

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

Aggad Wiam

Zitouni Fatma zohra aroua

Kaddaoui Aicha

Thème

« Fabrication d'un activateur de la croissance à
base des feuilles de *Moringa Oleifera* .»

Soutenu publiquement le

Jury:

Président : Mlle SOUALMI Nadia

Encadrant : Mme BOUZID Assia

Co-encadrant : M. KOUADRIA Sidahmed

Examineur 1 : Mme MOKHFI Fatima Zohra

Invité: Mr AZZAOUY Mohamed Essalah

Invité: Mr NEGUADI Mohamed

Grade

MCA, U. Tiaret

MCA, U. Tiaret

Inspecteur en chef des forêts -Tiaret

MCA, U. Tiaret

MCA, U. Tiaret

MCA, U. Tiaret

Année universitaire 2023-2024

Dédicace

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir
donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.*

Je dédie ce travail :

Â mes chers parents

Mon cher Papa Abd Kader,

*Signe de fierté et d'honneur, ce travail est le vôtre, Inchallah tu
trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour
toutes ces années de sacrifice pour moi.*

Ma chère Maman kheira,

Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte.

*Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été
pour moi le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit à tes yeux
le fruit de tes efforts et le témoignage de ma profonde affection.*

Mes très chères soeurs : Fatima , Imene

Â mes frère Mohammed, Amine

Â mes chères amis (es) et particulièrement,

Halima, Maroua, Khaldia, Samira, Aymen.

*Â mes chères collègues Arwa et Aicha. Qui a partagée avec moi les moments difficiles
de ce travail.*

Et à ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

A vous tous merci.

wiam

∞ Dédicaces ∞

*Tout d'abord, je remercie **Allah** pour tout. Pour la volonté, la force, la patience,
l'endurance Et la*

Continuité pour faire ce modeste travail.

Je dédie cet humble travail à :

*A ma chère mère « **saadia** », Ce projet est consacré à vous, qui avez toujours eu
confiance en moi, même pendant les périodes les plus difficiles. Grâce à votre amour, vos
dévouements et vos encouragements, j'ai pu recueillir la force et la motivation indispensables
pour continuer ce projet et atteindre cette étape. Je vous remercie d'avoir été mon fondement
inébranlable, mon guide et mon source d'inspiration. Ce succès est à la fois votre et mon.*

Merci Maman

*A l'âme de mon cher père « **Belkacem** » que Dieu vous fasse miséricorde*

A ma famille

Arwa

Dédicaces

Je présente mes dédicaces à mes très chers parents

« Mon père ALI, et ma Mère MERIEM » qui ont tout fait, pour moi pour arriver à cette place, pour leur patience et leur extrême gentillesse, aussi à Ma sœurs Nadjat pour sa compréhension, sa patience et son aide précieuse tout au long de cette aventure. Son soutien inconditionnel a été une source constante de motivation et de réconfort.

Mes frères : Brahim, M'hamed Que le Dieu garde tous INCHALLAH.

Je le dédie aussi à :

Mes très chères amies et binômes : Wiam et Arwa , pour leur amitié sincère, leur soutien inébranlable et leur compréhension tout au long de notre parcours universitaire. Je leur souhaite une vie pleine de bonheur, Inchallah, ainsi qu'à toute leur famille.

À mon encadrant BOUZID ASSIA , pour ses conseils précieux, sa disponibilité constante et sa patience pendant toute la durée de ce mémoire. Son soutien et ses orientations ont été essentiels à l'accomplissement de ce projet, et je lui en suis profondément reconnaissante. Touts mes chers Amies d'étude, de la promotion de 2eme année master génétique moléculaire et amélioration des plantes.

Merci à vous tous

Aicha

Remerciements

Nous adressons, notre profonde gratitude et tout notre amour à nos parents, nos soeurs et frères, qui ont su nous faire confiance et nous soutenir en toutes circonstances,

*Nous tenons à remercier avec un grand plaisir et un grand respect à notre encadrante **Dr. BOUZID Assia**, pour ses conseils, son aide, ses encouragements et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce travail dans les meilleures conditions.*

*Nous tenons également à remercier **Mr KOUADRIA S.**, pour son rôle de co-promoteur tout au long de ce projet et pour le temps et l'attention généreusement consacrés.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance au **Dr SOUALMI Nadia**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de notre soutenance.*

*Nos sincères remerciements vont aussi aux **Dr. MOKHFI F.**, **Dr. AZZAOUI M.**, et **Dr. NEGADI M.**, pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nos remerciements vont également au directeur de l'incubateur Tiaret, **monsieur SEKIOU** et à la directrice de la maison de l'entrepreneuriat, **madame SADJI**, pour leur accompagnement et leur soutien dans la réussite de notre projet.*

Sans oublier bien sûr les ingénieurs des laboratoires de la faculté SNV Ibn Khaldoun qui ont mis à notre disposition les produits et le matériel nécessaire pour la réalisation de ce travail.

On remercie spécialement nos collègues et amis, et toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

ملخص

تُستخدم المورينغا أوليفيرا، المعروفة بخصائصها الغذائية والطبية، كمحفز لنمو النباتات بفضل غناها بالمغذيات ومضادات الأكسدة. تبحث هذه الدراسة في فعالية مستخلص المورينغا أوليفيرا الذي يُستخدم بالرش والري على نمو القمح والبرسيم، وهما نوعان شائعان في الزراعة.

كان الهدف هو مقارنة تأثيرات طريقتين لتطبيق مستخلص المورينغا أوليفيرا - الرش والري - على مساحة الأوراق وكمية الجذور والمادة الجافة ونسب المادة الجافة والجذور/المادة الطازجة للنباتين. سعينا إلى تحديد تأثير هذه المعالجات على النمو الهوائي والجذري وفعاليتها كمنشطات للنمو.

أدى استخدام الرذاذ إلى زيادة كبيرة في مساحة الأوراق بالنسبة للقمح والبرسيم، مما يشير إلى امتصاص الأوراق للمغذيات بشكل مباشر أفضل. ومع ذلك، من حيث كمية الجذور، كان للرش تأثير أكبر على القمح، بينما كان للري تأثير أكبر قليلاً على البرسيم. كشفت تحليلات المادة الجافة والطازجة أن الرش كان له تأثير أكبر على النمو الهوائي على سبيل نمو الجذور، بينما حافظ الري على توازن أقرب إلى ذلك الذي لوحظ في غياب المعالجة.

كما زاد محتوى السكر القابل للذوبان في ظل الرش، خاصة بالنسبة للقمح، مما يشير إلى استجابة أفضل للمغذيات المقدمة. وعلى الرغم من أن البرسيم الحجازي أظهر تحسناً في ظل الرش، إلا أن مستويات السكر القابل للذوبان كانت أقل بشكل عام.

يعد مستخلص المورينغا أوليفيرا محفزاً فعالاً للنمو، مع وجود تأثيرات مختلفة اعتماداً على طريقة الاستخدام والأنواع. فالرش هو الطريقة المثلى للنمو الهوائي، في حين أن الري هو الأفضل لنمو الجذور، خاصة بالنسبة للبرسيم. تسلط هذه النتائج الضوء على أهمية تكييف المعالجات مع الاحتياجات المحددة للنباتات من أجل تعظيم الفوائد.

الكلمات المفتاحية: المورينغا أوليفيرا، منشط النمو، البرسيم، القمح، نمو النبات،

منشط النمو السائل MORIN-UP.

Résumé

Le *Moringa oleifera*, reconnu pour ses vertus nutritionnelles et médicinales, est également utilisé comme stimulant de croissance végétale grâce à sa richesse en nutriments et antioxydants. Cette étude examine l'efficacité de l'extrait de *Moringa oleifera* appliqué par pulvérisation et par irrigation sur la croissance du blé et de la luzerne, deux espèces couramment cultivées.

L'objectif était de comparer les effets de deux modes d'application de l'extrait de *Moringa oleifera*—pulvérisation et irrigation—sur la surface foliaire, le volume racinaire, ainsi que les rapports de matière sèche et fraîche racinaire/aérienne des deux plantes. Nous avons cherché à déterminer l'impact de ces traitements sur la croissance aérienne et racinaire et leur efficacité en tant qu'activateur de croissance.

L'application par pulvérisation a conduit à une augmentation significative de la surface foliaire pour le blé et la luzerne, indiquant une meilleure absorption directe des nutriments par les feuilles. Cependant, pour le volume racinaire, la pulvérisation a montré un effet plus marqué sur le blé, tandis que l'irrigation a eu un effet légèrement supérieur pour la luzerne. Les analyses de matière sèche et fraîche ont révélé que la pulvérisation favorise la croissance aérienne au détriment du développement racinaire, tandis que l'irrigation maintient un équilibre plus proche de celui observé en l'absence de traitement.

La teneur en sucre soluble a également augmenté sous pulvérisation, surtout pour le blé, suggérant une meilleure réponse aux nutriments fournis. La luzerne, bien que montrant une amélioration sous pulvérisation, a présenté des niveaux de sucre solubles globalement plus faibles.

L'extrait de *Moringa Oleifera* est un activateur de croissance efficace, avec des effets distincts selon le mode d'application et l'espèce. La pulvérisation est optimale pour la croissance aérienne, tandis que l'irrigation est préférable pour le développement racinaire, surtout pour la luzerne. Ces résultats soulignent l'importance d'adapter les traitements aux besoins spécifiques des plantes pour maximiser les bénéfices.

Mots clés : *Moringa Oleifera*, activateur de croissance, luzerne, blé, croissance des plantes, MORIN-UP liquid growth activator.

Abstract

Moringa Oleifera, well known for its nutritional and medicinal virtues, is also used as a plant growth stimulant thanks to its richness in nutrients and antioxidants. This study examines the efficacy of Moringa Oleifera extract applied by spraying and irrigation on the growth of wheat and alfalfa, two commonly cultivated species.

The aim was to compare the effects of two modes of Moringa Oleifera extract application-spraying and irrigation-on leaf area, root volume, and root/air dry matter and fresh matter ratios of the two plants. We sought to determine the impact of these treatments on aerial and root growth and their efficacy as growth activators.

Spray application led to a significant increase in leaf area for both wheat and alfalfa, indicating better direct uptake of nutrients by the leaves. However, for root volume, spraying showed a more marked effect on wheat, while irrigation had a slightly greater effect for alfalfa. Analyses of dry and fresh matter revealed that spraying favored aerial growth to the detriment of root development, while irrigation maintained a balance closer to that observed in the absence of treatment.

Soluble sugar content also increased under spraying, especially for wheat, suggesting a better response to the nutrients supplied. Alfalfa, although showing an improvement under spraying, presented overall lower soluble sugar levels.

Moringa Oleifera extract is an effective growth activator, with distinct effects depending on the mode of application and species. Spraying is optimal for aerial growth, while irrigation is preferable for root development, especially for alfalfa. These results underline the importance of tailoring treatments to specific plant needs to maximize benefits.

Key words: Moringa Oleifera, growth activator, alfalfa, wheat, plant growth, MORIN-UP liquid growth activator.

Liste des figures

Figure 1 : Distribution du Moringa Oleifera dans le monde Carte préparée par (BEZERRA, J.J.L., 2023) Dans MapChart©	5
Figure 2 : Feuille du Moringa Oleifera (PRICE, 2007).	7
Figure 3 : Fleurs de Moringa Oleifera (KAKI M et MIMOUNI A, 2018)	8
Figure 4 : fruits de Moringa Oleifera (AGROCONSULT H., 2016)	8
Figure 5 : Graine de Moringa Oleifera (AGROCONSULT H., 2016)	9
Figure 6 : Racine de Moringa Oleifera (KAKI M et MIMOUNI A, 2018)	9
Figure 7 : le cycle de vie de Moringa Oleifera (GRANELLA et al., 2021)	10
Figure 2 : Soupe aigre de fruits de Moringa (Birmanie)	15
Figure 9 : Crème de soin hydratante et nourrissante	15
Figure 10 : Des graines de Moringa Oleifera pour purifier l'eau sale (https://www.thenewhumanitarian.org/fr)	16
Figure 11: Cartographie des principales terminologies identifiées pour les produits de stimulation des plantes ; Cibles identifiées : plante (vert), sol (brun) et Matière Fertilisante et Support de Culture (bleu) (FASSEL et al ., 2014)	20
Figure 12 : Application de biostimulants aux différentes parties d'une plante (POVERO et al ., 2016)	21
Figure 13 : les graines de blé dur variété SIMETO	25
Figure 14 : les graines de la luzerne	26
Figure 15: les grains de blé dur avant la germination (Photo original prise en 01/02/2024)	27
Figure 16 : les grains de la luzerne avant germination (Photo original prise en 1/02/2024)	27
Figure 17: transplantation de graines germées	28
Figure 18: dispositif expérimental adopté des plantes de blé et luzerne	29
Figure 19: Préparation de MORIN-UP liquid growth activator a base des feuilles de Moringa oliefera	30

Figure 20: mesure de la surface foliaire par logiciel MESERUM Pro version 3.4.	31
Figure 21 : Variation de la surface foliaire des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement	35
Figure 22 : Variation de Matière sèche racinaire/ Matière sèche aérienne des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement	38
Figure 23 : Variation de la Matière fraîche racinaire/ Matière fraîche aérienne des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement	40
Figure 24 : Variation de la teneur en sucre soluble en g/100gMS des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : la systématique du <i>Moringa Oleifera</i> (BOUDJENDLIA et OUDINA 2020; IMOHIOSEN et al., 2014)	6
Tableau 2 : les différentes espèces de moringa	6
Tableau 3 : les limites écologiques de <i>M. Oleifera</i> (LOUNI, 2009)	10
Tableau 4: Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa Oleifera</i> Données pour 100 grammes de matière sèche (BROIN, 2005)	13
Tableau 5 : comparaison des propriétés nutritionnelles des feuilles fraîches de <i>Moringa Oleifera</i> et d'autres légumes frais, Données pour 100 grammes de matière fraîche(BROIN, 2005)	14
Tableau 6 : moyenne des niveaux de nutriments Un de 10 plants de <i>M. oleifera</i> et trois récoltes par plants (RAY-YU Y et al., 2006)	14
Tableau 7: Appareillages, matériel, produits et réactifs utilisés aux laboratoires	24
Tableau 8 : Analyse de la variance de la surface foliaire	34
Tableau 9 : Analyse de la variance de volume racinaire	35
Tableau 10 : Variation de volume racinaire des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement	36
Tableau 11 : Analyse de la variance de la Matière sèche racinaire/ Matière sèche aérienne	38
Tableau 12 : Analyse de la variance de de la Matière fraîche racinaire/ Matière fraîche aerienne	39
Tableau 13 : Analyse de la variance de la teneur en sucre soluble (g/100gMS)	41

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

AFAIA : (Acteurs d'une terre plus verte) Le représentant pour la France des entreprises fournissant les matières fertilisantes et intrants innovants des cultures végétales durables.

