الجمهورية الجزائرية الديمقراطية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الدكتور يحي فارس المدية
UNIVERSITE DR YAHIA FARES DE MEDEA
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES

Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master II

Domaine: Science de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option: Microbiologie appliquée

Présenté par : LAKRID Karima

ADDA Lamya

SUJET :

Evaluation des activités des extraits d'algue sur la performance de génotypes de pois chiche

Soutenu publiquement le 25/ 06 / 2020, devant le jury composé de :

Mr.AINAS Mahfoud	MCB	A l'U.Y.F.M	Président.
Mr KIRDI Billal.	MAA	A l'U.Y.F.M	Promoteur.
Mr CHAMI Bouaza	MAA	A l'U.Y.F.M	Copromoteur.
Mr LICIR Mourad	MAA	A l'U.Y.F.M	Examinateur .
Mme OUTTAR fahima	MCB	A l'U.Y.F.M	Examinateur.

Année universitaire : 2019-2020

REMERCIMENTS

*Je tiens tout d'abord à remercier **DIEU** Le Tout Puissant pour m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce travail.*

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

*Je tiens exprimer ma s'incère reconnaissance à ma promoteur Mr **KIRDI B** qui m'a guidé et encouragé lors de la rédaction de cette thèse.*

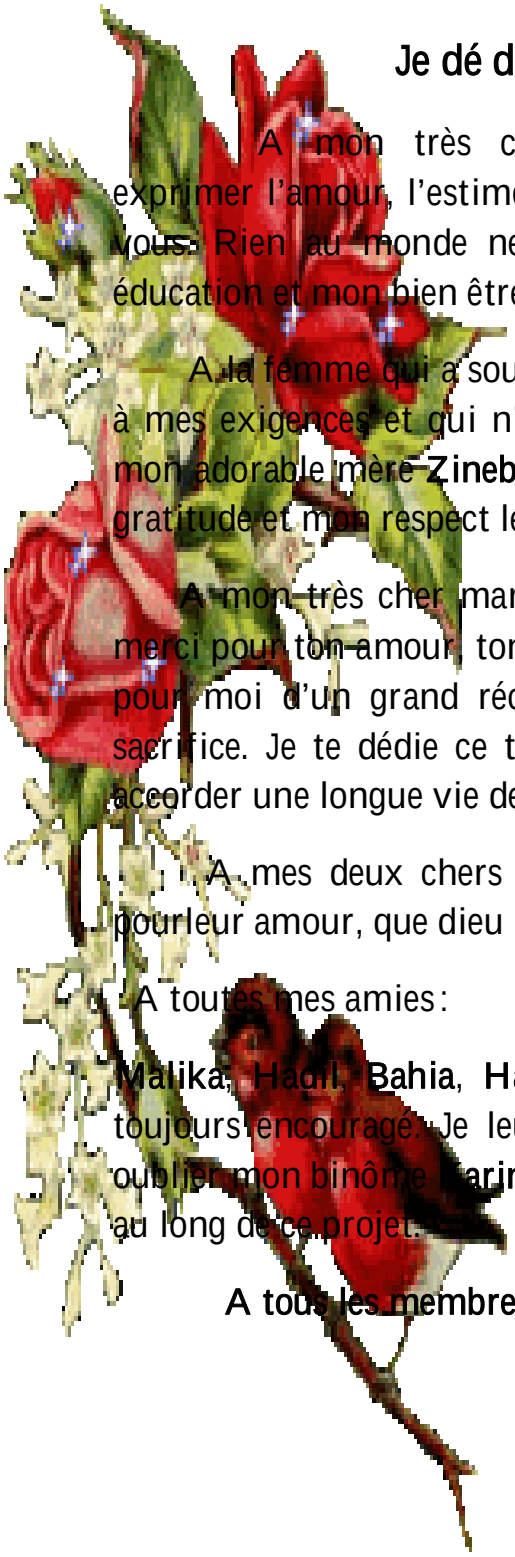
*Je tiens exprimer ma s'incère reconnaissance à mon copromoteur Mr **Chami B** qui m'a orienté, aidé et conseillé.*

*Mes remerciements vont également à Messieurs les professeurs **AINAS Mahfoud**, pour avoir accepté de présider le jury et examiné ce travail, les Professeurs **LICIR Mourad** et **OUTTAR fahima,** d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de mon jury.*

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire KERDORLI Ilyas Fournisseur d'engrais en medea , aoub Un membre d'e la bibliothèque de notre université.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les membres de l'équipe de laboratoire de l'université Médéa.

Dédicaces



Je dé die ce modeste travail à:

A mon très cher père **Brahim**: aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être

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 : mon adorable mère **Zineb**. J'espère que mon travail sera le témoignage de ma gratitude et mon respect le plus profond.

A mon très cher mari **Hichem**: merci d'avoir donné un sens à ma vie, merci pour ton amour, ton soutien et tes encouragements qui ont toujours été pour moi d'un grand réconfort. Merci pour ta gentillesse et ton sens du sacrifice. Je te dédie ce travail en implorant dieu le tout puissant de nous accorder une longue vie de bonheur, de prospérité et de réussite.

A mes deux chers sœures **Souad** et **Halima** ma chère frère **Ahmed** pourleur amour, que dieu les accueille dans son vaste paradis.

A toutes mes amies:

Malika, **Hadil**, **Bahia**, **Halima**, **Hanan**, **Ghania**, **Souad**, **Nassira** qui m'ont toujours encouragé. Je leur souhaite que de bonheur et de la réussite.Sans oublier mon binôme **Karima** pour son soutien moral et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous les membres de ma promotion.

Lamya

DEDICACES

C'est avec une immense joie et un grand honneur Je dédie ce modeste travail à :

A mes chers parents ***Baha*** *et* ***KHadidja BENAOULA*** *pour leur aide, et encouragement Au cours de mes études, physiquement et moralement à travers tous les obstacles merci pour votre soutien.*

A mon cher fiancé et mon futur mari ***LAKRID Adel*** *pour leur soutenir et leur encouragement tout au long de ce projet et* ***leur famille.***

A mes chers frères ***MOHAMMED*** *et* ***KHALIL*** *et mes chers* ***sœurs*** *et* ***leurs maris*** *et* ***leurs enfants.***

A mes amies ***halima , bahia*** *et mon binôme* ***lamya***

A Toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre dans la réalisation de ce travail.

A tous ceux qui me connu.

Karima

RESUME

L’application des extraits d’algue afin de stimuler la croissance des plantes dans des conditions normales est l’une des alternatives prometteuses de l’agriculture

L'objectif de ce travail est l’évaluation des activités des extraits d’algue sur la performance de génotype de pois chiche , dans notre mémoire le génotype de pois chiche c’est ***cicer arietinum L*** ,et les algues sont récolteés a eu lieu dans de la région de Médéa Oued mezghid :Oum Ghannoun .

Ce travail consiste à faire premièrement l’extraction des algues par méthode purification par centrifugation différentielle (5000 tour/min) afin , et deuxièmes comporte une série d’essais sur le génotype de pois chiche ***cicer arietinum L*** en condition de laboratoire ; la première essai test de germination avec la désinfection des graines de pois chiche . la deuxième essai comporte trois traitements sur les graines de pois chiche par l’eau distillée(T1) , l’engrais a base d’algue « ALGASMAR » (T2) et l’extrait d’algue (T3) en parallèle on a fait un autre essai consiste à testé l’activité antibactérienne des extraits d’algue . la troisième essai réalisation des cultures en pots avec différents irrigation correspond les trois traitements T1, T2 et T3 afin testé sa capacité à restaurer la croissance de pois chiche et les paramètres biométriques de croissance.

L’effet des extraits d’algues et l’engrais a base d’algue « ALGASMAR » sur le génotype de pois chiche ***cicer arietinum L*** ils sont significatif sur la performance de pois chiche par rapport aux l’eau distillée.

Les extraits d’algue intervient dans l’amélioration de pois chiche sans leur impact sur la santé humaine, donc il faut utilise les engrais biologique a base d’algue pour éviter les engrais chimiques.

Abstract

The application of algae extracts to stimulate plant growth under normal conditions is one of agriculture's promising alternatives.

The objective of this work is the evaluation of the activities of algae extracts on the performance of chickpea genotype, in our memory, the chickpea genotype is ***cicer arietinumL***, and the algae are harvested took place in the region of Medea Oued mezghid: Oum Ghannoun.

This work consists in first extracting the algae by purifying by differential centrifugation speed 5000 round/minut method, and second involves a series of tests on the genotype of chickpea ***cicer arietinum L*** in laboratory condition; the first test germination test with disinfection of chickpea seeds by doses of bleach. The second trial consists of three treatments on chickpea seeds with distilled water (T1), the algae fertilizer "ALGASMAR" (T2) and the algae extract (T3) in parallel another test was carried out to test the antibacterial activity of extracts of algae. The third test of potted cultivation with different irrigation corresponds to the three treatments T1, T2 and T3 tested its ability to restore chickpea growth and biometric growth parameters.

The effect of algae extracts and the algae-based fertilizer "ALGASMAR" on the chickpea genotype ***cicer arietinum L*** they are significant on chickpea performance compared to distilled water.

Algae extracts are involved in the improvement of chickpeas without their impact on human health, so biological algae-based fertilizers must be used to avoid chemical fertilizers.

Key word: the chickpea ***cicer arietinum L***, algae, Algae extracts, biofertilizer, Algamasr

الملخص

إن استخدام مستخلص الطحالب لتحفيز نمو النباتات في ظل الظروف الطبيعية يشكل أحد البدائل الواعدة في الزراعة.

الهدف من هذا العمل هو تقييم أنشطة مستخلص الطحالب على أداء النمط الجيني الحمص، في مذكرتنا النمط الجيني الحمص هو ***cicer arietinum L*** ، والطحالب يتم جلبها من منطقة واد مزغيد ام غنوم ولاية المدية.

يتألف هذا العمل مجموعة من التجارب الأولى من استخراج مستخلص الطحالب بطريقة التنقية بواسطة سرعة الطرد المركزي التفاضلي بسرعة 5 000 دوره/دقيقة ، والثاني يشمل سلسلة من الاختبارات على النمط الجيني للحمص الأولي انبات بذرات الحمص ***cicer arietinum L*** بعد تعقيمها بتراكيز مختلفة بماء جافيل و والثانية معالجة بذرات الحمص بثلاث محاليل الماء المقطر المعقم، السماد الحيوي الجسمار .ومستخلص الطحالب، وبالموازاة نقوم بتجربة اخرى وهي اختبار النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلص الطحالب. وأما الاختبار الثالث الذي يتعين علينا أن نحققه في أوعية ذات ظروف سقي مختلفة تتوافق مع العلاجات الثلاثة الماء المقطر المعقم، السماد الحيوي الجسمار ومستخلص الطحالب حتى نختبر قدرته على نمو الحمص

تأثير مستخلص الطحالب والسماد الحيوي الجسمار على بذور الحمص تأثير ايجابي، وهي مهمة في تحسين النمط الجيني للحمص مقارنة بالماء المقطر المعقم.

كما أن المستخلصات الطحالب هي التي تعمل على تحسين الحمص دون التأثير على صحة الإنسان، لذا يجب استخدام الأسمدة القائمة على الطحالب البيولوجية وتجنب الأسمدة الكيميائية.

