

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
جامعة أمحمد بوقرة بومرداس  
**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES**



**Faculté des sciences**  
**Département de Biologie**  
**Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de**  
**MASTER**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Biotechnologies

**Spécialité :** Biotechnologie Végétale

***Effet de la micro-encapsulation des grains d'Haricot  
Sur leurs paramètres morpho-physiologiques***

**Présenté par:** \_ **BETROUNI Warda.**  
\_ **KELANEMER Zohra.**  
\_ **ZERROUKI Assia.**

Devant le Jury :

**M<sup>me</sup> MOHANDKACI H.**

**Mr MORSLI A.**

**M<sup>me</sup> MOHAMMDI A.**

**M<sup>me</sup> ROUANE A.**

**Pr**

**M.C.A**

**Dr**

**M.C.B**

**UMBB**

**UMBB**

**Blida 1**

**UMBB**

**Présidente**

**Promoteur**

**Co Promotrice**

**Examinatrice**

***2021/2022***

# Remerciement

*Avant tous et en premier lieu, je remercie Allah, tout puissant, de m'avoir donné la santé, la force et la volonté pour dépasser toutes les difficultés ainsi que la patience et la capacité d'aller jusqu'à bout de ce travail.*

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à **Mr MORSLI Amirouche**. Maitre de conférences à l'UMBB. Vraiment, les mots ne suffisent pas pour le remercier pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.*

*Je veux remercier infiniment **Mme MOHEMMDI Anissa**. Doctorante à université de blida pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements. Elle a travaillé dur et avec passion pour la réussite de ce travail.*

*A **Mme MOHANDKACI Hakima**. Maitre de conférences à l'Université M'Hamed Bougara de nous avoir fait l'honneur de présider ce jury. Nous la remercions vivement.*

*A **Mme ROUANE Asma** . Maitre de conférences à l'Université M'Hamed Bougara, de nous avoir fait l'honneur d'être membre de ce jury et d'examiner ce travail, son expérience sera bénéfique pour la valorisation de ce travail. Nous la remercions très sincèrement*

*J'exprime mes vifs remerciements aux ingénieurs du laboratoire de la production végétale département agronomie faculté des sciences à l'université de boumerdes ,et laboratoire de recherche de blida d'avoir accepté de faire l'analyse morpho-physiologique de notre étude.*

*Je tiens aussi, à présenter mes vifs remerciements a toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin au bon déroulement de ce travail*

# Dédicaces

*Après avoir remercié <<ALLAH>> le tout puissant qui  
m'a aidé d'accomplir mes études*

*Je tiens à dédier ce modeste travail accompagné d'un  
profond amour :*

*A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir. La source  
d'amour et de mes efforts, ma vie et mon bonheur ;  
maman que j'adore.*

*A mon support dans ma vie. mon exemple éternel, celui  
qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir à toi  
papa le meilleur père du monde Allah yarhimmek .*

*A ma joie, ma force, la lumière de ma vie qui me  
traitent comme une princesse, mes chers frères et mes  
Sœurs.*

*A toute ma famille paternelle <KELANEMER > et ma  
famille maternelle <BEGGAR >.*

*A mes meilleures copines et ma deuxième famille :  
Houda ,Ryma, Samia, Zola, Naïma , Merieme , Warda  
, Assai .*

*A tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce  
travail de près ou loin Merci infiniment*

*Zahra*

# Dédicaces

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse :  
ma adorable mère.*

*A Mon mari BAYOU Lamíne et toute ma belle  
famille mes frères, mes sœurs.*

*A toute ma famille paternelle < BETROUNI > et  
ma famille maternelle < BENSAYDI >*

*qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.*

*A mes amis Ahlam, Meriem, Liliya, Nabila, Zahra  
et Asma, Assai qui m'ont toujours encouragé  
à qui je souhaite plus de suc .*

*WARDA*

# Dédicaces

*Après avoir remercié <<ALLAH>> le tout puissant  
qui m'a aidé d'accomplir mes études*

*A ma très chère mère*

*quoï que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te  
remercier comme il se doit. Ton affection me couvre,  
ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a  
toujours été ma source de force pour affronter les  
différents obstacles.*

*A mon très cher père*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et  
m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et  
mon affection*

*A ma joie, ma force, la lumière de ma vie qui me  
traitent comme une princesse, mes chers frères et mes  
Sœur.*

*A toute ma famille paternelle <ZEZOUKI> et ma famille  
maternelle <AKDIF>.*

*A mes chères binômes, Warda, Zahra .a tous ceux que  
j'aime et ceux qui m'aiment.*

*Assia*

## Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumés

Abstract

المخلص

Introduction générale.....	01
<b>CHAPITERE I : Recherche bibliographie</b>	
<b>I. Généralité sur la germination.....</b>	<b>03</b>
<b>I.1 Types de dormance .....</b>	<b>03</b>
<b>I. 2 La levée de dormance .....</b>	<b>04</b>
<b>I. 3 La germination .....</b>	<b>06</b>
<b>I.3-2 Types de germination .....</b>	<b>07</b>
<b>I.3-3 Conditions de la germination .....</b>	<b>07</b>
<b>L'eau .....</b>	<b>07</b>
<b>L'oxygène .....</b>	<b>07</b>
<b>7La température .....</b>	<b>07</b>
<b>La lumière.....</b>	<b>08</b>
<b>I.3-3 Les phases de la germination.....</b>	<b>08</b>
<b>I.3-3 -1 La première phase ou phase d'imbibition .....</b>	<b>08</b>
<b>I.3-3-2 La deuxième phase est la phase de germination au sens strict. ....</b>	<b>08</b>
<b>I.3-3-3 La troisième phase out phase de croissance post-germinative .....</b>	<b>09</b>
<b>II. Les algues marines .....</b>	<b>10</b>

<b>II.1 Généralité sur Les algues marines .....</b>	10
<b>II.2 Position systématique.....</b>	11
<b>II.3 Les bios stimulants en agronomie.....</b>	11
<b>II.3-1 Effet de bio stimulant à base d'extrait d'algue .....</b>	12
<b>II.3-2 Modes d'action des bio stimulants .....</b>	12
<b>III. La Micro-encapsulation.....</b>	13
<b>III.1 Généralité sur la Micro-encapsulation.....</b>	13
<b>III.2 Les applications De la micro-encapsulation.....</b>	14
<b>III. 3 Intérêts de la micro-encapsulation .....</b>	16
III. 3-1 Protection de la substance encapsulée .....	16
III. 3 -2 Le Contrôle de la libération de la substance encapsulée.....	17
III. 3-3 Facilitation de l'utilisation des produits de nature liquide .....	17
<b>CHAPITEREII : Matériels et méthode</b>	
<b>Objectif .....</b>	19
<b>A- Matériel d'étude .....</b>	19
<b>B- Présentation de Matériel végétal.....</b>	19
<b>B /1- Récolte d'algue vert .....</b>	19
<b>B /2- Préparation de l'extrait aqueux en fumé.....</b>	19
<b>C /Conduite à l'essai .....</b>	20
-Taux de germination .....	21
-Indice de germination .....	21
-Vitesse de germination .....	22
<b>CHAPITEREIII : Résultats et discussion</b>	

<b>III.1 Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur les paramètres de croissance de la germination.....</b>	24
<b>III.1-1 Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur le taux de germination(TG).....</b>	24
<b>III.1-2 Effets des traitements sur vitesse de germination (TMG).....</b>	26
<b>III.1-3 Effets des traitements sur l'indice de germination (IG).....</b>	27
<b>III.1-4 Effets des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (MDG)</b>	30
<b>Discussion .....</b>	33
<b>Conclusion .....</b>	34
<b>Références bibliographique</b>	
<b>Les Annexe</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Numéro de page</b>
<b>Tableau.1</b>	La composition chimique <i>d'Ulva rigida</i> .	10
<b>Tableau.2</b>	Les domaines applications de la micro-encapsulation.	15
<b>Tableau.3</b>	Description des dilutions préconisé dans l'expérimentation	21
<b>Tableau.4</b>	Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur la vitesse de germination.	27
<b>Tableau.5</b>	Représente effets des traitements utilisés en micro encapsulation sur l'indice de germination par le test de Tukey <sup>a,b</sup>	29
<b>Tableau.6</b>	Analyse de la variance appliquée à effet des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (LA- LR ).	31
<b>Tableau.7</b>	Effet des traitements sur le taux de germination(TG) et sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (LA- LR ) et sur vitesse de germination (TMG).	32

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Numéro de page</b>
<b>Figure 1</b>	Influence des conditions environnementales sur le développement, la dormance' et la germination de la graine.	06
<b>Figure 2</b>	Dispositif de production del'extrait aqueux enfumé (Original).	25
<b>Figure 3</b>	grainsd'haricot encapsulé (Original.x	20
<b>Figure 4</b>	Protocole d'enrobage des graines par l'alginat.	21
<b>Figure 5</b>	Effets des traitements sur le taux de germination .	25
<b>Figure 6</b>	Effets des traitements sur vitesse de germination..	26
<b>Figure 7</b>	Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur l'indice de germination.	28
<b>Figure 8</b>	Effets des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire.	30

## Liste des abréviations

**ABA** : Acide abscissique.

**GA** :Acide Gibbérellique .

**NCED** : (9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase)

**GA3ox1** : (Gibberellin 3 oxidase 1) .

**GA2ox2** :(Gibberellin 2 oxidase2 ) .

**CYP707A2** : (cytochrome P450707A).

**ARNm** : Acide ribonucléique messenger

**H** : heure.

**PH** : Potentiel Hydrogène.

**Na** :Sodium.

**K** :Potassium .

**Ca** :Calcium.

**Mg** :Magnésium .

**Fe** :fer .

**Zn** :Zinc

**Cr** :Chrome .

**Co** :Cobalt.

**Ni** :Nickel .

**Cu** :Cuivre .

**Mn** :Manganèse .

**Mo** : Molybdène .

**Cv** : Vitesse de germination.

**LR** : Longueur de la partie racinaire.

**LA** :Longueur de la partie aérienne .

**Fig** :Figure.

**D** : Dilution.

**TG** :Taux de germination.

**TMG** :Vitesse de germination.

**IG** :L'indice de germination .

## Résumé

L'étude a porté sur l'effet significatif de la micro-encapsulation sur l'activité stimulatrice du l'extrait algale vert *Ulva rigida* sur les différentes dose d'extrait aqueux (0,5ml ,1ml et 1,5ml),sur la germination de l'haricot *Phaseolus vulgaris* .Notre étude nous permet d'apprécier l'effet positif de la technique de micro-encapsulation dont elle favoris la croissance et développement des paramètres morphologiques et physiologiques des graines d'haricots.

