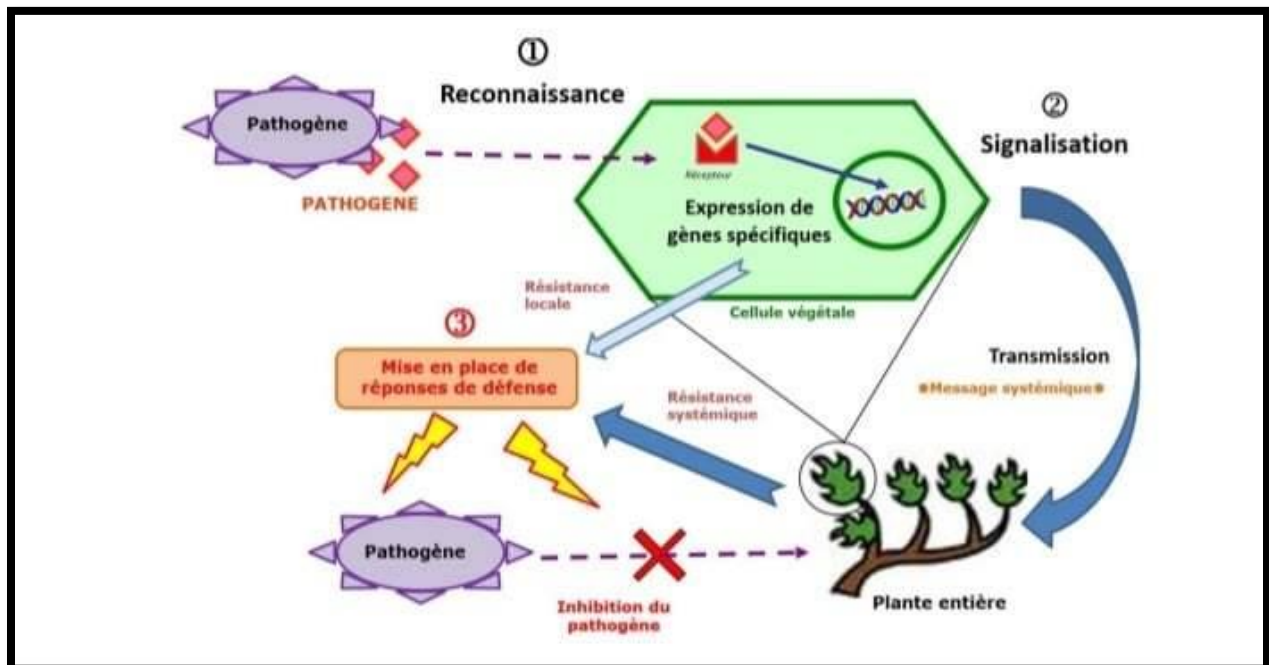


Figure 10: Schéma simplifié de la stratégie de stimulation des défenses (**Lemaître-Guillier et al, 2017**).

V. Substances à effet de biostimulants

1. Acides aminés

Les acides organiques ont des groupes amine, le plus souvent des acides α -Amino. Les acides aminés et autres dérivés protéiques ciblent l'assimilation de l'azote. il est un mélange de protéines et d'acides aminés produits par la dégradation des organismes (plantes, algues, animaux ou micro-organismes) et des acides aminés purifiés (glycine Bétaine, proline, acide glutamique, etc. (**Megafol**, 2016). Ils créent mieux Assimiler les éléments minéraux et la nutrition azotée pour améliorer la résistance au stress Abiotique et résistance aux métaux lourds. L'hydrolysate de protéines est fabriqué à partir de Mélange peptidique. Acides aminés purs tels que l'acide glutamique, la glutamine, la proline et la glycine Bétaine. Mener des recherches en utilisant la transcriptomique La métabiologie est essentielle pour analyser le fonctionnement de cette classe de médicaments biostimulants et apportent la preuve de leur efficacité (**Cordiea alabouvette**, 2018).

2. Acides humiques

Une grande variété de substances organiques sont collectivement appelées « substances humiques ». La décomposition des matériaux entraîne la formation de polymères organiques amorphes et colloïdaux. Leur présence améliore l'activité biologique des sols en fournissant aux micro-organismes hétérotrophes une source d'énergie et de carbone. Elles influent sur la fertilité du sol en améliorant sa structure, en augmentant la disponibilité des nutriments, et en formant des complexes avec les métaux toxiques, parfois même en favorisant la photosynthèse cellulaire chez les plantes (**Symbiose**, 2017). De plus, des substances hormonomimétiques contenues dans les substances humiques ont un impact direct sur la croissance et le développement des plantes, en mettant l'accent sur le développement de leurs racines (**Bezuglova et al.**, 2022) .

3. Extraits d'algues

Les algues marines et leurs dérivés suscitent un vif intérêt dans les domaines de la science et de l'agronomie, car elles jouent un rôle significatif dans l'amélioration de la qualité des sols et la croissance des plantes. Plusieurs recherches ont démontré les bénéfices des extraits d'algues pour les plantes, tels que l'amélioration des performances des cultures, des rendements plus élevés, ainsi qu'une meilleure résistance aux facteurs de stress d'origine biotique et abiotique (**Kumari et al.**, 2022). Ces substances agissent en influençant la synthèse d'enzymes, les hormones végétales, en stimulant le système racinaire et en renforçant les mécanismes antioxydants (**Megafol**, 2016).

CHAPITRE 02: BIOSTIMULANTS

De plus, elles ont le potentiel d'améliorer la disponibilité des nutriments, d'augmenter la productivité et d'accroître la tolérance au stress chez de nombreuses espèces végétales en augmentant la concentration de molécules bioactives, notamment les antioxydants. Parmi les algues les plus couramment utilisées, on retrouve *Ascophyllum*, *Fucus* et *Laminaria* (Cordier et Alabouvette, 2018).

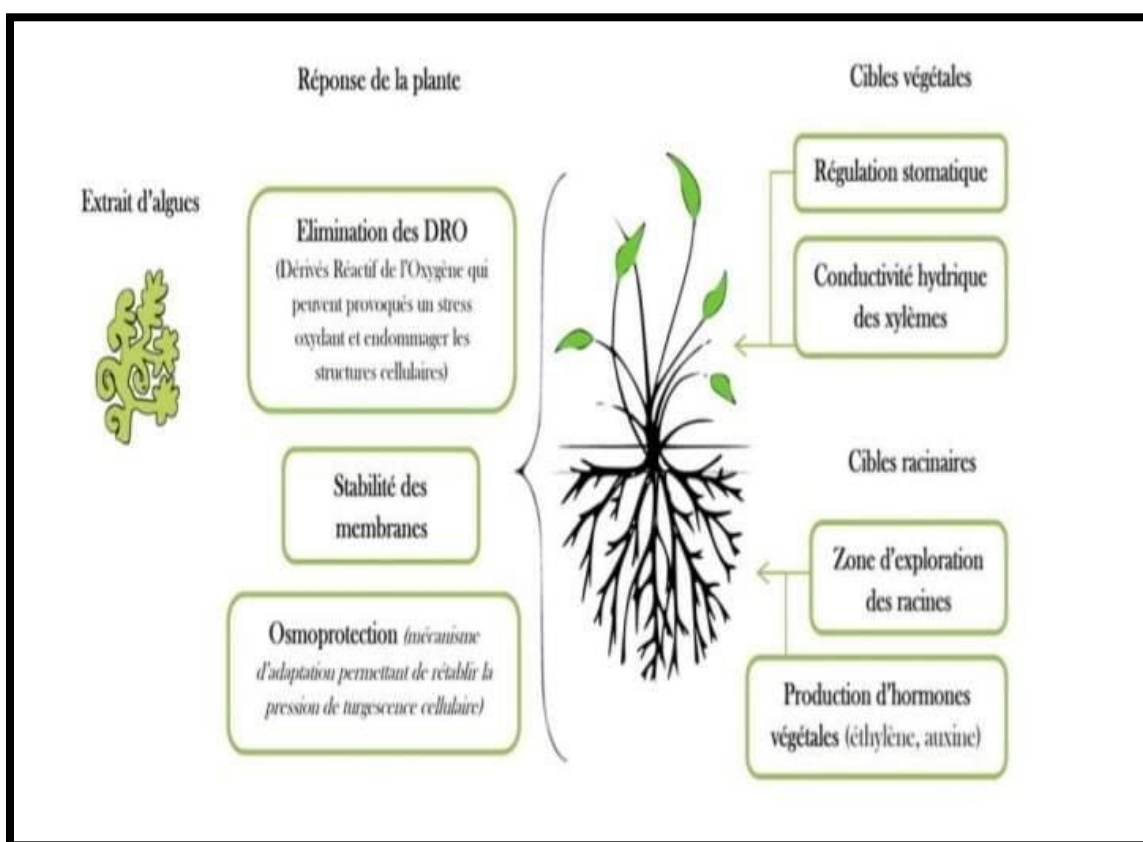


Figure 11: Mécanismes clés recherchés lors de l'utilisation d'un biostimulant à base d'algues (Van Oosten, 2017).

4. Bactéries

Les bactéries, notamment celles appelées rhizobactéries, qui favorisent la croissance des plantes (PGPR), sont un exemple bien établi. Elles sont aujourd'hui reconnues comme l'un des outils les plus efficaces pour stimuler la croissance des plantes par bio-stimulation (Pérez-Jaramillo *et al.*, 2016). Ces bactéries bénéfiques s'associent aux racines des plantes et encouragent leur croissance tout en se nourrissant des substances excrétées par les racines elles-mêmes (Kwon *et al.*, 2016).

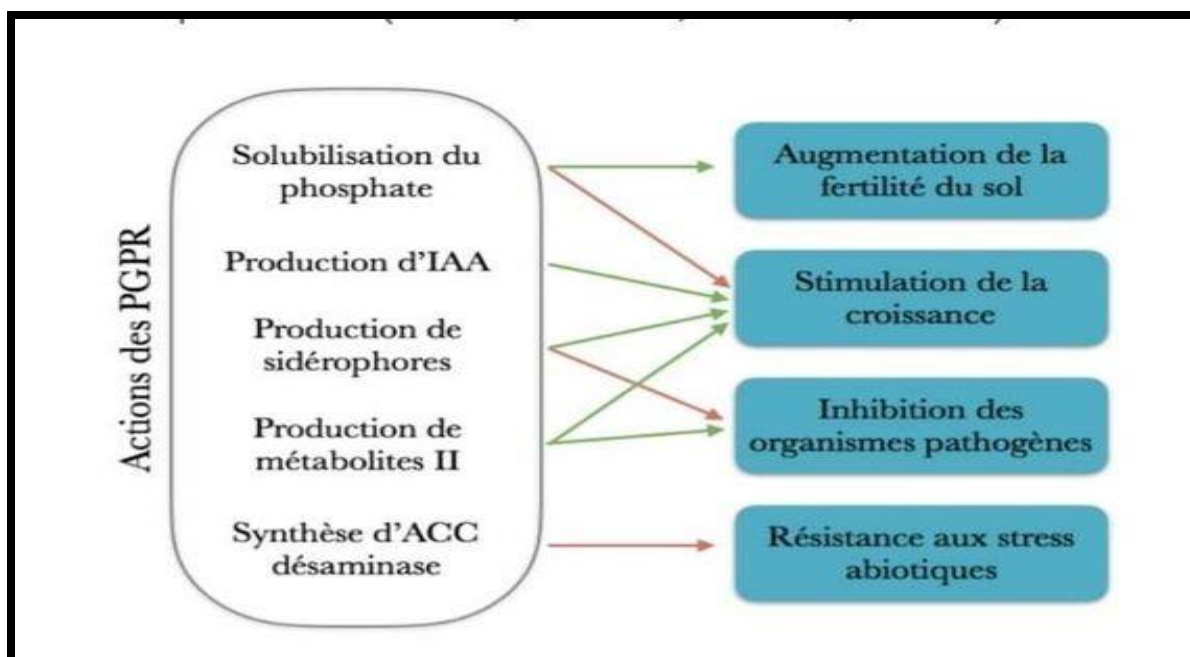


Figure 12: Mécanismes de l'interaction plante-PGPR (Académie des biostimulants, 2019).

5. Champignons

Dans le sol, de nombreux micro-organismes ont la capacité de lutter contre les agresseurs responsables des maladies chez les plantes. Ces micro-organismes appartiennent à différents groupes, notamment les bactéries symbiotiques, les champignons endomycorhizogènes et les champignons antagonistes. Les champignons antagonistes établissent une relation symbiotique avec les plantes, ce qui peut se traduire par une amélioration directe de la croissance des plantes grâce à la production d'hormones végétales et à une meilleure absorption des nutriments. Ils peuvent également favoriser la croissance de manière indirecte en éliminant les agents pathogènes grâce à la production d'antibiotiques ou en stimulant les mécanismes de défense des plantes (Laurent *et al.*, 2020). Parmi ces champignons antagonistes, les espèces du genre *Trichoderma* sont bien connues pour leur capacité à stimuler la croissance végétative et racinaire, à produire des antibiotiques et à renforcer les mécanismes de défense des plantes lorsqu'elles sont utilisées comme biofertilisants et agents de lutte biologique (Kamaruzzamaaa *et al.*, 2016).