BAC : Bloc aléatoire complet

Cm : Centimètre

EBIC : The European Biostimulants Industry Council

G : Gramme

H₂SO₄: Acide sulfurique

HTA : L'hypertension artérielle

IMC : L'indice de masse corporelle

M. Oleifera : *Moringa Oleifera*

Mg : Milligramme

Min: Minute

ml : Millilitre

MS : Matière sèche

P1 : Poids sec de sol, obtenu par étuvage pendant 24h à 105°C

P2 : Poids à saturation en eau après 24h

Table des matières

Dédicace	I
Remerciements	IV
ملخص	V
Résumé	VI
Abstract	VII
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux	X
Liste des abréviations	XI
Table des matières	XII
Introduction générale.....	1
Synthèse bibliographique	4
I. Généralités sur <i>Moringa Oleifera</i>	5
I.1. Origine et distribution de <i>Moringa Oleifera</i>	5
I.2. Position systématique de <i>Moringa Oleifera</i>	6
I.3. Les différentes espèces de <i>Moringa Oleifera</i>	6
I.4. Description morphologique de <i>Moringa Oleifera</i>	7
I.4.1. Tronc.....	7
I.4.2. Feuille	7
I.4.3. Fleurs	7
I.4.5. Fruits.....	8
I.4.6. Graine	8
I.4.7. Racines	9
I.5. Le cycle de vie.....	9
I.6. Ecologie de <i>Moringa Oleifera</i>	10

1.7. Composition du <i>Moringa Oleifera</i>	11
1.8. Les constituants moléculaires de la Moringa	11
1.8.1. Les stérols	12
1.8.2. Les flavonoïdes.....	12
1.8.3. Contenu nutritionnel des feuilles de moringa fraîches	12
1.9. Utilisations du <i>Moringa Oleifera</i>	14
1.9.1. Aliments	14
1.9.2. Cosmétique	15
1.9.3. Traitement d'eau.....	15
1.9.4. Usage médicaux-traditionnel.....	16
1.9.5. Utilisation de la poudre de feuille de Moringa	17
1.9.5.1. Combattre la malnutrition.....	17
1.9.5.2. Le Moringa comme essence fourragère :	17
1.9.5.3. Utilisation du de la poudre des feuilles de Moringa Oleifera dans médecine traditionnelle.....	18
II.1. Les biostimulants	19
II.2. Origine et Composition des biostimulants	19
II.3. Classification des biostimulants.....	20
II.4. L'effet des biostimulants.....	20
II.5. Mode d'action des biostimulants	21
II.6. Plantes comme biostimulants.....	22
II.7. La consommation de biostimulants en Algérie.....	22
2. Matériel et méthodes	23
I. Matériel et méthodes	24
I.1. L'objectif de l'étude	24
I.2. Lieux de réalisation des essais.....	24

I.3. Matériels de laboratoire	24
I.4. Matériel biologique	24
I.5. Installation de l'essai	26
I.5.1. Préparation des graines.....	26
I.5.2. Transplantation dans des alvéoles	28
I.5.3. Transplantation dans des pots.....	28
I.5.4. Formulation de l'activateur de croissance	29
I.5.4.1. Preparation de MORIN-UP liquid growth activator	29
I.5.4.2. Évaluation des biofertilisants produits	30
II. Les mesures effectuées.....	30
II.1. Surface foliaire	30
II.2. Volume racinaire	31
II.3. Taux de chlorophylle totale (unité SPAD).....	31
II.4. Matière fraîche aérienne et racinaire	31
II.5. Teneur en sucre soluble (g/100gMF)	32
III. Analyse statistique	32
3. Résultats	33
I. La Surface foliaire	34
II. Le volume racinaire.....	35
III. Matière sèche racinaire/ Matière sèche aeriennne	36
IV. Matière fraîche racinaire/ Matière fraîche aeriennne.....	38
V. Teneur en sucre soluble (g/100gMS).....	40
4. Discussion	43
Conclusion générale	49
Références bibliographiques	52

Introduction générale

Introduction générale

Les plantes agricoles jouent un rôle crucial dans notre alimentation et notre économie. Elles sont essentielles pour fournir des aliments nutritifs et soutenir la sécurité alimentaire mondiale. Cependant, différents éléments tels que les perturbations environnementales peuvent mettre en péril leur efficacité et leur qualité nutritionnelle (TILMAN ET AL., 2002; GREGORY ET AL., 2005).

Toutes les plantes, du début à la fin de leur vie, nécessitent des nutriments afin de se développer et de réaliser pleinement leurs capacités. Malgré la présence de ces éléments nutritifs dans le sol, ils ne sont cependant pas adéquats pour les plantes. Ainsi, des nutriments sont fournis pendant le développement des plantes sous forme d'engrais (ELSAYED ET AL., 2020).

Il est essentiel d'accroître la production végétale afin de satisfaire les besoins de la population croissante de la planète. La production végétale n'est pas aujourd'hui suffisante pour répondre à cette demande croissante. Il est possible d'améliorer la production en utilisant des méthodes de culture adaptées (FOLEY et al., 2011; GODFRAY et al., 2010; TILMAN et al., 2011).

Les produits chimiques entraînent un stress néfaste sur le sol et les plantes. Elle restreint considérablement les rendements et met en péril la productivité des terres dans les régions arides et semi-arides, en particulier dans les cultures irriguées. Cela entraîne une diminution des surfaces cultivables et constitue une menace pour l'équilibre alimentaire de ces régions (YAMAGUCHI ET BLUMWARD, 2005).

Dernièrement, l'emploi d'engrais pour augmenter les rendements des cultures a engendré des préoccupations concernant l'environnement (MOUGHLI, 2000). On peut citer: Les métaux lourds toxiques, comme le cadmium, polluent le sol ; Ils contaminent les eaux souterraines, ce qui change la qualité de l'eau et augmente les dangers pour la santé.

Ces substances polluent les rivières et les eaux côtières, ce qui peut provoquer l'eutrophisation et avoir des conséquences sur la vie des poissons et d'autres animaux aquatiques. De plus, la dénitrification et la volatilisation de l'ammoniac polluent l'atmosphère, ce qui contribue au réchauffement mondiaux.

Pour éviter ces limitations, les scientifiques ont récemment opté pour les engrais biologiques, qui sont des produits provenant de plantes et d'autres sources naturelles.

Les engrais biologiques ont la capacité d'améliorer la qualité du sol, d'accroître la diversité biologique et de diminuer les conséquences néfastes sur l'environnement liées aux engrais chimiques traditionnels (**BULLUCK ET AL., 2002 ; SOUMARE ET AL., 2003**).

Dans cette situation, les biostimulants, en particulier ceux issus des feuilles de *Moringa Oleifera*, ont gagné en popularité en tant qu'agents potentiels pour améliorer la croissance, la santé et la résistance des plantes face aux stress biologiques et abiotiques (**RADY et al., 2015; BASRA, 2011**).

De nombreuses recherches ont confirmé que l'utilisation des extraits feuilles de *Moringa*, qu'elles soient brutes ou formulées, a un impact positif sur la croissance et le développement des plantes, en particulier les cultures maraichères (**ATIYAH et al., 2000, CHAICCHI et al., 2017, GUERMACHE et al., 2021**). Le *Moringa Oleifera* est reconnu pour sa richesse en nutriments, tels que les vitamines, les minéraux et les composés bioactifs tels que les polyphénols et les acides aminés (**NAMBIAR, 2006**). D'après **CALVO et al. (2014)**, les extraits de ses feuilles ont démontré des effets bénéfiques sur la croissance des plantes en stimulant l'activité enzymatique, la production de chlorophylle et en améliorant l'absorption des nutriments du sol.

Les recherches récentes suggèrent que l'utilisation de biostimulants à base de *Moringa* pourrait non-seulement augmenter le rendement des cultures mais aussi enrichir leur contenu nutritionnel, offrant ainsi une solution durable pour renforcer la résilience des systèmes agricoles face aux défis environnementaux (**FAHEY, 2005**).

L'objectif de notre étude est l'intérêt de produire un biostimulant de croissance à partir des feuilles de *Moringa Oleifera* serait de fournir des preuves scientifiques de son efficacité pour stimuler la croissance des plantes, renforcer leur résistance aux stress et améliorer la qualité des cultures. Cette étude examinerait les mécanismes sous-jacents et évaluerait ses implications pratiques et économiques pour l'agriculture.

Ce travail est subdivisé en quatre chapitres :

- Chapitre I : Généralités sur *Moringa oleifera*
- Chapitre II : Les biostimulants
- Chapitre III : Matériel et méthodes
- Chapitre IV : Résultats et discussions

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur *Moringa Oleifera*

I.1. Origine et distribution de *Moringa Oleifera*

Des treize espèces du genre *Moringa*, *Moringa Oleifera* est l'espèce la plus connue et la plus répandue. Elle vient de la frontière entre l'Inde, le Pakistan et le Népal et est cultivée dans d'autres zones tropicales (DIHAJ et SEDDIKI., 2021 ; RAVINDRA et al., 2016).

Moringa Oleifera est une articulation qui a copieux noms. En Afrique le nom le plus courant est nébéday, un nom probablement dérivé du mot anglais « Never die », désignant sa capacité à résister à la sécheresse, se reproduire et se régénérer rapidement même après une coupe importante. La forme du fruit qui ressemble à une baguette est appelée Dumstick (DIHAJ et SEDDIKI 2021 ; FUGLIE, 2001).

Le mot « moringa » provient du mot malayalam « muringa ». La plupart des langues désignent la plante par un dérivé phonétique de ce mot.

(<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Moringa-oleifera.html>)



Figure 3 : Distribution du *Moringa Oleifera* dans le monde Carte préparée par (BEZERRA, J.J.L., 2023) Dans MapChart©

I.2. Position systématique de *Moringa Oleifera*

Le tableau suivant présente la systématique du *Moringa Oleifera*

Tableau 1 : la systématique du *Moringa Oleifera* (BOUDJENDLIA et OUDINA 2020; IMOHIOSEN et al., 2014)

Classification botanique	
Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Super division	<i>Spermatophyta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Dilleniidae</i>
Ordre	<i>Capparales</i>
Famille	<i>Moringaceae</i>
Genre	<i>Moringa</i>
Espèce	<i>Oleifera</i>

I.3. Les différentes espèces de *Moringa Oleifera*

Il existe environ 33 espèces de la famille des Moringaceae dans la nature, mais seules treize d'entre elles sont connues et présentes dans le monde (ANWAR, 2007).

Tableau 2 : les différentes espèces de moringa

L'espèce moringa
<i>Moringa Oleifera</i>
<i>Moringa Arborea</i>
<i>Moringa Borziana</i>
<i>Moringa Concanesis</i>
<i>Moringa Drouhardii</i>
<i>Moringa Hildebrandtii</i>
<i>Moringa Longituba</i>
<i>Moringa Ovalifolia</i>
<i>Moringa Peregrina</i>
<i>Moringa Pygmaea</i>
<i>Moringa Arivae</i>
<i>Moringa Ruspolian</i>
<i>Moringa Stenoptala</i>

I.4. Description morphologique de *Moringa Oleifera*

I.4.1. Tronc

Le tronc est d'un gris violacé, droit, mais peut être ramifié, il est habituellement rectiligne, mais parfois très-faiblement développé. Il mesure généralement 1,5 à 2 m de haut avant de se ramifier, mais il peut parfois atteindre 3 m (FOIDL ET AL, 2001).

I.4.2. Feuille

Feuilles alternes, bi ou tripennées, s'étendent surtout dans la partie terminale des branches. Elles ont une longueur de 20 à 70 cm et sont recouvertes d'un duvet gris quand elles sont jeunes, ont un long pétiole avec 8 à 10 paires de pennes, chacune avec deux paires de folioles opposés, plus un à l'apex, ovales ou en ellipse, et de 1 à 2 cm de long (SAINT-SAUVEUR, 2010 ; FOIDL et al., 2001; Morton, 1991).



Figure 2 : Feuille du *Moringa Oleifera* (PRICE, 2007).

I.4.3. Fleurs

L'arbre commence à fleurir sur une base constante tout au long de l'année après 8 à 12 mois (MARTIN L. PRICE, 2007).

Les fleurs ont une largeur de 2,5 cm et sont des panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. En général, elles sont nombreuses et ont une odeur plaisante. Elles ont une teinte blanche ou crème, avec des motifs, avec des taches jaunes à l'arrière. Le nombre de sépales, cinq, est symétrique et lancéolé. Cinq pétales minces et spatulés, symétriques sauf le pétale inférieur, entourés de cinq étamines (RALEZO M, 2006).



Figure 3: Fleurs de Moringa Oleifera (KAKI M et MIMOUNI A, 2018)

I.4.5. Fruits

Le fruit est une capsule, pouvant mesurer de 30 à 50 cm de long, de couleur beige à grisâtre (**DELPHA, 2011**). Quand ils sont secs, ils se divisent en trois, chaque gousse contient entre 12 et 35 graines (**RALEZO M, 2006**)..



Figure 4 : fruits de Moringa Oleifera (AGROCONSULT H., 2016)

I.4.6. Graine

Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable. De la base au sommet, la coque est percée de trois ailes blanches s'étendant à 120 degrés d'intervalle. Le rendement annuel d'un arbre varie de 15 000 à 25 000 grains. Moyenne de 0,3 g pour une graine et la coque représente 25% du poids de la graine (**MAKKAR ET BECKER, 1997**).



Figure 5 : Graine de *Moringa Oleifera* (AGROCONSULT H., 2016)

I.4.7. Racines

Le système racinaire de *Moringa Oleifera* a une structure tubulaire est constituée d'un pivot central qui peut s'enfoncer dans le sol jusqu'à 1,30 m de profondeur, ce qui lui confère une grande résistance à la sécheresse. Des racines secondaires provenant du pivot central se ramifient. Par la suite, latéralement, jusqu'à ce qu'il y ait une chevelure épaisse (OLSON, 2001).



Figure 6 : Racine de *Moringa Oleifera* (KAKI M et MIMOUNI A, 2018)

I.5. Le cycle de vie

Le cycle de vie biologique de l'espèce moringa est présenté dans la figure 7. Le moringa peut être cultivé par semis direct et par bouturage. Si l'eau est disponible pour l'irrigation, les arbres de moringa peuvent être semés directement et cultivés à tout moment de l'année. D'autre part, les boutures de 45 cm à 1,5 m de long et de 10 cm d'épaisseur peuvent être plantées directement ou dans des sacs dans la pépinière. L'arbre peut atteindre une hauteur de 10 à 12 m. Lorsque la plante est cultivée à partir des boutures, la première récolte peut déjà avoir lieu 6 à 8 mois après la plantation. Souvent, les fruits ne sont pas récoltés la première année et le rendement est généralement faible au cours des premières années. La

deuxième année, l'arbre produit environ 300 gousses et la troisième année, entre 400 et 500 kg. Un bon arbre peut produire 1000 gousses ou plus.

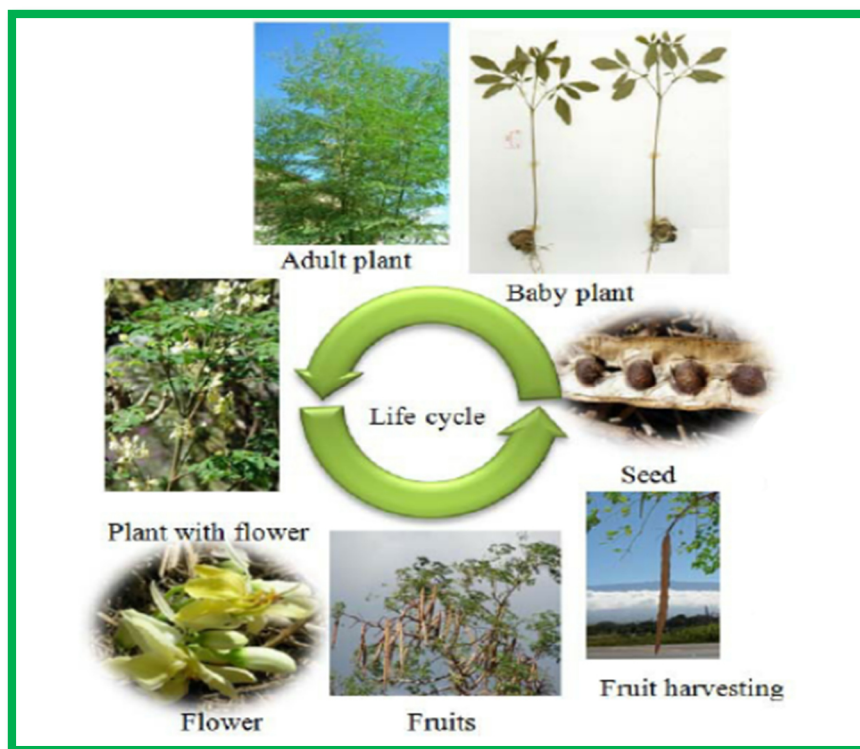


Figure 07 : le cycle de vie de *Moringa Oleifera* (GRANELLA et al., 2021)

I.6. Ecologie de *Moringa Oleifera*

Moringa Oleifera s'adapte parfaitement à différents environnements, mais certaines conditions du milieu favorisent son épanouissement (SAINT SAUVEUR ET BROIN, 2010).

Tableau 3 : les limites écologiques de *M. Oleifera* (LOUNI, 2009)

Caractéristiques	Conditions acceptables	Conditions optimales
Altitude	0 – 1500 m	100 – 700 mètres
Température moyenne annuelle	8°C – 45°C	22°C – 25 °C
Précipitations	100 – 1500 mm	700 - 900 mm
Types de sols	Tous sauf les vertisols	Les sols sablonneux ou limoneux bien drainés
PH du sol	4.5 et 8	Neutres à légèrement acide

1.7. Composition du *Moringa Oleifera*

Cette plante possède de nombreuses caractéristiques intéressantes, ce qui en fait un sujet d'étude extrêmement captivant. Son avenir est très prometteur en ce qui concerne :

- ✓ Teneur en nutriment,
- ✓ une activité antioxydante,
- ✓ des composés photochimiques,
- ✓ une facilité de culture et de formation (LALEYE ET AL., 2015).

Les spécialistes s'accordent à dire que la composition du moringa présente une richesse exceptionnelle en nutriments. Cette plante serait la plus riche en nutriments et la plus nutritive au monde. Les parties les plus intéressantes et les plus consommées sont les feuilles et les graines. Il est possible d'utiliser ces plantes fraîches, cuites ou séchées.