Le travail était réalisé au niveau de Laboratoire de recherche de Biotechnologie des Productions végétales de université de blida et Laboratoire de la production végétale département agronomie Faculté des Sciences université de Boumerdes (2021-2022) dans des conditions contrôlées. Les résultats donnent un effet positif de l'extrait d'algues fumées exactement la dilution D3 (1.5ml) qui montre des résultats plus efficaces sur les paramètres de germination des graines de haricot : taux de germination ,indice de germination, vitesse de germination.

Les résultats montrent que utilisation de la technique de la micro-encapsulation a base d'extrait d'algue vert a un effet bénéfique sur l'activité stimulatrice et le développement de la germination des graines d'haricots.

### Mots clés:

micro-encapsulation ,*Ulva rigida* , *Phaseolus vulgaris*, croissance et le développement de la germination des graines.

## **Abstract**

The study focused on the significant effect of micro-encapsulation on the stimulatory activity of the green algae extract *Ulva rigida* on the different doses of aqueous extract (0.5ml, 1ml and 1.5ml), on the germination of *Phaseolus vulgaris* bean.

Our study allowed us to appreciate the positive effect of the micro-encapsulation technique, which it favors the growth and development of morphological and physiological parameters of seeds beans.

The work was carried out at the level of the biotechnology research laboratory of plant production and laboratory agronomy department of plant production faculty of sciences university of Boumerdes (2021-2022) under controlled conditions.

The results give a positive effect of the smoked seaweed extract the dilution D3 (1.5ml) which shows more effective results on seed germination parameters beans: germination rate, germination index, germination speed.

The results show that using the technique of micro-encapsulation based on green seaweed extract has a beneficial effect on the stimulatory activity and the development of bean seed germination.

### **Key words.**

micro-encapsulation, *Ulva rigida*, *Phaseolus vulgaris*, growth and development of seed germination.

## المخلص

ركزت الدراسة على التأثير الكبير للكبسلة الدقيقة على النشاط التحفيزي ل مستخلص الطحالب الخضراء *ulva rigida* باستعمال جرعات مختلفة من المستخلص المائي للطحالب (0.5 مل, 1 مل و 1.5 مل) على إنبات بدور الفاصوليا الخضراء *Phaseolus vulgaris*.

دراستنا سمحت لنا تقدير التأثير الايجابي لتقنية الكبسلة الدقيقة, بفضلها تم تطوير نمو المرفولوجي و الفيزيولوجي لبدور الفاصوليا.

تم تنفيذ العمل على مستوى معمل أبحاث التكنولوجيا الحيوية قسم الهندسة الزراعية لجامعة البليدة و بمختبر الإنتاج النباتي لكلية العلوم ب جامعة بومرداس (2021-2022) تحت ظروف مضبوطة .

النتائج أعطت تأثير ايجابي لمستخلص الأعشاب البحرية المدخنة بالضبط D3 بتخفيف (1.5 مل) مما يدل على نتائج أكثر فعالية في إنبات بدور الفاصوليا :معدل الإنبات , مؤشر الإنبات, سرعة الإنبات .

أكدت النتائج أن استخدام تقنية التغليف بمستخلص الأعشاب البحرية الخضراء مفيد على النشاط التحفيزي و تطوير إنبات بدور الفاصوليا .

الكلمات المفتاحية: الكبسلة الدقيقة, *Phaseolus vulgaris*, *Ulva rigida*, نمو و تطور بدور الفاصوليا .

A green sticky note graphic with rounded corners and a white dashed line border. The note is oriented horizontally and has a tab on the left side. The word "INTRODUCTION" is printed in the center of the note in a bold, black, serif font.

# **INTRODUCTION**

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. C'est une étape cruciale qui initie le développement de l'appareil végétatif lorsque les conditions climatiques le permettent, notant que la réunion de toutes conditions : extérieures concernant le milieu entouré de la graine (eau, oxygène, température) et intérieures ( l'état de la graine, dormance, maturation etc.) sont indispensables pour déclencher ce phénomène.

L'exposition universelle au changement climatique peut engendrer des perturbations dans ces conditions et peut retarder la germination des graines, dans ce cas il faut préserver notre planète et assurer la sécurité alimentaire en pensant au développement durable, les biotechnologues donc doit relever des défis d'augmenter sensiblement ses productions, tout en réduisant son empreinte sur l'environnement.

Cette étude est consacrée à la valorisation de la biomasse algale. Une application a été investiguée : pour évaluer les potentialités de l'extrait algales *Ulva rigida* dans l'optimisation de la performance de l'expression végétative chez les graines d'haricots (graines modèles) à travers une question hypothèses : La technique encapsulation par l'agent d'incorporation (extrait algale *Ulva rigida*) peut-elle performer l'expression végétative des semences sous différentes concentrations ?

Le présent document est subdivisé en trois chapitres, et se termine par une conclusion générale suivie de la liste des références avec :

Chapitre I réserver pour la partie recherche bibliographique.

Chapitre II consacrer pour la partie expérimentale.

Chapitre III comporte les résultats finals et discussion.

# **Chapitre I :**

# **Recherche**

# **Bibliographie**

## I. Généralité sur la germination

Chez de nombreuses plantes, la germination des graines n'est pas immédiate, et nécessite le passage par une période de repos pendant laquelle la germination est inhibée par divers mécanismes.

La dormance est un stade important dans le cycle de vie des plantes. C'est un état provisoire dans lequel des graines viables ne peuvent pas germer même dans des conditions favorables ; cet état se caractérise par une absence virtuelle d'activité métabolique et/ou par un manque virtuel de développement et de croissance (Hilhorst et Koornneef., 2007).

La dormance peut être liée à la présence d'inhibiteurs, la présence de protéines photosensibles ou chromoprotéines, l'imperméabilité des enveloppes à l'eau ou à l'oxygène, et/ou à la résistance mécanique des enveloppes. C'est une propriété innée qui est définie par des facteurs génétiques et environnementaux pendant le développement de la graine.

La dormance correspond à une inaptitude pour la graine de germer même dans des conditions favorables (Bewley., 1997). La dormance est acquise en fin de maturation de la graine.

### I. 1-Types de dormance

#### Il existe deux types de dormance :

dormance primaire ; elle s'installe pendant la formation des semences, et est présente à la récolte. C'est un état de repos profond qui se produit sous l'influence des facteurs internes de nature tégumentaire ou embryonnaire. L'installation de la dormance primaire est montrée comme étant dépendante de l'ABA. En effet, la surexpression des enzymes de la voie de biosynthèse de l'ABA favorise la dormance, tandis que des graines déficientes en ABA ne présentent pas de dormance (Nambara et Marion-poll, 2005 ; Finchel-savage et Leubner-metzger., 2006).

#### ▪ La dormance tégumentaire

Les téguments assurent normalement la protection des graines mais dans de nombreux cas ils peuvent empêcher la germination en jouant un rôle de :

- barrière physique : résistance mécanique, imperméabilité à l'eau.
- barrière chimique : piégeage de l'oxygène par des composés phénoliques, présence d'inhibiteurs de germination dans les téguments.

### ▪ La dormance morphologique (embryonnaire)

La dormance "morphologique" est due à la présence d'un embryon « sous développé » au moment de la dissémination des graines (Baskin et Baskin., 1998). La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance.

D'autre part, la dormance de l'embryon, impliquerait selon d'autres auteurs essentiellement d'autres facteurs : les cotylédons, ainsi que les inhibiteurs de germination, dont surtout l'acide abscissique (ABA) (Bewley et Black. , 1994).

Parmi les dormances embryonnaires on peut distinguer :

Les dormances photolabiles; les dormances scotolabiles; les dormances xérolabiles; les dormances psychrolabiles (Heller et al., 1990).

### ➤ La dormance secondaire (ou dormance induite) :

Elle apparaît après la récolte pendant le stockage sous l'action de divers facteurs externes (température, oxygène, lumière) défavorables à la conservation. Elle commence automatiquement après la levée de la dormance primaire si les conditions ne sont pas favorables à la germination et à l'inhibition de la dormance (Finch-savage et Leubner-metzger., 2006) La mise en place de la dormance secondaire semble également dépendante des teneurs en ABA. Par exemple, l'induction de la dormance secondaire chez *Brassica napus* est associée à une augmentation de la concentration en ABA au sein de la graine (Wentao et al., 2009).

La dormance est régulée de façon complexe par des signaux endogènes à la graine mais également par des facteurs environnementaux. Au sein de la graine, la balance hormonale Acide Abscissique (ABA)/ Acide Gibbérellique (GA) va être un régulateur majeur de la dormance, l'ABA favorisant la dormance, le GA l'inhibant (Matilla et Matilla-vazquez., 2008).

## I. 2-La levée de dormance

La levée de dormance, est accomplie par divers mécanismes incluant des interactions complexes entre l'environnement et les facteurs internes (Finkelstein et al., 2008). Elle est caractérisée par une augmentation de la biosynthèse des GA et une dégradation de l'ABA (Finch-savage et Leubner-metzger., 2006) (Fig.1).

Plusieurs techniques variant selon l'espèce et la nature de la dormance, sont prescrites pour levée la dormance avant le semis ou les tests de germination. La stratification froide (vernalisation) ou chaude (estivation), la scarification (mécanique, chimique ou physique), l'élimination des

téguments et l'élimination des substances inhibitrices sont des procédés proposés (Bacchetta et al., 2006).