CHAPITRE 02: BIOSTIMULANTS

Tableau 04: Détails des revendications agronomiques associées aux produits de stimulation
(Ludovic *et al*, 2014).

Revendications		Détails des effets revendiqués
Produits SDP	Résistance aux stress abiotique	Tolérance à salinité. Tolérance accrue à la sécheresse ou l'excès d'eau. Tolérance accrue au froid (gel) ou au chaud.
Produits biostimulants	Croissance et développement Meilleure absorption des éléments nutritifs	Augmentation le taux de germination. Stimulation de la croissance végétative. Augmentation de la biomasse foliaire. Stimulation de la production hormone végétative. Augmentation de teneur de chlorophylle. Amélioration de l'efficacité photosynthétique. Renforcement du système racinaire. Amélioration de la nutrition des plants. Stimulation de la dégradation de matière organique. Stimulation de la nitrate réductase. Stimulation de l'activité microbienne du sol. Renforcement de la capacité d'absorption. Amélioration de la structure physique du sols.

CHAPITRE 02: BIOSTIMULANTS

	Meilleure qualité des récoltes	Amélioration de la fermenté des fruits pour le stockage Organoleptique (teneur en sucre et autre molécule) Technique (meilleure tolérance au stockage ou à la manipulation) Visuelle (couleur des fruits)
Produit de Stimulation	Gain économique (dont augmentation (dont augmentation	Action positive sur le tallage et le grossissement des grains Amélioration du calibre de fruits Augmentation de la quantité de graines Augmentation de la quantité de fruits Réduction des produits phytopharmaceutiques classiques Amélioration de l'efficacité des engrais pour en réduire la quantité Action longue durée permettant de limiter la quantité de produits utilisée
	Gain environnementale	Absence de danger pour l'homme .les plantes et environnement Réduction des produits Phytopharmaceutique classiques Amélioration de l'efficacité des engrais pour en réduire la quantité Augmentation de la diversité microbologique des sols Limite l'apparition de souches d'agents pathogènes résistants Diminution de l'utilisation d'eau Action longue durée permettant de limiter la quantité de produits utilisés.

VI. Biostimulant dans le monde

Malgré le contexte réglementaire, le marché des biostimulants est en expansion. Evalué à 2000 millions de dollars américains en 2017, il est estimé à 3290 Millions en 2022, avec un taux de croissance annuel de 10%. En Europe, il est projeté à 800 millions d'euros en 2018, avec un taux de Croissance annuel similaire. La France, l'Italie et l'Espagne sont les Premiers producteurs de BS de l'Union Européenne (**Biostimulant Market**, 2017).

VII. Biostimulant en Algérie

L'Algérie n'est pas restée en marge dans l'utilisation des produits de dernière génération. La gamme des biostimulants de la société **ACI** regroupe l'ensemble des catégories de BS de trois (03) partenaires : **BIOIBERICA-AGRITECNO-AGRONUTRITION** et enfin **AGROSOLUTION** (**ACI news**, 2020) **TIMAC AGRO** (entreprise industrielle spécialisée dans la production d'amendements, de Nutrition des Végétaux et de Nutrition Animale) Algérie propose des BS liquides, racinaires et foliaires adaptés aux grandes cultures et aux cultures spécialisées, afin de répondre aux demandes et spécificités de tous les territoires Sur le marché algérien l'application de **RADIX** sur les cultures maraîchères, fruitiers, melon et pastèque; **DELTAQUIN** sur les arbres fruitiers à noyau, raisin de table, pomme de terre, tomate, arachide, Neostren Forte sur agrumes et arbres fruitiers; **FOLIXDAN** pour fruitiers, agrumes et cultures maraîchères sous serre; **FUNGICHEL** pour raisin de table, pomme de terre et agrumes; et **ALGAVER** pour fruitiers, agrumes, pomme de terre et arachide. (**Lakhdari et al**, 2020).

Chapitre III

1. Introduction

L'utilisation des stimulateurs biologiques d'origine végétale connaît une croissance significative et gagne en popularité dans le domaine de l'agriculture durable. De nombreux agriculteurs comptent sur les plantes médicinales comme stimulants de la croissance des cultures et comme compléments renforçant la résistance aux insectes. En parallèle, elles réduisent l'utilisation des engrais en améliorant l'efficacité de l'absorption des nutriments par les plantes, sans provoquer d'effets secondaires sur la qualité et le rendement (**Di Molaet et al.**, 2019)

I. Ortie

A. Ortie (*Urtica dioica*)

L'ortie, connue sous son nom scientifique *Urtica dioïque*, est une plante herbacée vivace qui pousse dans le monde entier. Elle est souvent considérée comme une mauvaise herbe en raison de sa propagation rapide et de ses poils urticants, qui provoquent des piqûres douloureuses et est utilisée dans une grande diversité de cultures agronomiques, comme engrais, comme fourrage ou comme aliment du bétail (**Konakchieva**, 2018).

L'ortie présente un grand intérêt en tant qu'agent de conservation pour l'alimentation humaine et animale, car elle contient de nombreux composés biologiquement actifs et toutes les parties de la plante (tige, feuilles, racines et graines) peuvent potentiellement servir de source de biomasse pour plusieurs produits à valeur ajoutée. Par exemple, les feuilles sont riches en caroténoïdes et en acides gras, ainsi qu'en divers acides aminés essentiels, en chlorophylle, en vitamines, en hydrates de carbone, en stérols, en polysaccharides et en minéraux. Les extraits des parties aériennes de l'ortie sont riches en polyphénols (**Dorota et al.**, 2018).



Figure 13: *Urtica dioica* (**S.Perraud**. 2020).

B. Systématique de l'ortie

L'ortie appartenant à la famille des Urticacées, l'ortie regroupe une trentaine d'espèces de plantes herbacées à feuilles velues (**Toubal**, 2018). *Urtica dioica* L appartient au:

- **Règne:** Plantae (**plantes**),
- **Sous-règne:** Tracheobionta (plantes vasculaires),
- **Embranchement:** Magnoliophyta (phanérogames),
- **Sous-embranchement :** Magnoliophytina (angiospermes),
- **Classe :** Rosidaeae,
- **Sous-classe :** Rosidees
- **Espèce :** *Urtica dioica*

C. Composition chimique

Les constituants des différentes parties aériennes (**feuilles, tiges et fleurs**) sont:

- ❖ **Des flavonoïdes :** (1 à 2 %).
- ❖ **Des éléments minéraux (plus de 20 %) :** calcium, potassium et silicates partiellement solubles (1- 4 %).
- ❖ **Des acides:** acide caféique et ses esters, acide caféylmalique (**1,6 %**), chlorogénique (**trans-5-caféylquinique**), citrique , fumarique, glycérique, malique, oxalique, phosphorique, quinique, succinique, thréonique et thréono-1 ,4-lactone **Scopolétol, sitostérol, et sitostérol 3-0-β-D-glucoside.**
- ❖ **Des lignanes :** plusieurs, dont le secoisolariciresinol. 6,3-hydroxy-a-ionol, glycoprotéines, lipides, sucres, acides aminés libres (30 mg/kg), tanins, traces de nicotine, une enzyme: la choline acétyltransférase. Les pieds mâles et femelles ont un taux comparable en flavonoïdes. La teneur en acides Polyphénoliques est plus élevée chez les pieds mâles (**Ait Haj said et al., 2016**).

D. Constituants des racines

Des polysaccharides: glycanes, glucogalacturonanes, arabinogalactane acide.

- Un acide gras: de l'acide (**10E, 12Z**)-9- hydroxy -10,12 -octadécadiénoïque
- Des lectines, dont environ 0,1 % d'une lectine particulière de faible masse moléculaire.
- Des céramides. Des terpènes diols et des terpènes diols glucosides. La structure de ces composés a été identifiée grâce aux recherches de Kraus et Spiteller.
- Les racines contiennent aussi des stérols et stérols glucosides, des composés phénoliques, des dimères du phénylpropane: (**Lignanes**) (**Ait Haj said et al., 2016**).

Tableau 05: Composition nutritionnelle des feuilles Fraîche de l' ortie diuïque (Ait haj saïd et al., 2016).

Composition nutritionnelle en %	Min	Max
Eau	65	90
Protides	4.3	8.9
Cendres	3.4	8.9
Glucides	7.1	6.5
Lipides	0.7	2
Fibres	3.6	5.3
Calories (Kcal/100g)	57	99.7

Tableau 06: Teneur en éléments minéraux et oligo-éléments en mg/100g de matière sèche (Ait Haj Saïd *et al.*, 2016).

Teneur en minéraux en mg/100g		Mix	Max
Macroéléments	Calcium	113.2	5090
	Magnésium	0.22	3560
	Phosphore	29	75
	Potassium	532	917.2
	Sodium	5.5	16
Oligo-éléments	Cobalt	0.0084	0.018
	Cuivre	0.52	1.747
	Fer	3.4	30.30
	Manganèse	0.768	5.784
	Molybdène	0.4265	-
	Nic	0.0732	-
	Sélénium	0.0027	0.0074
	Zinc	0.9	3.033

E. Utilisation de l'ortie

a) Usage thérapeutique

Elle est utilisée depuis des siècles, principalement dans le traitement de l'arthrite, des rhumatismes et de la paralysie musculaire (Vajic *et al.*, 2018).

Les feuilles et les racines d'*Urtica dioica* sont utilisées comme purificateur styptique, stimulant, sanguin, dysenterie, diarrhée et dans les maladies de la peau. Feuilles et racine également utilisées pour les conditions asthmatiques et bronchiques (Loshali *et al.*, 2019). L'ortie a de puissantes activités immunostimulatrices, anti-cancérogènes, anti-inflammatoires, anti-analgésiques, anti-ulcéreuses et une tolérance efficace contre divers micro-organismes pathogènes. (Adel *et al.*, 2017).

b) Usage nutritionnelle

L'ortie est utilisée comme ingrédient dans divers produits alimentaires tels que le fromage, le chocolat et les pâtes (**Fiol et al.**, 2016) . Elle est peut-être utilisée comme source prébiotique dans la production d'aliments fonctionnels (**Sengun et al.**, 2020) En Iran, l'ortie est utilisée dans la préparation des plats traditionnelles que Sabzi Polow (**riz et herbes hachées**) (**Nematgorgani et al.**, 2017).

F. Utilisation in agriculture

Est utilisé en lutte biologique pour tuer ou repousser les insectes et comme fertilisant. Riche en azote, fer, potasse et oligo-éléments, l'ortie constitue un bon fortifiant pour les plantes et stimule la croissance et la résistance naturelle contre les ennemis et les maladies. Il est utilisé en jardinage biologique pour renforcer l'immunité des végétaux et éviter les traitements et les pesticides. C'est aussi un excellent accélérateur de compost car les feuilles de l'ortie sont riches en phospholipides, nucléotides, acides nucléiques et composition enzymatique (**Tremblin et Marouf**, 2021).

Cette mauvaise herbe est en fait un excellent légume plein de vitamines et de minéraux et dont les vertus médicinales sont nombreuses. Toutes ses parties peuvent être utilisées sous toutes formes grâce à ses nombreuses propriétés permet de lutter contre les signes de la chlorose en redonnant un feuillage d'un vert plus brillant et également de lutter contre les carences minérales. Sa richesse en phénols favorise le processus de mélanisation dont les plantes se servent suite à la grêle pour constituer une « barrière » autour des points d'impact (**Benrebha et al.**, 2020).

II. ROMARINUS OFFICINOLIS

1. Romarin

Romarinus officinalis (**Romarinus off**), est un arbrisseau de 50 cm à 2m de haut.

Il est aussi connu sous les noms de Rose marine, ou Encensier, est une plante boisée et aromatique qui peut vivre pendant 15-20 ans (**Andrade**, 2018). dispersée dans les pays tempérés de la région méditerranéenne et populairement connu comme le Romarin (**Geferson et al.**, 2019).

Il possède des feuilles persistantes, sessiles, étroites à bords retournés.

Elles sont vertes chagrinées sur la face supérieure et tomenteuses blanchâtres sur le dessous, Les fleurs bleu clair ou lilas sont maculées de taches violettes et forment des inflorescences spiciformes (**Bruneton**, 2016).