الكلمات المفتاحية : الحمص ، ***cicer arietinum L*** ، طحالب، مستخلص الطحالب، السماد الحيوي، الجسمار

LISTE DES ABRÉVIATIONS

D.M.S.O : Diméthylsulfoxyde

FAOSTAT : Food and Agriculture Organizations of the United Nations

ITGC : institut technique des grandes cultures

FNH : Néphélométrie

UFC : Unité Formant Colonie

CMI : concentrations minimales inhibitrices

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des principales lignées d'algues …….....4

Tableaux 2 : Pourcentage de matière minirale dans la masse sèche aux catégories des algues ……..…….12

Tableau 03 : Les principaux pays producteurs de pois chiche …… ……...…….38

Tableau 04: Représentation de la superficie et de la production de la culture de pois chiche par rapport aux autres légumineuses alimentaires en Algérie ……..39

Tableau 5 : Principales zones de culture de pois chiche en Algérie ……...40

Tableau 6: Caractéristiques des principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie……..……..41

Tableau7 : Composition biochimique du pois chiche (pour 100 g de poids frais)……..44

Tableau 8: Composition en acides aminés du pois chiche (mg/g de protéines) **…….**45

Tableau 9 : Principales maladies fongiques, virales et bactériennes affectant le pois chiche……....46

Tableau 10: Taxonomie de l'espèce d'algue utilisée……..50

Liste des figures

Figure 01 : *Ulva lactuca* (algue verte) ……5

Figure 02 : *Cystoseira stricta*. (Algue brune) ……6

Figure 03 : Algue rouge….7

Figure 04 : Algue bleu ……. 8

Figure 5 : Cartographie terminologique des biostimulants ...…….……...19

Figure 6 : Description de la plante du pois chiche……...27

Figure 7 : Système racinaire d'une plante de pois chiche *(Cicer arietinum L.).*…..…..…..…..28

Figure 8 : Feuilles et tiges de pois chiche *(C. arietinum L).*……..……..……..…29

Figure 09 : Feuilles de pois chiche *(C. arietinum L.).*……..……..……..…..*29*

Figure10 : Feuille et foliole de *(Cicer arietinum L).*……..……..……..…..*30*

Figure11 : les types des fleurs de pois chiche *(cicer arietinum L.).*……..……..…..…..31

Figure12 : Gousses et graines de pois chiche *(Cicer arietinum L.*)…….....32

Figure13 : Graine de pois chiche *(Cicer arietinum L.),* A, Vue ventrale montrant des

Caractéristiques externes. B, Vue ventrale, sans revêtement de la graine, montrant des

Caractéristiques internes. C, Vue latérale, sans revêtement de semence, montrant les principales caractéristiques internes ……...……..32

Figure14 : Données climatologiques du site de prélèvement des échantillons d'algue (a)Température moyenne, (b) Pluviométrie et (c) humidité relative de la compagne 2017-2018 enregistrée ……...46

Figure15 : Oued mezghid (montagne d'Oum Ghannoun) : site d'échantillonnage d'algue ..47

Figure 16 : Figure personnel de *cicer arietinum L* (2020)……..……50

Figure17: Biofertilisant liquide « Algasmar »…… …50

Figure 18: La tourbe de sphaigne……52
Figure 19 : Figure personnel de filtrant « les algues » ……...54

Figure20: figure personnel de surnageant des extraits d'algues ……..…..54

Figure21 : Dispositif de stérilisation des graines de pois chiche…….55

Figure 22: Disposition des graines de pois chiche dans les boites pétri après désinfection par l'eau de javel……..……...56

Figure23 : Schéma illustrant les différentes expériences réalisées dans les essais de germination dans les boites de Pétrie ……...57

Figure24 : Mise en évidence de l´effet antibactérienne des extraits d´algue …….59

Liste d'Illustration

Illustration 1: Structure de l'acide alginique…….....…10

Illustration2: Structure de l'agar……..…11

Illustration3 : Structure du lambda (□) carraghénane ……...11

Illustration 4:structure chimique d'un β-carotène……..…13

Illustration 5:structure chimique d'un lutéine…….....13

Illustration 6:structure chimique de la fucoxanthine……...13

Sommaire

TABLE DES MATIERES

Résumé
Abstract
ملخص
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

PARTIE I: Généralités sur les algues

/.1 Généralités sur les algues

1. Généralités sur les algues ……...……1

2. Classification ……..……2

2.1. Les bases de classification ……..……2

2.1.1.Pigmentation ……3

2.1.2.Les polysaccharides des pariétaux…….……3

2.1.3.Les polysaccharides de réserves …….……..3

2.2. Les groupes des algues ……4

2.2.1.Les algues vertes (Chlorophycées) ……...4

2.2.2.Les algues brunes (Phéophycées)....…….…5

2.2.3.Les algues rouges (Rhodophycées)……...6

2.2.4.Algues bleues (Cyanobactéries)……7

3. Les facteurs de repartition des algues…….....8

3.1.L'eau ……8

3.2.Lumière……8

3.3. Température ……..…9

3.4.Substrat ……....9

3.5.Salinité…….....9

4.Reproduction des algues……..……9

5 .compositions des algues…….....9

5.1.L'eau……...10

5.2.les sucres ……10

5.2.1.L'acide alginique ……..…10

5.2.2.L'Agar ……10

5.2.3.Carraghénanes……..11

5.2.4.Les polysaccharides sulfatés……...……12

5.3.Les minéraux ……..12

5.4.Les vitamines…….….12

5.5.Les pigments ……..13

5.6.Les métabolites secondaires……13

6.Domaines d'application des algues ……...14

7.Effets des algues sur les plantes…….18

8.Biostimulante et biofertilisant ……...18

8.1.1.Biostimulant ?.....19

8.1.2.Biofertilisant ?.....19

8.2.Classification des biostimulants et des biofertilisants ……20

8.3.Composition des biostimulants et biofertilisantes …….20

8.4.Modes d'action des biostimulants et de biofertilisants …….….20

9. Méthodes d'extractions des algues……...22

PARTIE II . Généralités sur le pois chiche (*Cicer arietinum* L.)

1.1. historique et Origine du pois chiche……..…26

1.2.Description de la plante …….....26

2. Morphologie…….....27

2.1. Appareil végétatif……..…..27

2.1.1.Partie souterraine ……..……..….27

2.1.2.Partie aérienne ……..……...28

2.2.Appareil de reproducteur ……..…….30

3.BOTANIQUE ……...……33

4. Types de pois chiche ……..……..34

4.1. Type Kabuli……....34

4.2. Le type Desi……...34

4.3. Type Gulabi…….....35

5. Situation de la culture du pois chiche Dans……..35

5.1 Le monde…….35

5.2 En Algérie…….……..36

5.2.1Les zones de culture et de production du pois chiche en Algérie ……...38

5.2.2Variétés cultivées en Algérie …….……..38

6. Cycle de développement du pois chiche…….……..39

7. Exigences pédoclimatique…….....40

7.1. Température……..40

7.2. Eau……40

7.3. Sol…….40

7.4 Lumière……...41

8. Importance du pois chiche ….……...…..…….. 41

8.1. Importance nutritionnelle du pois chiche ……..……41

8.2. Valeur médicinale……..43

9.Les principales maladies affectant la culture de pois chiche…….44

Chapitre METHODES D'IDENTIFICATION ET CARACTERISATION

PARTIE I .MATERIEL

I. Matériel végétal ……...46

I.1.L'algue ……..…….46

a. Site de récolte ……..……46

b. Récolte et lavage des algues ……..…….47

c. Préparation de l'algue……..……...……47

d. Identification des Cyanophycée ……..…… 48

e. Taxonomie d'algue récoltée ……..……. 48

I.2.le pois chiche……..……49

I. 3.Le biofertilisant « Algasmar » ……..……...…50

I.2.Réactifs et matériel utilisés ……..……....51

I.2.1.Réactifs : annexe 1 ……..……..51

I.2.2.Matériel : annexe 2 ……..……..…….51

Le sol ……..……51

PARTIE II.METHODE

II.1. Méthode d'extraction des algues ……..……52

1. Préparation de l'algue ……..……52

1.1 Mesure de pH……..……53

1.2 Mesure la turbidité ……..……..53

1.3 Mesure la température ……..……53

2. Méthode de purification par ultracentrifugation différentielle de vitesse (5000tour /min) ……..……..……53

II.2. Effet de l´extrait d´algue sur la croissance de pois chiche

Partie 1 ……..……..55

1. Désinfection de la surface des graines……..……...…55

2. Application de trois traitements l'eau distillée stérile (T1), l'engrais a base d'algue « ALGASMAR » (T2) et l'extrait d'algue(T3) ……..…….56

Partie 2: Activité antimicrobienne de l´extrait d´algue *Enteromorpha sp.* …..…….…58

II.3. Réalisation des cultures en pots…..…….59

II.3.1. Conditions climatiques ……..……....59

II.3.2Paramètres biométrique de la croissance de la plante..……...….59

Conclusion ..…….....……..….60

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les légumineuses alimentaires occupent une place importante dans l'alimentation humaine pour de nombreux pays en voie de développement. **(Bacha et Ounane, 2003).** Parmi les légumineuses, le pois chiche (*Cicer arietinum L.*) qui occupe la troisième position mondiale après le haricot et le petit pois en tant que une légumineuse alimentaire cultivé **(Abdelguerfi-Laouar et al., 2001),** et occupe la deuxième position après la fève-fèverole en Algérie **(MADR, 2014),** il est considéré comme une source essentielle de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales **(Duranti et Gius, 1997).**

Et pour fournir aux plants des nutriments en quantité suffisante et optimiser le rendement des récoltes doit être utilisé des engrais chimiques comprenant les engrais azotés, potassiques et phosphatés, mais l'utilisation massive d'engrais chimique détruit les microorganismes et les insectes non pathogènes qui protègent la plante, rendant ainsi les récoltes plus susceptibles aux maladies **(Mahdi et al. 2010).** Et causé des effets néfastes sur l'homme et l'environnement, car ils ont été déclarés parmi les causes de graves maladies, notamment le cancer, la leucémie, la maladie de Parkinson,…, ainsi que le déséquilibre des écosystèmes terrestres et aquatiques **(Belhouchi, 2017)**.

Dans une perspective du développement durable, il s'agit de trouver le juste équilibre d'une agriculture raisonnée : utilisation restrictive d'engrais chimiques, en appliquant notamment un bon dosage, et développement de l'agriculture biologique, autant que possible **(Vedura, 2018).**

Les algues marines et leurs produits présentent un grand intérêt scientifique et agronomique, car elles jouent un rôle important dans l´amélioration de la qualité du sol et le développement des plantes. Plusieurs études ont révélé les avantages d'extraits d'algues sur les plantes tel-que l'amélioration de la performance des cultures et le rendement et l'amélioration de la résistance au stress biotique et abiotique **(Eyras et al. 2008 ; Norrie et Keathley, 2006)**.