Le moringa contient plus de 90 nutriments:

- ✓ Vitamines : A, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12, C, D, E, K... ;
- ✓ Minéraux : calcium, magnésium, potassium, sélénium, zinc, fer, chlorure, chrome, cuivre, fluor, soufre... ;
- ✓ Oméga 3, 6, 9 ;
- ✓ Acides aminés essentiels : isoleucine leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, valine, histidine ;
- ✓ Autres acides aminés : acide aspartique, acide glutamique, alanine, arginine, asparagine, cystéine, glutamine, tyrosine, sérine, proline, glycolle ;
- ✓ Autres nutriments : caroténoïdes, chlorophylle, lutéine, flavonoïdes, polyphénols...
- ✓ (<https://www.mesbienfaits.com>)

1.8. Les constituants moléculaires de la Moringa

La valeur nutritive des feuilles de Moringa est d'une richesse rarement observée. En effet, les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines, de protéines, de certains minéraux et phénomène assez rare pour une plante, elle possède les acides aminés et les acides gras essentiels.

I.8.1. Les stérols

De nombreux stérols ont été identifiés dans l'huile de moringa. Selon les recherches, les niveaux de stérols observés varient. Les trois composés dominants sont le stigmastérol, le campestérol et le β -sitostérol (ANWAR et al., 2007).

I.8.2. Les flavonoïdes

L'huile de *Moringa Oleifera* est communément appelée «huile de Ben» à l'échelle mondiale. Le rendement en huile de graines est de 40 % (LOUNI, 2009).

C'est une très bonne huile alimentaire et appréciée comme huile d'assaisonnement dans les salades, dans de nombreux pays. En raison de sa grande résistance à l'oxydation, elle est également employée dans les fritures et dans la production de margarines, que ce soit à l'état liquide ou après durcissement par hydrogénation (CORBETTE, 2003). Elle est également utilisée en médecine.

Elle se caractérise par une composition très équilibrée :

- ✓ Acide oléique - oméga 9:70%
- ✓ Acide béhénique :8,6%
- ✓ Acide stéarique:5,7%
- ✓ Acide palmitique:5,5%
- ✓ Acide myristique - oméga 7 :0,1%
- ✓ Acide lignocérique:0,9%
- ✓ Autres acides gras:9,2% (NAMBIAR, 2006).

1.8.3. Contenu nutritionnel des feuilles de moringa fraîches

Les feuilles de *Moringa Oleifera* représentent un légume riche en nutriments. Elles contiennent une grande quantité de protéines, de vitamines et de minéraux (tab.4). Les acides aminés et les acides gras essentiels sont présents en grande quantité dans ces produits. Selon une comparaison avec d'autres légumes, les feuilles de Moringa présentent une nutrition bien supérieure à celle des légumes "fruits" tels que le concombre et les tomates..) (NAMBIAR, 2006).

Tableau 4: Composition moyenne des feuilles de *Moringa Oleifera* Données pour 100 grammes de matière sèche (**BROIN, 2005**)

Composition globale		Acides aminés (mg)	
Calories (kcal)	300	Arginine	1600
Protéines (g)	25	Histidine	530
Minéraux (g)	12	Isoleucine	1140
Glucides (g)	40	Leucine	2050
Lipides (g)	8	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionine	370
Teneur en eau 75%	75	Glycine	960
		Alanine	1260
Minéraux		Proline	1230
Calcium (mg)	2100	Tyrosine	910
Cuivre (mg)	1	Cystéine 360	360
Fer (mg)	27	Valine	1400
Potassium (mg)	130	Acide glutamique	2470
Magnésium (mg)	405		
Phosphore (mg)	310	Acide gras	
Manganèse (mg)	8	C 16 : 0	530
Soufre (mg)	74	C 18 : 0	70
		C 18 : 1	60
Vitamines		C 18 : 2	170
Vitamine A (UI)	14800	C 18 : 3	1140
Vitamine C (mg)	850		

Le contenu de protéines des feuilles matures est inférieur à celui des jeunes feuilles en raison de leur teneur élevée en fibres, en particulier en cellulose brute, qui varie de 9,13-28,2% MS (**HÊDJI et al., 2014**).

Les feuilles matures ont une teneur en nutriments supérieure à celle des jeunes feuilles, et peuvent être séchées rapidement avec un minimum de pertes en nutriments. Cependant, les jeunes feuilles ont des qualités organoleptiques plus élevées et sont donc plus adaptées au marché frais (**RAY-YU Y et al., 2006**).

Tableau 5 : comparaison des propriétés nutritionnelles des feuilles fraîches de *Moringa Oleifera* et d'autres légumes frais, Données pour 100 grammes de matière fraîche (BROIN, 2005)

Élément	Moringa oleifera	Carotte	Oignon	Tomate	Chou vert
Teneur en eau (%)	75	88	89	94	86
Protéines digestibles (g)	6.3	8	0.9	0.7	3.2
Potassium (mg)	325	324	154	252	448
Calcium (mg)	525	38	21	10	210
Phosphore (mg)	78	36	32	23	84
Magnésium (mg)	101	13	9	12	31
Fer (mg)	6.8	0.4	0.2	0.4	1.8
Vitamine A (mg)	3556	1524	1	96	840
Vitamine C (mg)	213	7	7	20	104

Tableau 6 : moyenne des niveaux de nutriments Un de 10 plants de *M. oleifera* et trois récoltes par plants (RAY-YU Y et al., 2006)

Pour 100 g de poids frais	Feuilles matures	Jeunes feuilles
Matière sèche g	22.2 ± 1.6	15.1 ± 2.7
Protéines g	6.9 ± 0.8	4.28 ± 0.91
Fibres g	1.75 ± 0.24	1.47 ± 0.17
Sucres g	2.93 ± 0.44	2.2 ± 0.41
Calcium mg	454 ± 63	82 ± 31
Fer mg	6.7 ± 2.8	2.8 ± 1.5
Bêta-carotène mg	13.9 ± 5.2	4.1 ± 2.2
Vitamine C mg	257 ± 53	244 ± 54
Vitamine E mg	16.7 ± 3.2	4.3 ± 1.9
TEAC2, µmol TE	3629 ± 1257	23.4 ± 926
Phénols totaux mg	680 ± 116	581 ± 134

I.9. Utilisations du *Moringa Oleifera*

I.9.1. Aliments

Les feuilles, les fruits, les jeunes tiges, les racines et les fleurs sont consommables partout dans le monde. Les feuilles peuvent être consommées entières ou en poudre, après séchage aussi les agriculteurs ont ajouté les feuilles de *Moringa* à leur alimentation pour maintenir la santé de leur troupeau (BROIN, 2005 ; FAHEY, 2005 ; SARWATT et al., 2002).



Figure 4 : Soupe aigre de fruits de Moringa (Birmanie)

I.9.2. Cosmétique

Le tourteau de graines de Moringa renferme des extraits. Les peptides sont deux composants actifs qui contiennent une fraction protéique qui possède des propriétés spécifiques pour la peau et les cheveux. Cette fraction protégerait la peau des agressions environnementales et agirait sur le vieillissement cutané prématuré (**ANWAR et al., 2007**).

Exemple :

La Crème de soin hydratante et nourrissante - Formule 100% naturelle à base de plantes - Extrait de Moringa riche en Potassium, Vitamine C, A, Omega-3, protéines - Antioxydant, anti-âge.



Figure 9 : Crème de soin hydratante et nourrissante

I.9.3. Traitement d'eau

Les graines de Moringa Oleifera, une fois transformées en poudre, peuvent servir de floculant naturel qui peut rendre les eaux troubles potables et utilisables. Effectivement, il a été prouvé que les graines de Moringa sont un coagulant de première qualité (**BARDI ET FANNI, 2015**) utilisés comme polypeptides naturels non toxiques qui neutralisent les

matières colloïdale et entraînent la sédimentation des particules minérales et organiques (FOIDL et al., 2001).



Figure 10 : Des graines de Moringa Oleifera pour purifier l'eau sale
(<https://www.thenewhumanitarian.org/fr>)

I.9.4. Usage médicaux-traditionnel

Les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent chacun des vertus médicinales particulières (BROIN, 2005). Ses feuilles, ses graines, ses racines et son écorce possèdent de nombreuses propriétés thérapeutiques. La plante est la plus utilisée dans le traitement de l'hypertension, et du diabète,

M. Oleifera présente des propriétés antibactériennes, anti-inflammatoires, antalgiques, anti-hypertensives, anti-hyperglycémiques et une action bénéfique sur le colon et le système immunitaire. Les propriétés des extraits de *M. oleifera* ont été signalées comme étant anti-inflammatoires, antioxydants, hépatoprotectifs, antifongiques, antibactériens, hypotensifs, antitumoraux, antipyrétiques, etc. Les composés photochimiques présents dans cette plante comprennent des caroténoïdes, des combinaisons de zéatine, de quercétine, de bêta sitostérol (WOUYO ET AL., 2001).

I.9.5. Utilisation de la poudre de feuille de Moringa

I.9.5.1. Combattre la malnutrition

Le Moringa est un candidat potentiel pour lutter contre la malnutrition en micro et macronutriments grâce à ses feuilles. Nos études antérieures ont mis en évidence l'intérêt des feuilles de Moringa comme source de vitamine A (NAMBIAR, 2006).

La teneur totale en carotène des feuilles de *Moringa Oleifera* est de 40 000 g pour 100g de poids frais et peut constituer une solution adéquate pour les stratégies d'amélioration/diversification alimentaire. Ce légume à feuilles est riche en polyphénols, calcium, fer, folate, riboflavine, vitamine C et bêta-carotène et doit être consommé en grande quantité pour protéger l'organisme des dommages oxydatifs causés par les polluants quotidiens (NAMBIAR, 2006; FAHEY, 2005).

Selon ANWAR ET AL. (2007), des recherches démontrent que la consommation de Moringa Oleifera peut améliorer la santé nutritionnelle et renforcer le système immunitaire en raison de ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

Selon les études, *M. Oleifera* est plus fréquemment utilisé dans l'alimentation humaine (89,29 %). Dans cette optique, le seul exemple mentionné est l'emploi des feuilles dans la préparation de la sauce. Les feuilles seraient d'une grande valeur nutritive pour les individus de tous âges. Les feuilles, qui sont extrêmement riches en protéines, vitamines et sels minéraux, sont de plus en plus employées pour combattre la malnutrition. Les bienfaits nutritionnels du Moringa sont concentrés dans cette forme et quelques grammes quotidiens contribuent à combattre les carences en vitamines, minéraux et protéines (NAMBIAR, 2006 ; FUGLIE, 2001). De plus, par le passé, les recherches menées par le Laboratoire de Nutrition ont démontré que la consommation de poudre de *Moringa Oleifera*, qui contient une grande quantité de fibres solubles et de protéines (NDONG ET AL., 2007 ; DOSSOU ET AL., 2011) avait un effet bénéfique sur le maintien de l'indice de masse corporelle (IMC) des femmes en âge de procréer. Leur choix a été influencé par l'intérêt économique et nutritionnel de ces cultures (BADIANE, 2019)

I.9.5.2. Le Moringa comme essence fourragère :

La production de lait des vaches laitières et le gain de poids quotidien des bovins à boucherie ont augmenté de 30 % lorsque les feuilles de moringa représentaient 40 à 50 % du fourrage. Le bétail consommait quotidiennement de 15 à 17 kg de moringa. Il est nécessaire de traire les vaches pendant au moins trois heures après leur avoir donné les feuilles afin

d'éviter que le lait ne développe le goût herbeux de la moringa. Les vaches qui consommaient du moringa produisirent 10 litres de lait par jour, contre 7 litres par jour chez celles qui n'en consommaient pas. Le poids quotidien des bovins de boucherie a augmenté de 1 200 g par jour avec le moringa, tandis que sans le moringa, il était de 900 g par jour. » (PRICE, 2007).

Les feuilles de Moringa sont utilisées comme essence fourragère pour le bétail. Elles sont principalement employées pour nourrir les petits ruminants (caprins et ovins). Elle pourrait également être utilisée dans l'alimentation animale afin d'obtenir des animaux vigoureux. La tige sèche est également employée en tant que bois de chauffage dans les foyers (WOUYO et al., 2023).

I.9.5.3. Utilisation du de la poudre des feuilles de Moringa Oleifera dans médecine traditionnelle

La poudre de feuilles de *Moringa Oleifera* pour aider les personnes atteintes du VIH à se rétablir nutritionnellement et immunologiquement (NIKIEMA, et al., 2009).

Que ce soit pour le paludisme, l'hypertension artérielle (HTA), le diabète ou encore la sinusite... etc. On compte un totale de 27 indications médicinales pour le Moringa. Les différentes indications sont regroupées en 5 catégories d'affections. Les maladies dans lesquelles *Moringa Oleifera* est le plus fréquemment utilisée sont les affections digestives (28,57 %), suivies des maladies hématologiques (23,81 %) (BOURENNANI et TEMZI 2023).

II.1. Les biostimulants

Le mot biostimulant a apparemment été inventé par des spécialistes de l'horticulture pour décrire des substances qui favorisent la croissance des plantes sans être des nutriments, des améliorateurs du sol ou des pesticides. Pour retrouver la première définition du mot biostimulants, on identifie un journal web dédié aux professionnels de l'entretien des pelouses, appelé Ground Maintenance (<http://grounds-mag.com>). Dans cette revue en ligne de 1997, Zhang et Schmidt du Département des sciences environnementales des cultures et du sol de l'Institut polytechnique de Virginie et l'Université d'État ont défini les biostimulants comme des « matériaux qui, en petites quantités, favorisent la croissance des plantes ». (DU JARDIN, 2015).

Les producteurs de cultures spécialisées ont été les premiers à s'intéresser aux biostimulants. Cette curiosité est désormais largement partagée et de nouveaux produits émergent pour toutes les cultures. Le terme "biostimulant" englobe différentes notions ou revendications telles que des fortifiants, des activateurs, des antistress ou des phytostimulants. D'après l'EBIC et l'AFAIA, deux organisations de professionnels du secteur, « les biostimulants sont des substances et/ou des micro-organismes qui, lorsqu'ils sont utilisés sur les plantes ou la rhizosphère, ont pour objectif de favoriser ou d'améliorer les processus naturels qui favorisent ou améliorent l'absorption ou l'utilisation des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques, ainsi que la qualité ou le rendement de la culture, malgré la présence de nutriments. »

Un biostimulant est caractérisé par son mécanisme d'action plutôt que par la nature de ses composants, qui peuvent être de différentes natures et utilisés individuellement ou en association (DU JARDIN, 2015).

Selon CALVO ET AL. (2014), les biostimulants ont la capacité d'améliorer l'efficacité des nutriments et d'accroître la résistance des plantes aux stress abiotiques, peu importe leur composition particulière.

II.2. Origine et Composition des biostimulants

Les sources de biostimulants peuvent être très variées (animales et végétales). Les composants des biostimulants varient considérablement en fonction des ressources naturelles utilisées (espèces, tissus, conditions de développement.... etc.) DU JARDIN et al., 2015 ; YAHKIN et al., 2018

II.3. Classification des biostimulants

1. Les extraits de végétaux.
2. Les extraits d'algues.
3. Les extraits de micro-organismes.
4. Les protéines et acides aminés hydrolysés.
5. Les substances humiques ou assimilées (comme les acides humiques, les acides fulviques).
6. Les lignosulfonates), -les minéraux non nutritifs, -les biomolécules (comme les enzymes, les vitamines, les antioxydants).

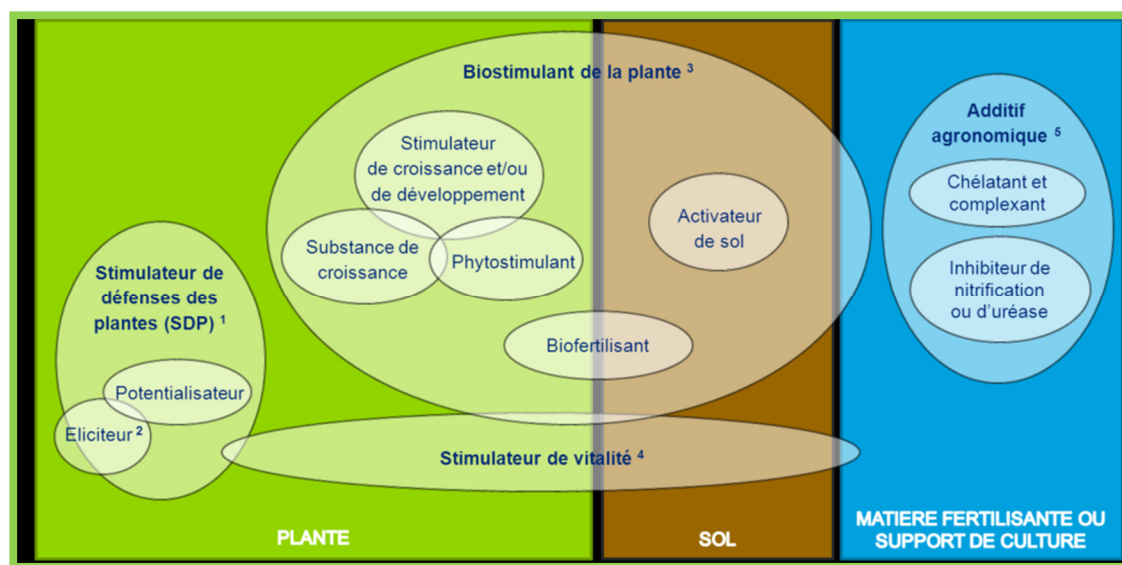


Figure 11: Cartographie des principales terminologies identifiées pour les produits de stimulation des plantes ; Cibles identifiées : plante (vert), sol (brun) et Matière Fertilisante et Support de Culture (bleu) (FASSEL et al ., 2014)

II.4. L'effet des biostimulants

Ces produits ont la capacité d'agir de diverses manières, telles que stimuler la physiologie de la plante, influencer des activités enzymatiques ou des voies hormonales, ou encore stimuler la production de métabolites. Certaines substances restreignent la transpiration des feuilles. Certains sont impliqués dans le sol, en affectant la dégradation de la matière organique, la régulation de la microflore ou la mise en forme du sol.