Il est largement utilisé dans l'agriculture pour ses propriétés bénéfiques pour la santé des plantes et pour la production de parfums et d'huiles essentielles, et essentiellement utilisé en médecine traditionnels, cosmétique et phytopharmacie (**Boutabia et al.**, 2016).



Figure 14: *Rosmarinus officinalis* (I.El-Khadir et al., 2019).

2. Systématique de romarin

Classification scientifique de *Rosmarinus officinalis* (Andrade et al., 2018)

- **Sous-règne** : Tracheobionta,
- **Super division** : Spermatophyta,
- **Division** : Magnoliophyta,
- **Classe** : Magnoliopsida,
- **Sous-classe** : Asteridae,
- **Ordre** : Lamiales,
- **Famille** : Lamiaceae,
- **Genre** : *Rosmarinus*,
- **Espèce** : *Rosmarinus_officinalis*

3. Composition biochimique d'HE de « Romarin »

L'HE du romarin (**1 à 2 % dans la plante**) contient : de l' α pinène (**7 à 80%**), de la verbénone (**1 à 37%**) , du champhre (**1 à 35%**) , de l'eucalyptol (**1 à 35%**) , du bornéol (**4 à 19%**) , de l'acétate de bornyle (**jusqu'à 10%**), et du camphène (**Bellakhdar, 1997**) et de la résine (**Beloued, 1998**), 1,8-Cineole (**31.50%**), α -pinene (**18.33%**), camphor (**9.72%**), α - Terpeneol (**9.42%**) et Borneol (**5.05%**) (**Ksouri et al., 2017**) .

4. Utilisations du romarin « *Rosmarinus officinalis* »

Le romarin, en tant que plante polyvalente (ornementale, aromatique et médicinale), est utilisé pour les feuilles séchées de romarin , qui servent d'assaisonnement et de base pour les thés. De plus, *Rosmarinus officinalis*, sous forme de feuilles séchées ou d'huile essentielle, est principalement utilisé dans la création de produits cosmétiques comme parfums, savons, crèmes, tonifiants capillaires, shampooings, et dans la production d'antioxydants naturels avec diverses applications industrielles (**Casanova et Tomi, 2018**).

5. Activité biologique des HE de *Rosmarinus officinalis*

- **Activité antibactérienne** : les HE (huiles essentielles) sont généralement plus efficaces contre les bactéries pathogènes à Gram positif que celles à Gram négatif (**Omonijo et al.**, 2018).
- **Activité antifongique** : Les HE, ainsi que leurs composés actifs, peuvent servir de moyen de défense contre les champignons et les micro-organismes (**Juarez et al.**, 2016).
- **Activité antiparasitaire** : Les phénols démontrent une forte capacité à combattre les parasites (**Rouani**, 2017).
- **Activité anti-ovicide** : L'huile essentielle de romarin a démontré son efficacité en tant qu'agent anti-ovicide contre les moustiques (**Abdessultane**, 2017).

6. Fonction de l'huile essentielle dans la plante

- 1- Les plantes, étant stationnaires, ont développé les huiles essentielles comme mécanisme de défense chimique contre les micro-organismes. Ces huiles repoussent les parasites et offrent une protection contre certaines maladies grâce à leurs propriétés antifongiques, antivirales, antibactériennes et insectifuges.
- 2- Attirent les insectes pollinisateurs grâce à leurs fleurs parfumées, assurant ainsi leur reproduction.
- 3- Elles contribuent à la guérison des blessures et à la protection contre diverses attaques subies par les plantes.
- 4- Elles représentent une réserve d'énergie mobilisable (ex : en cas de conditions climatiques défavorables). (**Laurent**, 2017)

III. *Azolla*

1. *Azolla mycrophylla*

Est une petite fougère aquatique flottante originaire d'Asie, d'Afrique et d'Amérique. Qui appartient à la famille des algues, surmonte les obstacles rencontrés par les cultures non comestibles car elle peut pousser dans toutes les eaux usées, dans les eaux stagnantes ou dans les eaux saumâtres, ne nécessite pas de terres arables et peut être cultivée même dans des étangs artificiels, y compris les terres marécageuses avec plage de température de 15 à 35 °C, s'agit donc d'une matière première potentielle pour la production de biodiesel. Les autres avantages majeurs de l'*Azolla* sont son taux de croissance élevé où il peut doubler sa masse en 3 à 10 jours, sa production élevée, et il contribue également de manière significative au processus de bio-fixation du dioxyde de carbone en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère car il nécessite une grande quantité de dioxyde de carbone également appelée mine d'or verte en raison de sa valeur nutritive élevée (**Nuraini et Mirzah**, 2021).

Plante d'*Azolla* est constituée d'une tige principale, croissant à la surface de l'eau avec des feuilles alternes ainsi que des racines adventives se formant à intervalle réguliers. A l'aisselle de certaines feuilles se développent des tiges secondaires ayant les mêmes caractéristiques que la tige principale. Elles portent

à leur tour les tiges de troisième ordre. Chaque feuille est bilobée : un supérieur, flottant et chlorophyllien et ; l'autre inférieur, immergé chlorotique (**Grzegorz et al.**, 2017).



Figure 15 : *Azolla mycrophélla* (Saurav 2022)

2. Systématique de l'azolla

La position systématique d'Azolla sp se présente comme suit (**Diomande et al.**, 2017) :

- **Règne** : Plantae
- **Sous-règne** : Tracheobionta Division : Pteridophyta
- **Classe** : Liliopsida Ordre : Hydropteridales
- **Famille** : Azollaceae
- **Genre** : Azolla
- **Espèce** : *Azolla mycrophélla*

3. Composition chimique de l'azolla

Selon (**Tran**, 2015) la composition chimique des espèces d'Azolla (Tableau 0 et 0) varie selon les écotypes, les conditions écologiques et la phase de croissance. La teneur en MS est généralement faible, de l'ordre de 5 à 7 %. La teneur en protéines est de l'ordre de 19 à 30 % de matière sèche dans des conditions de croissance optimales. Le profil en acides aminés de l'Azolla (**Tableau**) dépend de l'espèce, mais la teneur en lysine est relativement élevée (4 à 6 % de la protéine), le taux de protéines de l'Azolla est proche de celle du soja (**Liu et al.**, 2016). Comparativement aux autres plantes aquatiques, elle contient approximativement la même quantité de protéines (27,5 % en moyenne), mais elle est plus riche en parois végétales (47,3 % en moyenne). La fougère est relativement riche en fibres : le NDF peut être supérieur à 50 % de MS, la fibre brute est d'environ 15 % de MS et la teneur en lignine est de l'ordre de 10 à 13 % de MS. Comme la plupart des plantes aquatiques, l'Azolla est riche en matière minérale (10-20% MS) et peut être utilisée comme source de macro et micro minéraux

Tableau 07: Composition de l'azolla (Feedpedia, 2019).

Analyse principale	Unité	MOY	DAKOTA DU SUD	Min	Max	Nb
Matière sèche	% alimenté	6.7	1.3	5.1	8.7	8
Protéine brute	% DM	20.6	3.5	13.9	28.1	15
Fibre brute	%DM	15.0	3.5	11.3	22.8	9
Ndf	%DM	43.8	5.9	35.4	52.8	6
Adf	%DM	31.8	6.4	24.0	38.9	5
La lignine	%DM	11.4	1.7	9.3	13.5	5
Extrait d'éther	%DM	3.8	1.3	1.9	5.1	9
Cendre	%DM	15.9	3.5	9.8	21.6	12
Amidon (polarimétrie)	%DM	4.1		2.7	5.5	2
Energie brute	MJ/kg DM	17.0	-	-	-	-

Tableau 08: Principaux minéraux de l'azolla (Feedpedia, 2019).

Les minéraux	Unité	MOY	DAKOTA DU SUD	Min	Max	Nb
calcium	g/Kg DM	1.0	4.1	5.8	17.0	8
phosphore	g/Kg DM	6.1	5.5	0.3	15.5	1
potassium	g/Kg DM	17.4	3.7	10.9	22.5	7
sodium	g/Kg DM	9.0	4.3	2.8	12.5	4
magnése	g/Kg DM	5	0.8	3.9	6.1	5
Manganèse	mg/kg MS	762	43	208	1429	5
Zinc	mg/kg MS	38	28	11	77	5
cuivre	mg/kg MS	16	7	Dix	28	5
fer	mg/kg MS	3600	3794	711	8200	5

4. Utilisation d'azolla

L'Azolla est utilisé depuis longtemps par les agriculteurs, pour nourrir leurs animaux et comme engrais vert. Azolla est l'une des plantes aquatiques les plus nutritives, grâce à sa teneur élevée en protéines

brutes et en caroténoïdes et un bon profil d'acides aminés en général. Il peut être incorporé dans l'alimentation des poissons, des porcs, des volailles, les lapins, bovins et même les humains. Un certain nombre de laboratoires et des études de terrain ont montré sans aucun doute que l'effet bénéfique de l'azolla en tant qu'azote organique les engrais, principalement pour augmenter la production de rendement. En outre, la présence d'un tapis d'azolla sur la surface de la masse d'eau a été démontrée réduire considérablement le développement des mauvaises herbes.

A. Utilisation d'azolla en alimentation animale

Cette fougère est utilisée depuis de nombreuses années pour nourrir les porcs, les canards, les poulets, les bovins, les poissons, les moutons et les chèvres et les lapins (**Rajesh**, 2020).

B. Utilisation de l'azolla en agriculture

L'intérêt agronomique de l'Azolla est son utilisation en tant que fertilisant azoté. En général, 10 tonnes d'Azolla par hectare contiennent 20 – 30 kg de N, et au moins 70 % de cette quantité provient de la fixation biologique de l'azote atmosphérique (N₂) (**Nurhidayati et al**, 2020).

Ces applications ne sont pas les seules possibles, et des recherches sont entreprises en vue d'évaluer le potentiel d'utilisation d'Azolla comme engrais verts pour des cultures sur terre ferme après fanage ou compostage (**Nurhidayati et al.**,2020).

C. Dépollution des milieux

La biosorption aide à éliminer les matières toxiques des milieux aqueux. La biomasse d'Azolla s'est avérée efficace pour Boisrobert les métaux lourds tels que Pb, Cd, Cu et Zn. Cette biomasse a été très efficace pour éliminer la demande chimique en oxygène et les polyphénols des eaux usées des huileries. Le biofiltre a pu éliminer jusqu'à 4 000 ppm de polyphénols dans les eaux usées (**Sebastian et al.**, 2022).

PARTIE
EXPIREMENTALE

Matériels
et
Méthode

1. Objectifs de travail

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets de trois biostimulants d'origine végétale (purin d'ortie, huile essentielle de romarin et extrait aqueux d'azolla) sur le processus de la germination des graines de gazon et comporte également l'évaluation des effets sur la croissance végétative.

2. Localisation géographique de la station expérimentale

La localisation géographique de la station expérimentale a été réalisée au laboratoire de la Physiologie animale appliquée sur le site universitaire II INES denotre travail s'est appuyé sur trois étapes essentielles :

- Réalisation des analyses en laboratoire.
- Préparation des extraits des plantes.
- L'expérimentation a été menée en laboratoire sur de gazon cultivé sous des abris en plastique, reproduisant ainsi des conditions in vitro."

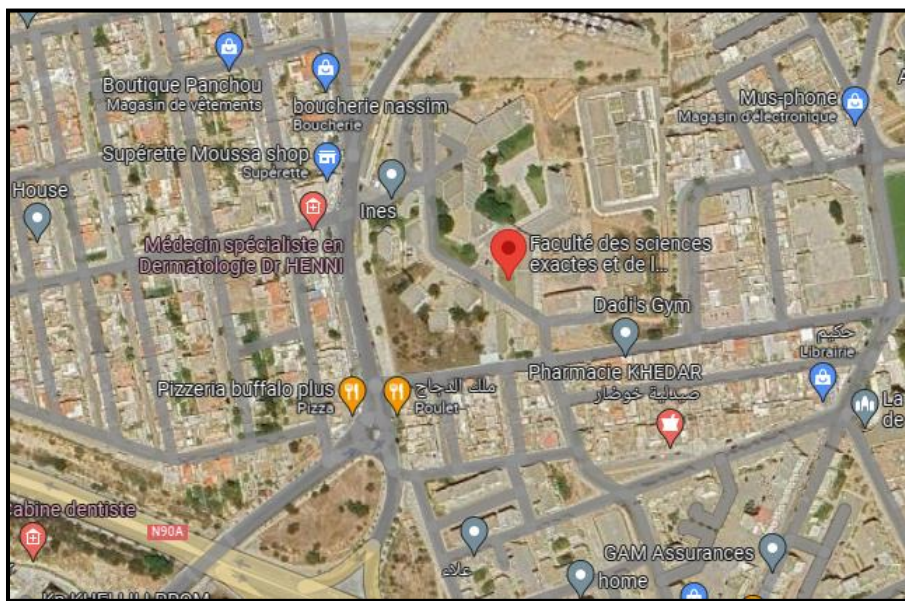


Figure 16 :La situation géographique de la station expérimentale (INES).