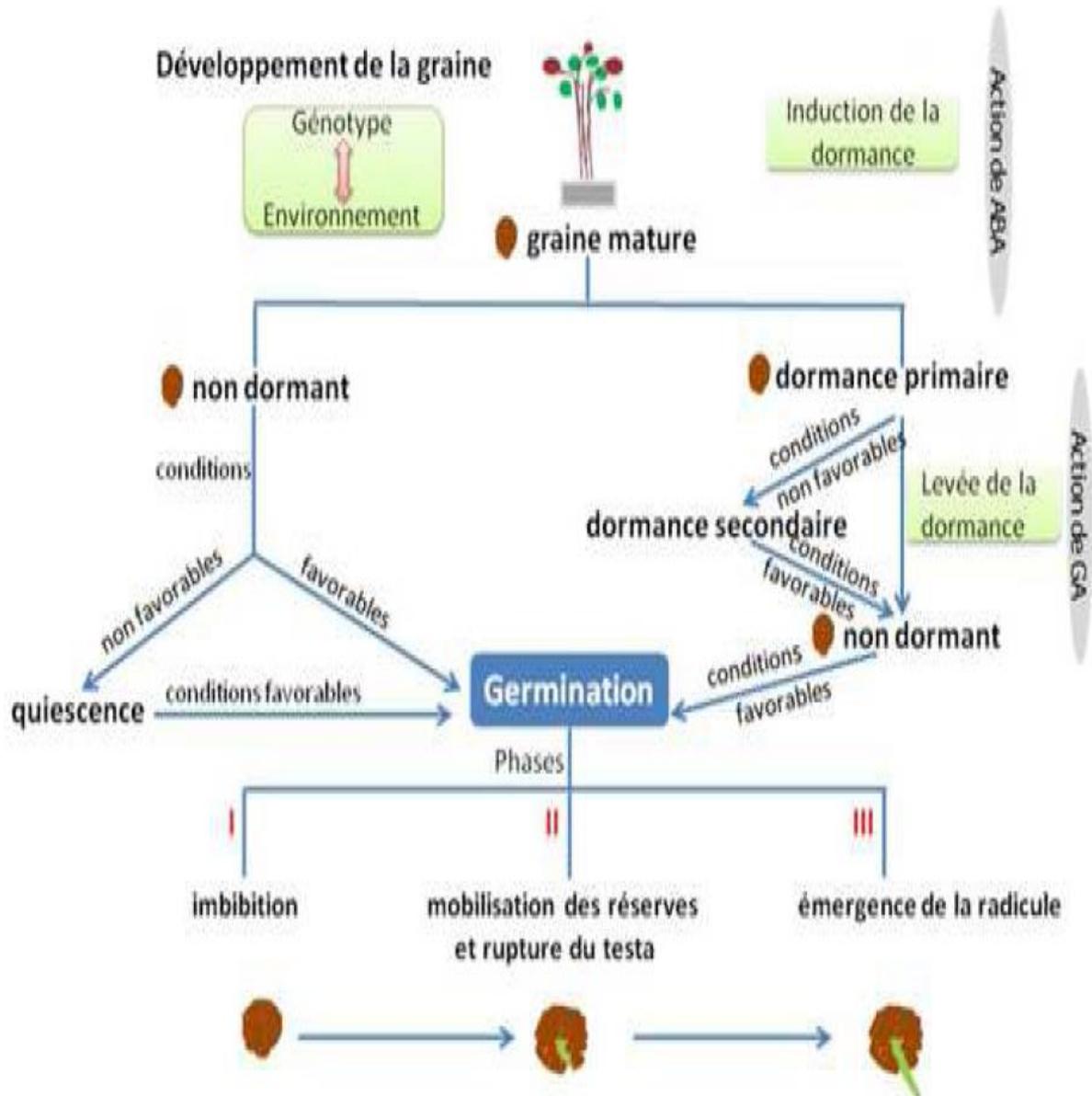
L'induction et la levée de dormance (primaire ou secondaire) sont contrôlées par divers mécanismes qui incluent les interactions complexes entre l'environnement et deux principales phytohormones : l'acide abscissique (ABA), et les Gibbérellines telles que l'acide gibbérellique (GA3) (Fig.1).

L'ABA favorise l'induction et le maintien de la dormance pendant la maturation embryonnaire. Cette hormone peut inhiber la germination et son accumulation est corrélée avec le début de la dormance (Hilhorst et Koornneef., 2007). Les gibbérellines par contre, sont connues pour favoriser le processus de levée de dormance et de germination (Finkelstein et al., 2008). chez plusieurs espèces de plantes.

Ce groupe d'hormones stimulent la germination en induisant les enzymes hydrolytiques qui affaiblissent les barrières des tissus tels que les endospermes où les téguments, en induisant la mobilisation des réserves de stockage des graines, et en stimulant l'expansion de l'embryon.

Des études ont formulé la théorie de l'équilibre hormonale selon laquelle la dormance et la germination des graines dépendent de l'accumulation de l'ABA et de GA.

Les signaux environnementaux régulent cet équilibre en modifiant l'expression des enzymes cataboliques et biosynthétiques (Finkelstein et al., 2008).



**Figure 1 :** Influence des conditions environnementales sur le développement, la dormance et la germination de la graine. (Ndri et al., 2011).

Ces étapes physiologiques d'induction et de levée de dormance sont gouvernées par les loci biosynthétiques NCED (9-cis-epoxycarotenoid dioxygénase) et GA3ox1 (Gibberellin 3 oxidase 1) et cataboliques (GA2ox2 (Gibberellin 2 oxidase) et CYP707A2 (cytochrome P450707A).

### I. 3-La germination

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer ; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (Hopkins., 2003).

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. Selon (Mazliak., 1982), c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée (Bewley., 1997).

### I. 3-1- Types de germination

On distingue deux types de germination :

**La germination épigée** : caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tige. Le premier entre-noeud donne l'épicotyle, et les premières feuilles, au-dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales.

**germination hypogée** : les cotylédons restent dans le sol (Ammari., 2011).

### I. 3-2- Conditions de la germination

Conditions externes de la germination :

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Soltner., 2007).

#### • L'eau

Selon (Chaussat et Ledebur.,1975), la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division.

#### • L'oxygène

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner., 2007). Selon (M.,1982), une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination.

D'après (Meyer et al.,2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

#### • La température

La température a deux actions :

Soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination

(Mazlia., 1982), soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat et al., 1975).

### • La lumière

La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (Anzala., 2006).

Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (Heller et al., 1990).

Conditions internes de la germination

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs causes sont à envisager : la dormance de l'embryon ou les inhibitions de germination. Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même ; elle doit être vivante, mûre, apte à germer (non dormante) et saine (Jeam et al., 1998).

### I. 3-3- Les phases de la germination

#### I. 3-3-1-La première phase ou phase d'imbibition

Est un phénomène d'entrée rapide et passive d'eau. Elle se déroule même si la graine n'est pas viable. Cette entrée d'eau est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales.

#### I. 3-3-2 La deuxième phase est la phase de germination au sens strict

Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau ; l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable. De plus, les synthèses protéiques sont facilitées car la graine renferme toute la machinerie nécessaire, en particulier des ARNm y sont accumulés (Rajjou et al., 2004). Durant cette phase, il y a reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse

d'hydrolases (telles que les amylases, les nucléases ou les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire. Les  $\alpha$ -amylases hydrolysent

l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire. La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules (Heller et al., 2004).

### I. 3-3-3 La troisième phase ou phase de croissance post-germinative

Est caractérisée à nouveau par une entrée d'eau et une augmentation importante de la respiration. La consommation de l'oxygène serait due aux enzymes néo synthétisées.

D'après (Grappin et ses collaborateurs., 2000), l'ABA maintiendrait la dormance au cours de l'imbibition et serait ainsi le facteur qui régulerait l'entrée en phase III. En effet, ces auteurs ont démontré la présence d'une néo synthèse d'ABA dans les premières heures de l'imbibition chez *N. plumbaginifolia*, qui empêcherait l'accomplissement de la germination.

II. Les algues marines

II. 1-Généralité sur les algues

Selon( Komprobst., 2005), les algues sont des thallophytes dont l'appareil végétatif relativement simple. Elles forment un groupe photosynthétique typiquement autotrophes (Cabioc H.,1992). Elles sont des cryptogames (Moriss,1967;Lewin,1979). Ces dernières sont abondantes dans les eaux de mers, les lacs, les mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on les trouve également sur les rochers humides et sur la terre (Babaousmail., 2014).

La classification des algues se base sur la couleur de thalle on distingue: les *rhodophyta* (algues rouges), *chlorophyta* (algues vertes) et les *pheophyta* ( algues brunes) (Kalasariya et al.,2016).Dans notre travail on s'intéresse aux algues vertes notamment *UlvaRigida*, appelée aussi laitue de mer, trouvées dans les océans du monde entier se présentent sous forme de rubans ou tubulaires, et peuvent atteindre une taille de 20 à 30 cm. (Wichard T., 2015). Elle se distingue par un thalle très mince en forme de feuille présentant un stipe très court et rigide par lequel l'algue se fixe à son support, (Botany, 2001 ; mediterraneo, 2015 ; Smithsonian Tropical .,2009).

**Tableau (1) :** la composition chimique d'*Ulva rigida*.

Les éléments minéraux	Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cr, Co, Ni, Cu, Mn, Sr, Mo, Pb.	(Sirbu et al 2006)
Les acides aminées	Isoleucine, Leucine, Lysine, Méthionine, Cystéine, Phénylalanine, tyrosine, theronine, valine, aspartique, acide Glutamique, Proline, Serine, Glycine, Alanine, Arginine.	(Taboada C 2009)
Les acides gras	oméga 3, oméga 6, l'acide palmitique, l'acide béhénique, l'acide stéarique, Des traces d'acides myristique. D'acide pentadécanoïque, l'acide oléique, l'acide palmitoléique, l'acide linoléique. L'acide eicosapentaénoïque, l'acide a-linolénique, Les acides gras polyinsaturés (PUFAs).	(Ivanova V. 2013). (Ilknur Z. 2015)

Les polysaccharides	le sulfate, le rhamnose, la xylose, l'acide glucuronique et l'acide iduronique.	<b>(Lahaye M., 1995)</b>
Vitamine	(B1, B2 et B12).	<b>(Hamed I., 2014)</b>
Les pigments	chlorophylle A et B, carotène, Xanthophylle	<b>(Saptati G. 2011; Sirbu R., 2006)</b>
Les poly phénols	Flavonoïdes, Acide phénolique et isoflavones	<b>(Chojnacka et al., 2012)</b>

**II. 2-Position systématique**

<b>Ordre</b>	Ulvales.
<b>Famille</b>	Ulvaceae.
<b>Genre</b>	Ulva.
<b>Division</b>	Chlorophyta
<b>Classe</b>	Ulvophyceae.
<b>Espèce</b>	<i>Ulva rigida.</i>

**II. 3-Les biostimulants en agronomie**

Dans la littérature scientifique, le mot bio stimulant a été utilisé pour la première fois par (Kauffman et al., 2007). Selon EBIC (2014): « Les biostimulants contiennent des substances ou des

microorganismes qui ont pour fonction de stimuler les processus naturels pour accroître l'absorption et l'efficacité des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques et la qualité des récoltes lorsqu'ils

sont appliqués aux plantes ou à la rhizosphère (racines), indépendamment du contenu en nutriments du bio stimulant», et une nouvelle définition a été proposée par (Yakhin et al 2017 ). : « Un Biostimulant est un produit d'origine biologique qui améliore la productivité des plantes, cette propriété de Biostimulant est provoquée par l'ensemble des différents constituants de Bio stimulant ; comme effet majeur de ce dernier est un régulateur de croissance des plantes et de composés protecteurs des plantes et aussi les biostimulants s'agissent à des doses très faibles par hectare »

## **II. 3-1-Effet de bio stimulant à base d'extrait d'algue**

- Les extraits bruts d'algues ont un effet positif direct sur la croissance et le développement des plantes (racines, tiges, feuilles et/ou fleurs). Cet effet est principalement dû aux hormones exogènes (cytokinines, auxines, gibbérellines) présentes dans les extraits (Faessel et Morot-gaudry.,2009; Khan et al.,2009).
- Certains composés présents dans les extraits d'algues (polysaccharides, polyamines) agissent sur la synthèse et l'activité des hormones endogènes (Faessel et Morot-gaudry.,2009).
- La dégradation des chlorophylles est inhibée par certains composés, comme la glycine bêtaïne, pour favoriser une meilleure photosynthèse (Khan et al.,2009).