Selon leur composition, ces produits ont différentes revendications, allant de la stimulation de la germination des graines à l'amélioration de la qualité de la production ou à la

résistance aux stress abiotiques. Par exemple, il est possible que certains acides aminés se combinent avec des micronutriments pour créer des chélates, ce qui permet à la plante de trouver les nutriments dans des sols à pH élevé. Les acides humiques ont la capacité d'accroître l'absorption des minéraux (macro et micro-nutriments) en favorisant les échanges cationiques et en améliorant la disponibilité du phosphore en perturbant la précipitation du phosphate de calcium. Les mycorhizes, des champignons racinaires symbiotiques présents dans 90% des taxons végétaux, jouent un rôle essentiel dans la nutrition phosphatée et la résistance aux stress abiotiques (MACIAS-BENITEZ et al., 2020).

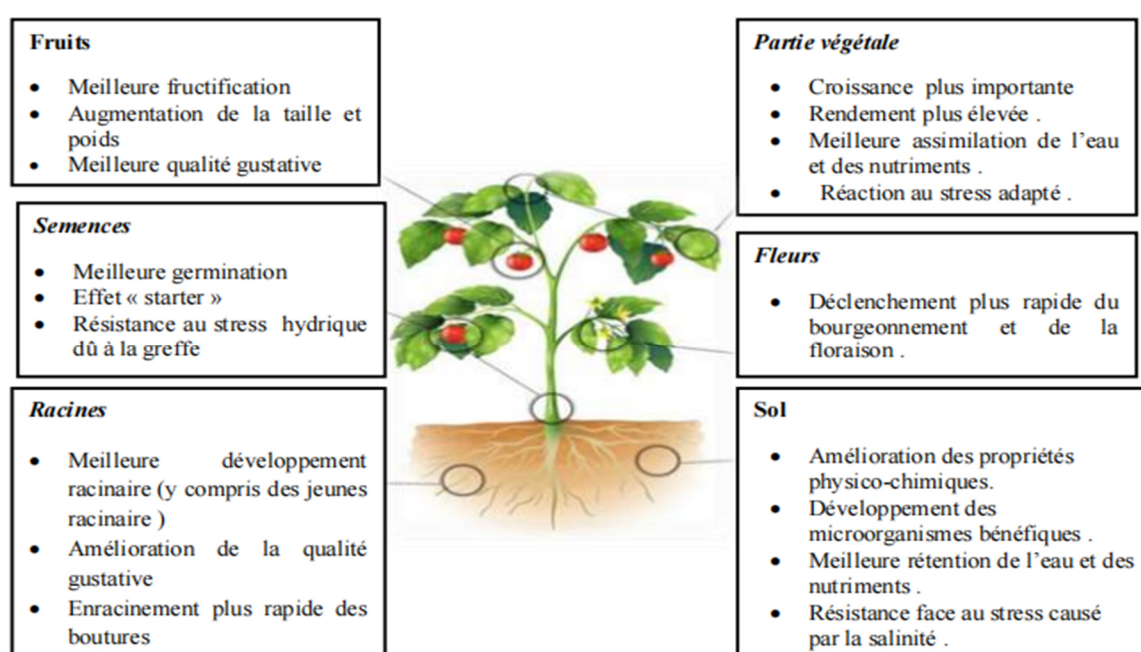


Figure 12 : Application de biostimulants aux différentes parties d'une plante (POVERO et al., 2016)

II.5. Mode d'action des biostimulants

- 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 (FAESSEL et al., 2014).

II.6. Plantes comme biostimulants

Les plantes médicinales servent de remèdes à différentes maladies, et de nombreux artisans les emploient comme stimulateurs, accélérateurs de croissance et pour renforcer la résistance aux insectes. Toutefois, les engrais de synthèse, les pesticides, les herbicides et autres substances toxiques altèrent les cycles naturels de l'environnement et engendrent un déséquilibre dans l'écosystème agricole. La famille des Lamiaceae (syn. Labiatae) est l'une des plus grandes familles de plantes médicinales et aromatiques, avec 236 genres et entre 6900 et 7200 espèces (SINGH et PANDEY, 2018 ; TZIMA et al., 2018). Il s'agit principalement des espèces de *Thymus* (thym), de *Salvia* (sauge), de *Rosmarinus* (romarin) et de *Mentha* (menthe) (KENNEDY et al., 2018).

II.7. La consommation de biostimulants en Algérie

L'Algérie n'a pas échappé à l'utilisation des produits de dernière génération. L'Algérie adopte une stratégie globale axée sur la double performance de productivité et de qualité des cultures dans le cadre d'une agriculture performante.

TIMAC AGRO (société industrielle spécialisée dans la fabrication d'amendements, de nutrition des végétaux et de nutrition animale) Algérie offre des biostimulants liquides, racinaires et foliaires qui conviennent aux cultures grandes et spécialisées. Cette gamme de biostimulants est conçue pour répondre aux besoins et aux particularités de tous les territoires (LAKHDARI et al., 2020).

Par ailleurs, des recherches ont été réalisées dans le sud-est de l'Algérie afin d'évaluer l'impact d'un biostimulant que certaines souches de champignons indigènes du genre *Trichoderma* ont sur les performances d'une variété locale de maïs (LAKHDARI et al., 2020).

2. Matériel et méthodes

I. Matériel et méthodes

I.1. L'objectif de l'étude

L'objectif de ce travail est de fabriquer un activateur de croissance, qui est connue pour augmenter la croissance, et améliorer la qualité et le rendement des cultures. Cet activateur de croissance est à base de feuilles de *Moringa Oleifera* utilisée sous forme des extraits comme pulvérisation foliaires et sous forme de poudre appliquée avec un terreau commercial.

I.2. Lieux de réalisation des essais

Les différents essais et expérimentations ont été réalisés au niveau des laboratoires de « biotechnologies végétales » et « physiologie végétale » de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

La conduite des cultures de blé et de luzerne a été effectuée au niveau d'une serre en verre sous des conditions contrôlée à la faculté des sciences de la nature et de la vie, université Ibn Khaldoun Tiaret.

I.3. Matériels de laboratoire

L'appareillage, matériel, produits et réactifs, nécessaires à la réalisation des différentes expérimentations, sont résumés dans le tableau

Tableau 7: Appareillages, matériel, produits et réactifs utilisés aux laboratoires

Appareils et outils	Agitateur magnétique, Balances, Barreau magnétique, Béchers, Boîtes Pétri, Bucher, Étuve, Papiers filtre, Pincés, Tamis, plateau de semis, bol en verre transparent, les bouteilles en plastique, broyeur électrique, spectrophotomètre.
Produits et réactifs	Sables, terreau, feuilles de <i>moringa oliefera</i> , eau distillée, eau de javel, éthanol, acide sulfurique, anthrone.

I.4. Matériel biologique

Pendant nos expérimentations, nous avons utilisé la luzerne et blé dur *Triticum durum* Desf (variété siméto).

Le blé dur n'est destiné qu'à la consommation humaine. C'est la base de l'alimentation en Afrique du Nord ainsi que dans le proche et le moyen Orient. Les céréales ont l'avantage de constituer des provisions pouvant se conserver sous forme de grains de grande valeur nutritionnelle et composés de substances amylacées d'environ 10% de protéines. Elles sont faciles à transformer et variées en cuisine.

Le blé dur, aussi appelé *Triticum durum desf*, est une plante annuelle appartenant à la famille des Monocotylédones, genre *Triticum*, famille des graminées, tribu des *triticeés* (FEILLET., 2000).

SIMETO, une marque italienne, se distingue par son rendement élevé, son PMG (Poids de Mille Graines) élevé, sa qualité semoulière exceptionnelle et sa teneur en protéines de 15,80 % (LADJAL I., 2000). La variété SIMETO. Il est nommé localement Sersou. Cette espèce est originaire d'Italie et se distingue par une taille moyenne de 80 cm et une forte luminosité, avec une faible pigmentation anthocyannique et des barbes noires. Cette variété est semée entre mi-novembre et mi-décembre. Elle se caractérise par une compacité d'épi moyenne, une couleur d'épi blanche et. Son cycle végétatif est semi-précoce, avec un fort tallage. D'un point de vue agronomique, elle offre une bonne productivité. En ce qui concerne sa valeur technologique, elle présente une excellente qualité semoulière. Sa teneur en protéines est élevée, avec un PMG (Poids de Mille Graines) d'environ 15,80%. Elle ne subit pas de mitadinage. Elle est sensible à la sécheresse mais tolérante au froid. En ce qui concerne la phytosanité, elle présente une sensibilité moyenne à l'oïdium sur les feuilles, à la rouille brune et à la septoriose, mais elle est résistante à l'oïdium sur les épis (ZOULIM., 2017).



Figure 13 : les graines de blé dur variété SIMETO

La luzerne (*Medicago sativa* L.) est un genre de plantes dicotylédones de la famille des Fabacées (Légumineuses), sous-famille des Faboideae, originaire de l'Ancien Monde, dont une centaine d'espèces sont reconnues. (Eddin ., 2022). L'utilisation de la luzerne pour

l'alimentation animale est largement étudiée, notamment en ce qui concerne sa valeur nutritionnelle et sa digestibilité par les animaux (**Wattiaux et Karg, 2004, Gonzalez et al., 2001**). D'autres recherches se concentrent sur les protéines des feuilles de luzerne, afin d'améliorer la méthode d'extraction ou d'évaluer la concentration en acides aminés. Cependant, ces recherches peuvent également porter sur l'identification des caractéristiques fonctionnelles de ces protéines, dans le but d'en tirer des applications dans le domaine de l'alimentation. De plus, d'autres parties de la luzerne sont intéressantes. Par exemple, des études sont menées sur le pied de la plante pour la production de biocarburant (**Colas., 2012**).

La luzerne est cultivée dans tous les climats du monde, à l'exception des climats tropicaux. Les zones de production les plus importantes sont l'Amérique du Nord et du Sud et l'Europe. La superficie cultivée en Afrique ne représente que 3% de la surface mondiale, mais la production est significative dans les pays d'Afrique du Nord où elle est cultivée par irrigation. La luzerne s'étend sur environ 10 000 hectares en Algérie (**Melis et al., 2017**).



Figure 14 : les graines de la luzerne

I.5. Installation de l'essai

I.5.1. Préparation des graines

Les graines de blé dur ont été désinfectées dans l'eau de javel puis rincées avec l'eau distillée. Les graines ont été par la suite placées dans des boîtes de pétri tapissées par 2 couches de papier filtre, où nous mettons 20 Grains dans chaque boîte pétri.



Figure 15: les grains de blé dur avant la germination (Photo original prise en 01/02/2024)

Les graines de la luzerne ont été placés dans les boîtes pétri tapissées par 2 couches de papier filtre où nous mettons 100 Grain dans chaque boîte avec des répétitions puis ajouter l'eau distillée. Les graines ont été en germination dans l'étuve à 25°C jusqu'à leur germination.

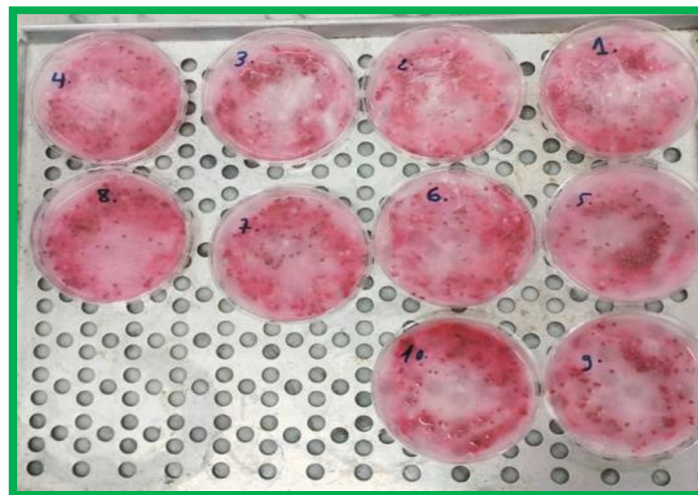


Figure 16 : les grains de la luzerne avant germination (Photo original prise en 1/02/2024)

I.5.2. Transplantation dans des alvéoles

Après la germination des grains de blé et les graines de luzerne ont été transplantées dans des alvéoles remplies d'un substrat homogène de sable et de terreau (3 volumes/1 volume).



Figure 17: transplantation de graines germées

I.5.3. Transplantation dans des pots

Les graines ayant montré un bon développement pendant 15 jours ont été repiquées à une profondeur de 3 à 4 cm dans des pots de 9 cm de diamètre et 20 cm de hauteur contenant le substrat préalablement préparé à raison d'une plante par pot.

Le dispositif expérimental adopté est un BAC (bloc aléatoire complet) avec trois traitements ou chaque traitement est appliqué sur 15 répétitions de chaque plante (blé et luzerne) :

1. Traitement témoin,
2. Traitement par pulvérisation : le groupe est pulvérisé avec extraits de *Moringa Oleifera*.
3. Traitement par irrigation : le groupe irrigué avec extraits des feuilles de *Moringa Oleifera*.



Figure 18: dispositif expérimental adopté des plantes de blé et luzerne

I.5.4. Formulation de l'activateur de croissance

Notre thème étant répertorié comme un projet innovant (Startup) selon le décret 1275, nous avons nommé notre entreprise «MORIN-UP».

Un activateur de croissance 100% naturel qui améliore la santé et le rendement des plantes sans les inconvénients des produits chimiques, tout en contribuant à la durabilité environnementale.

Nous fabriquons un produit principal : un activateur de croissance un activateur de croissance liquide appelé «MORIN-UP liquid growth activator» utilisé par pulvérisation ou irrigation direct.

I.5.4.1. Preparation de MORIN-UP liquid growth activator

Pour préparer un activateur de croissance à base des feuilles de moringa oleifera, tout d'abord, les feuilles de *moringa oleifera* sont filtrées, puis broyées à l'aide d'un broyeur électrique. Après une étude approfondie des composants de ces feuilles, nous avons adopté une concentration moyenne afin de tester l'efficacité de notre produit.

Pour la formulation de notre produit nous avons utilisé une quantité de **250 grammes** par **5 litres** couvrir une surface d'environ **333,3 m²** soit **47ml** par pot par irrigation ou application par pulvérisation foliaire (voir annexe 1).



Figure 19: Préparation de MORIN-UP liquid growth activator à base des feuilles de *Moringa oliefera*

I.5.4.2. Évaluation des biofertilisants produits

Pour évaluer l'efficacité de notre produit, deux cultures de blé et luzerne ont été plantées leurs paramètres de croissance ont été contrôlés pendant trois mois.

La capacité au champ a été calculée selon le rapport suivant :

$$\text{Capacité au champ (CC)} = (P_2 - P_1) / P_1 \cdot 100$$

Où : P_1 = poids sec de sol (obtenu par étuvage pendant 24h à 105°C)

P_2 = poids à saturation en eau après 24h

Pour les plantes de blé dur, l'application de l'activateur de croissance été réalisée irrigation une seul fois et par pulvérisation deux fois au début de stade tallage.

Pour la luzerne, l'application de l'activateur de croissance été réalisée irrigation une seul fois et par pulvérisation deux fois au stade 3 feuilles.

II. Les mesures effectuées

II.1. Surface foliaire

La surface du limbe, été obtenue par l'utilisation d'un logiciel MESERUM Pro. version 3.4.