3. Plan expérimental

Le dispositif expérimental que nous avons utilisé est :

- Variétés de gazon.
- Quatre traitements différents (**T0, T1, T2, T3**).
- Quatre répétitions pour chaque traitement.

- 09 pots expérimentaux par chaque Traitement.
- 03 pots pour traitement témoin Total = 30 pots

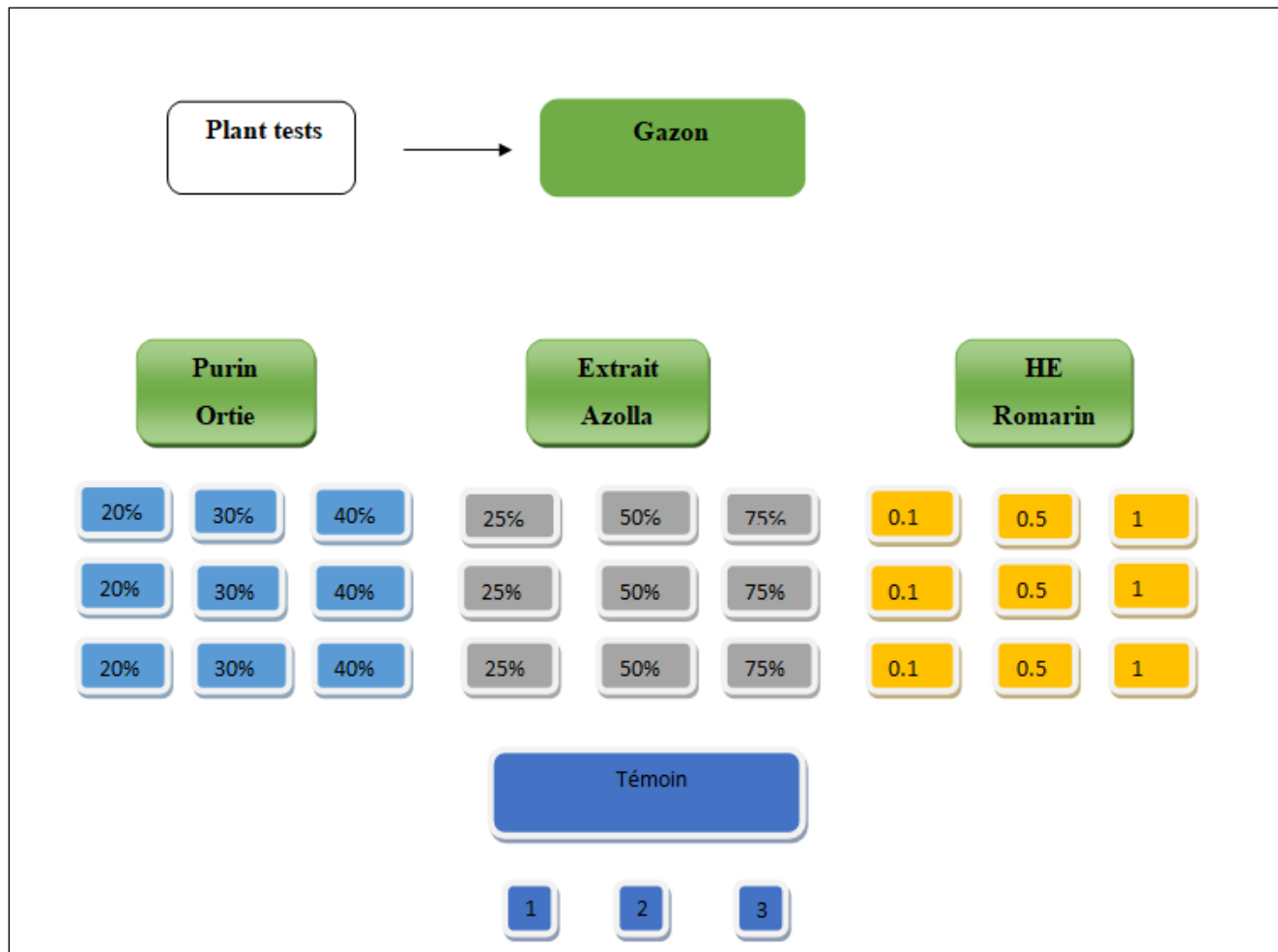


Figure 17: disposition expérimental (originale; 2023).

Matériels utilisés

a. Matériel végétal

- La plante soumise aux tests est le gazon.



Figure 18: semence du gazon (photo originale, 2023)

b. Les supports de culture

➤ Spécificités des pots

Des pots en plastique avec un diamètre de 30 cm, une base de 13 cm et une hauteur de 60 cm ont été utilisés pour la culture.

Sol

Le sol utilisé provient de la station expérimentale à Mazargan et affiche une texture sableuse lumineuse.

➤ Terreau

Tableau09: Compositions chimiques de terreau(Florava).


Analyse minérale	
Élément nutritif	
Nitrogène	110-250mg/L
Phosphate	60-140mg/L
Potassium	120-180mg/L

c. Matériel biologique utilisé

➤ Plante utilisée pour la préparation du purin

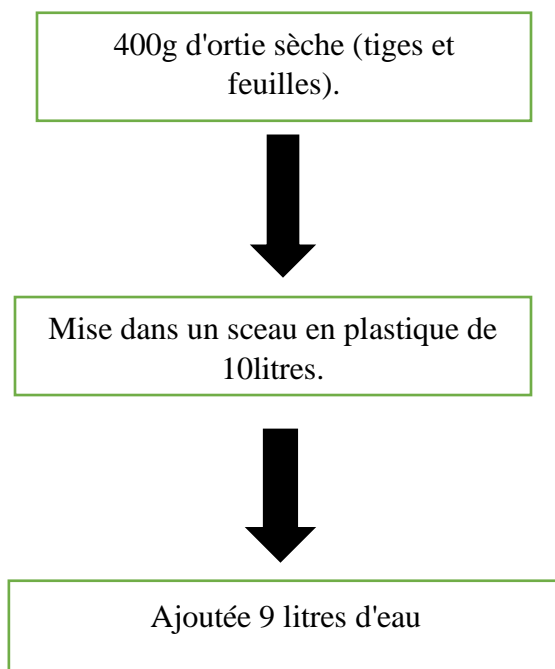
La plante utilisée pour la synthèse du purin est la Grande Ortie (*Urticadioica. L*)

Tableau 10: Présentation d'ortie

Plante utilisée	Partie de Utilisée	Date de récolte	Lieu de récolte	La nature
 <i>Urtica dioica</i> L (origine;2023)	Feuille et tige	23/03/2023	Mazagran	Fermente

- **Préparation purin d'ortie (BENREBHA et al.,2020)**

Après la récolte du matériel végétal (*Urticadioica L*), nous avons laissons une semaine pour séchage a l'air après procédé aux étapes suivantes :



- ✓ La préparation a été recouverte à l'abri de la lumière avec une légère ouverture afin de laisser une entrée pour l'air.
- ✓ Lorsque les bulles disparaissent cela signifie que la fermentation est et que le mélange est prêt à être utilisé.

- ✓ La durée de fermentation a duré 10 jours Une filtration à l'aide d'une Passoire a été effectuée pour éliminer les plus grosses particules (figure 18).
- ✓ La conservation du liquide a été faite dans des bouteilles en verre remplies en totalité et recouvertes de verre noir pour éviter l'air, la lumière et une fermentation de nouveau. Les solutions ont été stockées à l'abri.
- ✓ Nous avons réalisé les dilutions suivantes : (20%, 30%et40%) de purin d'ortie avec l'eau afin de voir l'impact de ces différentes concentrations sur la croissance, le développement et la production de gazon (**Benrebhe et al.,2020**).

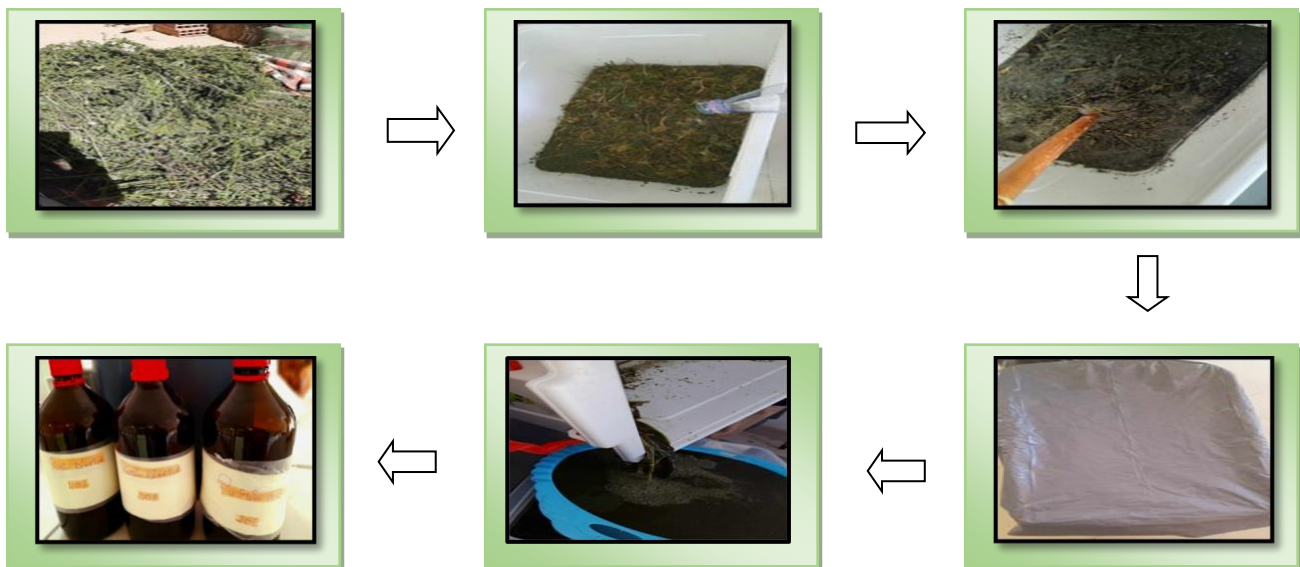


Figure 19 : préparation de purin d'ortie (photo originale,2023)

- Traitements effectués

Quatre traitements ont été effectués au cours de notre expérimentation, à savoir :

Tableau 11: traitements du purin d'ortie (**Benrebha et al.**,2020)

Traitements	Dilutions	Composants	Procédure
T0	0%	Eau de l'	Irrigation au niveau du collet de plante
T1	20%	200ml de purin pur Twain80 1000ML D'eau	Irrigation au niveau du collet de plant
T2	30%	300ml de purin Twain80 1000ML D'eau	Irrigation au niveau du collet de plant
T3	40%	400ML de purin Twain80 1000M	Irrigation au niveau du collet de plant

➤ **Plante utilisée pour la préparation des huiles essentielles**

La plante utilisée pour la synthèse des huiles est le romarin

Tableau 12:présentation de romarin

Plante utilisée	Partie de Utilisée	Date de récolte	Lieu de récolte	La nature
 <p><i>Rosmarinus officinalis</i> (Originale,2023)</p>	Les feuilles et les fleurs	14/03/2023	Jardin public	Huile Essentielles

• **Préparation des huiles essentielles par extraction au Clevengers**

✓ **Principe de l'extraction des huiles essentielles**(Guesmiet al .2022).

L'huile essentielle du *Rosmarinus officinalisa* été extraite au niveau du laboratoire des substances naturelles procédé de l'hydrodistillation. Cette technique est basée sur l'immersion d'un échantillon solide (végétal) dans l'eau portée à ébullition, la vapeur saturée d'huiles essentielles traverse un serpentin ou elle se condense pour donner le distillat qui est composé de l'eau florale et de l'huile essentielle. (Guesmiet al.,2022).



Figure20: Clevenger(origine, 2023)

✓ **Mode opératoire**

Après la récolte du matériel végétal au stade floraison (*romarinus officinalis*), nous avons laissons 15 jours pour séchage à l'air après procédé aux étapes suivantes.