Les extraits d'algues pourraient également améliorer la disponibilité des nutriments, la

productivité **(Aziz et al. 2011)** et la tolérance au stress chez de nombreuses espèces de plantes par augmentation de la concentration des molécules bioactives, notammentdes antioxydants **(Fan et al. 2011 ; Rayirath et al. 2009**). Selon **Khan et al. (2009),** 15 millions de tonnes d'algues sont produits annuellement et une importante partie est utilisée comme supplément nutritif ou comme régulateurs de croissance des végétaux, engrais ou pesticides. C'est dans cette optique que le présent travail est dirigé dont l'objectif principal est de proposer un bioprocédé visant à améliorer la croissance des plantes.

Ce travail est scindé en trois parties :

- La première, présente une synthèse bibliographique sur les algues et une généralité sur le pois chiche *(Cicer arietinum L.).*
- La seconde est réservée au matériel et méthodes qui divisent en deux phases

1) La préparation de l'extrait d'algues.

2) L'observation de l'effet de l'extrait d'algue sur la croissance de pois chiche *(Cicer arietinum L.).* on comparaison avec un biostimulant à base d'algue ALGASMAR.et aussi étudie l'activité antibactérienne de notre extrait sur des souches résistante au anti biotique.

- La dernière est consacrée aux résultats et discussion obtenus lors de ce travail.

CHAPITRE I

PARTIE I: Généralités sur les algues

PARTIE II. Généralités sur le pois chiche (*Cicer arietinum L.*)

PARTIE I.1 Généralités sur les algues

1.Généralités sur les algues

Les algues appartiennent au règne végétal mais elles ne constituent pas un ensemble homogène. « Elles se répartissent entre un certain nombre de voies évolutives indépendantes les unes des autres » **(Cabioc'h J, 1992)**. A son tour, l'embranchement des algues se sépare en trois classes identifiées par leur couleurs : vertes (chlorophycées), brunes (phéophycées), rouges (rhodophycées) du fait de la pénétration du rayonnement solaire, selon le niveau de profondeur ou elles se développent **(hartung, 2017)**.

Les algues sont considérées comme les ancêtres de la vie terrestre **(Campbell et Reece, 2007)**, furent les premiers êtres vivants photosynthétiques apparus sur terre il y a environ 3 à 4 milliards d'années via les cyanobactéries **(Belin, 2003)**, sous la forme d'une minuscule bactérie entourée d'une membrane chargée d'oxygène **(hartung, 2017).** .Ayant la particularité de synthétisés des matières organiques à partir de la lumière du soleil (photosynthèse), **(Belin,2003).** Ce sont donc des : « Thallophytes eucaryotes, chlorophylliens **(Naegelé et Naegelé, 1967 ; Gayral, 1975)** et aquatiques **(Naegelé et Naegelé, 1967)**. Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal **(Ramade, 2009).**



Les algues s'installent dans tous les types d'habitats suffisamment humides et éclairés. On peut les retrouver dans des eaux douces et les eaux de mers, sur les sols humides et même sur la neige. D'autres au contraire supportent dans les eaux des sources thermales des températures élevées (algues thermophiles) **(Dounadieu, 1985)**. Parmi les algues qui vivent dans l'eau, certaines flottent ou sont en suspension dans l'eau ; D'autres de plus grandes tailles, parfois flottantes mais le plus souvent fixées sur le fond ou sur d'autres organismes eux-mêmes fixés, constituent le phytobentho **(Gayral, 1975)**. Elles sont dépourvues de tiges, de racines, de feuilles ou de fleurs et leur appareil végétatif relativement simple est appelé « thalle » **(Guillaume, 2010).** Celui-ci contient une structure à sa base (rhizoïdes, crampons, disques…) permettant l'ancrage de l'algue sur un support : une roche (algues épilithes), ou <une plante (algues épiphytes), ou un animal (algues épibiontes) ou parfois même le sable. **(Garon-Lardiere, 2004).** Elles ont des formes et des dimensions très variables. Certaines sont microscopiques et d'autres mesurent plusieurs mètres de longueur **(Durand et Lévêque, 1980)**

Les algues sont cultivées à travers le monde et plus de 25 pays contribuent à la production d'une vingtaine d'algues pour des usages différents .la production totale d'algues est estimée à plus de 28 million de tonnes (équivalent frais) en 2014. Plus de 95% est produite par aquaculture avec la chine premier pays producteur mondial (53% du tonnage) et l'Indonésie le deuxième (27%).

D'après les données de la FAO, on estime que 38% du tonnage est consommé en tant que aliment alors que 55% du tonnage est destiné à l'industrie hydrocolloïde (agar, carraghénanes, alginates) **(hartung, 2017).**

2. Classification des algues

2.1. Les bases de classification des grandes lignées d'algues

De nombreux critères écologiques, physiologiques ou biochimiques interviennent dans la Phylogénie des algues comme les structures cellulaires, le mode de nutrition, l'habitat ou même la nature et la localisation des pigments et glucanes de réserve. Malgré une extrême diversité et complexité structurale, tant d'un point de vue macroscopique que microscopique, les algues peuvent néanmoins être classées en une dizaine d'embranchements selon des critères basés sur leurs compositions pigmentaires, leurs polysaccharides de réserve ou des caractéristiques structurales **(Reviers, 2002**).

2.1.1.Pigmentation

Les pigments ont dès le début du 19ième siècle constitué un critère important dans la classification des algues. Le rôle physiologique de ces molécules est de capter l'énergie lumineuse. Selon la nature des pigments surnuméraires associés à la chlorophylle, les plastes sont parfois verts (Chlorophytes), parfois jaunes ou bruns (Chromophytes), ou encore rouges(Rhodophytes) **(Ruiz, 2005**).

Les variations de pigmentation permettent de classer les macroalgues en trois divisions différenciant celles-ci selon leur couleur, Chlorophyta (algues vertes), Phaeophyta (algues brunes) et Rhodophyta (algues rouges) **(Gayral, 1975)**.

Les pigments correspondant à chaque division d'algue sont :

- **Chlorophyta** : Chlorophylle a,b; α-, β- et γ-carotènes et plusieurs xanthophylles;
- **Phaeophyta** : Chlorophylle a,c; β-carotène et fucoxanthine et plusieurs autres xanthophylles;
- **Rhodophyta** : Chlorophylle a (quelques Florideophyceae); R- et C-phycocyanine, allophycocyanine; R- et B-phycoérythrine, α- et β-carotène et plusieurs xanthophylles

(Davis *et al*., 2003).

2.1.2.Les polysaccharides pariétaux

La classification des grandes familles d'algues repose également sur la nature chimique des colloïdes qu'elles produisent à la périphérie de leurs cellules **(Mc Candless, 1978).** La paroi des cellules végétales est parfois considérée par les biologistes comme un organite à part entière. La paroi des algues diffère significativement de celles des autres organismes végétaux par son organisation et sa composition. Elle peut être interprétée comme étantgénéralement une structure biphasique, composée d'une phase fibrillaire cristalline squelettique **.** et d'une phase matricielle dont les structures de compositions variables selon les espèces, sont parmi les plus complexes connues dans la nature **(Mc Neil *et al.*, 1984).**

2 .1.3.Polysaccharides de réserve

Les polysaccharides ou glucanes sont des polymères de glucides qui résultent du mécanisme photosynthétique. Il en existe deux familles, les polysaccharides de réserve et les polysaccharides pariétaux. Il existe des glucanes de réserve solubles en solution dans les vacuoles et d'autres insolubles qui forment des grains observables en microscopie. Composés de D-glucose, les glucanes de réserve se rencontrent sous deux formes: liés en (α-1,4) ils appartiennent à la catégorie des amidons et liés en (β-1,3), ils font parti de la catégorie des la minarines (**Ruiz, 2005).**

Ainsi, malgré leur extrême diversité et complexité tant structurale que morphologique, il est possible de réaliser, sur la base de caractères chimiques, une classification des principales lignées d'algues (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des principales lignées d'algues **(Reviers, 2002)**

Embranchements	Types de Chlorophylles	Caractéristiques Phycobiliprotéines	Polysaccharide de réserve
Bacillariophyta	a, c	-	Chrysolaminarane
Chlorophyta	a, b	-	Amidon intraplastidial
Chrysophyta	a, c	-	Chrysolaminarane
Cryptophyta	a, c	PE	Amidon périplastidial
Cyanophyta	a	PC, PE	Glycogène
Dinophyta	a, c	-	Amidon cytoplasmique
Euglenophyta	a, b	-	Paramylon cytoplasmique
Phaeophyta	a, c	-	Laminarane, mannitol
Rhodophyta	a, d	PC, PE, APC	Amidon floridéen
Xantophyta	a, c	-	Chrysolaminaranes

2.2.Les grands groupes des algues marines

En majorité les algues marines sont essentiellement macroscopiques et benthiques celles d'eau douces sont le plus souvent microscopiques**(Gayral, 1975).**

En général, les algues regroupent quatre groupes qui sont différenciées par rapport à la couleur, Chaque groupe contient des classes, et chaque classe contient des centaines espèces **(Garon-Lardiere, 2004).**

2.2.1.Les algues vertes (Chlorophycées)

avec plus de 6500 espèces, elles présentent une grande diversité de forme, depuis le type unicellulaire jusqu'au type en colonie ou filaments. Certaines espèces ont un crampon qui leur permet de se fixer.Elles sont le plus souvent présentes dans des aquariums où l'éclairage est excessif(Cavalla, 2000). mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre. Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale **(Garon-Lardiere, 2004).**

Cependant, leur présence peut aussi être le signe d'un déséquilibre biologique à cause d'une montée de nitrates (NO_3). Ceux-ci se forment après décomposition de la matière organique par les bactéries(Cavalla, 2000).

Le groupe est homogène en ce concerne la composition pigmentaire et le métabolisme glucidique. En effet, toutes ces algues renferment les chlorophylles a et b, du β-carotènes et des oxycarotènes (lutéines, zeaxanthines, violaxanthines). Le produit glucidique élaboré par la photosynthèse est l'amidon d'origine intraplastidiale **(Gayral, 1975)**

Toutes les algues vertes contiennent du saccharose sauf la classe des prasinophycées qui contient du mannitol. Dans la grande majorité des cas, la paroi est pecto-cellulosique. L'organisation des thalles est très variable chez les algues vertes ; elle va de l'archéthalle le plus simple (unicellulaire) au protothalle de forme variée (filamenteuse, lamellaire, q13 du type archéoplastidié vers la structure neoplastidiée. Cet embranchement est subdivisé en 3 classes charophyces, zygophycées, chlorophycées**.(AMAL LOQMAN 2011)**



Figure 01 : Ulva *lactuca* (Djamai ikram 2017)

*(*algue verte)

2.2.2.Les algues brunes (Phéophycées)

sont des algues annuelles dont on dénombre 1500 espèces. Ce sont des algues qui peuvent atteindre 50 mètres de long et dont les plus connues sont les algues wakamé, kombu, aramé ou spaghetti de mer **(Géraldine et *al*., 2009)**.

La couleur brune de ces algues résulte de la dominance du pigment xanthophylle, la fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le bêta-carotène). Toutes possèdent une structure pluricellulaire, mais leurs dimensions varient depuis les

éléments microscopiques jusqu'aux très grands spécimens. La grande majorité des algues brunes sont marines **(Garon-Lardiere, 2004).**

Les minéraux, puisés dans la mer, que ce soit des macro-éléments (sodium, calcium, magnésium, potassium, chlore, soufre, phosphore) ou des oligo-éléments (iode, fer, zinc, cuivre, sélénium, molybdène, etc.) peuvent représenter jusqu'à 40% de la masse sèche des algues brunes **(de Rosbo, et Bernard, 2014)**.