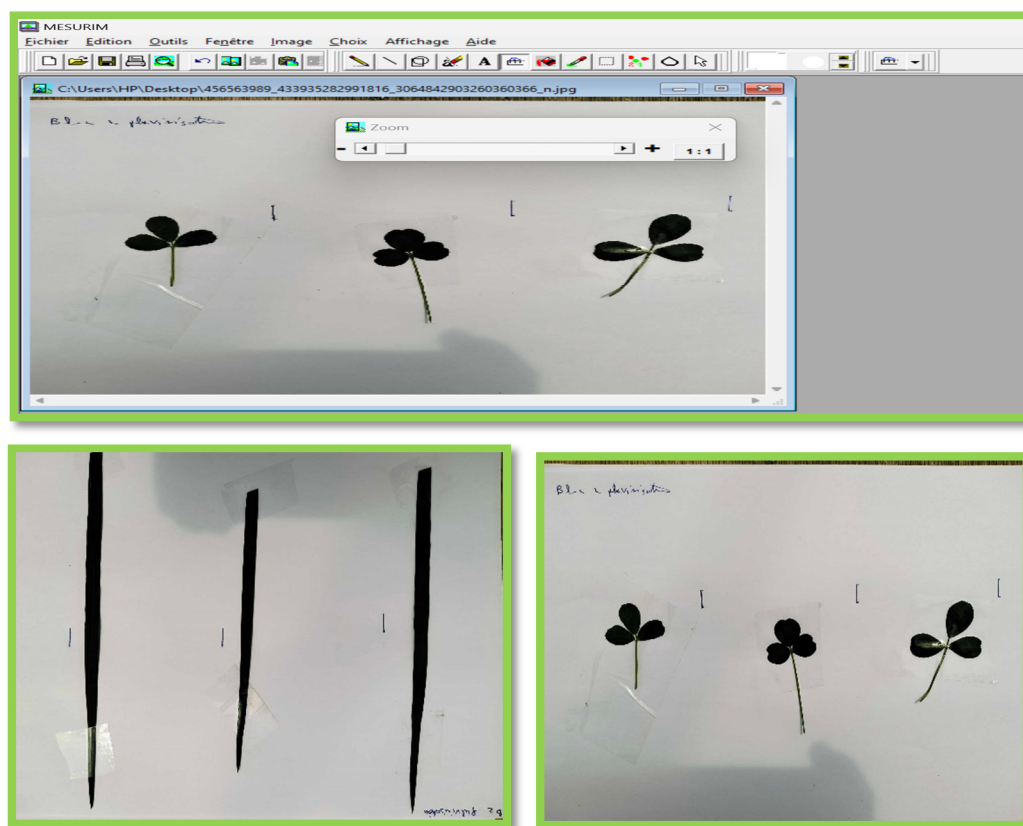


Figure 20: mesure de la surface foliaire par logiciel MESERUM Pro version 3.4.

II.2. Volume racinaire

Il est déterminé selon la méthode Musirk et al, 1965 selon le principe de la poussée d'archimède, par immersion dans une éprouvette graduée remplie d'eau où le volume d'eau déplacé correspond à celui des racines.

II.3. Taux de chlorophylle totale (unité SPAD)

Le taux de chlorophylle au niveau des feuilles a été mesuré à l'aide d'un chlorophyllomètre SPAD 502 de marque Minolta. Trois prises de mesure ont été effectuées au niveau de la feuille des plants conduits sous les trois traitements appliqués.

II.4. Matière fraîche aérienne et racinaire

La matière fraîche aérienne et racinaire, après sectionnement des plantes au niveau du collet, les deux parties aériennes et souterraines sont récupérées distinctement pour la détermination de la matière fraîche des parties aérienne et racinaire à l'aide d'une balance de précision exprimée en grammes.

Le rapport, matière fraîche racinaire/matière fraîche aérienne est calculé.

II.5. Teneur en sucre soluble (g/100gMF)

Les sucres simples (glucose, fructose et saccharose) sont extraits par un solvant capable de les solubiliser et de bloquer les activités enzymatiques susceptibles de les dégrader, ils sont dosés par la méthode de Schields et Burnett (1960) in Labdelli, (2011).

Le principe de la réaction est basé sur la condensation des produits de dégradation des oses neutres par l'acide sulfurique, ce dernier très concentré, transforme à chaud les oses en dérivés du furfural qui donnent une corrélation bleu vert avec l'anthrone.

Le matériel végétal prélevé des feuilles est laissé 24h dans 2ml d'éthanol à 80%. L'extrait obtenu est dilué 10 fois avec l'éthanol à 80%. De la solution obtenue, 1ml sont prélevés auxquels on ajoute 2 ml de réactif composé de 0.2 mg d'anthrone pur additionnée à 100ml d'acide sulfurique H_2SO_4 . Le réactif est préparé 4 heures à l'avance. Le mélange extrait réactif doit être maintenu dans la glace fondante.

Après agitation, les tubes sont placés au bain marie à 92°C pendant 8 min. puis refroidis pendant 30min à l'obscurité. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 585nm. La concentration des sucres est exprimée en mg/100mg de matière fraîche.

III. Analyse statistique

Les données des différents essais que comporte cette étude ont fait l'objet d'une analyse statistique (ANOVA et Corrélation) par STATISTICA Version 8.0.

3. Résultats

I. La Surface foliaire

D'après le tableau des analyses des variances de la surface foliaire (tableau 8), il existe des différences significatives ($P \leq 0,05$) entre les traitements appliqués. Cela signifie que la surface foliaire était significativement affectée chez les plants traités en comparaison avec les plantes témoins.

Tableau 8 : Analyse de la variance de la surface foliaire

	Test F	Probabilité
Traitement	19,1496***	0,0002
plante	54,9350***	0,0000
Traitement*plante	0,9992*	0,3968

Les variations de la surface foliaire des plantes de blé et de luzerne en fonction du type de traitement sont illustrées dans la figure 21. Les valeurs les plus élevées de la surface foliaire sont enregistrées chez les plantes traitées par pulvérisation.

Les résultats de l'analyse de variance montrent que le traitement et le type de plante ont un impact significatif sur la surface foliaire. Le traitement (pulvérisation, irrigation, ou témoin) a un effet important, avec une P-valeur de 0,0002, indiquant que les traitements influencent de manière significative la surface foliaire des plantes. De plus, le type de plante, blé ou luzerne, présente une différence hautement significative avec une P-valeur de 0,0000, soulignant que le blé et la luzerne diffèrent considérablement en termes de surface foliaire, indépendamment du traitement reçu. En revanche, l'interaction entre le traitement et le type de plante n'est pas significative ($P = 0,3968$), ce qui signifie que l'effet des traitements sur la surface foliaire est similaire pour les deux types de plantes.

La comparaison des moyennes montre que les plantes traitées par pulvérisation, tant pour le blé que pour la luzerne, ont les plus grandes surfaces foliaires, suggérant que les traitements appliqués pourraient avoir un effet positif sur la croissance foliaire, ou que les conditions avec traitement étaient plus favorables. Le blé semble mieux répondre à tous les traitements, y compris la pulvérisation et l'irrigation par l'extrait de moringa, en comparaison avec la luzerne, qui affiche des surfaces foliaires plus faibles sous les mêmes conditions. Ces observations suggèrent que le blé est plus résilient ou plus réactif aux traitements appliqués, tandis que la luzerne pourrait être plus sensible aux conditions de culture ou aux traitements spécifiques utilisés.

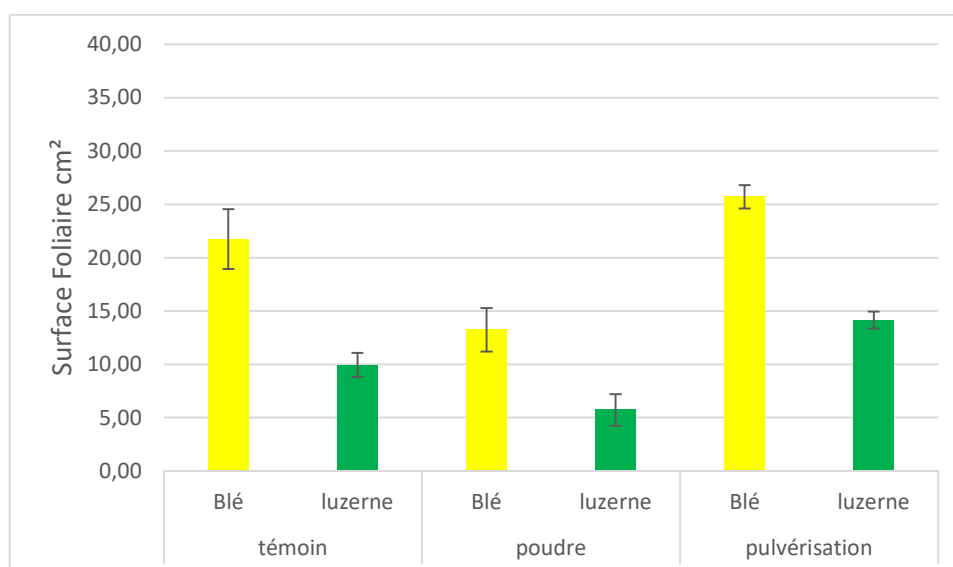


Figure 21 : Variation de la surface foliaire des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement

II. Le volume racinaire

Les analyses montrent que, globalement, les traitements (irrigation, pulvérisation) n'ont pas d'effet statistiquement significatif sur le volume racinaire, ni de différence notable entre le blé et la luzerne. Cependant, l'interaction entre le type de traitement et le type de plante est hautement significative, indiquant que l'efficacité des traitements varie en fonction de la plante, avec des résultats différents pour le blé et la luzerne.

Tableau 9 : Analyse de la variance de volume racinaire

	F	P
Traitement	2,241ns	0,124
Plante	1,552ns	0,223
Traitement*Plante	13,966***	0,000

Le traitement par irrigation montre un volume racinaire moyen de 9,17 mL pour le blé et de 12,5 mL pour la luzerne, suggérant une légère efficacité supérieure pour la luzerne, bien que cette différence ne soit pas significative. En revanche, la pulvérisation a un effet nettement plus bénéfique pour le blé, avec un volume racinaire moyen de 19,17 mL, contre 7,5 mL pour la luzerne, ce qui contribue à l'interaction significative observée entre le traitement et le type de plante. Les plantes témoins révèlent que la luzerne a tendance à développer un volume racinaire supérieur à celui du blé sans traitement, avec des moyennes de 11,67 mL et 8,33 mL respectivement, bien que ces différences ne soient pas statistiquement significatives.

L'interaction significative entre le traitement et le type de plante indique que la réponse des plantes aux traitements dépend fortement de l'espèce végétale. L'irrigation n'a pas montré d'effet significatif en tant qu'activateur de croissance des racines pour le blé ou la luzerne, bien que la luzerne semble mieux répondre à ce traitement que le blé. La pulvérisation, en revanche, a un effet bénéfique marqué sur le blé, mais pas sur la luzerne.

Ces résultats suggèrent que le choix du traitement pour stimuler la croissance des racines devrait prendre en compte le type de plante cultivée.

Tableau 10 : Variation de volume racinaire des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement

traitement	plante	volume racinaire ml	
		Mean	Std.Err.
Irrigation	Blé	9,17	2,01
Irrigation	luzerne	12,50	1,71
Pulvérisation	Blé	19,17	2,39
Pulvérisation	luzerne	7,50	1,12
Témoin	Blé	8,33	1,05
Témoin	luzerne	11,67	1,05

III. Matière sèche racinaire/ Matière sèche aérienne

L'analyse de la variance montre que l'effet du traitement sur le rapport matière sèche racinaire/matière sèche aérienne est statistiquement significatif ($P \leq 0,01$), ce qui indique que les différents traitements appliqués ont une influence notable sur la répartition de la biomasse entre les racines et les parties aériennes des plantes. En revanche, l'effet du type de plante seul n'est pas significatif, suggérant que le rapport matière sèche racinaire/aérienne ne varie pas de manière significative entre le blé et la luzerne indépendamment du traitement. Cependant, l'interaction entre le traitement et le type de plante est significative ($P \leq 0,05$), indiquant que l'effet des traitements diffère entre le blé et la luzerne.

Les résultats obtenus montrent des différences notables dans la réponse des plantes de blé et de luzerne aux traitements par pulvérisation et par irrigation, notamment en ce qui concerne le rapport matière sèche racinaire/matière sèche aérienne.

Pour le blé, le traitement par Pulvérisation affiche le rapport matière sèche racinaire/aérienne le plus faible (0,91). Cela suggère que ce traitement favorise une plus grande allocation de ressources vers la croissance aérienne au détriment du développement racinaire. La pulvérisation, en fournissant directement des nutriments ou des stimulateurs de

croissance aux feuilles, pourrait encourager une croissance rapide de la biomasse aérienne, diminuant ainsi la proportion de biomasse investie dans les racines.

En revanche, le traitement par irrigation présente un rapport légèrement supérieur (1,13), proche de celui du témoin. Cela indique que l'application de poudre, qui diffuse progressivement les nutriments vers les racines, maintient un certain équilibre entre la croissance racinaire et aérienne. Toutefois, l'effet est moins marqué que celui observé pour le traitement témoin.

Le traitement témoin, avec un rapport de 1,21, montre que l'absence de traitement favorise une proportion plus élevée de biomasse racinaire par rapport à la biomasse aérienne. Cela pourrait s'expliquer par le fait que, sans intervention externe, le blé alloue naturellement plus de ressources à la croissance des racines pour maximiser l'absorption de nutriments et d'eau du sol.

Pour la luzerne, les résultats révèlent une tendance inverse par rapport au blé. Le traitement par Pulvérisation aboutit également au rapport matière sèche racinaire/aérienne le plus faible (0,85), similaire au blé, ce qui indique que la pulvérisation favorise davantage la croissance aérienne au détriment des racines.

Cependant, le traitement par irrigation pour la luzerne montre un rapport de 0,92, ce qui est supérieur à celui de la pulvérisation mais inférieur au témoin. Ce résultat suggère que, bien que l'irrigation favorise une certaine croissance racinaire, elle reste moins efficace que l'absence de traitement pour stimuler la biomasse racinaire.

Le traitement témoin pour la luzerne présente un rapport particulièrement élevé (1,67), ce qui indique que, comme pour le blé, l'absence de traitement favorise une croissance racinaire beaucoup plus importante par rapport aux parties aériennes. La luzerne, en tant que légumineuse capable de fixer l'azote, pourrait allouer naturellement plus de ressources à la croissance racinaire en l'absence de traitement, optimisant ainsi sa capacité de fixation d'azote.

En conclusion, les traitements par pulvérisation tendent à favoriser la croissance aérienne au détriment du développement racinaire, tant pour le blé que pour la luzerne, ce qui se traduit par des rapports matière sèche racinaire/aérienne plus faibles. Les traitements en irrigation, en revanche, semblent maintenir un équilibre plus proche de celui observé en l'absence de traitement, bien que leurs effets varient entre les deux plantes. L'absence de traitement favorise un développement racinaire plus important, en particulier pour la luzerne, suggérant que cette plante pourrait bénéficier de stratégies d'intervention minimales pour

maximiser la croissance racinaire. Ces observations soulignent l'importance de choisir des traitements adaptés à chaque espèce végétale en fonction des objectifs de production, qu'il s'agisse de favoriser la biomasse racinaire ou aérienne.

Tableau 11 : Analyse de la variance de la Matière sèche racinaire/ Matière sèche aérienne

	F	p
Traitement	9,19	0,0008
Plante	0,32	0,5732
Traitement*Plante	3,44	0,0453

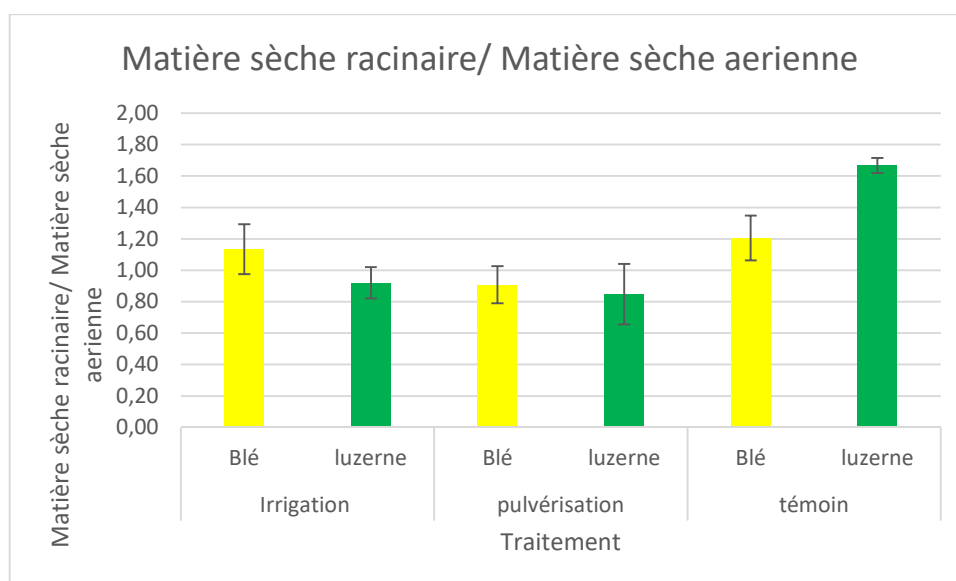


Figure 22 : Variation de Matière sèche racinaire/ Matière sèche aérienne des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement

IV. Matière fraîche racinaire/ Matière fraîche aeriene

Le premier tableau présente les résultats d'une analyse de variance (ANOVA) qui évalue les effets des différents traitements, des types de plantes, ainsi que l'interaction entre ces deux facteurs. Les résultats montrent que les effets du traitement, du type de plante, et de leur interaction sont tous statistiquement significatifs, avec des valeurs F respectives de 13,42, 53,19, et 30,24, et des p-values inférieures à 0,001. Cela indique que non seulement les traitements et les types de plantes ont des effets significatifs sur la variable mesurée, mais que l'effet des traitements varie également en fonction du type de plante.