Dans un ballon d'une capacité de 2 litres, on introduit 80 g de matière végétale découpée. Puis, on ajoute un volume d'eau qui correspond à 2/3 de la capacité du ballon. Ensuite, on adapte le ballon à l'appareil de condensation et on alimente le réfrigérant en eau. Ainsi, le ballonnet son contenu sont mis sur un chauffe-ballon. Les huiles essentielles entraînées par les vapeurs d'eau générées dans le ballon sont dirigées vers le col de cygne (le coude) qui relie le ballon au réfrigérant. Enfin le distillat est récupéré dans un erlenmeyer recouvert d'un papier aluminium pour le protéger de la lumière. On le conserve au réfrigérateur. L'extraction des huiles essentielles dure 3 heures (Guesmi, et al., 2022).

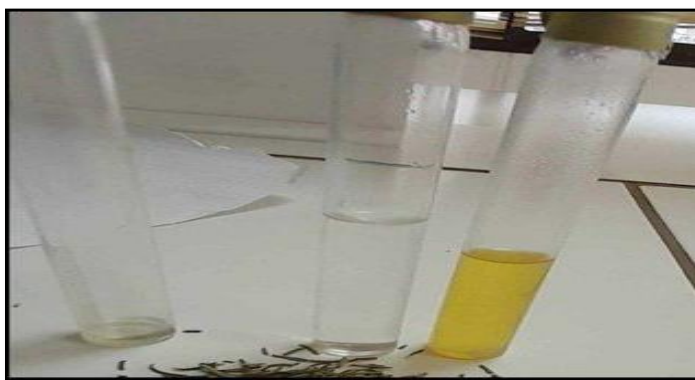


Figure 21:huile essentielle de romarin (originale,2023)

- Trois traitements ont été effectués au cours de notre expérimentation, à savoir :

Traitement dilution composants

T0/ eau seulement.

T1 / 0.1ml d'huile+ Twain80+ au niveau1000ml d'eau.

T2/0.5ml d'huile+ Twain80+ de collet1000ml d'eau.

T3/ 1ml d'huile+ Twain80+ de la plante1000ml d'eau.




Figure22:Traitement d'HE(photo originale,2023)

- Planteutilisée pour la préparation de l'extrait

Utiliséepour lapréparation d'extrait est*Azolla microphylla*.

Tableau 13:présentation d'azolla

Plante utilisée	Date de récolte	Lieu de récolte	La nature
 <i>Azolla microphylla</i> (photo originale,2023)	14/06/2023	Hasi Mamache	Extrait Aqueux

- **Préparation l'extrait d'azolla (Aron et Charly, 2021)**

1 kg d'Azolla lavée a été bouilli avec 1 L d'eau distillée pendant 30 minutes, puis filtré. Le filtrat a été pris comme une concentration à 100%. À partir de là, différentes concentrations (25%, 50% et 75%) ont été préparées, puis réfrigérées entre 0 et 40 °C (Aron et Charly, 2021).

- **Traitements effectués**

Quatre traitements ont été effectués au cours de notre expérimentation, à savoir :

T0/eau seulement.

T1/75% d'extrait d'azolla+05 goutte de Twain20+ 250 ml d'eau.

T2/50% d'extrait d'azolla+ 05 goutte de Twain20+ 500 ml d'eau.

T3/25% d'extrait d'azolla + 05 goutte de Twain20+ 250 ml d'eau.



Figure23:Traitement aqueux d'azolla(photo originale 2023)

d. Pois de mille graines PMG

Des prélèvements ont été effectués sur les grains de gazon avant leur mise en terre. Environ 300 grains ont été sélectionnés parmi ces échantillons pour calculer le poids de mille grains. Ces grains ont ensuite été pesés à l'aide d'une balance de haute précision.

1000graines = 3.0194g

e. Semis

- Mélanger 50 % de sol avec 50 % de t dans un contenant, puis remplir les pots.
- Chacun de ces pots doit contenir 1.885kg de ce mélange et 300 graines.



Figure24:plantation des grains du gazon (photo originale2023)

f. Méthode d'arrosage

Les traitements sont appliqués tout au long du cycle de croissance de gazon, avec une fréquence ces deux traitements par semaine.

- Implique de verser 100 ml dans chaque pot de chaque traitement.
- Irrigation se fait avec de l'eau uniquement deux fois



Figure 25:traitée des semences (photo originale 2023)

g. Germination

Après 7 jours, nous avons compté le nombre de graines d'herbe naturelle qui ont germé.



Figure 26: germination des grains du gazon (photo originale 2023)

h. Mesure du taux de croissance des feuilles et des racines

Les mesures de la hauteur des plantes, de la longueur des racines et des tiges, ainsi que de la surface foliaire des feuilles de gazon ont été prises à l'aide d'une règle, et ces mesures ont été effectuées après 50 jours depuis la plantation.

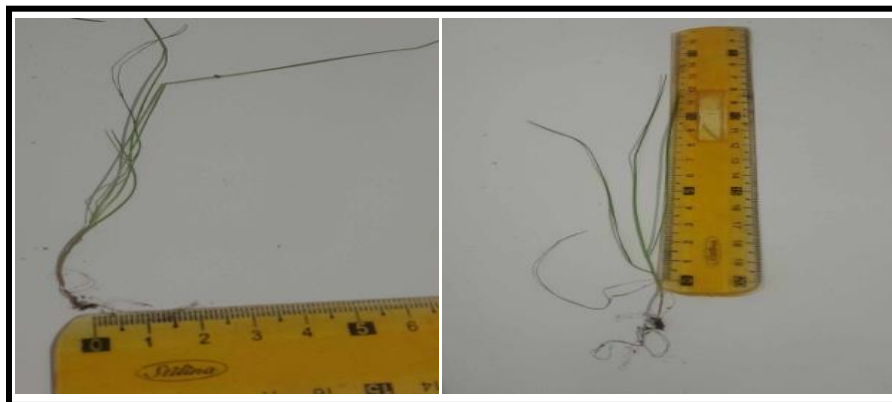


Figure 27: mesure des paramètres physiologie (photo originale 2023).

4. Analyses physico-chimiques

I. Détermination du Polyphénol (Boizot N. Charpentier J-P. 2006)

Les extraits utilisés dans notre étude pour le dosage des Polyphénols, flavonoïdes et les tanins sont préparés comme le suit : 5g d'échantillon en poudre; elles ont été trempées dans un flacon qui

contient un mélange de méthanol et de l'eau distillée (80 :20), puis les flacons sont placés dans un agitateur pendant 24h (**Boizot N. Charpentier J-P. 2006**).

Dosage des composés phénoliques(Miliauskaset al., 2004)

Le dosage des composés phénoliques a été fait selon la méthode de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀). Lors de l'oxydation, il est réduit en un mélange d'oxyde bleu. La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait analysé (Boizot et Charpentier, 2006). La teneur des polyphénols contenus dans les extraits a été déterminée suivant la méthode décrite par (**Miliauskaset al., 2004**). Cette méthode consiste à mélanger un volume de 1 ml d'extraits (5g de l'échantillon / 80ml de méthanol + 20 ml d'eau distillée) avec 5 ml de Folin-Ciocalteu (2M) dilués 10 fois. Après 5 minutes d'incubation, 4 ml de carbonate de sodium à concentration de 75g/l a été additionné. Parallèlement, dans les mêmes conditions, un étalon a été réalisé avec des concentrations croissantes d'acide gallique (standard) allant de 100 à 1000 µg/l. Après une heure d'incubation à la température ambiante, l'absorbance a été lue à 760 nm contre un blanc (absorbance de la solution en absence de molécules testées) à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible (Jenway 7205). Les teneurs en Polyphénols totaux ont été exprimées en milligramme équivalent standard (acide gallique) par gramme d'extraits "lyophilisat" (mg EAG/g). Toutes les mesures ont été réalisées en triplicata.

II. Dosage des flavonoïdesChern, J.-C.et al .2002)

La méthode du trichlorure d'aluminium AlCl₃ (**Changget al., 2002**) a été adoptée pour quantifier les flavonoïdes totaux dans les différents extraits des écorces de grenade, rhizomes de curcumine et les feuilles d'eucalyptus. Un volume de 1 ml d'AlCl₃ (2 %) dans le méthanol a été mélangé à un volume égal d'extraits, puis l'ensemble a été incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 10minutes, et l'absorbance a été lue à 430 nm. La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard ; la quercétine. Trois lectures ont été faites par échantillon et les expressions des résultats ont été obtenues à partir de l'équivalence du standard (quercétine) par gramme de matière sèche (mg EQ/g).

III. Dosage des protéines brutes (Lowry et *al.*, 1951)

Principe

Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés. La couleur ainsi formée est due à la réaction du phosphomolybdate par la tyrosine et tryptophane. L'intensité de la coloration dépend donc de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et varie selon les protéines. Les densités optiques sont mesurées à 550 nm avec le spectrophotomètre contre un blanc qui contient tous les réactifs à l'exception des protéines.

Mode opératoire

1) Gamme étalon

La gamme étalon a été faite avec la solution albumine bovine préparée à 25 mg par 100 ml d'eau distillée. On utilise la même solution que pour doser les échantillons

Broyer 1g de l'échantillon + 25 ml d'eau physiologiques, avec le mortier sous un accumulateur de glace pour préserver les protéines puis filtrer. Solution X.

1 ml de solution X dans un bécher de 100 ml et compléter avec l'eau distillée en ajustant jusqu'à 100 ml. Solution Y.

Prendre les tubes et mettre 1 ml de solution Y dans chaque tube (préservé à $T= 4^{\circ} C$ pour ne pas dénaturer les protéines).

Réactif de Lowry (A+B) : Solution A : 1 g de la soude (NaOH) + 5g de Bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) compléter avec l'eau distillée jusqu'à 250 ml.

Solution B : 0.125g de Copper de sulfate ($CuSO_4$) + 0.25 g de Tartrate double Na^+ , K^+ complétait jusqu'à 25 ml d'eau distillée.

Le réactif de Lowry est composé de Solution C (50ml de solution A + 5 ml de solution B) à mélanger au moment de la manipulation.

Prendre 6 tubes pour la préparation BSA (courbe d'étalonnage)

Et prendre 4 tubes pour les solutions à doser : 1 ml de solution Y + 5 ml de réactifs de Lowry (pour chaque tube) agiter et laisser 10 minutes puis ajouter 0.5 ml du FolinCyocateu dilué à moitié (5 ml

de Folin + 5 ml d'eau distillée). Agiter avec le vortex et laisser 30 minutes à l'obscurité au réfrigérateur. Lecture à spectrophotomètre à 550 nm. Expression des résultats déterminer la concentration de l'échantillon à partir de la droite d'étalonnage et de la densité optique (DO) mesurée par la formule (a)

$$Y = aX + b$$

Avec :

Y : Densité optique.

X : Concentration de l'échantillon.

a : constant **b** : Constante.

Calculer la teneur en protéines exprimées en pourcentage par la formule (b)

$$C = X \times 25 \times 100 / \text{poids de l'échantillon}$$

Avec :

C : Concentration en protéines

X : Concentration de l'échantillon en abscisse

IV. Détermination de la teneur en matière minérale (Afnor, 1985)

La teneur en cendres de l'aliment est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par l'incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 2 heures, puis on met les creusets dans un dessiccateur pendant 45 min.

La teneur en matières minérales de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$MM (g) = (\text{Poids du creuset contenant les cendres} - \text{poids du creuset vide})$$

Calcul de la matière minérale en % :

$$MM (\%) = (MM (g) / M1 - M2) \times 100$$

Avec :

M1 : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).

M2 : Masse totale du creuset et les minéraux bruts (en gramme).

V. Détermination de la teneur en matière sèche (Afnor, 1985)

Principe

La teneur en matière sèche de l'échantillon (écorces de grenade, rhizomes de curcumin et les feuilles d'eucalyptus) est déterminée en séchant 5g de produits dans l'étuve à 105°C pendant 24h (Afnor, 1985).

Méthode

La première étape consiste à peser la matière brute. Pour ce faire, on pèse 5g de chaque échantillon à l'aide d'une balance de précision. L'aliquote est mise dans un creuset en porcelaine. Il faut noter que le creuset doit être pesé préalablement. La deuxième étape fera l'objet de déshydratation de l'aliquote à l'étuve (105°C pendant 24h). Après 24 heures, les creusets seront refroidis dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite (AFNOR, 1985).

En ce qui concerne le calcul (Afnor, 1985)

Après séchage

La teneur en matière sèche (MS) en gramme de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\text{MS (g)} = (\text{Poids du creuset} + \text{l'aliquote après séchage}) - \text{poids du creuset}$$

$$\% \text{ MS} = \text{M2} / \text{M1} \times 100$$

Avec :

M1 : Poids de la prise d'échantillon (en gramme) avant dessiccation.

M2 : Poids de la prise d'échantillon (en gramme) après dessiccation.

Taux d'humidité est déterminé donc par déduction : % H₂O = 100% - % MS.