## **II. 3-2-Modes d'actions des biostimulants:**

Les différents composants de bio stimulant sont des composés actifs ; ce pendant, les connaissances sur les modes et le mécanisme d'action évoluent rapidement en raison de l'augmentation des travaux scientifiques dans ce domaine au cours de ces dernières années, d'après les études bibliographiques recensées par ( Yakhin et al., 2017 ;et Faessel et al., 2014), deux principaux modes d'actions des biostimulants se déclinent de la manière suivante :

- ❖ La stimulation de la germination, de la croissance racinaire, de la mise en place et de la croissance des plantes, de l'absorption des nutriments du sol et la résistance au stress.
- ❖ La réduction ou l'amélioration des effets négatifs des facteurs de stress abiotiques (sécheresse, chaleur, froid, salinité).

Au cours des dernières années, l'utilisation de produits à base d'algues naturelles en remplacement du produit de synthèse classique (Eman et al.,2008 ; Erulanet al.,2009 ; Sangeetha et Thevanathan.,2010).

**III. Micro-encapsulation****III. 1-Généralité sur la micro-encapsulation**

Au cours des dernières années, la micro-encapsulation s'est considérablement développée à l'échelle industrielle. Les microparticules ont des applications très variées, elles sont utilisées pour la production de textiles parfumés (Rodrigues et al., 2008) et de produits cosmétiques (Elzawahry et al., 2007 ; Ge et al., 2009), pour la protection des récoltes agricoles (Bingham et al.,2007 ;Stelinski et al.,2007), dans l'agroalimentaire pour donner de nouvelles propriétés aux aliments(encapsulation d'arômes, colorants, épices)(Augustin et al.,2009),mais aussi dans les produits phytosanitaires (Nordstierna et al.,2010; Scher et al.,1998) et dans le domaine de la médecine et de la pharmacie (Benita et al., 1985 ;Sugamori et Sefton.,1989).

**III. 1- Définition**

La micro-encapsulation est une technique qui consiste à protéger la matière sensibles (à l'état solide, liquide ou gazeux) appelées aussi matières actives à l'aide d'une matière enrobant par formation de particules de taille micrométrique (Augustin et al.,2009) Ce procédé permet de créer une barrière de protection pour les molécules encapsulées et de contrôler leur relargage dans un milieu donné. Le contenu d'une capsule individualisée est protégé de l'environnement par la matière enrobant et peut être libéré sous l'action de la température, d'enzymes ,du changement de pH du milieu ,de l'action mécanique ou simplement par la diffusion à travers la matière enrobant poreuse (Lazko et al., 2004).Les microparticules obtenues par cette technique peuvent se présenter sous des microsphères qui sont des particules constituées d'un réseau macromoléculaire ou lipidique continu formant une matrice dans laquelle se trouve finement dispersée la matière active. Cette dernière peut se présenter sous forme de fines particules solide sous encore de gouttelettes de solutions.

Les techniques basées sur la formation de gouttelette ou sur la polymérisation en milieu dispersé permettent l'obtention de microparticules proches de la monodispersité. Comme la taille moyenne et la distribution granulométrique sont en relation directe avec la surface spécifique des microparticules, ces paramètres vont influencer certaines propriétés comme la libération de la matière active dans le milieu Environnant. (Dubey et al.,2009). La teneur en matière active (taux d'encapsulation) peut être très élevée dans les microcapsules, de l'ordre de 85 % à 90 %. Au contraire, les teneurs habituellement rencontrées dans les microsphères sont plus faibles, de l'ordre de 20% à 50%. Par contre les propriétés de relargage de matière active sont souvent plus avantageuses dans le cas des microsphères. La diffusion progressive du principe actif du fait de sa

dispersion dans la matrice est particulièrement adaptée à certaines applications, notamment dans les domaines agroalimentaires pharmaceutiques. (Richard et Benoit.,2000).

**III. 2-Les Applications de la Micro-encapsulation**

On trouve désormais des applications de la micro-encapsulation dans de nombreux domaines industriels, listés dans le Tableau 2, dans lequel sont également précisés des exemples de composés encapsulés.

**Tableau (2) :**Les domaines applications de la micro-encapsulation

Pharmacie et médical	Antibiotique, contraceptifs, enzyme, vaccins, bactéries, vitamines, minéraux, antigènes, anticorps...
Cosmétique	Parfums, huiles essentielles, anti transpirants, agents bronzants, crèmes solaires, colorants capillaires, baumes d’émollients, mousses à raser...
Alimentaire	Huiles essentielles, graisses, épices, arômes, vitamines, minéraux, colorants, enzymes, levures, micro organisme...
Agriculture	Herbicides, insecticides, engrais, répulsifs, hormones végétales...
Biotechnologie	Enzyme immobilisées, microorganisme, cellules vivants, cellules artificielles, cultures tissulaires, composés nutritionnels...
Chimie	Catalyseurs, enzymes, additifs, pour plastiques, eau (plâtre et béton) inhibiteurs de corrosion, retardateurs d’incendie, colorants et pigments, agents UV protecteurs, parfums, huiles essentielles, agents lubrifiants...
Détergents	Adoucissants, antistatiques, agents décolorants, agents moussants, silicones, cires, détachants...

Textile	colorants, parfums, pigments, bactéricides, fongicides, répulsifs d'insectes, agents antistatiques, retardateurs d'incendie, agents imperméabilisants, adhésifs, composés bioactifs médicaux, composés bioactifs cosmétiques
Graphismes et Impression	colorants, pigments, parfums, révélateurs, cristaux liquides, toners, composés photosensibles...
Photographie	Halogénures d'argent, pigments, colorants, composés photo polymérisables, révélateurs pour photographie couleurs, plastifiants...
Electronique	cristaux liquides, matériaux-semi-conducteurs, adhésifs, agents de séchage, retardateurs de flammes, antistatique...
Traitements des déchets	Microorganismes, substrats, détoxifiants, déchets liquides (solidification), déchets industriels à risque, déchets radioactifs...

**III. 3-Intérêts de la micro-encapsulation****III. 3-1- la Protection de la substance encapsulée**

La micro-encapsulation est un procédé de fabrication de particules fermées dans les quelles le contenu été enveloppé à l'intérieur d'un film

L'encapsulation permet non seulement d'éviter la pollution secondaire du contenu encapsulé, mais permet aussi une fonction d'isolation de matériaux fonctionnels sensibles à la lumière ou à l'oxygène d'un environnement extérieur, ce qui maintient le contenu encapsulé stable sur une durée plus longue (Barthès-biesel et al.,2009).

**III. 3-2- le Contrôle de la libération de la substance encapsulée**

La micro-encapsulation permet le transfert de masse entre l'intérieur et l'extérieur d'une capsule via le contrôle des propriétés physiques et chimiques de la membrane. Normalement, il y a deux types

de processus pour atteindre ce but : soit la diffusion à travers la membrane, soit l'éclatement de la membrane. Au niveau de la diffusion, le contrôle de la taille des pores de la membrane, l'épaisseur de la membrane, et le gradient de concentration des molécules spécifiques, permettent de contrôler la délivrance continue des principes encapsulés (Barthès-biesel et al.,2009).

### **III. 3-3- la Facilitation de l'utilisation des produits de nature liquide**

La technique permet de conditionner des produits liquides sous une forme solide. Ce processus facilite le transport des produits liquides, qui peuvent fuir ou s'évaporer du récipient. Pour chaque capsule, le dosage est contrôlé par le volume de la capsule. Les capsules pourront donc être apportées séparément selon le dosage dont on a besoin.(Barthès-biesel et al.,2009).

# Chapitre II

# Matériel et méthodes

**Objectif**

Ce travail a pour objectif de tester la micro encapsulation par un agent d'enrobage (l'extrait aqueux d'algue *Ulva rigida*) et évaluer les différentes dilutions de cet extrait sur les paramètres morphologiques et physiologiques des graines d'haricot *Phaseolus vulgaris*.

**A-Présentation du site d'étude**

L'étude a été réalisée dans des conditions contrôlées au niveau de Laboratoire de Recherche de Biotechnologies des Production Végétales, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, l'Université de Blida1 (LRBPV) ,et Laboratoire de la production végétale département agronomie faculté des Sciences à l'Université de Boumerdes .

**B- Matériel d'étude****B/1- Matériel végétal**

La semence utilisée dans cette étude est celle du haricot Var.Rico dont la faculté germinative a été estimée à 85%. Les graines sont stérilisées par chlorure de sodium pendant 20 min à 20 % (v/v), puis rincées et trempées dans de l'eau distillée et séchées dans une étuve ventilée. Cette procédure est nécessaire pour éviter la contamination par les microorganismes pendant la germination.

**B/2- Récolte d'algue verte**

L'algue verte, *Ulva rigida* a été collectée en mer dans une eau peu profonde (< à 2m) au printemps 2022, dans la région côtière de Bou-Ismaïl (Wilaya de Tipasa) (36° 38'17,517"N 2° 42' 12,087" E Algérie). Un rinçage a été préconisé pour les algues collectées, afin d'éviter la présence de sel et d'éliminer les impuretés comme les particules de sable.