Le second tableau montre la moyenne et l'erreur standard du rapport entre la matière fraîche racinaire et la matière fraîche aérienne pour le blé et la luzerne sous trois traitements différents : irrigation, Pulvérisation, et Témoin (contrôle). Pour le blé, le traitement par

irrigation montre le rapport le plus élevé (3,58), suggérant que ce traitement favorise davantage le développement des racines par rapport à la partie aérienne de la plante. En revanche, le traitement par Pulvérisation présente le rapport le plus faible (2,99), ce qui pourrait indiquer une croissance plus équilibrée entre les racines et la partie aérienne, ou une légère suppression du développement racinaire.

Pour la luzerne, le traitement par Pulvérisation se distingue par un rapport très élevé (6,11), ce qui suggère une stimulation significative du développement racinaire par rapport à la partie aérienne. Cela pourrait être lié aux capacités de fixation d'azote de la luzerne, où un système racinaire plus développé peut favoriser une meilleure fixation de l'azote et une croissance accrue. Le traitement par irrigation, en revanche, montre le rapport le plus faible (2,89), ce qui pourrait indiquer que ce traitement n'est pas aussi efficace pour stimuler le développement racinaire chez la luzerne, ou qu'il favorise davantage la croissance de la partie aérienne.

En conclusion, les résultats expérimentaux montrent que le blé et la luzerne répondent différemment aux traitements appliqués. Alors que les traitements en irrigation semblent plus bénéfiques pour le développement des racines du blé, les applications par pulvérisation favorisent nettement la croissance racinaire chez la luzerne. Ces résultats, en accord avec la littérature existante, soulignent l'importance d'adapter les stratégies de traitement en fonction des espèces végétales pour optimiser la croissance et le rendement.

Tableau 12 : Analyse de la variance de la Matière fraîche racinaire/ Matière fraîche aérienne

	F	P
Traitement	13,42***	0,000
Plante	53,19***	0,000
Traitement*Plante	30,24***	0,000

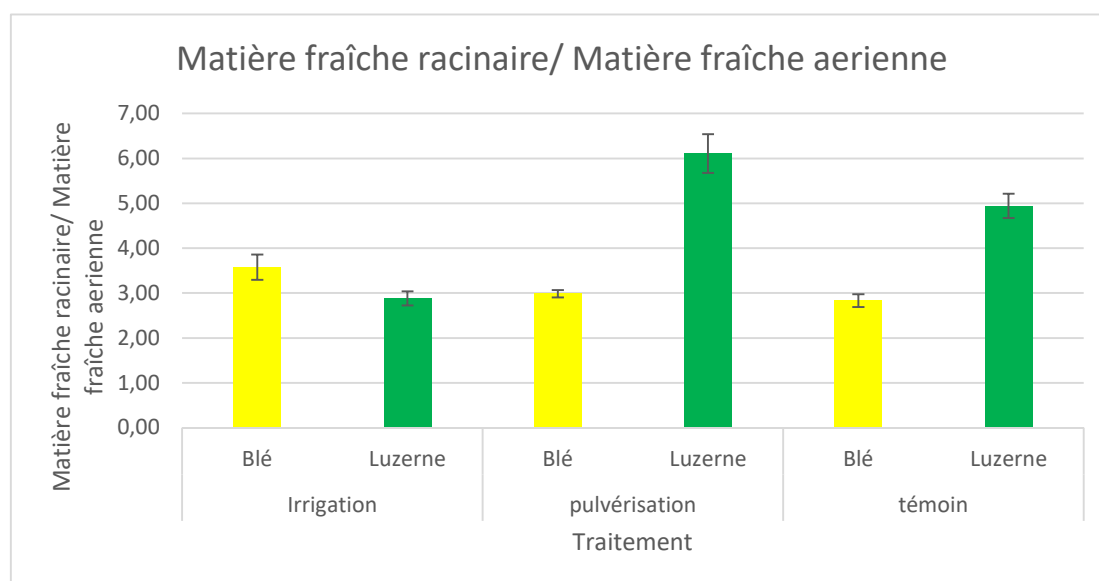


Figure 23 : Variation de la Matière fraîche racinaire/ Matière fraîche aeriennne des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement

V. Teneur en sucre soluble (g/100gMS)

Les résultats du tableau 12 montrent une analyse de la teneur en sucre soluble dans le blé et la luzerne sous différents traitements : poudre, pulvérisation, et témoin. L'analyse de la variance (ANOVA) révèle que le traitement a un effet hautement significatif sur la teneur en sucre soluble ($p < 0,001$). Cela indique que les traitements appliqués influencent de manière notable l'accumulation de sucres solubles dans les deux plantes. De plus, l'effet de l'espèce végétale est extrêmement significatif ($p < 0,001$), ce qui montre que le blé et la luzerne présentent des différences marquées dans leur capacité à accumuler des sucres. L'interaction entre le traitement et l'espèce est proche du seuil de signification ($F = 3,264$, $p = 0,056$), suggérant que les effets des traitements diffèrent légèrement selon la plante.

Les résultats moyens de la teneur en sucre soluble montrent que le blé accumule plus de sucres solubles que la luzerne dans tous les types de traitement. Pour le blé, la pulvérisation est le traitement le plus efficace, avec une teneur en sucre de 70,47 g/100gMS, suivie de près par le traitement par irrigation (67,29 g/100gMS). Le traitement témoin présente la plus faible teneur en sucre (53,42 g/100gMS), ce qui suggère que les interventions par pulvérisation et par irrigation augmentent significativement la teneur en sucre par rapport à l'absence de traitement.

Pour la luzerne, la tendance est similaire, bien que les valeurs de sucre soluble soient globalement plus faibles. Le traitement par pulvérisation donne également les meilleurs résultats (33,54 g/100gMS), suivi du traitement par irrigation (23,68 g/100gMS), tandis que le témoin montre la teneur en sucre la plus faible (23,44 g/100gMS). Cette différence moins marquée entre les traitements pour la luzerne par rapport au blé pourrait s'expliquer par une capacité intrinsèque plus faible de la luzerne à accumuler des sucres solubles, ou une réponse plus limitée aux traitements appliqués.

En comparant l'efficacité des traitements, il est clair que la pulvérisation est globalement le traitement le plus efficace pour améliorer la teneur en sucre soluble, tant pour le blé que pour la luzerne. Le traitement par irrigation suit de près pour le blé, tandis que la différence entre les deux traitements est plus prononcée pour la luzerne. Le traitement témoin, dans les deux plantes, est toujours associé à la plus faible accumulation de sucres, confirmant l'importance des interventions dans l'optimisation des métabolites secondaires comme les sucres solubles. Ces résultats soulignent que, bien que le blé réponde plus favorablement aux traitements en termes d'accumulation de sucres, la luzerne montre également une amélioration notable, surtout sous pulvérisation.

Tableau 13 : Analyse de la variance de la teneur en sucre soluble (g/100gMS)

	F	P
Traitement	12,961***	0,000
Plante	286,381***	0,000
Traitement*Plante	3,264**	0,056

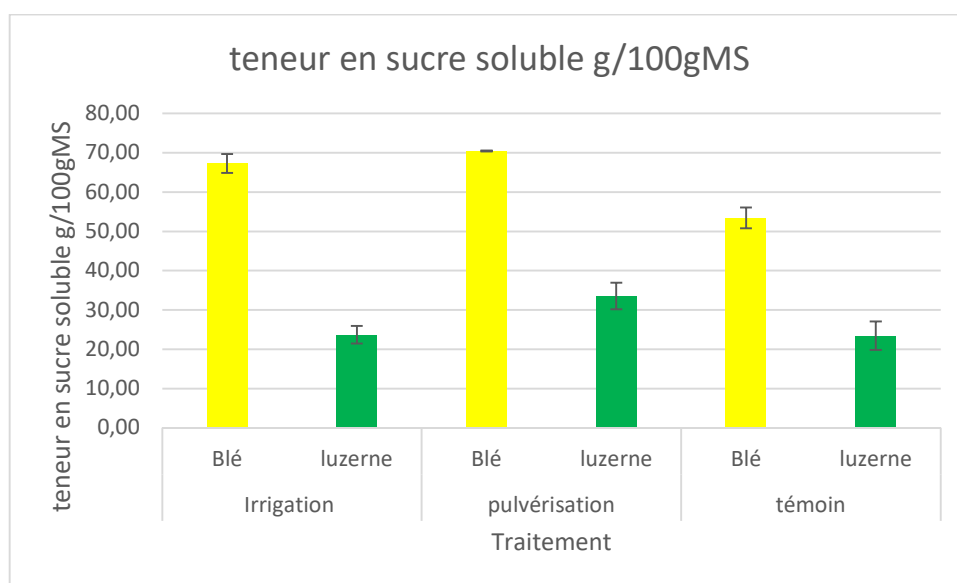


Figure 24 : Variation de la teneur en sucre soluble en g/100gMS des plantes de blé et luzerne en fonction du type de traitement

4. Discussion

Discussion

Les résultats obtenus sur la surface foliaire montrent des différences significatives entre les traitements appliqués, ce qui indique que les interventions comme la pulvérisation et l'irrigation affectent directement la taille des feuilles, et donc la capacité de la plante à capter la lumière pour la photosynthèse. L'analyse de variance (ANOVA) révèle que les différences sont hautement significatives ($P \leq 0,05$) entre les traitements et les plantes étudiées. Ce résultat est important car il met en lumière l'impact du type de traitement sur la croissance foliaire, qui est souvent un indicateur clé de la vigueur des plantes.

Les données montrent que les plantes ayant reçu des traitements par pulvérisation, tant le blé que la luzerne, présentaient les plus grandes surfaces foliaires, dépassant largement celles des plantes témoins non traitées. Cela peut s'expliquer par l'absorption directe des nutriments ou des stimulateurs de croissance appliqués par voie foliaire, ce qui accélère la production de biomasse. La pulvérisation, en apportant directement des nutriments aux feuilles, permet une absorption rapide et une augmentation de l'efficacité photosynthétique. Cela peut aussi indiquer que les conditions environnementales durant les essais ont favorisé l'efficacité des traitements, en particulier pour le blé, qui a montré une meilleure réponse que la luzerne.

Il est intéressant de noter que l'interaction entre le traitement et le type de plante n'est pas significative ($P = 0,3968$), ce qui signifie que, bien que les deux espèces réagissent différemment aux traitements, l'effet des traitements reste similaire pour le blé et la luzerne. Cela suggère que la pulvérisation ou l'irrigation a un effet global favorable sur la croissance foliaire, indépendamment de l'espèce végétale. Cependant, la comparaison des moyennes montre que le blé semble mieux répondre aux traitements que la luzerne, ce qui pourrait être lié à des différences physiologiques entre les deux plantes, comme la tolérance aux conditions de culture ou la capacité d'absorption des nutriments.

Ces résultats montrent que l'application de traitements spécifiques peut être une stratégie efficace pour augmenter la surface foliaire des plantes, en particulier pour des espèces comme le blé. Cette augmentation de la surface foliaire pourrait se traduire par une amélioration de la photosynthèse, et donc par une production accrue de biomasse. Il est donc crucial, dans des conditions de culture intensive, d'optimiser les traitements pour maximiser la surface foliaire et, par conséquent, le rendement des cultures.

Contrairement à la surface foliaire, le volume racinaire des plantes de blé et de luzerne n'est pas affecté de manière significative par les traitements d'irrigation ou de pulvérisation, bien que des variations notables aient été observées entre les espèces. L'analyse de variance montre que ni le type de traitement ($P = 0,124$) ni le type de plante ($P = 0,223$) n'ont un effet significatif sur le volume racinaire pris isolément. Cependant, l'interaction entre le traitement et l'espèce végétale est hautement significative ($P = 0,000$), ce qui suggère que les plantes réagissent différemment en fonction du traitement reçu.

Le blé semble mieux répondre à la pulvérisation, avec un volume racinaire moyen de 19,17 mL, tandis que la luzerne affiche un volume racinaire inférieur de 7,50 mL sous le même traitement. En revanche, l'irrigation semble légèrement plus bénéfique pour la luzerne (12,50 mL) que pour le blé (9,17 mL). Cette différence entre les espèces peut s'expliquer par leurs besoins spécifiques en eau et nutriments. La luzerne, étant une légumineuse, a une capacité intrinsèque à fixer l'azote, ce qui pourrait lui permettre de mieux répondre à l'irrigation. En revanche, le blé semble bénéficier davantage d'une alimentation directe via les feuilles, comme le montre son volume racinaire supérieur sous pulvérisation.

Ces résultats sont particulièrement intéressants car ils mettent en évidence l'importance d'adapter les interventions aux besoins spécifiques des cultures. Le fait que la luzerne développe un système racinaire plus important en absence de traitement suggère que cette plante est plus autosuffisante dans l'extraction des nutriments du sol. Le blé, en revanche, semble plus dépendant des interventions externes pour maximiser sa croissance racinaire. Cela suggère que, dans des systèmes de culture où l'objectif est d'encourager une croissance racinaire accrue, les stratégies d'intervention devraient être adaptées en fonction de l'espèce végétale.

L'analyse du rapport entre la matière sèche racinaire et la matière sèche aérienne est également révélatrice des différences dans la répartition de la biomasse entre les parties souterraines et aériennes des plantes en fonction des traitements. Le traitement a un effet significatif sur ce rapport ($P \leq 0,01$), indiquant que la répartition des ressources entre les racines et les parties aériennes est affectée par les interventions. En revanche, l'effet du type de plante seul n'est pas significatif ($P = 0,5732$), ce qui montre que, indépendamment du traitement, les différences entre le blé et la luzerne ne sont pas assez marquées pour affecter ce rapport.

Les résultats montrent que la pulvérisation favorise la croissance aérienne, tant pour le blé que pour la luzerne, avec des rapports matière sèche racinaire/aérienne plus faibles par

rapport aux autres traitements. Cela s'explique par le fait que les nutriments appliqués directement sur les feuilles stimulent principalement la croissance des parties aériennes. Pour le blé, le rapport le plus faible (0,91) est observé avec la pulvérisation, ce qui suggère que ce traitement favorise une allocation accrue de ressources vers la croissance aérienne au détriment des racines. La luzerne, bien que présentant un rapport similaire (0,85), semble moins réactive à la pulvérisation, probablement en raison de ses besoins spécifiques en nutriments ou de sa stratégie de croissance.

En revanche, l'irrigation et le traitement témoin montrent des rapports plus élevés, en particulier chez la luzerne (1,67 pour le témoin), ce qui indique une répartition plus équilibrée des ressources entre les racines et les parties aériennes. Cela peut s'expliquer par la nature de la luzerne en tant que légumineuse, qui alloue naturellement plus de ressources à la croissance racinaire pour favoriser la fixation de l'azote, même en absence de traitement. Chez le blé, le rapport est également plus équilibré avec l'irrigation (1,13), bien que l'effet soit moins marqué que chez la luzerne.

Ces observations soulignent l'importance de choisir des traitements adaptés aux objectifs de production. Si l'objectif est de maximiser la biomasse aérienne, la pulvérisation semble être la stratégie la plus efficace. En revanche, si la croissance racinaire est prioritaire, l'irrigation ou même l'absence de traitement pourrait être plus bénéfique, surtout pour des plantes comme la luzerne.

L'analyse du rapport entre la matière fraîche racinaire et la matière fraîche aérienne montre des résultats similaires à ceux observés pour la matière sèche. Le traitement par irrigation semble favoriser un développement racinaire plus important chez le blé, avec un rapport de 3,58, tandis que la pulvérisation favorise davantage la croissance aérienne. Ce résultat suggère que les racines du blé, lorsqu'elles sont irriguées, absorbent plus efficacement les nutriments du sol, ce qui se traduit par une augmentation de la biomasse racinaire.

Pour la luzerne, en revanche, le traitement par pulvérisation montre un rapport matière fraîche racinaire/aérienne de 6,11, ce qui indique une stimulation significative de la croissance racinaire par rapport aux autres traitements. Cela pourrait s'expliquer par la capacité de la luzerne à mieux utiliser les nutriments fournis par la pulvérisation pour développer un système racinaire plus robuste, essentiel pour la fixation de l'azote.

Ces résultats confirment que l'espèce végétale joue un rôle crucial dans la réponse aux traitements appliqués. Alors que le blé semble mieux répondre à l'irrigation pour la croissance

des racines, la luzerne bénéficie davantage de la pulvérisation. Cela met en lumière l'importance de personnaliser les interventions en fonction des espèces végétales et des objectifs de production.