VI. Détermination de la matière organique (Afnor, 1985)

$$\text{MO (\%)} = \text{MS (\%)} - \text{MM (\%)}$$

VII. Détermination de la teneur en chlorophylle

Mode opératoire

Peser 3g d'échantillon

Verser 30ml d'acétone.

Extraction de la chlorophylle

Placer les échantillons dans un mortier.

Ajouter l'acétone.

Broyer les échantillons pour libérer la chlorophylle.

Filtrer la solution à travers un papier filtre pour éliminer les résidus de cellules des plantes.

Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre à longueur d'onde A663 et A750.

Pour calculer la teneur en chlorophylle : utiliser la formule suivante :

$$\text{Chlorophylle à } (\mu\text{g/ml}) = 12,25 * (A663 - 0,114 * A750) * V/m$$

V : volume de la solution d'extraction.

M : masse de l'échantillon utilisée pour l'extraction.

A663 : absorbance à longueur d'onde de 663nm.

A750 : absorbance à longueur d'onde de 750nm.

5. Analyses physico-chimiques de l'huile essentielle

I. Indiced'acide (IA)(Coi, 2018)

Principe

L'indice d'acide correspond au nombre de milligrammes de potasse KOH nécessaire pour neutraliser les acides gras libres dans un gramme de corps gras. L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres. La teneur de l'huile d'olive en acides gras libres résultants de l'hydrolyse des triglycérides et exprimée conventionnellement en oléique (g/100g huile). La méthode consiste à

doser les acides gras libres par titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium à la présence d'un indicateur coloré phénolphthaléine. Le principe de la détermination de l'acidité une l'huile est basé sur celui un dosage acido-basique. Il est déterminé selon la méthode décrite dans le règlement (Coi, 2018)

Mode opératoire

Placez 5 g d'huile sur une balance et mesurez la quantité exacte. Ensuite, ajoutez 50 ml de la solution d'éthanol à 95% mélangée avec de l'éther dans le récipient contenant l'huile. Ajoutez ensuite 4 à 5 gouttes de phénolphthaléine pour servir d'indicateur coloré. Utilisez un agitateur magnétique pour agiter le mélange pendant quelques minutes, en veillant à bien mélanger les substances. Une fois l'agitation terminée, remplissez la burette avec la solution de potasse alcoolique jusqu'au repère de jauge. Maintenant, vous pouvez commencer le titrage en ajoutant la solution de KOH de manière contrôlée dans le mélange jusqu'à ce que le changement de couleur se produise. Le virage de couleur attendu est une coloration rose. Lorsque cela se produit, arrêtez le titrage et prenez note du volume de KOH utilisé(Coi, 2018).

Détermination de l'indice d'acide et l'acidité par les formules suivantes :

$$\text{L'indice d'acide} = (56,1 \cdot V \cdot N) / P.$$

56,1 : la masse molaire de KOH (mol/l).

V : le volume KOH utilisé (ml).

N : normalité de la solution de KOH (0,1N).

P : la masse de la prise d'essai (g).

L'acidité est exprimée en pourcentage en poids d'acide oléique :

$$A(\%) = 282,5 \cdot N \cdot V \cdot 100 / P \cdot 1000. \text{ Ou } \hat{A}(\%) = IA/2.$$

282,5 : masse molaire de l'acide oléique.

N : normalité de la solution titrer KOH (0,1N).

V : volume de KOH utilisé (ml).

P : masse de prise d'essai (g).

II. Indice de réfraction

Principe(AOAC,1990)

L'indice de réfraction est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et sa vitesse dans la substance. En pratique, la vitesse de la lumière dans l'air est utilisée à la place de celle dans le vide et la longueur d'onde choisie est celle de la moyenne des raies D du sodium (589,6 nm). L'indice de réfraction d'une substance donnée varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente et avec la température. Les mesures sont effectuées avec un réfractomètre, la température est fixée à 20°C. La méthode suivie pour la détermination de cet indice est celle décrite par la norme (ISO6320, 2006) révisée en 2017 identiques à celle d'UIPA 2.102 (7e édition) avec un réfractomètre réglé à 20°C, elle préconise le passage par les étapes suivantes :

Mode opératoire

Elle préconise le passage par les étapes suivantes :

Régler la température de l'appareil à 20°C.

Déposer 2 à 3 gouttes d'huile entre les prismes du réfractomètre.

L'appareil étant étalonné au préalable avec l'eau distillée.

L'indice de réfraction est déterminé par la lecture directe (AOAC,1990).

III. Détermination de teneur en chlorophylle

Principe (M Mosquera etR Gandul., 1996).

La détermination de teneur en caroténoïdes a été effectuée par la méthode de mesure de l'absorbance. Le principe de cette méthode consiste à mesurer l'absorbance à 670nm d'un échantillon d'huile en solution dans le cyclohexane (MinguezMosquera etGandul-Rojas, 1996).

Mode opératoire

Dissoudre 2g de l'huile dans 10ml de cyclohexane. Homogénéiser la solution. Après l'homogénéisation, mesurer l'absorbance à longueur d'onde 670nm par rapport à celle solvant.

La teneur en chlorophylle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Chlorophylle (mg/kg)} = (\text{Abs}_{670} * 10^6) / (613 * 100 * T).$$

Abs₆₇₀ : Absorbance à 670nm.

T : le trajet optique= 1cm.

613 : coefficient d'extinction de la chlorophylle dans l'huile.

IV. Détermination la teneur en polyphénols (Singleton *et al.*, 1999).

Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PM₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène, ce qui aide à doser les phénols dans le visible à une longueur d'onde de 760nm (Singleton *et al.*, 1999).

Mode opératoire

1/Extraction des composés phénoliques (Pirisiet *al.*, 2000)

Pour extraire les composés phénoliques, nous avons adopté le protocole décrit par (Pirisiet *al.*, 2000). Tout d'abord, nous avons pesé 10 g d'huile et les avons introduits dans un tube. Ensuite, nous avons ajouté 5 ml de n-hexane et 10 ml de méthanol à 60%. La solution a été homogénéisée et centrifugée pendant 5 minutes à 3000 tours par minute. Le surnageant contenant les polyphénols a été récupéré. Cette procédure a été répétée deux fois afin d'épuiser complètement l'huile. Ensuite, le surnageant a été versé dans un ballon et le solvant a été évaporé à l'aide d'un rotavapeur à 40°C. Les composés phénoliques ont été récupérés dans 5 ml de méthanol. Le rendement de l'extraction est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (M - M_0 / MT) * 100.$$

R (%) : taux de polyphénols totaux extraits.

M : masse de ballon après l'extraction.

M₀ : masse de ballon vide.

MT : masse totale de l'huile utilisée.

2/Dosage de polyphénols (Arab *et al.*, 2013)

En se basant la méthode décrite par (Arab *et al.*, 2013). Pour commencer, un échantillon de 0,5 ml d'extrait méthanolique a été prélevé. Ensuite, 15 ml d'eau distillée ont été ajoutés à l'échantillon,

et la solution a été soigneusement mélangée. Par la suite, 0,5 ml de Folin-Ciocalteu ont été ajoutés à la solution, qui a été incubée pendant 5 minutes. Après cela, 0,5 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés au mélange, suivi d'une deuxième incubation d'une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance de l'extrait a été mesurée à 760 nm. Parallèlement, un test blanc a été réalisé en mélangeant 5 ml d'eau distillée avec 0,5 ml de Folin-Ciocalteu et 0,5 ml de carbonate de sodium, dans les mêmes conditions. La quantification des polyphénols a été réalisée en fonction d'une courbe d'étalonnage établie à l'aide d'acide gallique à différentes concentrations, exprimées en équivalent d'acide gallique. La quantité en polyphénols totaux est exprimée en ppm (mgEAG/kg). Selon la formule suivante:

$$\text{Polyphénols en ppm (mg/kg)} = A_{760} * V * (1000 * P_0) * a.$$

A₇₆₀ : Absorbance à 760nm.

V : Volume de l'extrait de la solution méthanoïque (ml).

P₀ : Prise d'essai de l'échantillon (g).

A: coefficient déduit par la méthode exprimé en acide gallique.

Préparation de réactif de Folin-Ciocalteu

Le réactif de Folin-Ciocalteu a été préparé en mélangeant 1 ml de Folin-Ciocalteu avec 9 ml d'eau distillée.

Préparation de la Solution de carbonate de sodium

La solution de carbonate de sodium a été préparée en dissolvant 2,25 g de carbonate de sodium dans 20 ml d'eau distillée.

Gamme d'acide gallique

SM= 100µg/ml.

2750µg =2,75mg.

2,75mg dans 27,5ml d'eau distillée.

5,5mg d'acide gallique dans 55ml d'eau distillée.

	Solution mère	L'eau distillée
0	0	5
10	0,5	4,5
20	1	4
30	1,5	3,5
40	2	3
50	2,5	2,5
60	3	2
70	3,5	1,5
80	4	1
90	4,5	0,5
100	5	0
	27,5ml	

La gamme d'acide gallique utilisée pour l'étalonnage était de 0 à 100 $\mu\text{g/ml}$, correspondant à une quantité de 0 à 5 mg d'acide gallique dans 27,5 ml d'eau distillée. Chaque tube contenant l'échantillon a ensuite reçu 5 ml de Folin-Ciocalteu et a été incubé pendant 5 minutes. Ensuite, 4 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à chaque tube, suivi d'une deuxième incubation d'une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'absorbance de l'extrait a été mesurée à 760nm.

V. Détermination la teneur en flavonoïdes (Branz, 2012)

Principe

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner, avec le groupement CO, un complexe de couleur jaunâtre en présence d'aluminium. Le dosage des flavonoïdes est réalisé suivant la méthode de (**Branz, 2012**)

Mode opératoire

1/Extraction des flavonoïdes (*Bellesteros et al., 2013*).

Pour extraire les flavonoïdes, commencez par prélever 10 ml d'huile dans un bécher propre et sec. Transférez ensuite l'huile d'olive dans un ballon propre et sec. Ajoutez du méthanol pour extraire les flavonoïdes de l'huile. La quantité de méthanol dépendra de la quantité d'huile d'olive utilisée, mais en général, un rapport de 1 :10 entre l'huile et le méthanol est suffisant. Fermez le ballon et agitez vigoureusement pendant environ 5 minutes pour bien mélanger le méthanol et l'huile. Ajoutez du chlorure de sodium, généralement entre 1 g et 2 g, pour faciliter la séparation de la phase organique et de la phase aqueuse. Agitez le ballon pendant environ 5 minutes, puis laissez reposer pendant environ 30 minutes pour permettre aux flavonoïdes de se dissoudre dans le méthanol. Ajoutez de l'eau distillée au ballon volumétrique jusqu'à atteindre le volume final, puis agitez vigoureusement pour bien mélanger. Filtrez le mélange à travers un filtre en papier plissé pour éliminer les impuretés. L'extrait filtré est maintenant prêt pour le dosage des flavonoïdes (*Bellesteros et al., 2013*).

Préparation de la solution AlCl₃

Pour préparer la solution AlCl₃ à 2%, dissolvez 1 g d'AlCl₃ dans 50 ml de méthanol en agitant.

2/ Dosage de flavonoïdes (*Bellesteros et al., 2013*)

Pour le dosage des flavonoïdes, prenez 2 ml de l'extrait d'huile d'olive et ajoutez-y 2 ml de solution AlCl₃. Mélangez bien et laissez reposer à l'obscurité pendant 10 minutes. Après 10 minutes, mesurez l'absorbance de la solution à une longueur d'onde de 415 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. La quantité en flavonoïdes totaux est exprimée en ppm (mg/kg). Selon la formule suivante :

$$\text{Flavonoïdes en ppm (mg/kg)} = A_{415} * V * (1000 * P_0) * a.$$

A415 : Absorbance à 415nm.

V : Volume de l'extrait de la solution méthanoïque (ml).

P0 : Prise d'essai de l'échantillon (g).

A:coefficient déduit par la méthode exprimé en quercitrine.

Gamme de quercétine

SM: 100µg/ml.

600µg = 0,6 mg.

0,6mg dans 6ml méthanol.

N° tube	0	1	2	3	4	5
V de solution de quercitrine	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2
V d'eau distillée	2	1,6	1,2	0,8	0,4	0
Concentration finale de quercétine	0	20	40	60	80	100

Dans la gamme de quercitrine, préparez des tubes contenant différentes concentrations : 0 µg/ml, 20 µg/ml, 40 µg/ml, 60 µg/ml, 80 µg/ml et 100 µg/ml. Ajoutez 2 ml de solution AlCl₃ dans chaque tube et laissez le mélange incuber pendant 10 minutes.