Figure 02 : Cystoseira stricta. (DAHMANI, H. 2014)

(algue brune)

2.2.3.Les algues rouges (Rhodophycées)

sont des algues annuelles de 3500 espèces, dont les plus consommées sont les algues dulse, nori ou carraghénanes (**Géraldine et *al*., 2009*).*** forment un groupe très diversifié, ces algues doivent leur couleur à la présence de plastes roses dans lesquels un pigment rouge, la phycoérythrine, est associé à plusieurs autres pigments dont les chlorophylles. La plupart de ces algues rouges sont pluricellulaires et marines, mais il existe quelques formes unicellulaires et quelques unes vivent également en eau douce **(Garon-Lardiere, 2004).**

La paroi est constituée de cellulose ou bien du xylose pure, galactone sulfate (agar, carrageennane) et du calcaire. La paroi est caractérisée par la présence de synapse, composé complexe contenant des polysaccharides acides. Donc les algues rouges représentent une réserve économique importante par les polysaccharides qui de par leurs tailles et leur structure ne peuvent être synthétisés artificiellement. Les algues rouges sont classées en deux groupes. Le premier groupe (Bangiophycidées), le plus primitif, est composé d'espèces toujours unicellulaires. Le second groupe (florideophycidées) constituant la majorité des

Rhodophycées ne comprenant que des espèces à thalles pluricellulaires. **(AMAL LOQMAN 2011)**

Elles se développent souvent le long des tiges et des feuilles des plantes. Elles ne contiennent que de la chlorophylle et d'autres pigments. Elles sont principalement marines et pour la plupart pluricellulaires **(figure 03) (Cavalla, 2000)**.



Figure 03 : Algue rouge (Splingart, 2013)

2.2.4.Algues bleues (Cyanobactéries)

Ce ne sont pas des algues, mais des bactéries (elles ne possèdent pas de véritable noyau). On en dénombre environ 15000 espèces mais leur durée de vie n'est que de quelques semaines (Géraldineet *al*., 2009).

Les cyanobactéries ou les algues bleues sont constituées des colonies de taille, de forme et de couleur très variables. Comme les algues rouges, elles possèdent des pigments surnuméraires bleus (Phycocyanines) et rouges (Phycoérythrines) qui masquent la chlorophylle a. **(Garon Lardiere, 2004) .**

Au fait, leur nom vient d'un pigment bleu qu'elles possèdent. Lorsque les conditions leur sont favorables (eau riche en minéraux, surtout le phosphore) elles se développent massivement. Malgré leur taille microscopique, elles forment alors de véritables colonies qui colorent l'eau. (Cavalla, 2000). , elles sont rarement bleues mais plus souvent rouges, vertes avec des reflets bleutés, violets, bruns, jaunes ou orangés. La plupart d'entre elles ont une consistance gélatineuse voire gluante en raison des mucilages qu'elles sécrètent **(Garon Lardiere, 2004).**



Figure 04: Algue bleu (**Géraldine et *al.*, 2009)**

Certaines algues bleues produisent des toxines qui peuvent provoquer plusieurs types de maux au niveau de la peau, des voies respiratoires et digestives. Il faut donc éviter tout contact avec cette eau (figure 04) (Cavalla, 2000).

3.Facteurs de répartition des algues

La vie et la répartition des algues sur les rivages marins dépendent de tout un ensemble de divers facteurs abiotiques et biotiques déterminent la zonation et la croissance de différentes espèces d'algues marines facteurs qui sont très différents de ceux qui conditionnent l'existence des végétaux terrestres. On les regroupe en **(Sbai, 1998)** :

- Facteurs physiques : Le substrat, la température et la lumiée.
- Facteurs chimiques : La salinité, l'oxygène et les éléments nutritifs.
- Facteurs hydrodynamiques : L'agitation de l'eau et l'émersion.
- Facteurs biotiques : L'association avec d'autres espèces (algues épiphytes ou épizoiques) **(Genevés, 1990; Cabioc'h et *al.*, 1992; Farid et *al.*, 2009)**

Les algues, comme tout l'ensemble des organismes marins sont soumises à un ensemble de conditions propre au milieu marin et qui constituent leur environnement **(Boudouresque et *al.*, 1992)**.

3.1.L'eau

Les algues sont liées à l'eau et peuvent dès lors s'installer dans tous les types d'habitat suffisamment humides et éclairés. On peut les retrouver en eau douce, en mer, sur sol humide et même sur la neige**. (Schaechter, 2009).**

3.2.Lumière

Les algues étant des végétaux photosynthétiques, la lumière est indispensable à leur vie. Ce facteur complexe intervient de différentes manières : par sa quantité (intensité lumineuse), par sa qualité (nature des radiations présentes) et par la photopériode (durée relative des périodes d'éclairement et d'obscurité) (**Boudouresque et *al.*, 1992**).

3.3. Température

La température moyenne de l'eau et peut-être encore, ses températures minimales et maximales, jouent un rôle certain dans la localisation géographique des algues (**Gayral, 1975)**. Elle exerce une action complexe sur les algues ; s'ajoutant à celle de la lumière, celle ci influe sur tous les processus métaboliques et reproducteurs. C'est ainsi que les écarts annuels de température et la photopériode sont les facteurs primordiaux du développement de certaines espèces et de leur présence en un lieu donné **(Boudouresque et *al*., 1992).**

3.4.Substrat

La majorité des algues pluricellulaires exigent en effet d'être fixées sur un support pour acquérir un développement normal et accomplir leur cycle de vie (**Gayral, 1975 ; Boudouresque et *al*., 1992**). N'ayant pas de système racinaire, elles ne tirent pas leurs éléments nutritifs de leur substrat mais directement du milieu liquide qui les baigne (**Boudouresque et *al*., 1992**).

3.5.Salinité

Les modifications de la salinité peuvent s'effectuer soit dans le sens d'une dilution, soit dans le sens d'une surconcentration en sels. Tout comme la température, la variabilité de la salinité intervient sur tous les processus métaboliques et cette action se manifeste généralement dans le sens d'une perturbation menant à terme à une élimination des espèces (**Boudouresque et *al*., 1992**).

4.Reproduction des algues

Dans de très nombreux cas, la reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative. Il s'agit d'une multiplication sexuée qui consiste en la division d'une cellule isolée (cas des algues bleues), soit en une fragmentation de thalle aboutissant à la formation de plusieurs organismes identiques. Elle est souvent réalisée par la formation de cellules spécialisées: les spores. Les algues eucaryotes réalisent en plus une reproduction sexuée au coursde laquelle l'union de deux cellules reproductrices, ou gamètes, produit un oeuf, ou zygote. La reproduction des algues se déroule ainsi selon une alternance de phases de reproduction asexuée assurée par les thalles (sporophytes),et de phases de reproduction sexuée, assurée par des thalles producteurs de gamètes (gamétophytes)**(Garon-Lardiere, 2004).**

5.Composition chimique des algues

La composition des macro-algues est très variable selon les espèces, la saison, les conditions de croissance et le stress **(Julie, 2010).** Les algues se composent généralement de protéines, d'une faible quantité de lipides comparée au fort pourcentage des glucides, qui sont

essentiellement sous forme de polysaccharides tels que les alginates, les carraghénanes et les ulvanes **(Julie, 2010).**

5.1.L'eau

Elles sont constituées à 90% d'eau, contenue essentiellement dans la vacuole de la cellule, ainsi que dans le cytoplasme et la paroi cellulaire. (LECLERC V., FLOC'H J.-Y,2010)

5.2.les sucres

La paroi est constituée de nombreux polysaccharides de haut poids moléculaire (sucres complexes) assurant une barrière très efficace qui empêche l'eau de fuir. Ainsi , les algues peuvent « supporter les allées et venues des marées ». Selon les catégories d'algues, les sucres sont différents. Les polysaccharides les plus extraits sont les agars, les carraghenanes et les alginates de par leur utilisation croissante dans l'industrie alimentaire et cosmétique. Les alginates sont extraits des algues brunes, alors que les carraghénanes et les agars proviennent des algues rouges. Selon les espèces, ces sucres représentent entre 40 et 70% de la matière sèche.

5.2.1.L'acide alginique

L'acide alginique est un polysaccharide matriciel des algues brunes qui est localisé autour des cellules de la zone médullaire. **(PÉREZ R., BARBAROUX ,1997) (KORNPROBST J.-M., POTIER,2005).**

L'acide alginique est un polymère linéaire constitué d'un diholoside anionique **(REVIERS B.et al,2002)**d'acide β-D-mannuronique et d'acide α-L-guluronique relié par une liaison osidique 1β et 4.

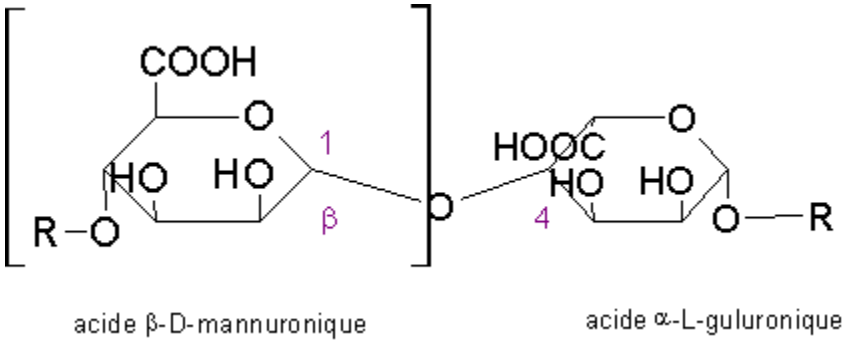


Illustration 1: Structure de l'acide alginique

L'acide alginique est insoluble dans l'eau mais il est très hydrophile, ce qui lui permet de stocker jusqu'à 140 fois son propre volume.

5.2.2.L'Agar

L'agar est un polysaccharide matriciel présent en quantité importante dans le thalle (en moyenne 30 à 70% du poids sec)

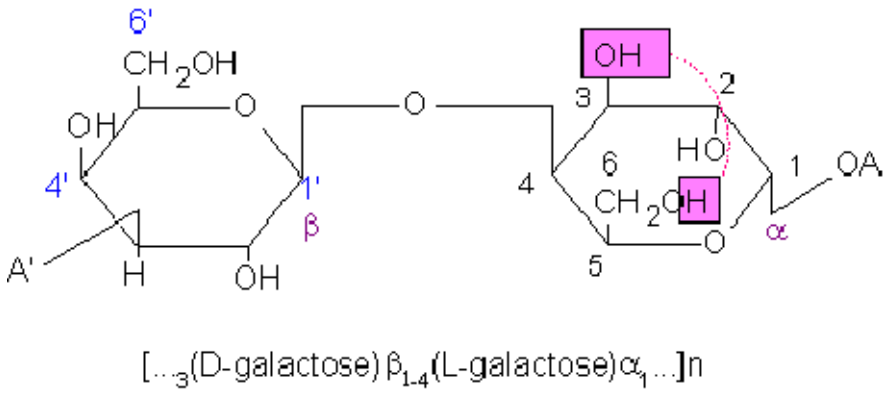


Illustration2: Structure de l'agar **(KORNPROBST J.-M., POTIER,2005).**

Les agars sont extraits de certaines Rhodobiontes de l'ordre des Gélidiales (genre *Gelidium, Pterocladia, Acanthopeltis, Gelidiella*), des Gigartinales (genre *Gracilia, Gracilariopsis, Ahnfetia*) ou des Céramiales.