**B/ 3 Préparation de l'extrait aqueux en fumé(extrait smoke)**

Dans ce modèle d'extraction, l'algue vert a été utilisée dans le but d'obtenir un extrait aqueux végétale, le concept consiste à brûler 200g de algue vert sèche dans un récipient métallique qui a été alimenté en feu et d'air placée et enfermer pour assurer un chauffage circulaire, la fumée générée par le matériel végétal est passée en continu dans le tuyau métallique attaché et a bouillonné dans 4 L d'eau distillée dans le premier flacons en revanche le deuxième flacon été utilisé comme un piège pour le gaz de l'algue vertd transformé. **Fig 2**

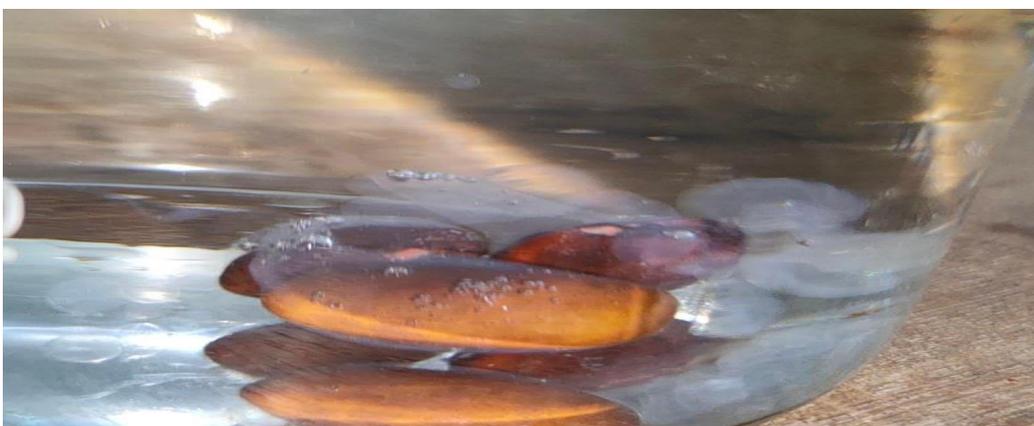


**Figure 2:** Dispositif de production de l'extrait aqueux enfumé (Original).

### C-Conduite à l'essai

La micro-encapsulation est une technique utilisée pour conserver les aliments, les molécules ou encore des échantillons liés à la médecine ou à l'agronomie, (enrobage des graines). La technique a été réalisée dans les conditions les plus stériles possibles.

Une solution d'alginate de concentration (1-5%) à définir en g/L (grammes de cristaux d'alginate/litre d'eau distillée stérile) ou le pH de l'eau distillée utilisée pour dissoudre les cristaux d'alginate est pH 7,5) la solution a été homogénéisée par un agitateur magnétique, les graines ont été mises dans l'alginate avec les dilutions de l'extrait *d'ulva rigida* cités dans le **tableau 3** pendant 5 min. Le mélange graines-alginate est prélevé avec une micropipette de 5 mL sur laquelle on a installé un cône dont on a coupé l'extrémité en fonction de la taille de la graine (**Fig 4**) et plongée par la suite dans une solution cationique à 0,1M (soit 1,11g/100mL), laissée pendant 15 min puis filtrée par une passoire et séchées dans une étuve ventilée à 23°C pendant 72h, résultat de la technique se présente dans la **fig 3**



**Figure 3 :** Graines d'haricot encapsulé (Original)



**Figure 4 :**Protocole d'enrobage des graines par l'alginate

**Tableau (3) :** Description des dilutions préconisé dans l'expérimentation

Produit	Dilutions
Extrait aqueux d' <i>Ulvarigida</i>	D1=1ml
Extrait aqueux d' <i>Ulvarigida</i>	D2= 0,5ml
Extrait aqueux d' <i>Ulvarigida</i>	D3=1,5 ml
Témoin (eau)	D= 1ml

L'étude a été réalisé dans des conditions contrôlées au niveau de Laboratoire de la production végétale département agronomie à l'Université de Boumerdes .

Ou cinq rangés de boîtes de pétri sont recommandé pour l'installation de l'expérience dont le nombre de répétions est 5. Le suivi des essais est préconisé pendant 10 jours, l'ensemble été mis dans une chambre d'Hortibox (16h/8h de photopériode, 23°C et 80% d'humidité), l'imbibition des graines été fait selon leurs besoins en eau. Différents paramètres de germination ont été déterminés comme déjà cité par Cherif et al .

**-pourcentage de germination totale (TG) a été calculé selon la formule :**

$$TG (\%) = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre de graines semées}} * 100$$

**-L'index de germination a été calculé selon la formule :**

$$GI = \sum(N_i/T_i)$$

Avec :  $T_i$  = nombre de jours après le semis,  $N_i$  = le nombre de graines germées le ième jour.

-La vitesse de germination a été calculée selon la formule :

$$CV = \frac{N1+N2+\dots+Nn}{(N1T1 + N2T2+\dots+NnTn)} \times 100.$$

Avec : N1: nombre de graines germées au temps T1, N2 : nombre de graines germées au temps T2,  
Nn : nombre de graines germées au temps Tn.

-La longueur des parties aérienne et racinaire exprimé en (cm<sup>2</sup>), ont été estimés par analyse d'image (image analysis software Digimizer ver. 3.0. (MedCalc Software bv, Ostend, Belgium)) .

# Chapitre III

# Résultats et discussion

**III. Résultats**

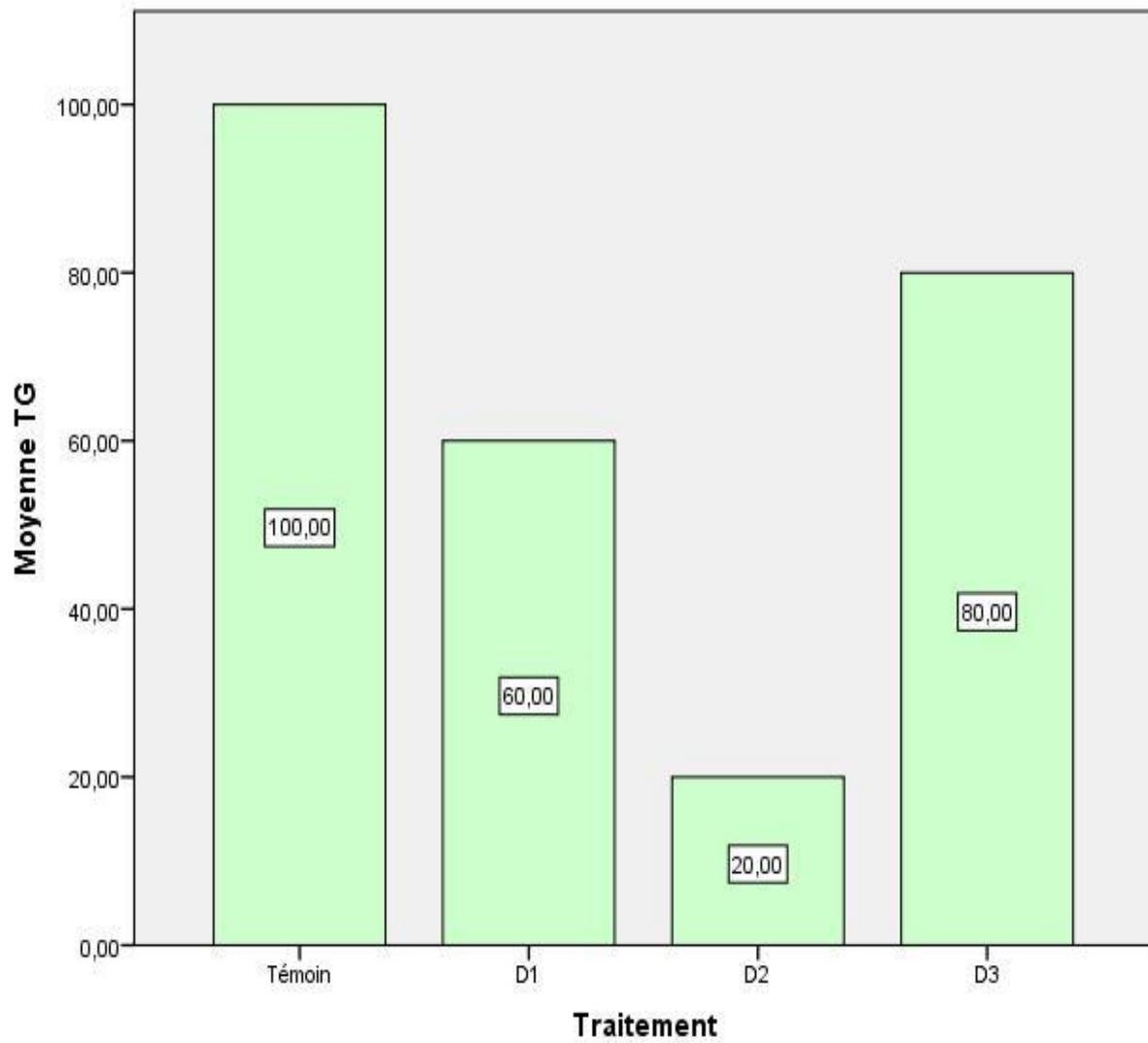
Ce travail porte sur le potentiel de différents bioproduits à base d'extraits de fumée dure pour stimuler la germination du haricot (*Phaseolus vulgaris*) en utilisant la technologie de micro encapsulation. L'application de ces deniers a permis d'estimer la fonction stimulatrice de la germination sur les paramètres de croissance, sur la base de plusieurs dilutions (1ml pour les produits biologiques formulés et 1ml, 0,5ml, 1,5ml d'extrait de fumée), l'effet étudié rend a permis de mettre en évidence la méthode de micro encapsulation (enrobage) et la pertinence de l'utilisation des produits biologiques pour assurer une bonne stimulation de la germination des graines.

**III.1 Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur les paramètres de croissance de la germination****III.1.1 Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur le taux de germination(TG)**

Effets des traits de taux de germination des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*). Des études ont été menées à la dose réelle (1 ml) dans chacun des traitements suivants (D2, D1, D3 , D EAUX) et 3 doses (0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml d'extrait de fumée et D de Témoin 1ml).

La Figure III.1 montre l'effet des traitements sur la germination des haricots. Cette dernière est estimée en fonction de la nature des traitements appliqués, ainsi les effets des différentes formulations.

L'histogramme de la Figure III.1 représente l'effet comparé des extraits formulés et le témoins sur le taux de germination. L'analyse montre l'absence de déférences significative entre l'extrait smoke (D3 et D1) (1,5ml 1ml ) par apport au témoin, La même analyse a révèla la présence d'une différence significative entre l'extrait smoke (D2) (0,5 ml) par apport au témoin.