Ensuite, mesurez l'absorbance à une longueur d'onde de 430nm.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Conclusion

En conclusion, notre étude visant à améliorer la qualité du gazon irrigué en utilisant des biostimulants d'origine végétale, tels que le purin d'ortie, l'huile essentielle de romarin et l'extrait d'azolla, a donné des résultats significatifs et positifs. Nous avons pu atteindre notre objectif principal grâce au choix méticuleux des cultures et à un suivi rigoureux de l'expérimentation.

Les principaux enseignements de notre recherche sont les suivants :

Les traitements à base d'huiles essentielles, en particulier à la concentration c3, ont montré les meilleurs effets sur la vitesse de germination, ce qui suggère leur potentiel pour stimuler la croissance des plantes.

En ce qui concerne les paramètres biométriques, le purin d'ortie a montré des performances exceptionnelles, avec une hauteur de feuilles atteignant 25 cm, la plus grande longueur de tiges mesurée à 5 cm et des racines plus longues.

Sur le plan physiologique, le traitement à base d'azolla avec la concentration c3 a présenté la teneur la plus élevée en chlorophylle a, soit 48 mg/ml. Cela indique un effet positif sur la photosynthèse et la santé globale des plantes.

Les analyses statistiques ont confirmé l'efficacité des traitements par rapport à l'arrosage des plantes avec de l'eau seule. Les biostimulants utilisés se sont avérés riches en éléments minéraux, répondant ainsi aux besoins nutritionnels des plantes tout au long de leur cycle de croissance.

Il est important de noter que chaque traitement a un effet spécifique sur différentes parties des plantes, ce qui suggère que la combinaison de ces traitements pourrait maximiser les avantages pour la croissance du gazon.

En somme, nos résultats démontrent que l'utilisation de biostimulants d'origine végétale, tels que le purin d'ortie, l'huile essentielle de romarin et l'extrait d'azolla, peut considérablement améliorer la qualité du gazon irrigué. Cette approche offre des opportunités prometteuses pour l'agriculture et l'aménagement paysager en favorisant une croissance plus saine et vigoureuse des plantes. Des études futures pourraient explorer davantage les synergies entre ces traitements pour optimiser les résultats.

Référence bibliographique

Abdessultane, M. (2017). Effet du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur la conservation traditionnelle des dattes dans la région d'Adrar (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draia-ADRAR).68p.

Abessolo Dieudonné.(2022) formulation, elaboration et caracterisation experimentale d'un composite a base de terre comprimee et de fibres de bambusa vulgaris : application aux btc stabilises16n98827.

Académie des biostimulants, <http://www.biostimulants.fr/produits-utilisation/types-deproduits/les-biostimulants-microbiens-lexemple-des-micro-organismes-bacteriens/>. (s. d.).

ACI news. www.aci-algerie.com- LES BIOSTIMULANTS DANS .

Adel, M., Caipang, C. M. A., & Dawood, M. A. (2017). Immunological responses and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles following dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*). *Fish & Shellfish Immunology*, 71, 230-238.

AFNOR (Association Française de Normalisation) (1985). Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires. 2ème édition, 200 p.

Afonso S., Oliveira I., Meyer A., Gonçalves B.(2022).Biostimulants to Improved Tree Physiology and Fruit Quality: A Review with Special Focus on Sweet Cherry.*Agronomy* , vol12(3), 659.

Ait Haj Siad, S. A., Sbai El Otmani, I., Derfoufi, S., et Benmoussa, A. (2016). Mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.).*HEGEL*, 6(3), 280-292.

Alalade O ., Iyayi E.(2006). Chemical composition and the feeding value of Azolla meal for egg-type chicks. *journal of poultry science* 5 (2), 137-141,

Amballe T & Mer .(2020).**Solutions naturelles pour un beau gazon en toute saison.** Arthur Couturier. Impact de la diversité architecturale intraspécifique chez le ray-grass anglais sur la variabilité du Rc : directionnel. *Sciences et techniques de*

l'agriculture. Université de Poitiers, 2022. Français. ffNNT : 2022POIT2285ff. fftel-04145234

Andrade L, Joana M. Andrade, Célia F, Catarina, Garcia. (2018). “Rosmarinus officinalis L. : an update review of its phytochemistry and biological activity”. Future Science OA, vol4(4),1-7.

Audrey Muratet, Laurent Hardion, Clément Gros, Pierre-Zlexis Herrault, Anne Puissant, et al.. Evolville, l'évolution s'invite en ville. 2021. fihal-03442023

Benrebha N, Zouaoui A, Bradea M S et Snoussi S-A.(2020) impact de l'application d'un bio fertilisant à base de purin d'ortie (*urtica dioica* l.) Sur le développement de la culture de laitue (*lactua sativa* l.) Revue agrobiologia 10(2): 2109-117

Benrebha Nawel, Zouaoui Ahmed, Bradea Maria Stellaet Snoussi Sid Ahmed, 2020., fertiliser ,I.O.A.A., & MANURE, B. O. N.Impact de l'application d'un biofertilisant à base de purin d'ortie (*URTICA DIOICA* L.) sur le développement de la culture de laitue . (s. d.).

Bezuglova, O., & Klimenko, A. (2022). Application of Humic Substances in Agricultural Industry. Agronomy, 12(3), 584. (s. d.).

Boizot N. Charpentier J-P. (2006).Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. P79.

Bouhot, D., Bardin, M., & Leblanc, N. (2019). Maladies du gazon: diagnostic et lutte intégrée. Paris: Éditions France Agricole.

Boukoucha, R., Ouchene., M. (2018). Effet des extraits d'algues sur la stimulation de la croissance des petits pois et de l'orge. Mémoire de Master. Université A. Mira, Béjaia ,79 pages

Boutabia L., Salah T.E., Bouguetof I, Guenadil F., and Chefrour A. (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. (85):174-189.

Braun RC, Patton AJ, Watkins E, et al. Fine fescues: A review of the species, their improvement, production, establishment, and management. *Crop Science*. 2020;60:1142–1187.

Bruneton J. (2016). Pharmacognosie : 5ème édition. Éditions Lavoisier, 2016. 1487p

Casanova, J., & Tomi, F. (2018). Spécificité de l'huile essentielle de romarin spontané (*Rosmarinus officinalis* L) de Corse et de Sardaigne. Omonijo, F. A., Ni, L., Gong, J., Wang, Q., Lahaye, L., & Yang, C. (2018). Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. *Animal Nutrition*, 4(2), 126-136

Chang, C.-C.; Yang, M.-H.; Wen, H.-M.; and Chern, J.-C. (2002) "Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods," *Journal of Food and Drug Analysis*: Vol. 10 : Iss. 3 , Article 3.

Chicouene D., 2021 - Distinction morphologique entre *Poa annua* L. et *Poa infirma* Kunth (Poaceae) : observations dans le Massif armoricain et environs - *Evaxiana* 8, 37 – 48.

Conseil Oléicole International (COI). (2018). Norme Commerciale Applicable aux huiles et aux huiles de grignons d'. 16p.

Cordier C. et Alabovette C., (2018) - Utilisation de produits biostimulants à base de microorganismes, d'acides aminés ou d'autres substances, INRA, 22 p

Dahoui S et Aissi H. (2018). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits d'une plante médicinale algérienne locale *Urtica dioica* L.

Delahaye, J. (2015). Utilisations de l'ortie-*Urtica dioica* L. (s. d.)

Domblides .E,A,Ermolaev,S,Belov,L,Kan,S,kaptsov,A,Domblides.,(2022), Efficient Methods for Evaluation on Ploidy Level of *Cucurbita pepo* L. Regenerant Plants Obtained in Unpollinated Ovule Culture In Vitro .

Dorota K., Pawlikowska E et Antolak H. (2018). *Urtica* spp: Des plantes ordinaires aux propriétés extraordinaires. 23(7): 1664.

Eduardo Ventosa-Febles, Nicole Cordero, Pedro Acevedo-Rodriguez(2022). **Dichondra repens (kidneyweed) VIEW THE DATASHEET ONLINE:** [HTTPS://WWW.CABI.ORG/ISC/DATASHEET/110231](https://www.cabi.org/isc/datasheet/110231)

Emanuel Stöck.(2019). Reduzierung der Gemeinen Risppe (Poa trivialis) durch technische Maßnahmen zur Verbesserung von Mengenertrag und Futterqualität im alpinen Dauergrünland .

Faessel, L. (2014). Gestion des stress abiotiques et qualité des récoltes : les biostimulants renforcent les cultures, compo-expert <https://www.compo-expert.com/frFR/actualites/blog/gestion-des-stress-abiotiques-et-qualite-des-recoltes-les-biostimulantsrenforcent>

Faessel.L & Tostivint.C,(2016). Les produits de stimulation en agriculture: un état des connaissances, Centre d'études et de prospective. Service de la statistique et de la prospective.p9-10-11.pdf

Fiol, C., Prado, D., Mora, M., & Alava, J. I. (2016). Nettle cheese: Using nettle leaves (*Urtica dioica*) to coagulate milk in the fresh cheese making process. International Journal of Gastronomy and Food Science, 4, 19-24.

Franzoni G., Cocetta G., Princi B.,ferrante A., Espen L.(2022).Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions. Horticulturae , 8(3), 189 .

Geferson A.G., Rúbia C.G. C., Lillian B., Maria I.D., Ricardo C. C., Vanesa G. C., Adelar B., Rosane M. P., and Isabel C.F.R. F. (2019). Effects of in vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation on a rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) extract rich in rosmarinic acid. Food Chemistry 271 :393-400.

GhasemiG., AlirezaluG .,GhosaY., JarrahiA ., Safavi S.A.,Mohammadi M.A., BarbaF.J.,MunekataP.S.,DomínguezR.,LorenzoJ.2020.Composition, Antifungal, Phytotoxic,and Insecticidal Activities of *Thymus kotschyanus* essential oil.Molecules.25, 1152.

Grzegorz J, Pawlik A, Sulej J, Swiderska-Burek U, Jarosz- Wilkołazka A, Paszczyński A (2017). Lignin degradation: microorganisms, enzymes involved, genomes analysis and evolution. FEMS Microbiol. Rev., 41(6): 941–962.

Guesmi F., mersellem S.,bounedjar C., boulessnam A.,merah O et djazouli Z .(2020).INFLUENCE DES TECHNIQUES CULTURALES SUR L'EXPRESSION VÉGÉTATIVE DE ROSMARINUS OFFICINALIS : CARACTÉRISATION DES HUILES ESSENTIELLES ET ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ ANTIVECTORIELLE.Revue Agrobiologia (2022) 12(2): 3254-326

Hidalgo, D., Corona, F., & Martín-Marroquín, JM (2022). Biostabilisation du fumier par des micro-organismes efficaces comme moyen d'améliorer sa valeur agronomique. Conversion de la biomasse et bioraffinerie , 1-16. (s. d.)

Jindo, K., Olivares, F. L., Malcher, D. J. P., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C., Canellas, L. P. (2020). From lab to field: Role of humic substances under open-field and greenhouse conditions as biostimulant and biocontrol agent. Front. Plant Sci. 11.

Jing L., T GerreweyT., Geelen D., (2022).A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials.Frontiers in Plant Science 13, 836702.

Juárez, Z. N., Bach, H., Sánchez-Arreola, E., Bach, H., & Hernández, L. R. (2016). Protective antifungal activity of essential oils extracted from *Buddleja perfoliata* and *Pelargonium graveolens* against fungi isolated from stored grains. Journal of applied microbiology, 120(5), 1264-1270.

Kamaruzzaman m., Rahman m.M., Islamm.S. et Ahmad M.U., 2016 -Efficacy of four selective *Trichoderma* isolates as plant growth promoters in two peanut varieties. International Journal of Biological Research, 4 (2): 152-156.

Karoglan, M., Radić, T., Anić, M., Andabaka, Ž., Stupić, D., Tomaz, I.. (2021). Mycorrhizal fungi enhance yield and berry chemical composition of in field grown "Cabernet Sauvignon" grapevines (*V. vinifera* L.). Agriculture 11 (7), 615.

Kocira, S. ; Hara, P. ; Szparaga, A. ; Czerwińska, E. ; Beloev, H. ; Findura, P. ; Bajus, P. (2020).Évaluation de l'efficacité de l'utilisation de biopréparations comme traitement des semences. Agriculture , 10 , 90.

Konakchieva R, Vissiliev D, Atanasov A, et al(2018). *Urtica dioica* L. - A plant with multiple biological and therapeutic properties. Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2018;32(6):1448-1456.

Kowalewski, A. R., Schmid, C. J., Braithwaite, E. T., McNally, B. C., Elmore, M. T., Mattox, C. M., McDonald, B. W., Wang, R., Lambrinos, J. G., Fitzpatrick, G. S., & Rivedal, H. M. (2023). Comparing methods to quantify cover in turfgrass research. *Crop Science*, 63, 1581–1591.