Les agars ne sont pas dégradés par la température de stérilisation (100, 120°C), c'est la raison pour laquelle ils sont très utilisés au niveau de l'industrie **(KORNPROBST J.-M., POTIER,2005).**

5.2.3.Carraghénanes

Les carraghénanes ont une structure très proche des agars, leurs différences essentielles portent sur le taux de sulfate (radical OSO3 2-) qui est plus élevé chez les carraghénanes (environ 20 à 25%, alors que les agars en contiennent au maximum 5%). Les carraghénanes sont constitués de D-galactose et forment le motif diosidique […3(D-galactose)β1-4(D-galactose)α1…]n , appelé carrabiose

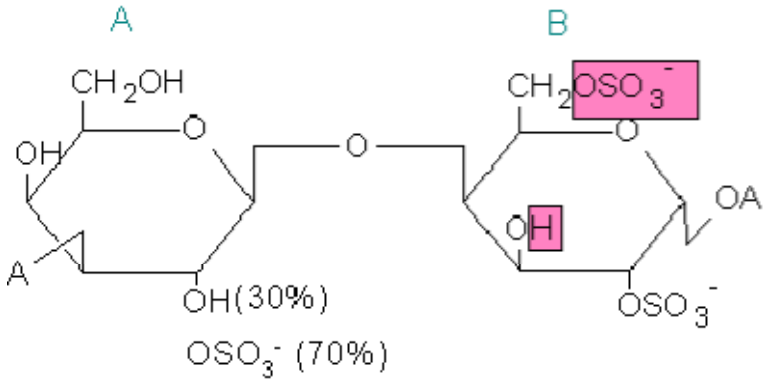


Illustration3: Structure du lambda carraghénane

Les carraghénanes, de même que les agars, sont extraits de certaines Rhodobiontes, de l'ordre des Gigartinales (du genre *Chondrus, Gigartina, Kappaphycus, Hypnea*) et des Cryptomémiales**. (Hortense FALLER, 2011**)

5.2.4.Les polysaccharides sulfatés

Ce sont des polysaccharides situés dans la paroi des cellules. Parmi ces polysaccharides sulfatés, on retrouve les carraghénanes (extrait des Algues Rouges), mais il existe également les fucanes chez les Algues Brunes et les ulvanes chez les Algues Vertes. Ces polysaccharides font l'objet de nombreuses études notamment dans le domaine médical .elles divisent en deux sucres Les fucoïdanes ou fucanes et Les ulvanes **(KORNPROBST J.-M., POTIER,2005), (PERSON J.)**

5.3.Les minéraux

Les algues puisent dans la mer une richesse incomparable d'éléments minéraux d'où la fraction minérale peut représenter jusqu'à 36% de la masse sèche. Parmi ces éléments : le potassium, le chlore, le sodium, le calcium, le magnésium, le soufre, le phosphore, l'iode, le fer, le cuivre, le manganèse et de nombreux autres oligo-éléments tels que l'iode, le fer, le zinc, le cuivre, le sélénium et le molybdène, le fluor, le brome, le manganèse, le bore, le nickel et le cobalt **(Viguerie et al. 2002).** Les algues brunes, vertes et rouges ont des quantités équivalentes en matières minérales totales. Cependant les algues vertes en ont un taux un peu inférieur par rapport aux deux autres catégories d'algues

Tableau 2 :Pourcentage de matière minirale dans la masse sèche aux catégories des algues (Hortense FALLER, 2011)

catégories d'algues	Pourcentage de matière minérale dans la masse sèche
Algues vertes	6 à 30 %
Algue rouges	12 à 36 %
Algues brunes	15 à 36 %

5.4.Les vitamines

Les algues sont également très riches en vitamines (A, B, B2, B3, B6, B12, C, D, E, K, PP) mais leur teneur est fonction des saisons. La vitamine B12 est un constituant intéressant des algues dont la proportion n'est pas négligeable et aurait une bonne biodisponibilité. Elle serait particulièrement recommandée pour traiter les effets du vieillissement, pour les syndromes de fatigue chronique et les anémies. **(BURTIN PATRICIA,2003)**

5.5.Les pigments

On retrouve chez toutes les algues des caroténoïdes notamment du β-carotène, ainsi que des dérivés oxygénés, les xanthophylles. Ces derniers peuvent être spécifiques de certaines espèces, par exemple on trouve beaucoup de lutéine chez les algues vertes. Toutefois, ces caroténoïdes ne masquent pas la couleur verte car ils ont une proportion relative faible dans les plastes par rapport aux chlorophylles. Certaines algues vertes peuvent apparaitre rouge-orangé en raison de la présence dans leur cellule de gouttelettes colorées par l'astaxanthine (xanthophylle). Chez les algues brunes on retrouve une grande quantité de fucoxanthine. Tous ces pigments sont liposolubles et insolubles dans l'eau. (Hortense FALLER, 2011)

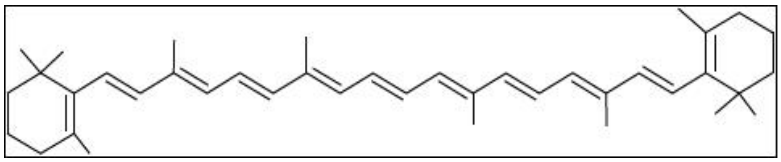


Illustration 4:structure chimique d'un β-carotène **(Hortens FALLER, 2011)**

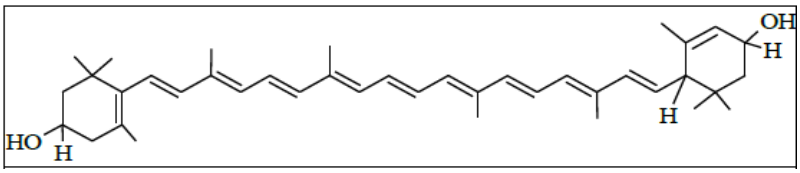


Illustration 5:structure chimique d'un lutéine **(Hortense FALLER, 2011)**

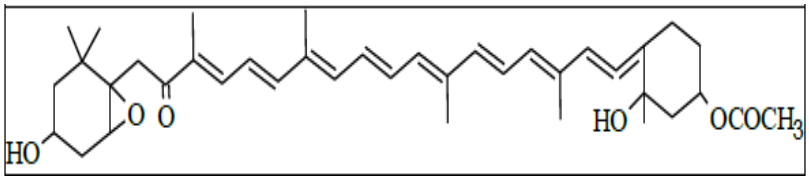


Illustration 6:structure chimique de la fucoxanthine **(Hortense FALLER, 2011)**

5.6.Les métabolites secondaires

Les algues peuvent contenir aussi des métabolites secondaires comme les terpénoïdes, les alcaloïdes et les composés phénoliques (polyphénols et bromophénols) **(Chouikhi ,2013).** Plusieurs phytohormones présentes en faibles quantités (principalement les cytokinines, l'acide abscissique et les auxines) ont été identifiées dans des produits obtenus d'algues marines **(louvieaux, 2004),** ces molécules ont une double fonction, d'une part, elles régulent

les procédés de croissance et de développement, comme la division cellulaire, et d'autre part, elles jouent un rôle dans le signalement des changements de l'environnement extérieur **(Stirk et van Staden, 2014*)*.**

6.Domaine d'application des algues

Il existe plusieurs domaines économiques qui font appel à des algues ou à des phycocolloides. Elles présentent actuellement une source nutritionnelle et un produit à valeur montante, surtout en Asie où elles sont utilisées directement comme aliments, ou indirectement surtout par l'industrie de phycocolloides (agars et alginates). Elles sont utilisées en agriculture comme engrais et fourrage, dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique, dans le textile, et dans bien d'autres domaines **(Chopin, 1997).**

4.1. En alimentation humaine

Les algues sont consommées en Asie depuis l'aube de l'humanité **(Mabeau et Fleurenc, 1993)** et les pays asiatiques sont les principaux consommateurs d'algues marines. 16 millions de tonnes d'algues ont été ainsi consommées dont 15,8 millions issus de l'algoculture pour l'année 2010 **(FAO, 2010)**, bien évidemment, la consommation des algues varie en fonction de pays avec le régime japonais intégrant 9,6à 11,0g algue sèche/jour. **(Potin et *al*2017)**.

Elles ont été récemment approuvées pour une consommation humaine (comme légumes et condiments), ouvrant ainsi de nouvelles opportunités pour l'industrie agro-alimentaire **(Mabeau et Fleurenc, 1993)**. Ces macro-algues contiennent des protéines, lipides, vitamines et minéraux et constituent donc une source d'aliment précieuse **(Sanchez-Machado et *al.*, 2004; Noziah et Ching, 2000Wong and Cheung, 2000)**. La France est le premier pays européen à établir une réglementation spécifique concernant l'utilisation des algues pour la consommation humaine en tant que substances alimentaires **(Burtin, 2003 ; Marfaing et Lerat, 2007)**.

Ces algues sont une source précieuse de nutriments comme l'agar(L'alginate de calcium) qui est utilisé pour faire des desserts de gelée végétarienne et pour améliorer la texture des produits laitiers comme le fromage, les flans et les yaourts **(Mc Hugh, 2003)** On les retrouve sous des codes allant de E 401 à 405 **(Hortense, 2011).** La carraghénane, par sa capacité stabilisante, peut être incorporée dans certains produits alimentaires pour mettre en suspension les ingrédients solides, comme les pulpes et la poudre de cacao **(Hernandez Carmona, 2013).**

4.2. En alimentation animale

Sur de longues périodes, les animaux (ovins, bovins et équidés) qui vivaient en zones côtières consommaient des macro-algues brunes, surtout dans les pays où celles-ci étaient rejetées sur le rivage, d'ailleurs l'algue rouge *Palmaria palmata* était appelée « goémon à vache ». Les premiers essais de supplémentation de la ration alimentaire d'animaux d'élevage ont fait apparaître une bonne acceptabilité, une bonne digestibilité et une bonne assimilation des algues.

Aujourd'hui, la disponibilité de macro-algues pour animaux s'est accentuée avec la production de farines. Les macro-algues utilisées en alimentation comme *Ascophylum nodosum* et *Laminaria digitata* fraichement coupées, sont broyées en fines particules et séchées. Leur analyse a montré qu'elles contenaient des quantités importantes de minéraux, Généralités s oligoéléments et vitamines. Les oligo-éléments qui sont des éléments essentiels requis pour les mammifères à de petites quantités tels que le fer, le zinc, cobalt, chrome, molybdène, nickel, fluor et iode **(Chouikhi, 2013)**.