L'analyse de la teneur en sucre soluble dans les plantes de blé et de luzerne révèle des effets significatifs des traitements appliqués (Tableau 12). Les résultats montrent que la pulvérisation est le traitement le plus efficace pour augmenter la teneur en sucre soluble, suivie de près par l'irrigation, tandis que le traitement témoin présente la plus faible teneur en sucre soluble. Ces résultats mettent en lumière l'impact notable des interventions sur la concentration des métabolites secondaires dans les plantes.

Pour le blé, la pulvérisation a conduit à la teneur en sucre soluble la plus élevée, atteignant 70,47 g/100gMS. Ce résultat suggère que la pulvérisation, probablement riche en nutriments et en stimulateurs de croissance, favorise une augmentation significative des sucres solubles. Cette augmentation pourrait être due à une meilleure absorption des nutriments par les feuilles, qui stimule les processus photosynthétiques et la production de sucres. L'irrigation, avec une teneur en sucre de 67,29 g/100gMS, montre également un effet positif mais légèrement inférieur à celui de la pulvérisation. Le traitement témoin, en comparaison, affiche la plus faible teneur en sucre soluble (53,42 g/100gMS), ce qui confirme que les interventions augmentent significativement la concentration de sucres comparé à l'absence de traitement.

Pour la luzerne, les tendances sont similaires, mais les niveaux de sucre soluble sont globalement plus faibles que pour le blé. La pulvérisation reste le traitement le plus efficace, avec une teneur en sucre de 33,54 g/100gMS. L'irrigation suit avec une teneur en sucre de 23,68 g/100gMS, tandis que le témoin présente la teneur la plus basse (23,44 g/100gMS). Cette différence moins marquée entre les traitements pour la luzerne pourrait être due à la capacité intrinsèque plus faible de cette légumineuse à accumuler des sucres solubles, ou à une réponse moins prononcée aux traitements appliqués.

L'analyse de variance montre que les effets des traitements sur la teneur en sucre soluble sont hautement significatifs ($p < 0,001$), ce qui indique que les traitements ont un impact majeur sur l'accumulation de sucres dans les deux plantes. De plus, l'effet de l'espèce végétale est extrêmement significatif ($p < 0,001$), montrant que le blé et la luzerne diffèrent considérablement dans leur capacité à accumuler des sucres solubles. L'interaction entre le traitement et l'espèce est proche du seuil de signification ($F = 3,264$, $p = 0,056$), ce qui suggère que les effets des traitements varient légèrement entre les deux espèces.

En conclusion, les traitements appliqués, en particulier la pulvérisation, jouent un rôle crucial dans l'augmentation de la teneur en sucre soluble dans les plantes. Bien que le blé montre une réponse plus marquée aux traitements, la luzerne bénéficie également de ces interventions, bien que dans une moindre mesure. Ces résultats soulignent l'importance des traitements pour optimiser l'accumulation de sucres solubles et indiquent que les stratégies de gestion nutritionnelle peuvent être ajustées pour améliorer le rendement en métabolites secondaires.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le *Moringa Oleifera*, souvent surnommé "arbre de vie", est largement reconnu pour ses propriétés nutritives et médicinales. En tant que supplément de croissance végétale, il présente des avantages potentiels notables grâce à sa richesse en nutriments, vitamines et antioxydants. Les extraits de *Moringa oleifera* sont utilisés pour améliorer la croissance des plantes en fournissant des éléments nutritifs essentiels et des composés bioactifs qui stimulent les processus physiologiques végétaux.

Les résultats de l'étude sur les effets de la pulvérisation et de l'irrigation avec un extrait de *Moringa Oleifera* sur le blé et la luzerne offrent des insights précieux sur son efficacité en tant qu'activateur de croissance. Ces traitements ont montré des impacts variés sur la croissance aérienne et racinaire des deux espèces étudiées.

La pulvérisation de l'extrait de *Moringa oleifera* a eu un effet marqué sur la surface foliaire des deux espèces, avec une augmentation significative observée tant pour le blé que pour la luzerne. Cette augmentation est probablement due à la capacité du *Moringa* à fournir directement des nutriments et des stimulants de croissance aux feuilles, favorisant ainsi une meilleure photosynthèse et un développement foliaire plus important. En revanche, l'irrigation avec le même extrait a également conduit à une amélioration, mais dans une moindre mesure. Cela suggère que l'application foliaire est plus efficace pour stimuler la croissance aérienne que l'application par irrigation, en raison de la distribution directe et plus concentrée des nutriments sur les surfaces foliaires.

Concernant la croissance racinaire, les résultats indiquent que la pulvérisation favorise une croissance racinaire moins significative comparée à l'irrigation. Pour le blé, la pulvérisation a eu un effet notable sur l'augmentation du volume racinaire, tandis que l'irrigation a montré une réponse légèrement inférieure mais plus équilibrée entre les parties aériennes et racinaires. En revanche, pour la luzerne, la pulvérisation n'a pas eu le même effet bénéfique sur la croissance racinaire que sur la croissance aérienne, et l'irrigation a montré une légère supériorité en termes de volume racinaire.

Les différences observées dans la réponse des deux espèces aux traitements soulignent l'importance des caractéristiques spécifiques de chaque plante. Le blé semble bénéficier davantage de la pulvérisation pour la croissance aérienne, tandis que la luzerne montre une meilleure réponse à l'irrigation pour la croissance racinaire. Cette variation peut être due aux différences intrinsèques entre les espèces concernant leur capacité à absorber et utiliser les nutriments. Les résultats suggèrent que les stratégies de traitement doivent être adaptées aux

besoins spécifiques de chaque plante pour maximiser les bénéfices de l'extrait de *Moringa Oleifera*.

En résumé, l'extrait de *Moringa Oleifera* s'avère être un activateur de croissance efficace, particulièrement lorsqu'appliqué par pulvérisation, qui stimule la croissance aérienne des plantes. Cependant, pour un effet optimal sur la croissance racinaire, l'irrigation pourrait être préférée, surtout pour des espèces comme la luzerne. L'intégration judicieuse de ces traitements dans les pratiques culturales peut conduire à une amélioration significative de la croissance des plantes, en tenant compte des spécificités des différentes espèces.

Références bibliographiques

1. **Dihaj Mebarka et Seddiki Halima** Caractérisation de quelques paramètres physicochimique de *Moringa oleifera* de la région d'Adrar, Sciences de la Matière Mémoires de Master, Université Adrar(2021).
2. **Ravindra C., Joshi B. ; Vasantharaj D., Rashmi K. 2016:** A review of the insect and mite pests of *Moringa oleifera* Lam. Agriculture for Développement, 29 (2016).
3. **Foidl N., Makkar H.P.S. et Becker K., (2001).** Potentiel de développement des produits du Moringa. 29 octobre - 2 novembre 2001, *Dar es Salaam*, Tanzanie.
4. **Imohiosen, O., Gurama, H. H., & Lamidi, T. B. (2014).** Phytochemical And Antimicrobial Studies On *Moringa Oleifera* Leaves Extracts. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 39–45. <https://doi.org/10.9790/2402-08143945>.
5. **Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., Gilani, A. (2007).** *Moringa oleifera*: a food plant with multiple bio-chemical and medicinal uses. *Phytother Res*, 21, 17–25.
6. **Agroconsult H., (2016),** Analyse des Potentialités de l'Exploitation du *Moringa* en Haïti, Rapport final, BANQUE DE LA REPUBLIQUE D'HAÏTI, 191p.
7. **Imohiosen, O., Gurama, H. H., & Lamidi, T. B. (2014).** Phytochemical and antimicrobial studies on *Moringa oleifera* leaves extracts. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 39-45.
8. **Morton, J. F. (1991).** The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—a boon to arid lands?. *Economic botany*, 45, 318-333.
9. **Angela Ralezo Maevalandy, 2006;** La *Moringa-Moringa Oléifera* Antanarivo (Madagascar) Juillet 2006)
10. **Delpha, I. 2011:** Le *Moringa (Moringa oleifera lam)*: utilisations actuelles et intérêt pharmacologique.
11. **Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1997).** Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *The Journal of Agricultural Science*, 128(3), 311-322.

12. **Olson, M. E. (2002).** "Intergeneric relationships within the CaricaceaeMoringaceaeclade(Brassicales) and potential morphological synapomorphies of the clade and its families." *International Journal of Plant Sciences* 163(1): 51-65 .
13. **Saint Sauveur, A. D., & Broin, M. (2010).** Produire et transformer les feuilles de moringa.
14. **Martin L, 2007;** Le Moringa. Price Publié En 1985; Révision 2000, 2002 Et 2007 Par Le Personnel d'écho].
15. **Feillet, P. (2000).** Le grain de blé: composition et utilisation. Quae Zoulim, S. E. M. (2017). Etude de la réponse de deux variétés de blé dur (*Triticumturgidum*) soumises à un stress salin en présence d'un inoculum mycorhizien (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
16. **Ladjal, I., & AZOUZI, B. (2014).** Etude du comportement variétal de cinq Variétés de blé dur sous l'effet des deux doses de semis différentes en environnement semi-Aride De Djelfa. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 25-31.
17. **Melis, R. A., Julier, B., Pecetti, L., Thami-Alami, I., Abbas, K., Laouar, M., ... & Porqueddu, C. (2017).** La culture de la luzerne dans un climat méditerranéen.
18. **EDDIN, S. I.** Conduite Culturelle de la luzerne (*Medicago sativa*) dans la région de Biskra.
19. **Broin M. 2005.** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA. 5.
20. **Sarwatt,S.,Kapange,S.,and Kakengi,A.(2002).**”Substituting sunflower seed-cakewith *Moringa oleifera* leaves as a supplemental goat feed in Tanzania.” *Agroforestry Systems*, 56(3),241-247.
21. **Bardi O, Fanni S (2015)** Les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de poudre de feuilles du *Moringa oleifera*. Mémoire de master. Université d'Adrar. 96p
22. **Wouyo, A., Kossi, D., Bimare, K., Laounta, A., Komla, B., & Koffi, A. (2023).** Une plante alimentaire à usage thérapeutique à promouvoir: *Moringa oleifera* Lamarck. *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(67).
23. **Broin M. 2005.** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA. 5.

-
24. **Louni, S. (2009).** Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de graines de *Moringa oleifera* (Doctoral dissertation).
 25. **Corbett, P. (2003).** It's time for an oil change! Opportunities for high-oleic vegetable oils.
 26. **Rongead., (2014).** *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses.p3.
 27. **Laleye, O. A. F., Ahissou, H. ; Olounlade, A.P. ; Azando, E. V. B. Et Laleye, A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise : *Khayasengalensis* (Desr) A.Juss (Meliaceae), *Momordicacharantia* Linn (cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam(Moringaceae). International journal of Biological and chemical sciences, 9(5) :2682-2700
 28. **Azad, A., RASUL, M. G., KHAN, M. M. K., SHARMA, S. C., & ISLAM, R. (2015).** Prospect of *Moringa* seed oil as a sustainable biodiesel fuel in Australia: A review. *Procedia Engineering*, 105, 601-606.
 29. **Nikiema, J. B., Djierro, K., Simpo, J., Sia, D., Sourabie, S., Gnoula, C., & Guissou, I. P. (2009).** Stratégie d'utilisation des substances naturelles dans la prise en charge des personnes vivant avec le VIH: expérience du Burkina Faso. *Ethnopharmacologia*, 43, 47-51.
 30. **Bourennani, S., & TEMZI, M. (2023).** Extraction et caractérisation de la fraction lipidique de la graine de *Moringa oleifera* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
 31. **Nambiar, V. S. (2006).** Potentiel nutritionnel des feuilles de *Moringa*: une perspective indienne. *Moringa et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel: Stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique*. Accra, Ghana.
 32. **Idohou-DOSSOU, N., DIOUF, A., GUEYE, A. L., GUIRO, A. T., & WADE, S. (2011).** Impact of daily consumption of *Moringa* (*Moringa oleifera*) dry leaf powder on iron status of Senegalese lactating women. *African journal of food, agriculture, nutrition and development*, 11(4).
 33. **Badiane, M. A. (2019).** Spécialité: Nutrition et Alimentation Humaine (Doctoral dissertation, UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR).
 34. **Price, M. L. (2007).** Le *Moringa*. Note technique-ECHO (revue en 2000, en 2002 et en 2007).
-

-
35. **Wouyo, A., Kossi, D., Bimare, K., Laounta, A., Komla, B., & Koffi, A. (2023).** Une plante alimentaire à usage thérapeutique à promouvoir: Moringa oleifera Lamarck. *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(67).
 36. **Beth Doerr Et Lindsay Cameron;2005** : «POUDRE DE FEUILLES DE MORINGA » .Document d'origine www.echotec.org . Page 01
 37. **Hubert M . Fakeye, 2008** : « ÉTUDE DE FAISABILITÉ DU DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE MORINGA OLEIFERA ».Document d'origine la direction de la Coopération Suisse au Bénin. Page 14 , 18, 19, 28 , 29, 30, 31, 37.
 38. **KAKI M et MIMOUNI A,** ESSAI DE PRODUCTION DE MORINGA OLEIFERA POUR UNE EVENTUELLE AMELIORATION DE LA RATION ALIMENTAIRE, 2018, 78p
 39. **Fahey, J. W. (2005).** Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. *Trees for life Journal*, 1(5), 1-15.
 40. **Fuglie, L. J. (2005).** The Moringa Tree. A local solution to malnutrition [http://www. Moringa news. Org/documents/Nutrition. pdf](http://www.Moringa.news.Org/documents/Nutrition.pdf).
-

Titre du projet :

M | MORIN-UP
ACTIVATEUR DE CROISSANCE

Table des matières

Chapitre 4 :

Le guide de projet

4.1 Introduction

4.2 Première axe : Présentation de projet

4.3 Deuxième axe : Aspects innovants

4.4 Troisième axe : Analyse stratégique de marché

4.5 Quatrième axe : plan de production et d'organisation

4.6 Cinquième axe : plan financier

4.7 Sixième axe : prototype expérimental

Conclusion

4.1 Introduction :

Ce chapitre sur l'étude de projet d'une start-up met en évidence l'importance d'une analyse approfondie avant de se lancer dans l'aventure entrepreneuriale. L'étude de projet englobe une analyse du marché, de la concurrence, de la proposition de valeur et de la faisabilité financière.

L'objectif consiste à évaluer la valeur et la possibilité de l'idée d'entreprise, à repérer les possibilités, les risques et les défis potentiels, et à établir une stratégie de réalisation. Une étude de projet minutieuse permet de poser une fondation solide pour le développement et la croissance de la start-up, ce qui accroît ses opportunités de succès sur le marché concurrentiel.

Première axe : Présentation de projet :

4.2.1 L'idée de projet :

L'idée de projet a été inspiré par l'étude des propriétés nutritives et stimulantes des feuilles de moringa oleifera. Effectivement, ces feuilles renferment une grande quantité de vitamines, de minéraux et d'autres composés avantageux qui peuvent être employés afin de favoriser la croissance des plantes. L'objectif du projet est de créer un produit naturel, écologique et efficace afin d'améliorer la croissance des cultures.

4.2.2 La valeur proposée :

La valeur proposée du projet est l'ensemble des avantages distinctifs et des bénéfices uniques que l'activateur de croissance à base de feuilles de moringa oleifera apporte aux agriculteurs et aux autres parties prenantes. Voici les points essentiels:

1. Amélioration de la Croissance des Plantes

Les feuilles de moringa renferment des hormones naturelles de croissance (telles que les cytokinines) qui accélèrent la germination des graines et favorisent une croissance plus rapide des plantes.

La productivité des cultures est augmentée grâce aux nutriments et aux composés bioactifs présents dans le moringa, ce qui se traduit par des rendements plus élevés.

2. Amélioration de la Santé des Plantes

Résistance aux maladies et aux parasites : renforcer la résistance Les extraits de moringa ont des propriétés antifongiques et antibactériennes qui permettent de préserver les plantes contre différentes maladies et infestations de parasites.

Grâce à ses propriétés antioxydantes et nutritives, le moringa favorise la résistance des plantes au stress environnemental (sécheresse, salinité, températures extrêmes).

3. Solution Naturelle et Écologique

L'activateur de croissance à base de moringa est une solution naturelle et respectueuse de l'environnement pour remplacer les engrais et les biostimulants chimiques.

En adoptant un produit naturel, les agriculteurs jouent un rôle dans la diminution de l'impact sur l'environnement et la promotion de pratiques agricoles durables.

4. Richesse Nutritionnelle

Le moringa contient une grande quantité de vitamines, minéraux, acides aminés et antioxydants, ce qui assure une nutrition équilibrée aux plantes et favorise leur développement optimal.

En utilisant régulièrement le biostimulant à base de moringa, on peut améliorer la qualité des sols en augmentant leur fertilité et leur capacité à retenir l'eau.