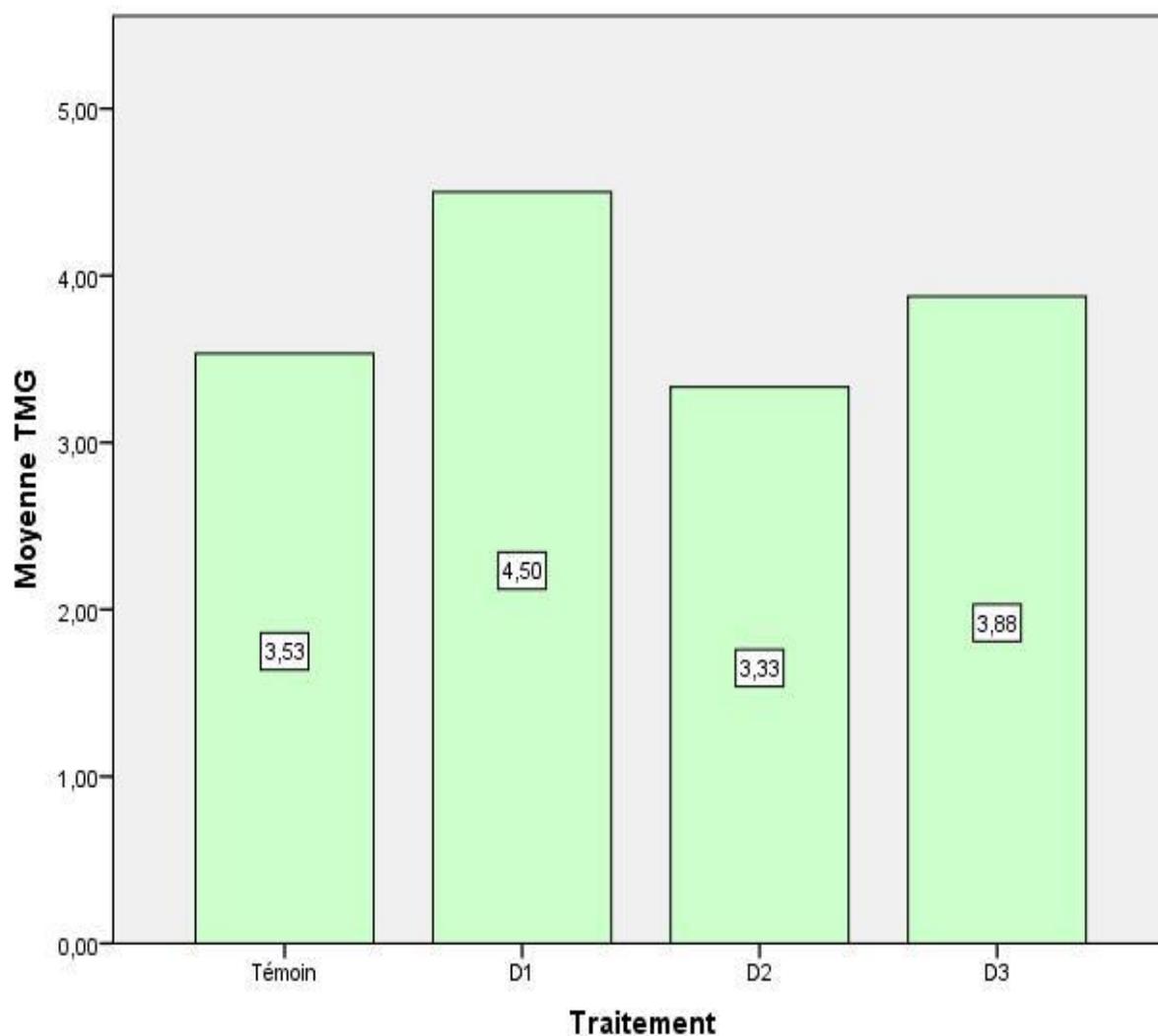


**Figure 5 III .1:** Effets des traitements sur le taux de germination .

Témoin / D1 (1 ml ), D2 (0,5ml ), D3(1,5 ml ).

### III.1.2 Effets des traitements sur vitesse de germination (TMG)

L'histogramme de la Figure III.2 représente l'effet comparé des extraits formulés et le témoin sur la vitesse de germination (TMG). L'analyse montre l'absence de différences significatives entre l'extrait smoke D1 (1 ml), D2 (0,5ml), D3(1,5 ml) par rapport au témoin.



**Figure 6 III .2:** Effets des traitements sur vitesse de germination

Témoin / D1 (1 ml), D2 (0,5ml), D3(1,5 ml).

Tableau III .1 représente l’analyse de la variance appliquée à la vitesse de germination TMG .montre l’effet comparé des extraits formulés et le témoin sur la vitesse de germination.

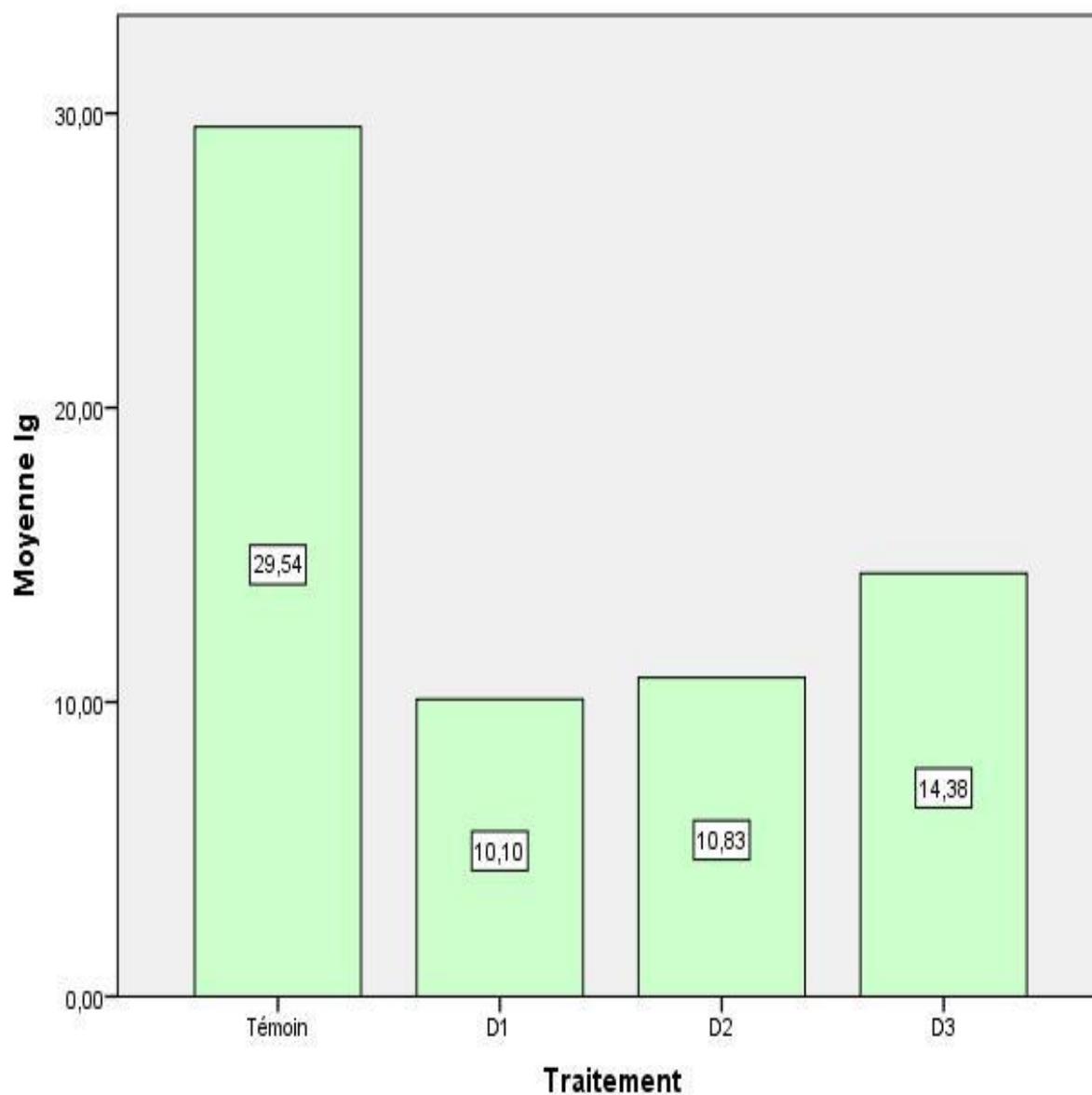
La comparaison par ANOVA concernant le facteur dose montre que l’absence de différence significative entre les l’extraits d’algue smoke (D1, D2, D3) (1 ml, 0,5 ml, 1,5 ml) par apport au témoin.

**Tableau (4):** Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur la vitesse de germination.

	Somme des carrés	Ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	967,418	3	322,473	6,813	0,007
Intra-groupes	520,686	11	47,335		
Total	1488,104	14			

**III.1. 3 Effets des traitements sur l’indice de germination (IG)**

L'histogramme de la Figure (III.2) représente l'effet comparatif des extraits et du témoin sur l'indice de germination. Analyse n'a montré aucune différence significative entre l'extrait d' algue smoke (D3) (1,5 ml)et le témoins ,la même analyse a montré des différences significatives les extraits de smoke (D1, D2) (1 ml, 0,5 ml) ) par apport au témoin.