Elles sont utilisées pour la production de β-carotène destinée à l'élevage de volailles afin d'améliorer la qualité des œufs dont le jaune devient plus coloré et la coquille plus résistante **(Etahiri, 2002).**

4.3. En agriculture

L'usage des algues comme engrais remonte au moins au XIXe siècle. Les habitants des côtes ont été les premiers utilisateurs, récupérant les débris laissés par les tempêtes, généralement de grandes algues brunes, et les enfouissant dans la terre **(African Development Fondation, 2006)**.Elles sont utilisées comme biofertilisants de sol grasse à la biodisponibilité de quantités adéquates de potassium, d'azote, d'hormones végétales et de micronutriments, la teneur élevée en matière organique, notamment en fibre, ainsi que la forme soluble dans l'eau des éléments minéraux et oligoéléments dans les algues font d'elles un excellent engrais **(Venugopal, 2009).** Les effets des macro-algues comme fertilisants diffèrent selon l'algue utilisée. **(Kim, 1970)**.

Au début du XXe siècle, une petite industrie s'est développée, qui consistait à sécher et à moudre ce qui était pour l'essentiel des débris abandonnés par la tempête, mais l'activité a baissé avec l'arrivée des engrais chimiques synthétiques. Aujourd'hui, grâce à la popularité croissante de l'agriculture organique, cette industrie a connu un certain renouveau, mais elle

reste encore limitée ; en raison du coût cumulé du séchage et du transport, l'usage de ces engrais est cantonné dans des pays au climat ensoleillé où les acheteurs ne se trouvent pas trop éloignés de la côte.

Les engrais aux algues marines ont des possibilités d'expansion grâce aux extraits d'algues liquides, qui peuvent être produits sous forme concentrée, l'utilisateur assurant la dilution. Plusieurs de ces extraits sont applicables directement sur les plants ou bien on arrose la zone des racines. Un certain nombre d'études scientifiques démontrent que ces produits peuvent être efficaces et les extraits d'algues sont maintenant très bien acceptés dans l'horticulture. Pour la culture des arbres fruitiers, des légumes et des fleurs, ils ont permis de réaliser des progrès, en particulier des rendements plus élevés, une meilleure assimilation des nutriments, une plus grande résistance à certains organismes nuisibles tels que l'araignée rouge et les aphides, une meilleure germination, et une résistance accrue au gel. Personne ne connaît avec certitude les raisons de leur efficacité : les oligo-éléments qu'ils contiennent ne suffisent pas à expliquer l'amélioration du rendement, etc. La plupart des extraits contiennent plusieurs sortes de régulateurs de la croissance des plantes **(African Development Fondation, 2006)**.

Dans le traitement des eaux usées

La technique dite de lagunage représente une alternative économique et efficace à des systèmes de traitement (les eaux usées domestiques et industrielles, des fermes aquacoles, des entreprises agricoles). La capacité des algues à absorber les nutriments issus d'élevages piscicoles a été démontrée à partir de cultures d'algues en bassin **(Cohen et Nori, 1991).** L'intérêt de l'utilisation des macro-algues pour le traitement des eaux usées en eau salée a été démontré dès la fin des années 70 dans des mélanges d'eau usée et d'eau de mer **(Guist et Humm, 1976).** De plus, la biomasse algale formée est potentiellement valorisable, notamment pour l'alimentation des poissons. Toutefois, les milieux riches en azote comme les effluents des fermes piscicoles, où les macroalgues sont utilisées comme biofiltres, peuvent augmenter leur teneur en protéines **(Lahaye et *al*., 1991).**

4.4 En Biomédical

Les algues constituent une source importante de fibres (33 à 61%) qui facilitent le transit intestinal. **(Vaugelade et *al*. 2000).**2P5Elle sont utilisés en thalassothérapie, les bains d'algue (algothérapie) sont utilisés pour traiter les rhumatismes ou certaines affections de l'appareil locomoteur.

Les algues sont aussi utilisées comme vermifuge, anesthésique et pommade pour le traitement de la toux, des blessures, la goutte et le goitre **(Dhargalkar et Pereira, 2005).**

4.4 En Pharmacie

Les algues et leurs extraits ont un intérêt important dans l'industrie pharmaceutique, pour le développement de nouveaux médicaments contre le cancer, l'inflammation et les infections microbiennes **(Premila et *al.*, 1996 ; Kim et *al.*, 1997 ; Okai et *al.*, 1997; Elena et *al.*, 2001)**.

Les applications des alginates en pharmacie **Excipient de médicaments** Il est utilisé comme agent désintégrant et dispersant. L'acide alginique gonfle en présence d'eau assurant une dispersion rapide du médicament. On rencontre cette propriété avec de très faibles doses de cet excipient.

Les pansements et compresses

Les compresses stériles, telles que l'Algostéril® (dispositif de classe III) ont prouvé leur efficacité lors de multiples études. Ces compresses obtenues par tissage de fils fins d'alginate de calcium sont couramment utilisées dans de nombreux services notamment ceux de néphrologie/dialyse, diabétologie, chirurgie viscérale et moyen séjour.

Médicament contre reflux gastro-œsophagien (RGO) Dans ce médicament c'est l'alginate de sodium lui-même qui est **le principe actif**. Il est associé dans la spécialité Gaviscon® au carbonate de sodium. Ce médicament sert de protecteur de la muqueuse œsophagienne. Le carbonate de sodium n'est pratiquement pas absorbé par le tube digestif et agit en neutralisant l'acidité gastrique. Ce médicament présente une indication spécifique, celle du traitement des RGO. Cette pathologie correspond à des brûlures au niveau de la jonction entre l'œsophage et l'estomac du fait du mauvais fonctionnement du sphincter (entre ces deux organes) qui doit empêcher les remontées acides.

Le Gaviscon® se transforme immédiatement dans l'estomac au contact du liquide acide en un gel mousseux léger (le carbonate se décompose en libérant le gaz carbonique), visqueux (dû au précipité d'alginate) et dont le pH est proche de la neutralité. Ce gaz en se mêlant à l'acide alginique permet son maintien à la surface du bol alimentaire. Le gel ainsi formé persiste durablement pendant 2 à 4 heures à la partie supérieure de l'estomac et s'évacue au fur et à mesure de la vidange gastrique, sans en modifier le transit. Les alginates sont totalement

éliminés par voie digestive car ils ne sont pas résorbables. Toutefois, ce médicament peut diminuer l'absorption digestive des médicaments administrés simultanément. C'est pourquoi, il est conseillé de prendre les antiacides à 2 heures de distance des autres médicaments. **(Hortense, 2011)**.

7.Effets des algues sur les plantes

Les algues constituent un moyen de lutte efficace contre les stress que peuvent subir les plantes. Ce sont des biostimulants de la croissance, utilisés comme biofertilisants des sols **(Hurtado et al. 2009).** Plusieurs études ont révélé l´effet des extraits d'algues sur l'amélioration de la croissance, la performance et le rendement des cultures **(Norrie et Keathley, 2006 ; Eyras et al. 2008;).** Les extraits d'algues ont également la capacité d'améliorer la tolérance au stress chez de nombreuses espèces de plantes par augmentation de la concentration des molécules bioactives, notamment des antioxydants dans les plantes traitées **(Rayirath et al. 2009 ; Fan et al. 2011).**

8.Biostimulants-Biofertilisants

Terminologie

La terminologie relative aux produits de stimulation est évolutive et diversifiée. On retrouve sous le terme « biostimulant » de nombreux produits qui ont été qualifiés comme : stimulant biogénique, stimulateur métabolique, régulateur positif de la croissance des plantes, éliciteur, préparation allélopathique, conditionneur de plantes, phytostimulant, biofertilisant. On les confond aussi parfois avec les produits de croissance hormonaux des plantes PGRs (Plant Growth Regulators), ou les biorégulateurs. Il existe également un recoupement avec les stimulateurs de défenses des plantes (SDP), utilisés dans le cadre de la phytoprotection et les matières fertilisantes et support de cultures (MFSC). Une cartographie des terminologies a été dressée pour tenter une première mise en perspective par **Faessel et al. (2014)** (Figure 5).

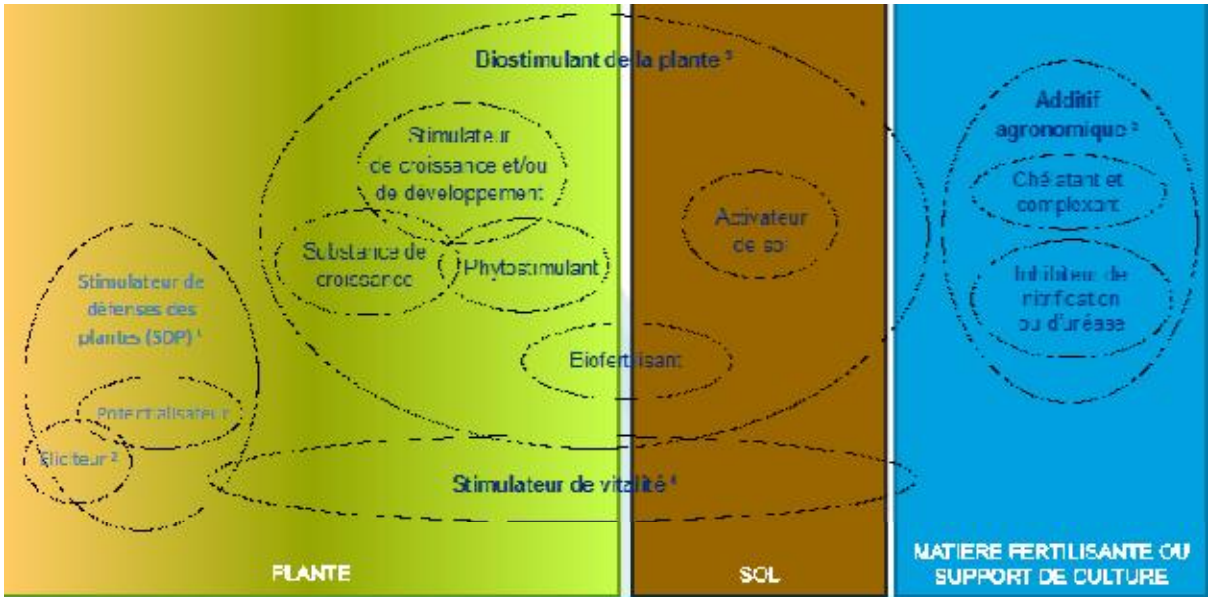


Figure 5 : Cartographie terminologique des biostimulants (Faessel et al., 2014)

8.1.1.Biostimulant ?

Dans la littérature scientifique, le mot biostimulant a été utilisé pour la première fois par Kauffman et al. (2007). Depuis, des réflexions ont été menées pour mieux définir ce nouveau concept polysémique, qui cible la plante, le sol et/ou les matières fertilisantes et les supports de culture pour favoriser la croissance et le développement des plantes. 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'efficience 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 biostimulant ».

Yakhin et al. (2017) proposent la nouvelle définition suivante : « Un Biostimulant est un produit d'origine biologique qui améliore la productivité des plantes consécutive à des propriétés émergentes provoquées par les complexes de constituants, et non comme seule conséquence de la présence de nutriments essentiels, de régulateurs de croissance des plantes ou de composés protecteurs des plantes, connus ».

8.1.2.Biofertilisant ?

En ce qui concerne un biofertilisant, il se définit comme étant une solution contenant des micro-organismes, bactéries et /ou champignons, que l'on applique aux plantes pour augmenter la disponibilité des nutriments et leur utilisation par les plantes, indépendamment de leur contenu en nutriments. Un Biofertilisant peut aussi être défini comme un biostimulant microbien améliorant l'efficacité de la nutrition de plantes (Du Jardin et al., 2015).