5. Simplicité d'Utilisation et Adaptabilité

Facilité d'Application : Le produit est conçu pour être facilement appliqué via diverses méthodes, telles que l'arrosage, la pulvérisation foliaire ou l'irrigation goutte-à-goutte.

La capacité d'adaptation à différentes cultures : Adapté à diverses cultures, telles que les céréales, les légumes, les fruits et les plantes ornementales.

6. Impact Économique et Social

Réduction des Coûts : En augmentant les rendements et en réduisant les pertes dues aux maladies et au stress, les agriculteurs peuvent réduire leurs coûts globaux de production.

Développement Économique Local : L'approvisionnement en feuilles de moringa auprès des producteurs locaux peut créer des opportunités économiques et des emplois dans la région.

4.2.3 Equipe de travail :

L'équipe de projet est composée des membres suivants :

membre de l'équipe	Rôle	Compétences
1. Chef de Projet / Directeur de Production	Supervise l'ensemble du projet, coordonne les différentes équipes et s'assure que le processus de production respecte les objectifs de qualité, de délais, et de budget.	Gestion de projet, leadership, planification stratégique, suivi des performances.
2. Agronome / Spécialiste en Culture du Moringa	Responsable de la culture, de la récolte et de la gestion des ressources naturelles (feuilles de Moringa). S'assure que les feuilles récoltées sont de la meilleure qualité possible.	Connaissances approfondies des pratiques agricoles, de la culture du Moringa, gestion des sols et des conditions de croissance.
3. Spécialiste en Extraction et Formulation	Responsable de l'extraction des composés actifs des feuilles de Moringa et de la formulation de l'activateur de croissance. Développe et optimise les techniques de transformation.	Chimie végétale, biotechnologie, biochimie des plantes, extraction naturelle.
4. Technicien en	Supervise les opérations	Expérience en production

Production	quotidiennes dans l'usine de production. Gère le séchage, le broyage, l'extraction, la filtration et le conditionnement.	industrielle, gestion des équipements, respect des normes de qualité et de sécurité.
5. Contrôleur de Qualité	Responsable des tests de qualité à chaque étape du processus, s'assure que le produit fini répond aux normes de sécurité et de qualité. Teste la concentration en nutriments, en phytohormones, et vérifie l'absence de contaminants.	Connaissance des normes de contrôle qualité, analyses de laboratoire, tests chimiques et microbiologiques.
6. Ingénieur en Emballage et Logistique	Conçoit les solutions d'emballage optimales pour protéger le produit et faciliter son transport. Gère les processus de distribution et optimise les chaînes d'approvisionnement	Connaissance des matériaux d'emballage, gestion des stocks, transport et logistique.
7. Responsable Marketing et Ventes	Développe les stratégies de marketing pour promouvoir l'activateur de croissance. Gère la relation avec les clients, les canaux de distribution et les	Marketing stratégique, connaissance du marché agricole, ventes, négociation, communication.

	campagnes de sensibilisation	
8.Responsable Financier	Gère le budget, les coûts de production et les finances globales du projet. Supervise la rentabilité du projet et veille à l'optimisation des ressources.	Comptabilité, gestion financière, analyse de rentabilité, budgétisation.
9. Personnel d'Entretien et de Sécurité	Veille au bon fonctionnement des équipements et assure la maintenance des machines utilisées dans la production. Gère les aspects de sécurité au travail pour protéger les employés et le site de production.	Maintenance technique, sécurité au travail, gestion des risques.

4.2.4 Objectif de projet :

- ✓ Notre travail a permis de développer nos connaissances sur les produits industriels dérivés du moringa, et surtout de progresser dans notre futur projet "Morinaup". Ce projet vise à faire de petits pas vers l'introduction du moringa dans le marché agricole algérien.
- ✓ Notre objectif c'est de devenir l'entreprise numéro 1 en Algérie dans le domaine de l'agriculture environnementale et de la réforme agricole. Cette vision est ambitieuse mais réalisable grâce à une stratégie bien établie. En privilégiant l'innovation, la qualité et la durabilité, cette entreprise a la capacité de dominer le

marché local tout en ayant un impact positif durable sur l'agriculture en Algérie .

- ✓ Encourager et soutenir les pratiques agricoles durables et respectueuses de l'environnement en fournissant une alternative naturelle aux engrais chimiques.
- ✓ Créer des opportunités d'emploi local à travers la production et la distribution de l'activateur de croissance.

4.3 Deuxième axe : Aspects innovants

4.3.1 Nature des innovations :

- ✓ ☐ Produit Innovant : Le projet se distingue par l'innovation en intégrant les propriétés uniques du moringa dans un biostimulant efficace et écologique.
- ✓ ☐ Avantage Concurrentiel : La combinaison de l'efficacité, de la naturalité et de la durabilité offre un avantage concurrentiel sur les produits chimiques conventionnels et autres biostimulants.

4.3.2 Domaines d'innovation :

- ✓ La première entreprise en Algérie à utiliser des feuilles de moringa dans le processus
- ✓ Utilisation de feuilles de moringa cultivées localement en Algérie.
- ✓ Développement de méthodes d'extraction et de transformation des feuilles de moringa qui maximisent les nutriments et les hormones de croissance.

4.4 Troisième axe : Analyse stratégique de marché :

4.4.1 Le segment de marché :

- ✓ **Le marché potentiel :**

Croissance de l'agriculture biologique : Il y a une demande croissante pour des produits agricoles biologiques et écologiques, en raison de l'augmentation de la sensibilisation aux pratiques durables et aux produits alimentaires sains. Les agriculteurs cherchent de plus en plus à utiliser des biostimulants naturels comme alternative aux produits chimiques.

Préférence pour les biostimulants naturels : Les activateurs de croissance à base de

plantes, tels que ceux dérivés du *Moringa oleifera*, sont perçus comme sûrs pour l'environnement et la santé humaine, stimulant ainsi leur adoption par les agriculteurs.

Marché en développement dans les pays émergents : Les marchés en développement, notamment en Afrique et en Asie, où le *Moringa* est indigène, peuvent offrir une base solide pour la fabrication et la commercialisation de produits à base de *Moringa* en raison de la disponibilité des matières premières.

✓ **Le marché cible :**

Agriculteurs biologiques : Ces producteurs sont les premiers à adopter les biostimulants naturels, notamment dans les segments de niche comme les cultures biologiques.

Grandes exploitations agricoles : Les producteurs à grande échelle, notamment ceux ayant des certifications bio, peuvent aussi être intéressés par un produit plus efficace et naturel.

Jardiniers et petites exploitations : Offrir des produits à petite échelle pour des particuliers ou des petites exploitations agricoles pourrait ouvrir des canaux de distribution supplémentaires.

4.4.2 Mesure de l'intensité de la concurrence :

4.4.3 La stratégie marketing :

Notre stratégie marketing pour notre entreprise repose sur la:

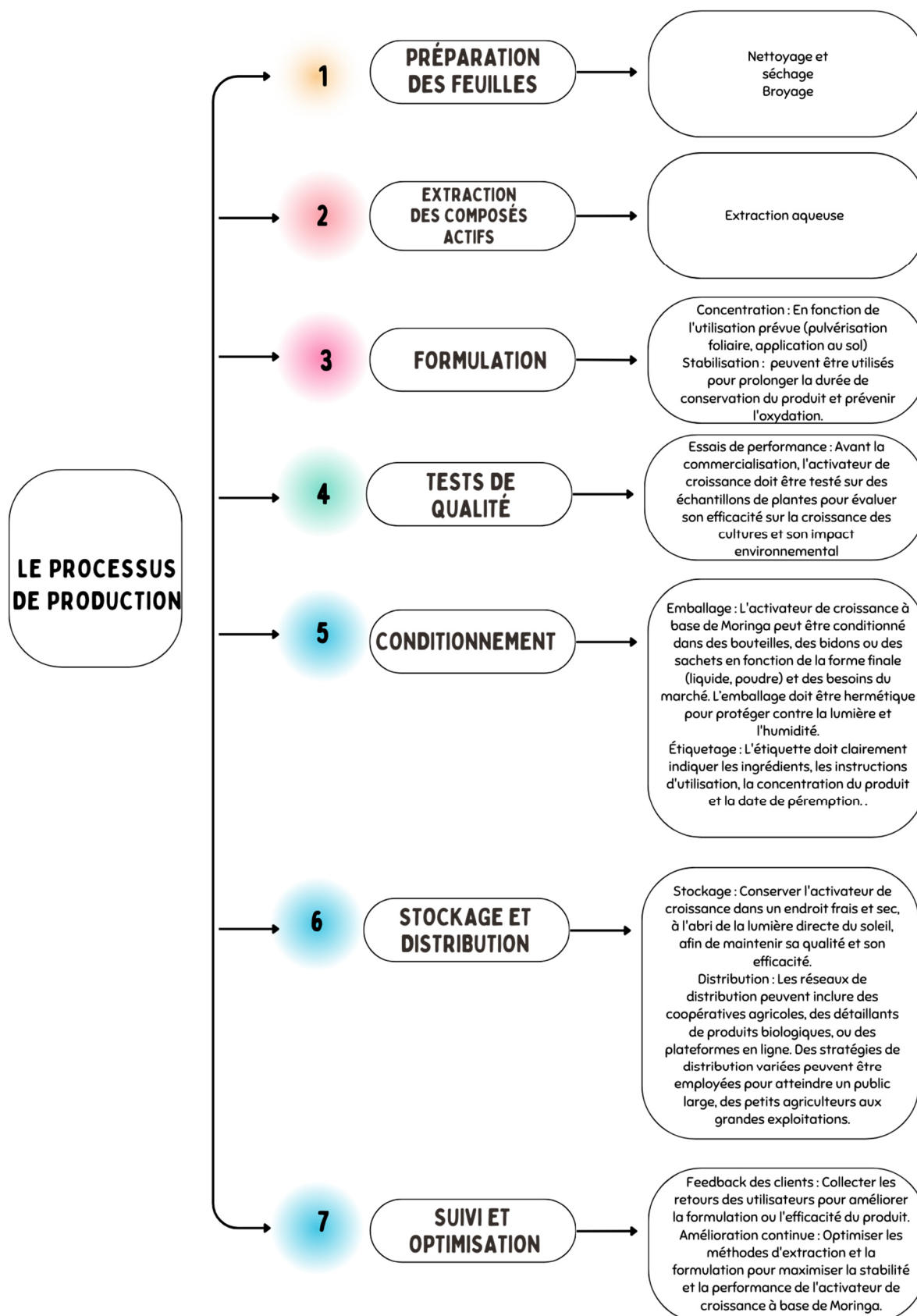
La vente directe peut être effectuée à travers des coopératives agricoles, des magasins bio ou des plateformes en ligne.

Des collaborations avec des distributeurs spécialisés dans le domaine de l'agriculture biologique peuvent favoriser une entrée rapide sur le marché.

Il est possible d'exporter les produits à base de *Moringa* vers des marchés européens où la demande pour les biostimulants naturels est élevée.

4.5 Quatrième axe : plan de production et d'organisation :

4.5.1 Le Processus de production :



4.5.2 La main d'œuvre

Notre projet créer environ plus de 12 postes de travailles.

4.5.3 Les Principaux partenaires :

Les partenariats les plus importants dans notre cas sont les entreprises de service

Les incubateurs universitaires aussi fournissent une aide précieuse aux projets. Sans oublier les fournisseurs et le poids des structures de financement...

Cinquième axe :

I. Plan financier

1. Structure des coûts

Frais d'établissement	100 000.
Frais d'ouverture de compteurs (eaux gaz	30 000
Logiciels, formations	30 000
Dépôt marque, brevet, modèle	100 000
Droits d'entrées	100 000
Achat fonds de commerce ou parts	/
Droit au bail	200 000
Caution ou dépôt de garantie	50 000
Frais de dossier	20 000
Frais de notaire ou d'avocat	500 000
Enseigne et éléments de communication	100 000
Achat immobilier	/
Travaux et aménagements	100 000
Matériel	200 000
Matériel de bureau	70 000
Stock de matières et produits 100 000	100 000
Trésorerie de départ	500 000

Somme: 1.700.000.000DA

2. Coûts fixes de projet

Assurances	20 000
------------	--------

Telephone, internet	10 000
Autres abonnements	/
Carburant, transports	20 000
Frais de déplacement et hébergement	10 000
Eau, électricité, gaz	/
Mutuelle	10 000
Fournitures diverses	Fournitures diverses /
Entretien matériel et vêtements	50 000
Nettoyage des locaux	10 000
Budget publicité et communication	50 000

Somme : 290 0000DA

3. Source des revenus

Apport personnel ou familial /	10 0000
Apports en nature (en valeur) /	/
Prêt n°1 (nom de la banque)	Le Fonds National de Financement des Entreprises Emergentes (ASF) 5000000
Autrefinancement (libellé)	Investissement à partir d'un entrepreneur 1 00 000 000

Somme 105.100.0000DA

-

4.7 Sixième axe : prototype expérimental :



Image 1: Prototype du activateur de croissance des plantes a la base de la plante moringa olifera

Conclusion :

Nous pouvons conclure à la fin de ce chapitre qu'il est important de procéder à une analyse approfondie avant. Dès le début de cette activité, cette étude nous a montré les différents axes d'étude de notre projet. Cette étude de projet nous a permis d'acquérir une compréhension complète du secteur de l'entrepreneuriat et de démontrer l'importance de notre innovation qui révolutionnera le secteur de l'agriculture et de l'environnement.

Business Model Canvas

Conçu pour:
activateur de croissance des |
la base des feuilles de moring

Conçu par:

Date:

Version:

Partenaires clés
Fournisseurs de Moringa:
Agriculteurs locaux et
coopératives fournissant les
feuilles.
Institut National de la Recherche
Agronomique d'Algérie (INRAA)

Distributeurs: Réseaux de
magasins et formes-plates en
ligne pour la vente du produit.

Activités Clés
Achats de matières
premières(Feuilles de Moringa)
ou Récolte des feuilles de
Moringa.

Fabrication.

Stockage.

Distribution du produit..

Propositions de valeur
Produit naturel : Stimulant de
croissance naturel sans produits
chimiques.
Amélioration des rendements :
Augmentation de la croissance
et de la santé des plantes.
Facilité d'utilisation : Facile à
appliquer et à intégrer dans les
pratiques agricoles existantes.
Écologique : Respectueux de
l'environnement et soutenant la
durabilité.
Alternative aux engrais
chimiques: Réduit les impacts
environnementaux et les
risques pour la santé.
Produit local et durable: Soutien
à l'agriculture locale et réduction
de l'empreinte carbone

Relation Client
Relations à long terme avec les
clients principaux.
Garantie.
Sensibilisation : Sensibilisation
à travers des expositions et
festivals agricoles et explication
du danger de pollution de
l'environnement et des sols due
aux engrais chimiques, en
présentant notre produit comme
une alternative.
Évaluation : utilisation du produit
et réception des commentaires
via des enquêtes, un site web
ou une page de médias sociaux
dédiée au projet.
Processus d'achat et de vente :
clarification du processus
d'achat, de vente et des points
de vente.
Livraison : clarification des
modes de livraison du produit
au client lors de l'achat.
Support technique : répondre à
toutes les questions,
communication directe.

Clients
Agriculteurs: Cherchent des
solutions durables pour
améliorer la qualité de leurs sols
et augmenter leurs rendements.
Jardiniers amateurs:
Intéressés par des produits
écologiques pour leurs jardins.
**Pépinières et producteurs de
plants:** Besoin d’engrais naturel
pour leurs cultures en pots.
Distributeurs et détaillants de
produits agricoles: Cherchent
à élargir leur gamme de produits
verts et durables

	Ressources clés Feuilles de Moringa: Matière première principale. Équipement de production: Machines pour sécher, broyer et conditionner les feuilles. Personnel qualifié: Experts en agriculture, équipe de production et de marketing. Réseau de distribution: Canaux de vente et partenariats.		Canaux Vente directe: Marchés agricoles, foires locales. Boutiques spécialisées: Magasins de jardinage, coopératives agricoles. En ligne: Site web de l'entreprise, formes-plates e-commerce. Partenariats: Collaborations avec des associations agricoles et des programmes de développement rural.	
Coûts Coûts d'achat des matières premières. Coûts de production : Cultivation, récolte, transformation et emballage des feuilles de moringa. Coûts d'électricité, d'eau . Coûts des bureaux et des équipements. Coûts des ateliers et des bureaux de stockage. Coûts de maintenance et d'exploitation. Coûts de nettoyage et de transport. Coûts des tests de qualité . Coûts de marketing et de vente Structure des coûts Recherche et développement : Investissements dans l'amélioration du produit. Support client : Formation, assistance technique et service après-vente.		Revenus Ventes de produits : Biostimulant de croissance en différentes tailles (bouteilles, bidons) (liquide aqueux & poudre) . Le prix du produit est sujet à variation en premier lieu.		