**Figure 7 III.3 :** Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur l'indice de germination

Témoin /D1 (1ml), D2 (0,5ml), D3 (1,5ml)

**Tableau(5) :** Représente effets des traitements utilisés en micro encapsulation sur

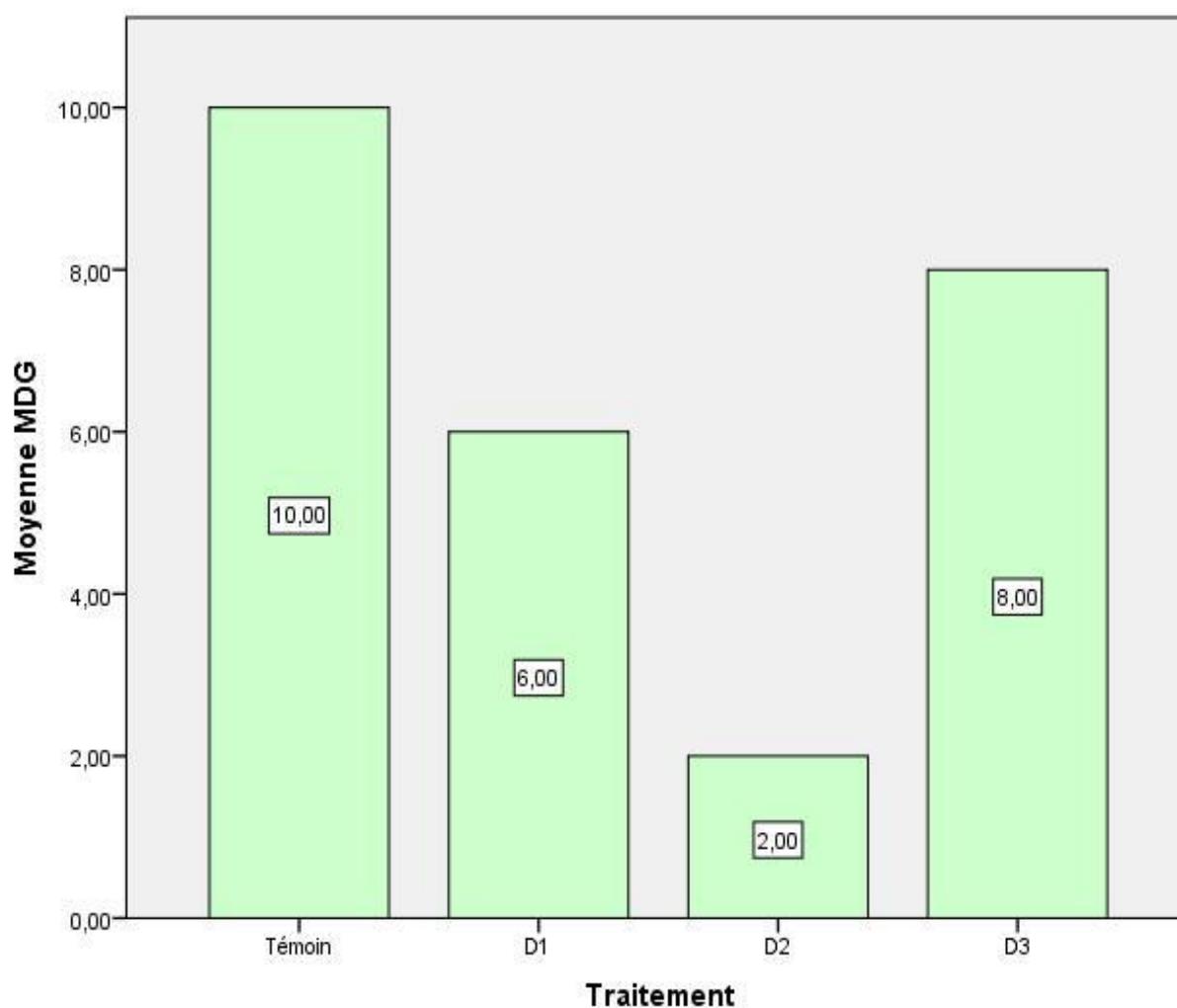
L'indice de germination par le test de Tukey<sup>a,b</sup>

La comparaison par le biais de test de Tukey concernant le facteur dose montre que les extraits smoke (D3) (1,5 ml) ont un effet le plus important par rapport ou D1 (1ml) et D2 (0.5ml).

Traitement	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
D1	5	10,1000	
D2	2	10,8333	
D3	4	14,3750	14,3750
Témoin	4		29,5417
Signification		,852	,066

### III.1.4 Effets des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire

L'histogramme de la Figure (III.4) représente l'effet comparatif des l'extraits et du témoin sur la longueur de la partie aérienne et racinaire. Analyse n'a montré aucune différence significative entre l'extrait de smoke (D3) (1,5 ml) et le témoin. Et montré des différences significatives entre les extraits de smoke (D1, D2) (1 ml, 0,5 ml) par rapport le témoin.



**Figure 8 III.4 :** Effets des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire

Témoin, D1 (1 ml), D2 (0,5ml), D3 (1,5ml)

Analyse de la variance appliquée à la vitesse de germination TMG représentent l'effet comparé dès l'extraits smoke et les témoins sur la longueur de la partie aérienne et racinaire.

Comparaison par ANOVA concernant le facteur dose montre que l'absence de différence significative entre les l'extraits smoke (D1, D2, D3) (1ml, 0,5ml, 1,5ml) par apport au témoin.

**Tableau (6):** Analyse de la variance appliquée à effet des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (LA- LR ).

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Significatio n
Inter-groupes	10,017	6	1,670	0,278	0,942
LAJ10 Intra-groupes	144,036	24	6,002		
Total	154,054	30			
Inter-groupes	202,331	6	33,722	1,227	0,328
LRJ10 Intra-groupes	659,834	24	27,493		
Total	862,165	30			

**Tableau (7):** Effet des traitements sur le taux de germination(TG) et sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (LA- LR ) et sur vitesse de germination (TMG)

**ANOVA à 1 facteur**

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Significatio n	
TG	Inter- groupes	10240,000	3	3413,333	-	-
	Intra- groupes	,000	6	,000	-	-
	Total	10240,000	9	-	-	-
MDG	Inter- groupes	102,400	3	34,133	-	-
	Intra- groupes	,000	6	,000	-	-
	Total	102,400	9	-	-	-
TMG	Inter- groupes	1,816	3	,605	1,400	,331
	Intra- groupes	2,593	6	,432	-	-
	Total	4,409	9	-	-	-

### Discussion

Selon EBIC (2014) ; Les bio stimulants contiennent des substances ou des microorganismes, ils sont des produits d'origine biologique qui améliore la productivité et régule la germination des plantes et peuvent agir à des doses très faibles par hectare (Yakhin et al.,(2017).

la présente étude vise à mettre en évidence l'effets des différentes dilutions du bio stimulant formulé à base d'extrait d'algue vert *Ulva rigida* sur les traits morphologiques de croissance des haricot (*Phaseolus vulgaris*).

Les résultats nous ont permis de ressortir les éventualités suivantes:

➤ **Effets des dilutions de bio stimulant a base d'extrait d'algue verte *Ulva rigida* sur les paramètres de germination de haricot**

Ce qui concerne les résultats des paramètres de germination des grains du haricot indiquent une évolution favorable sous l'effet de dilution D3 qui possèdent les moyennes les plus élevées au niveau des paramètres de germination suivante :taux de germination, indice de germination ,vitesse de germination lorsque la dilution est de 1,5 ml ,alors quel bioproduit D1a un effet doux sur stimulation des paramètres de germination quand la dilution est à 1ml ,les deux bioproduit contenant dans leur constitution l'extrait aqueux d'algues la seule différence entre eux c'est la concentration de ce dernier.

Ce constat conduit à suggérer que les formulations algales sont riches en éléments minéraux et par conséquent peuvent stimuler la germination des grains haricots.

La micro-encapsulation favorise le relargage de la matière active à travers la matière enrobant Les extraits d'algues incluent une multitude de composés (hormones, acides aminés, sucres et les éléments minéraux: azote, potasse phosphore, calcium, magnésium soufre ,sodium fer...),ce qui implique un ensemble des effets bénéfique sur germination et aussi l'extraits d'algues permettent d'améliorer l'assimilation des éléments nutritifs .par le germe pendant la germination (Durand et al.,2003 .Phytoma,2005).

Les résultats obtenus dans de ce travail ont montré que utilisation de la technologie de micro encapsulation des graines par l'extrait aqueux d'algues vert accélère la germination des graines d'haricots.

## Conclusion

---

### Conclusion

La micro-encapsulation des extraits aqueux d'algues verte *Ulva rigida* consiste à enrober les graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) et évaluer les différentes dilutions de cet extrait sur les paramètres morphologiques et physiologiques des graines d'haricot *Phaseolus vulgaris*.

La dilution D3 marqué un effet positif sur les paramètres de germination tel que : taux de germination, indice de germination, vitesse de germination, par rapport au témoin, ce ci suggère que les extrait d'algues vert provoque des modifications physiologiques, et riche en substance qui peut augmenter la croissance.

A la lumière de ce travaille en peut conclure que les extrait d'algues verte *Ulva rigida* applique par la micro encapsulation aura globalement a un bon effet sur la germination des graines d'haricot plus la dose de ce extrait est élevée .

**Référence**

**Bibliographique**

## Références bibliographiques :

- 1 • **Ammari S., 2011.** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p.
- 2• **Anzala F.J., 2006 .** Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zeamays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides amines issus de l'aspartate et recherche de QTLs. *Thèse de Doctorat. Université d'Angers.* 148p.
- 3 • **Augustin M.A. and Hemar Y., 2009 .** Nano et microstructure pour l'encapsulation des ingrédients des aliments. *Chem SocRev*, 38, 902-912.
- 4• **Bacchetta G; Belletti P; Brullo S; Cagelli L; Carasso V; Casas J.L; Cervelli c; Escriv M.C; Fenu G; Gorian F; Güemes J; Mattana E; Nepi M; Pacini E; Pavone P; Piotto B; Cristiano pontecorvo1, Prada A; Venora G; Vietto L et Virevaire M., 2006 .** Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal. *Rome, Italie : Bacchetta G., Sánchez B.A., Jiménez-Alfaro B.F.G., Mattana E., Piotto B. et Virevaire M.* 217 pp.
- 5 • **Baskin C.C et Baskin J.M., 1998 .** Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. *Academic Press, San Diego, CA.*
- 6 • **Bewley J. D. et Black M., 1994 .** Mobilization of stored seeds reserves. In: *Seeds: Physiology of development and germination. New York, Plenum Press*, p. 293-310.
- 7 • **Bewley, J.D. 1997 .** Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9: 1055–1066.
- 8 • **Babaousmail M., 2014.** Identification des algues du Sahara septentrional: L'effet des algues sur le stress salin (cas de la région d'Ouargla), Phytoprotection et environnement, *Universite kasdi merbah, ouargla, Algérie*, pp62.
- 9 • **Botany., 2001 .** *Algae: Native Ulva Rigida C Agardh ,Universite de hawaii manoa, honolulu.*
- 10 • **Barthes-biesel, D. et Leclerc, E. 2009.** Conception et réalisation d'un système microfluidique pour la production de gouttes calibrées et leur encapsulation. Thèse de doctorat in hal. le site : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00424911>. Consulté le 15-03-2019 à 19h et 20min.
- 11 • **Benita S., Hoffman A and Donbrow M., 1985.** Micro encapsulation de paracétamol utilisant la résine de polyacrylate, cinétique de libération du médicament et évaluation d'un modèle cinétique. *J Pharm Pharmacol*, 37, 391.
- 12 • **Bingham G., Gunning R.V., gorman K., Field L.M. and Moores., G.D. 2007.** Synergie temporelle par micro encapsulation de piperonylbutoxide et  $\alpha$ -cyperméthrin.