8.2.Classification des biostimulants et des biofertilisants

Les auteurs classent les biostimulants en fonction de divers critères tels que l'origine et la nature des ressources utilisées pour leur fabrication, leur fonction, leur utilisation ou type d'effets observés. On retrouve une classification allant de 9 groupes de matières premières décrits par **Ikrina et al. (2004)** à 5 groupes décrits par **Torre et al. (2016)** qui sont pour ce dernier : les substances humiques, les extraits d'algues, les hydrolysats de protéines et acides aminés, les sels inorganiques et les micro-organismes (bactéries et champignons bénéfiques). Selon les travaux de différents auteurs **(Yakhin et al., 2017),** on retrouve par exemple les substances humiques décrites comme des amendements de sols pour la santé des plantes, tandis que les PGPRs (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) sont classés comme des biofertilisants, phytostimulants et biopesticides. Du **Jardin et al. (2015)** considèrent les biofertilisants comme une sous-catégorie de biostimulants. Les extraits d'algues et les micro-organismes sont considérés par d'autres auteurs comme des biofertilisants.

8.3.Composition des biostimulants et biofertilisantes

On y retrouve les métabolites primaires : acides aminés, sucres, nucléotides et lipides ; et les métabolites secondaires formés à partir des différents processus du métabolite primaire. La complexité de la composition se traduit par le fait que l'on a un mélange des différents groupes chimiques tels que i) des hormones de plantes ou des substances agissant comme des hormones ; ii) des acides aminés, bétaïnes, peptides, protéines ; iii) des sucres (carbohydrates oligo-poly-saccharides), amino polysaccharides ; iv) des lipides, vitamines, nucléotides ou nucléosides ; v) des substances humiques (acides humiques et fulviques), éléments bénéfiques, composés phénoliques, stérols, etc. **(Yahkin et al., 2017 ; Du Jardin et al., 2015).**

8.4.Modes d'action des biostimulants et de biofertilisants

La composition chimique des biostimulants et biofertilisants est complexe et les principes actifs méconnus. Cependant, les connaissances sur les modes d'actions et mécanismes 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),** les principaux modes d'actions des biostimulants se déclinent de la manière suivante : 1 - la stimulation de la germination, de la croissance racinaire, de la mise en place et de la croissance des plantes, de la photosynthèse, de l'absorption des nutriments du sol (Azote, Phosphore…), de la résistance au stress biotique, du métabolisme de N et P du sol, de l'activité microbienne des sols ; 2 - la réduction ou

l'amélioration des effets négatifs des facteurs de stress abiotiques (sécheresse, chaleur, froid, salinité, oxydation, stress mécaniques ou chimiques).

Extraits bruts d'algues composant les biostimulants

Plusieurs procédés de fabrication existent pour produire des liquides concentrés (extraits bruts) à partir d'une grande diversité d'algues, majoritairement des algues brunes : *Laminaria* sp., *Ascophyllum* sp., *Ecklonia* sp., etc. Les extraits bruts d'algues incluent une multitude de composés (hormones, acides aminés, microéléments bénéfiques non essentiels tels que le silicium ou le sélénium, sucres, etc.), ce qui implique un ensemble complexe de modes d'action pouvant expliquer les effets observés.

a.Exemples d'action sur la stimulation de la croissance et de la photosynthèse

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 bétaïne, pour favoriser une meilleure photosynthèse **(Khan *et al.*, 2009).**

b.Exemples d'action sur la nutrition et/ou le système racinaire

Les extraits d'algues permettent d'améliorer l'assimilation des éléments nutritifs. En particulier, ils permettent à la plante de mieux tolérer des carences nutritives en azote en favorisant l'expression et/ou l'activité de la nitrate réductase grâce à certains composés (mannitol) **(Durand *et al.*, 2003 ; Phytoma, 2005).** L'expression de phosphatases racinaires impliquées dans l'absorption du phosphate peut aussi être stimulée par certains extraits d'algues **(Klarzynski *et al.*, 2006).**

Certains composés présents dans les extraits d'algues (polysaccharides ; colloïdes ; acides aminés ; mannitol) peuvent aussi agir comme chélatants des nutriments minéraux présents dans les sols **(Khan *et al.*, 2009 ; Calvo *et al.*, 2014).**

Enfin, les extraits d'algues agissent sur les caractéristiques physiques et biologiques des sols grâce à leur richesse en polyuronides, tels que les alginates et les fucoïdanes, qui maintiennent dans les sols une humidité et une aération nécessaires à la mise en place du système racinaire

et favorisant la croissance de bactéries bénéfiques à la croissance des plantes **(Khan *et al.*, 2009).**

c.Exemples d'amélioration de la résistance face aux stress abiotiques

Les extraits d'algues permettent aussi d'améliorer la tolérance aux stress abiotiques provoquant des dérèglements osmotiques comme la sécheresse ou la salinité. C'est une conséquence de la stimulation des mécanismes antioxydants et de la présence d'osmo-régulateurs, comme la glycine bétaïne, dans les extraits

Les extraits d'algues contenant de l'acide abscissique peuvent aussi contribuer à la résistance au stress hydrique **(Khan *et al.*, 2009).**

9. Les méthodes d'extraction des algues

Le choix du procédé d'extraction approprie est un facteur très important dans les approches pour déterminer les structures, les types, la diversité et la variation saisonnière des composes Biochimiques et des biomolécules présentes dans les algues. Le développement et l'optimisation de protocoles d'extraction est une tache difficile. En effet, le processus d'extraction idéal devrait permettre une extraction maximale des composes désires sans affecter (ou au moins avoir un effet minimal sur) la structure native des composes cibles, et permettre la conservation des activités biologiques de ces composes.**(*Pien S.1et ,al .2016)***

1. Extraction des alginates de sodium

Préparation de la biomasse algale

Les algues ont été rincées à l'eau de robinet plusieurs fois et puis à l'eau distillée afin d'enlever les épiphytes et les débris adhérant à leurs thalles. Séchés à l'air libre pendant deux jours puis passés à l'étuve à 60C° pendant deux jours, les échantillons ont été broyés en de petits fragments et conservés dans des sachets en plastique hermétiquement fermés.

La méthode d'extraction

Les échantillons de la biomasse sèche des algues ont été formolés pendant 24h puis lavés avec de l'eau distillée avant d'être trempés dans de l'acide chlorhydrique. Après 24h de lixiviation, les échantillons ont été immergés dans une solution de carbonate de sodium. L'alginate de sodium obtenu est filtré et recueilli par centrifugation. Le processus est répété pour le résidu solide afin d'épuiser la biomasse en alginates. Les fibres d'alginate sont récupérés par précipitation dans l'éthanol, lavés avec l'acétone et placés dans un four à 50°C pour le séchage jusqu'à poids constant. Les rendements d'alginate sont exprimés en pourcentage du poids sec initial de l'algue (%PS).(**Z. Belattmania 1et al,.2014)**

2. Extraction des molécules anti-leishmanienne

L'extraction au soxhlet

préparation des échantillon après la récolte, les algues marines sont lavées et elles sont séchées pendant une journée à température ambiante et à l'abri de la lumière, puis elles sont séchées à l'étuve à 60°C pendant 72h. Préparation des extraits L'extraction utilisée au cours de ce travail parun système d'extraction au soxhlet. Elle permet de réaliser des extractions continues solide–liquide à l'aide de cycles de vaporisation condensation du solvant. Cette méthode présente l'avantage d'être simple d'utilisation.les extraits obtenus à partir de solvants de polarité croissante tels que : l'hexane, l'éther, le chloroforme et le méthanol**.(T. Ainane et al ,. 2015).**

3. Extraction des composés phénoliques

Parmi les prétraitements couramment utilises, il est possible de citer le séchage en étuve (50°C), la lyophilisation, la congélation ou encore l'utilisation d'algues fraiches. Le séchage en étuve a 50°C ou 60°C possède le désavantage de dégrader certains composes, c'est le cas par exemple avec les composes phénoliques **(Ragan & Glombitza 1986). Tanniou (Tanniou et al. 2013)** ont compare les méthodes de conditionnement des algues au préalable pour la caractérisation des composes phénoliques. Cinq méthodes ont été mises a l'épreuve : la congélation, le séchage a l'air, le séchage en étuve, la déshydratation sur gel de silice et la lyophilisation. Finalement, c'est la lyophilisation qui a été retenue car elle permet une bonne conservation des composes phénoliques et permet un stockage des algues plus optimal.

4.Extraction a méthanol

Récolte de l'algue

La matière fraîche (les algues) a été rincée trois fois à l'eau douce, puis pesée et séchée durant 72 heures dans une étuve à 50 ºC. Après séchage, l'algue est broyée à l'aide d'un mixeur puis placée dans un flacon stérile et conservée ensuite à l'abri de la lumière au réfrigérateur à une température de 6 ºC.

Préparation des extraits de l'algue

L'extrait total est obtenu en ajoutant 1 g de poudre à 30 ml de méthanol. Le mélange obtenu est soumis ensuite à une agitation continue à l'abri de la lumière pendant 48 heures à temp érature ambiante, ensuite filtration sur papier Wattman n°1 puis évaporation sous pression réduite avec un évaporateur rotatif.

Trois autres extraits sont obtenus par extraction successive dans l'éther de pétrole, le chloroforme puis dans le méthanol selon le protocole suivant : 2 g de poudre d'algue est placé dans un soxhlet, puis le ballon est rempli par 150 ml d'éther de pétrole, le mélange est porté à ébullition pendant une heure, la masse du résidu obtenue après évaporation du solvant est extraite successivement par 150 ml de chloroforme puis par 150 ml de méthanol. Les trois extraits obtenus sont conservés dans un endroit sec pour être testés ultérieurement**. (A. Chbani et *al,* 2011)**

5.Extraction a l'eau

Préparation de la poudre d´algue

Les algues cueillies sont lavées et séchées à l'air libre (à l'abri de la lumière solaire directe).Le broyage des échantillons est réalisé dans un broyeur électrique jusqu´à l´obtention d´une poudre fine, cette dernière est tamisée à l´aide d´un tamis de 2 µm, puis conservée dans des pots en verre fumé.