Ksouri S, Djebir S, Bentorki A.A, Gouri A, Benakhla A, , Hadeif Y.(2017). Antifungal activity of essential oils extract from *Origanum floribundum* Munby, *Rosmarinus officinalis* L. and *Thymus ciliatus* Desf. against *Candida albicans* isolated from bovine clinical mastitis. *Journal De Mycologie Médicale* .

Kumar, H. D., & Alope, P. (2020). Role of biostimulant formulations in crop production : An overview. *Int. J. Appl. Res. Vet. M*, 8, 38-46. (s. d.)

Kumari, R., Bhatnagar, S., Mehla, N., & Vashistha, A. (2022). Potential of Organic Amendments (AM fungi, PGPR, Vermicompost and Seaweeds) in Combating Salt Stress—A Review. *Plant Stress*, 100111. (s. d.).

Kwon Y., Rakwal R ., Sig kwak Y .(2016). Proteomic analyses of the interaction between the plant-growth promoting rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* E681 and *Arabidopsis thaliana*. *Jornal analytical* ,vol.16,p.122- 135.

Lakhdar, F. (2018). Contribution à l'étude des potentialités antiproliférative et antibactérienne des algues brunes et rouges de la côte d'ElJadida pour une valorisation médicale et environnementale. Thèse De Doctorat. L'université De Nantes, 238 pages

Lancesseur, N., Labrousse, C., Valdenaire, M. Et Nakaa, M. (2020). Impact économique du changement climatique : revue des méthodologies d'estimation, résultats et limites. Document de travail n° 2020-4, Direction générale du Trésor.

Laurent E., Nawel A ., Durieu C., Lamaze T .(2020). Marine and fungal biostimulants improve grain yield, nitrogen absorption and allocation in durum wheat plants. *The Journal of Agricultural Science* 158 (4), 279-287.

Laurent Julia. (2017). Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine (Doctoral dissertation, université Toulouse 3). 225p

Lemaître-Guillier C. , Hovasse A., Schaeffer-Reiss C ., Ghislaine R., Benoît P., Sophie T., Xavie A., Marielle A., Claire Héloir A .(2017). Proteomics towards the

understanding of elicitor induced resistance of grapevine against downy mildew. *Journal of Protection*. 156 p 113-125

Leporini, M., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Passalacqua, N. G., & Tundis, R. (2020). The essential oil of *Salvia rosmarinus* Spenn. From Italy as a source of health-promoting compounds: Chemical profile and antioxidant and cholinesterase inhibitory activity. *Plants*, 9(6), 798. (s. d.).

Leporini, M., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Passalacqua, N. G., & Tundis, R. (2020). The essential oil of *Salvia rosmarinus* Spenn. From Italy as a source of health-promoting.

Loshali, A., Joshi, B. C., & Sundriyal, A. (2019). Pharmacognostical and Pharmacological Review of *Urtica dioica* L. *Research & Reviews A Journal of Pharmacognosy*, 6(2), 23-29.

Lowry O. H. Rosebrough N. J. Farr A. L. Randall R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Biol Chem*, 1951 Nov;193(1):265-75.

Ludovic F., Rittmo C., NASSR N, Hipper C. (2014). Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes – Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques.

MADANY M Y, SALAH A M., 2015. Phytotoxicity of *Euphorbia helioscopia* L. on *Triticum aestivum* L. and *Pisum sativum* L. *Annals of Agricultural Science*. Vol 60(1): pp141–151

Masoomeh Abbasi Khalaki , Esfandiar Jahantab, Moslem Abdipour, Mehdi Moameri & Ardavan Ghorban (2022). An efficient estimation of crop performance in sheep fescue (*Festuca ovina* L.) using artificial neural network and regression models

Megafol, (2016) – Spécial biostimulant. Référence environnement, 5 p

Nematgorgani, S., Agah, S., Shidfar, F., Gohari, M., & Faghihi, A. (2017). Effects of *Urtica dioica* leaf extract on inflammation, oxidative stress, ESR, blood cell count and quality of life in patients with inflammatory bowel disease. *Journal of Herbal Medicine*, 9, 32-41.

Nguinambaye M.M . Nadjioroum N. O.B.Brahim. (2021)- Capacité germinative des graines et aptitude au bouturage des tiges, des racines tubéreuses de l'espèce *Ampelocissus multistriata*(Baker) Planch. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(4):1619-1628

Nuraini, Mirzah H (2021). Azolla fermentasi untuk unggas. Sukabina Press. Padang.

Nurhabiba N, Mirzah (2021). Performance of broiler given palm oil waste fermented with *Pleurotus ostreatus* in the feed. *Quest J. Res. Agric. Anim. Sci.*, 8(2): 43-48

Oğuz MÇ, Oğuz E, Güler M. 2023. Seed priming with essential oils for sustainable wheat agriculture in semi-arid region. *PeerJ* 11:e15126 DOI 10.7717/peerj.15126

Ouakouak, H., Benchikha, N., Hassani, A., & Ashour, M. L. (2019). Chemical composition and biological activity of *Mentha citrata* Ehrh., essential oils growing in southern Algeria. *Journal of food science and technology*, 56(12), 5346–5353. (s. d.).

Ouakouak, H., Benchikha, N., Hassani, A., & Ashour, M. L. (2019). Chemical composition and biological activity of *Mentha citrata* Ehrh., essential oils growing in southern Algeria. *Journal of food science and technology*, 56(12), 5346–5353. (s. d.)

Paradiković N., Teklić T., Zeljković S., Lisjak M., Špoljarević M. (2019). Biostimulants research in some horticultural plant species—a review. *Food Energy Secur.* 8, 1–17. 10.1002/fes3.162

Peeters, Alexandre; Verniers, Gisèle; Houbrechts, Geoffrey .2020. Protections de berges en Conception, application, suivi et recommandation, Direction des Cours d'Eau non navigables (SPW - DGO3 - DDRCB - DCENN), Namur, Belgique 63.

Pérez-Jaramillo J., Mendes R., Raaijmakers M. (2016). Impact of plant domestication on rhizosphere microbiome assembly and functions. *Plant molecular biology* 90, 635-644.

Peyronnet, C., & Vannier, A. (2022). Le gazon synthétique : avantages, inconvénients et perspectives.

Radkowski, A.; Radkowska, I.; Bocianowski, J.; Sladkowska, T.; Wolski, K. The effect of foliar application of an amino acid based biostimulant on lawn functional value. *Agronomy* 2020, 10, 1656.

Raja Arun Kanth CH., Arun Jacob Silas., G Kayalvizhi., Saravana Kumar.(2020).Virtual private theatre system: A new concept in audiovisual iatrosedation: Case series.*Journal of scientific* 3 (1), 30-34.

Rajesh S.(2020) Production of azolla as livestock feed supplement in India. *Pashudhan praharee. Indian Dairy & Poultry industry.* (2020). 43p.

Ricardo Aroca R, Rosa Porcel R, Ruiz-Lozano J.(2016). Regulation of root water uptake under abiotic stress conditions .*Journal of experimental botany* 63 (1), 43-57.

Ros, M., Raut, I., Santísima-Trinidad, A. B., et Pascual, J. A. (2017). Relationship of microbial communities and suppressiveness of *Trichoderma* fortified composts for pepper seedlings infected by *Phytophthora nicotianae*. *PLOS ONE*, 12(3), e0174069.

Rouani, M. (2017). Contribution à la valorisation du potentiel aromatique et médicinal des plantes marocaines: Genre *Artemisia*. Valorisation par combinaison des méthodes phytochimiques, de synthèse organique et d'activité biologique (Doctoral dissertation). P:16,17.

Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial : Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11.

S Toubal S., Dj Elhaddad D., O Bouchenak O., Yahiaoui K., Sadaoui N., Arab K. (2019). L'importance des extraits d'*Urtica dioica* L. *Journal of Environmental Science and Technology* 5 (1).

SALHI N, EL-DARIER S M, EL-TAHER H M., 2011. Allelopathic Effect of some Medicinal Plants on Germination of two Dominant Weeds in Algeria. *Advances in Environmental Biology*. Vol 5(2): pp443-446.

SALHI N, EL-DARIER S M, EL-TAHER H M., 2011. Allelopathic Effect of some Medicinal Plants on Germination of two Dominant Weeds in Algeria. *Advances in Environmental Biology*. Vol 5(2): pp443-446 **BERTRANd B., 2008-** Les secrets de l'ortie. Ed. Terran, Paris, 150 p.*Scientific Reports.*(2022) 12:20514.

Sebastian A., Deepa P. and Narasimha Vara P.M. 2022. Azolla Farming for Sustainable Environmental Remediation. In : Narasimha Vara Prasad M. Handbook of Assisted and Amendment-Enhanced Sustainable Remediation Technology. First Edition. ED John Wiley & Sons Ltd. 517-532pp.

Sengun, I. Y., Kirmizigul, A., Atlama, K., & Yilmaz, B. (2020). The viability of *Lactobacillus rhamnosus* in orange juice fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) and bioactive properties of the juice during storage. *LWT*, 118, 108707.

Serena M, Velasco-Cruz C, Friell J, et al. Irrigation scheduling technologies reduce water use and maintain turfgrass quality. *Agronomy Journal*. 2020;112:3456–3469.

Šic Tlabur, J., Radman, S., Opačić, N., Rašić, A., Dujmović, M., Brnčić, M., ... & Voća, S. (2022). Application of Ultrasound as Clean Technology for Extraction of Specialized Metabolites From Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.). *Frontiers in Nutrition*, 684. (s. d.) .

Silvie, PJ, Martin, P., Huchard, M., Keip, P., Gutierrez, A., & Sarter, S. (2021). Prototypage d'un système basé sur les connaissances pour identifier les extraits botaniques pour la santé des plantes en Afrique subsaharienne. *Plantes*, 10(5), 896.(s. d)

Soxhlet, F. (1879). Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes. *Dinglers Polytechnisches Journal*, 232, 461-465.

Stéphane Perraud.(2020). ON SE PIQUE TOUS POUR... L'ORTIE !. *Revue VILLAGE : LE PLEIN D'ÉNERGIES POSITIVES.N°157*

SYMBIOSE., 2017- Les substances humiques. DIGOIN. 4,p

Toubal, S. (2018). Caractérisation de la relation chémotypes del'Ortie- bactéries vectorisées associées et évaluation de leurs activité sur *Culex* sp. [Thèse de doctorat en Ecologie des Systèmes Vectoriels. Université M'hamed Bougara-Boumerdas.

Tremblin, G., & Marouf, A. (2021). Chapitre 3 La nutrition minérale des plantes et la fertilisation (apport d'engrais). In *Abrégé de biologie végétale appliquée* (pp. 25-44). EDP Sciences. (s. d.).

Turgeon J. and M. A. Fidanza(2017) erspective on the History of Turf CultivationInternational Turfgrass Society and ACSESS | 5585 Guilford Rd., Madison, WI 53711 USAPublished in Int. Turfgrass Soc. Res. J. 13:629–635 (2017). doi: 10.2134/itsrj2016.05.0.

Turgeon.A.J., Fidanza .M.A., 2017-Perspective on the History of Turf Cultivation ; Pages 629-635 .

Vajic, U. J., Grujic-Milanovic, J., Miloradovic, Z., Jovovic, D., Ivanov, M., Karanovic, D., ... & Mihailovic-Stanojevic, N. (2018). Urtica dioica L. leaf extract modulates blood pressure and oxidative stress in spontaneously hypertensive rats. *Phytomedicine*, 46, 39-45.

Van Hove C .,Van Coppenolle B., McCouch SR.,Watanabe I., Huang N ., (1995). *Theoretical and Applied Genetics* 91, 589-597.

Wagdi Ghaleb(2019). Analyse de la diversité génétique de la réponse germinative à la température de populations de *Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* Schreb et *Dactylis glomerata* L. *Biologie végétale*. Université de Poitiers, 2019. Français. FfNNT : 2019POIT2273f.

Wagdi Ghaleb. Analyse de la diversité génétique de la réponse germinative à la température de populations de *Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* Schreb et *Dactylis glomerata* L.. *Biologie végétale*. Université de Poitiers, 2019. Français. FfNNT : 2019POIT2273ff. fftel-03165298f .

Wei H, M,Richardson, T,Liu, J,Zhang., 2022 ,Correlations among Soil, LeafMorphology, and Physiological Factors with Wear Tolerance of Four Warm-season Turfgrass Species, *HORTSCIENCE* 57(4):571–580.

Yakhin O.I., Lubyaynov A.A., Yakhin I.A. et Brown P.H. (2017). Biostimulants in Plant Science : A global Perspective. *Frontiers in Plant Science*. A Global Perspective. *Front. Plant Sci.*7, pp 20-49.