- 13 •Chaussat R et Ledeuuff Y., 1975** . La germination des semences .*Ed bordars, Paris, 232p.*
- 14•Cabioch J. Fjy, leToquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M. 1992.** *guide des algues des mers d'europe : manche/atlantique.*1:272.
- 15 •Cherif, R., Kemassi, A., boual, Z., Bouziane, N., Benbrahim, F., Hadjseyd, A., Gharib, T., Ould el hadj-khelil, A., Sakeur, M. L., and Ould el HADJ M. D., (2016)** . Activités biologiques des extraits aqueux de *Pergulariatomentosa L. (Asclepiadaceae)*. *Lebanese Science Journal* 17:25-35.
- 16 •Dubey, R., Shami, T.C. et Bhasker rao, K.U., 2009.** Technologie et application de la microencapsulation. *Defence Sci Journal*, 59,82-95.
- 17 •Donald MB., 2000.** Seed priming. Black M, Bewley JD (eds), seed technology and its biological basis. *Sheffield Academic Press Ltd., Sheffield, UK PP: 287-325.*
- 18•Ebic .,2014** .European Biostimulants Industry Council:<http://www.biostimulants.eu>
- 19 •Eman A., El-moniem A., Abdallah., 2008** .Effect of green algae cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. 4 (4):427-433.
- 20 •Erulan V ., Soundrapandian P ., Thirumaran G ., Ananthan.G., 2009.** Studies on the effect of *Sargassum polycystum*(C.agardh,1824).
- 21•EL-ZAWAHRY, M.M., EL-SHAMI, S. ET EL-MALLAH, M.H., 2007.** Optimisation de process de séchage de la laine ayant un colorant réactif par microencapsulation dans des liposomes. *Les pigments colorés*, 74, 684-691.
- 22 •finch-savage W.E et Leubner-metzger G., 2006** . Seed dormancy and the control of germination *New Phytologist*. Tansley review.
- 23•Finkelstein R; ReeveS W; Ariizumi T et Steber C., 2008** . Molecular aspects of seed dormancy. *Ann. Rev. Plant Biol*, 59:387–415.
- 24•Faessel L. et Morot-Gaudry J.F., 2009.** Les stimulateurs de nutrition et autres produits émergents à la lumière de la physiologie , *Rencontres de Blois*,[http://www.comifer.asso.fr/images/publications/livres/2%20-%20faessel%20-%20morot\\_gaudry.pdf](http://www.comifer.asso.fr/images/publications/livres/2%20-%20faessel%20-%20morot_gaudry.pdf).
- 25 •Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C., Dechanteloup A., 2014** .Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes,

Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 148 p.

**26 •Grappin P; Bouinot D; Sotta B; Miginiac E et Jullien M., 2000** .Control of seed dormancy in *Nicotiana plumbaginifolia*: post-imbibition abscisic acid synthesis imposes dormancy maintenance. *Planta* 210, 279-85.

**27 •Gexwan, Z., Song, N., Fan, A. and Wua, R. 2009**. Méthodes efficaces de l'extraction et la micro-encapsulation du pigment rouge d'une rose hybride. *J Food Eng*, 94,122-128.

**28 •Heller R; Esnault S et Lance C., 1990** .Physiologie Végétale, Masson Paris P 16.

**29 •Heller R; Esnault R et Lance C., 2004** .Plant Physiology 1 Tome I. Nutrition. Dunod, Paris, Pages: 350.

**30 •Hilhorst H.W.M. et Koornneef M., 2007** . Dormancy in Plants. Encyclopedia of Life Sciences John Wiley and Sons, Ltd. www.els.net. 24/ 10/ 2009. 4 p.

**31 •Hopkins W.G., 2003** . Physiologie Végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge.R. Ed. de Boeck, p. 66-81.

**32 •Jean P; Catmrine T et Giues L., 1998** .Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.

**33 •Kalasariya HS., Patel RV., Pandya KY., Jasrai RT., Brahmhat NH. 2016** . A review on nutritional facets of seaweed. *International journal of chemical Sciences and Technology* . pp2455-3269.

**34 •Kauffman GL., Kneivel DP., Watschke TL., 2007**. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability and polyphenol production of perennial ryegrass. 47,261– 267.

**35 •Khan W. et al., 2009**. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development », *journal of plant growth regulation*,28(4).

**36 •Kornprobst JM.,2005**.Substances naturelles d'origine marine.Chimiodiversité ,pharmacodiversité, biotechnologie. *Editions Tec et Doc, Lavoisier, Paris*, pp :1830.

**37 •Lazko J., Popineau Y., Legrand J., 2004**. Soy glycinin microcapsules by simple coacervation method, *Colloids Surf. B: Biointerfaces*, 37, 1–8.

**38 •Matilla A.J et matilla-vázquez M.A., 2008** . Involvement of ethylene in seed physiology. *Plant Sci.* 175: 87–97.

- 39 •Mazliak P., 1982** .Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann. Ed : Paris, Collection Méthodes, 465p.
- 40 •Meyer S; Reeb C et Bosdeveix R., 2004**. Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed : Moline, Paris, 461p.
- 41 •Mediterraneo AM.,2015**. *Ulva rigida*.
- 42 •Morris I.,1967**,An Introduction to the Algae, Ed: Hutchinson and Co, London,99 : 5.
- 43 •Mohammedi A., Yakhlaf M H S., Benkradidja H., Merah O., & Djazouli Z E, 2021** .*priming des semences: approches par l'utilisation d'extrait aqueux d'algue verte Ulva Rigida (C. Agardh, 1823)*. *Agrobiologia*, 11(1), 2366-2376.
- 44 •Nambara E et Marion-poll A., 2005**. Abscisic acid biosynthesis and catabolism. *Annual Review of Plant Biology* 56: 165–85, URL tp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15862093, pMID : 15862093 ;
- 45 •Ndri A.A.N., Irie V; Patrice L.K; Irie A.Z., 2011** . Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sci. Nat.* Vol. 8 N°1 : 119 – 137
- 46 •Nordstierna L., Abdalla A.A., Masuda M., Skarnemark G. and Nyden M. 2010**. Libération moléculaire des surfaces peintes : biocides libres et encapsulés. *Prog Org Coat*, 69, 45-48.
- 47 •P A, 2005**. « Mécanismes d'action de l'extrait d'algue GA7 », *La défense des végétaux*, 585, pp. 42-44.
- 48 •Rajjou L; Gallardo K; Debeaujon I .V and ekerckhove J; Job C et Job D., 2004** .*The effect of alpha-amanitin on the Arabidopsis seed proteome highlights the distinct roles of stored and neosynthesized mRNAs during germination*. *Plant Physiol* 134, 1598-613.
- 49 •Richard J., Benoit J.P. 2000**. Microencapsulation. *Techniques de l'Ingénieur*, J 2210,1-20
- 50 •Rodrigues S.N., Fernandes I., Martins I.M., Mata V.G., Barreiro F, 2008**. Microencapsulation de limonène pour des applications aux textiles. *Ind Eng ChemRes*, 47,4142-4147.
- 51 •Soltner D., 2007**. Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed :collection sciences et technique agricole paris, 304p.

- 52 •Sangeetha V., Thevanathan R, 2010 .** Biofertilizer potential of traditional and panchagavya amended with seaweed extract, 6:61-67.
- 53 •Smithsonian tropica L, 2009 .** *Ulva Rigida* (C. Agardh) research institute.
- 54 •Scher H.B., Rodson M. et Lee K.S, 1998.** Microencapsulation des pesticides par polymerization interfaciales ». *utilizing isocyanate or aminoplast chemistry. Pestic Sci*, 54,394-400.
- 55 •Stelinski L. L; Meghee P., Haas M., L'ichev A. Landgut L. J, 2007 .** B.sprayable micro encapsulation sex pheromone formulation for mating disruption of four tortricid species : *effets of application height, rate frequency, and sticker adjuvant. journaln of Economic entomology*100,1360-1369.
- 56 •Sugamori M.E. and Sefton M.V , 1989.** Microencapsulation of pancreatic islets in a water insoluble polyacrylate. *ASAIO Trans*, 35,791.
- 57•Wentao Z; Sheila D.S; Chiwocha R; Trischuk L et Gusta V., 2009 .** Profile of Plant Hormones and their Metabolites in Germinated Ungerminated Canola (*Brassica napus*) Seeds Imbibed at 8°C in either GA4+7, ABA, or a Saline Solution. *J Plant Growth Regul* 29:91–105.
- 58 •Wichard T .,2015.** algal of the year 2015, the Sea Lettuce *Ulva* only gets into shape with the right bacteria. *Website of the Phycology Section of the German Botanical Society*.
- 59 •Yakhin OI., Lubyanov AA., Yakhin IA., Brown PH., 2017.** Biostimulants in Plant Science: *A global Perspective, Frontiers in Plant Science* 7,p.1-32.

# **Annexe**

**Tableau (4):** Effets des traitements utilisés en micro-encapsulation sur la vitesse de germination.

	Somme des carrés	Ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	967,418	3	322,473	6,813	0,007
Intra-groupes	520,686	11	47,335		
Total	1488,104	14			

**Tableau(5) :** Représente effets des traitements utilisés en micro encapsulation sur

L'indice de germination par le test de Tukey<sup>a,b</sup>

Traitement	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
D1	5	10,1000	
D2	2	10,8333	
D3	4	14,3750	14,3750
Témoin	4		29,5417
Signification		,852	,066

**Tableau (6):** Analyse de la variance appliquée à effet des traitements sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (LA- LR ).

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Significatio n
Inter- groupes	10,017	6	1,670	0,278	0,942
LAJ10 Intra- groupes	144,036	24	6,002		
Total	154,054	30			
Inter- groupes	202,331	6	33,722	1,227	0,328
LRJ10 Intra- groupes	659,834	24	27,493		
Total	862,165	30			

**Tableau (7):** Effet des traitements sur le taux de germination(TG) et sur la longueur de la partie aérienne et racinaire (LA- LR ) et sur vitesse de germination (TMG)

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Significatio n	
TG	Inter- groupes	10240,000	3	3413,333	-	-
	Intra- groupes	,000	6	,000	-	-
	Total	10240,000	9	-	-	-
MDG	Inter- groupes	102,400	3	34,133	-	-
	Intra- groupes	,000	6	,000	-	-
	Total	102,400	9	-	-	-
TMG	Inter- groupes	1,816	3	,605	1,400	,331
	Intra- groupes	2,593	6	,432	-	-
	Total	4,409	9	-	-	-