Préparation de l´extrait d´algue

10 g de la poudre d´algue sont homogénéisés avec 100 ml d´eau distillée, la suspension est autoclavée pendant 20 min/120ºC, puis laissée au repos. Enfin, le surnageant est récupéré dans des flacons fumés. L´extrait est considéré concentré à 100%.**(Ouchene et Boukoucha, 2018)**

6. Extraction par l'eau douce

En plongée autonome, les algues sont isolément « coiffées » d'un sac de récolte étanche, puis détachées du substrat avec leurs crampons et rapportées au laboratoire. Ces touffes d'algues sont alors agitées durant quelques instants dans plusieurs bains d'eau douce successifs puis sont immergées pendant quelques heures dans de l'alcool à 70°. Les organismes détachés lors de ces opérations sont récoltés sur des tamis de maillage 0.5, 1.0 et 4.0 mm (ce dernier tamis évitant l'encrassement des mailles de plus faible ouverture). Le refus des tamis est aussitôt examiné sous la loupe binoculaire.**(M. Poulicek)**

7. Extraction par aspiration in situ

Le prélèvement est conduit à l'aide de la suceuse à air comprimé décrite par Bussers *et al.* (1983). Rappelons que cette suceuse est autonome et suffisamment maniable pour être utilisée par un seul plongeur. La force d'aspiration, réglable manuellement au cours de la plongée à l'aide d'une molette commandant un détendeur, se module automatiquement en fonction de la profondeur du prélèvement, de manière à maintenir constante la puissance de succion. Les

sacs de récolte interchangeables autorisent de multiples prélèvements au cours d'une même plongée. La surface à explorer, préalablement délimitée par un « pochoir », est balayée à l'aide de l'embout souple de la suceuse. Le matériel aspiré est récolté dans une poche en filet de nylon de 1 mm d'ouver- ture de maille (un outillage plus serré serait rapidement colmaté). Par cette technique, les algues ne sont pas arrachées; seul le matériel aspiré est rapporté au laboratoire.**(M. Poulicek)**

8.Extraction par asphyxie

Les algues sont arrachées et ensachées comme en I. Dès le retour au laboratoire, les lots d'algues sont placés dans des cuves peu profondes (genre cuves à développement photographique) contenant de l'eau de mer stagnante, non renouvelée. La macération des algues et l'épuisement de l'oxygène dissous déterminent les individus appartenant à des espèces suffisamment mobiles à gagner le bord des à l'interface liquide-atmosphère où ils sont récoltés.**(M. Poulicek)**

PARTIE II. Généralités sur le pois chiche (*Cicer arietinum* L.)

1.1. historique et Origine du pois chiche

Les pois chiches sont connus et mentionnés depuis l'Antiquité, sous le nom d'hallaru(3000 ans avant JC) comme source alimentaire en Mésopotamie. En langue arabe il est nommé hullar. Le nom latin du genre pois chiche est Cicer dérivé du grec ancien kickere des populations du Nord de la Grèce.

Les plus anciens témoignages mentionnant le pois chiche cultivé nous viennent deTurquie, et on suppose que cette culture s'est diffusée dans le monde entier à partir de cette Région. [1] . Le pois chiche est originaire du Moyen-Orient, plus précisément du Sud-Est de la Turquie et de la Syrie (Saxena et Singh, 1984; Smithson et *al*.,1985 in Summerifeld et Roberts, 1985 ; Singh, 1997).Il a été souvent mentionné que le pois chiche a conquis l'Europe durant le Moyen Âge après que les croisés l'ont redécouvert au Proche-Orient. Mais sa culture et sa consommation sont en réalité attestées bien avant, au moins dès le IXe siècle, par des sources écrites et archéologiques.

Le pois chiche est arrivé en Inde il y a seulement deux siècles en passant d'abord par l'Afghanistan. Le nom hindi des pois chiche est Kabuli chana (chana = pois chiche). Les variétés à petites graines sont appelées Desi (locale) **(Kechache, 2005).**

Il arriva sur les côtes du bassin méditerranéen après avoir traversé de nombreux pays et les Phéniciens pourraient être à l'origine de cette diffusion **(Anonyme a 2003).[2]**

En Algérie, le pois-chiche a été cultivé avant la colonisation, sauf qu'il a été difficile de le maitriser **(Laumont et Chevassu, 1956 ; Labdi, 1990) .**

Compte tenu des problèmes que pose la culture de pois chiche en Algérie, particulièrement de point de vue comportement variétal vis-à-vis des facteurs biotiques (champignons , insectes, virus) et abiotiques (sécheresse ,gelées, froids) **(ABDELGUERFI LAOUAR et al ,2000)**

1.2.Description de la plante

Le pois chiches (*Cicer arietinum* L.) est une légumineuse à grains importants dans le monde qui se classe en second lieu après le haricot sec **(*FAOSTAT 2013*).** est une plante annuelle herbacée à l'aspect d'un petit buisson à port érigé, parfois arbustive. (ITGC 2018)C'est une plante haute de 20 à 50 cm, à port dressé, cultivée pour ses graines rondes contenues au nombre de 1 ou 2 dans des gousses **(*Anonyme c.,2004*).***Cicer arietinum* est la seule espèce annuelle cultivée **(*Van Der Maesen, 1987 ; Giller.,2001)***

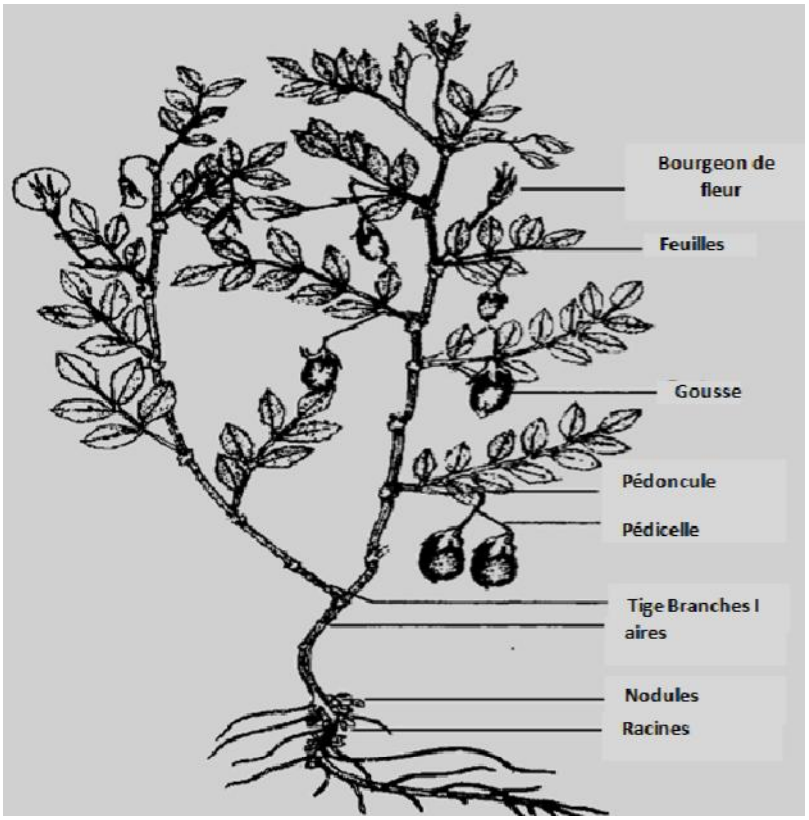


Fig.6. Description de la plante du pois chiche

(*Singh et Diwakar, 1995*)

2. Morphologie :

2.1. Appareil végétatif :

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une espèce herbacée, annuelle, diploïde (2n = 16 chromosomes), autogame, présentant moins de 1% d'hybridation naturelle **(Singh et Reddy,1991) .**

2.1.1.Partie souterraine

- **Systèmeracinaire les racines** : de type pivotant avec une racine principale qui ne dépasse pas les 60 cm de profondeur et des racines latérales bien développées atteignant 2 m. Les racines portent des nodosités grâce à la symbiose avec le Rhizobium ciceri.**[6]** (ITGC 2018) Ils sont du type caroténoïde, ramifié avec des ramifications latéralement aplaties, formant parfois un lobe fanal **(*Corby, 1981*).[7]** Les nodules développés sur les racines

permettent la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique pour satisfaire 80% des besoins de la plante en azote assimilable. Cette fixation symbiotique est à son optimum à la floraison et chute très rapidement par la suite**)**. Le système racinaire mixte, dont la croissance s'arrête au démarrage de la floraison, permet à la plante d'explorer un grand volume de sol et lui confère une tolérance à la sècheresse **(Slama, 1998).**



Figure 07: Système racinaire d'une plante de pois chiche (*Cicer arietinum L.)* **[6]**

2.1.2.Partie aérienne

- **La tige**

La tige de pois chiche est érigée, ramifiée, visqueuse, poilue, terete, herbacée, verte et solide. Les branches sont habituellement Quadrangulaires, côtelé et vert. **(*Cubero, 1987*).** (Fig8)

Il est anguleuse, couverte de poils et mesure entre 30 et 50 cm de hauteur.A une certaine hauteur, selon les génotypes, la tige de pois chiche se ramifie en deux ou trois Branches, pour donner des ramifications secondaires et par la suite des ramifications tertiaires. La plante peut alors présenter un port soit étalé, soit semi dressé **(Slama, 1998)** .



Figure 08 : Feuilles et tiges de pois chiche (*C. arietinum L)* **[7]**

- **Les feuilles**

Les feuilles de pois chiches sont pétiolées, composées, et uniimparipinnate. Certaines lignes ont des feuilles simples. Les rachis ont une longueur de 3 à 7 cm avec des rainures sur la surface supérieure **(*Cubero, 1987*).** (Fig4)



Figure 09: Feuilles de pois chiche (*C. arietinum L)* **[7]**

Les feuilles comprennent de 9 à 15 folioles ovales et dentelées, de 7 à 15 mm, imparipennées (pennée avec foliole terminale) avec un pétiole de 1 à 2,5 mm. Les faces inférieures sont couvertes de poils renfermant des glandes qui synthétisent des acides organiques tel que l'acide oxalique **(Ladinsky et Abbo, 2015).**



Fig.10. Feuille et foliole de (*Cicer arietinum L*).

2.2.Appareil de reproducteur

- **Les fleures**

Les fleurs sont zygomorphes, articulées, solitaires ou en grappe de deux fleurs. Elles s'insèrent sur des pédoncules axillaires à l'aisselle des feuilles. L'apparition des premières fleurs dépend de plusieurs facteurs tels que la précocité de la variété, la date et la densité du semis et des techniques culturales. Toutefois, comme le pois chiche est une espèce à croissance indéterminée, sous des conditions hydriques favorables et des températures clémentes, les branches continuent à se développer, à fleurir et à produire des gousses et des grains **(Leport *et al*., 2006).** Les premières fleurs, dites pseudo-fleurs ou fausses fleurs, sont imparfaites et ne donnent pas de gousses **(Roberts *et al.*, 1980) .** La plante se caractérise par une floraison massive mais le taux de nouaison est faible et varie de 28 à 37 % respectivement chez les types Kabuli et Desi **(Khanna-Chopra et Sinha, 1987).**





(A) **(B)**

Fig.11.les types des fleures de pois chiche cicer *arietinum* L

A : pois chiche de type kabuli

B : pois chiche de type desi

La floraison est rapide durant les jours longs et lents durant les jours courts. Elle dure, selon les génotypes de 30 à 45 jours, toutefois, comme le pois chiche est une espèce à croissance indéterminée, sous des conditions hydriques favorables et des températures clémentes. Les branches continuent à se développer, à fleurir et à produire des gousses et des graines **(Leport et *al*., 2006).**

- **Le fruit**

est une gousse de forme globuleuse, renflée, ovale, velue, pendante et portant un bec **(Ladizinsky, l987).** Elle peut comporter 1 à 3 grains qui peuvent être lisses ou ridés, arrondis

ou irrégulier.



Fig.12. Gousses et graines de pois chiche (*Cicer arietinum* L.

L'embryon comprend deux cotylédons réunies à leurs surfaces axiales, un petit hypocotyle (axe embryonnaire) et une radicule (racine embryonnaire) située dans le «bec» de la graine. Il est entouré d'une couche (testa) qui agit comme un revêtement protecteur.

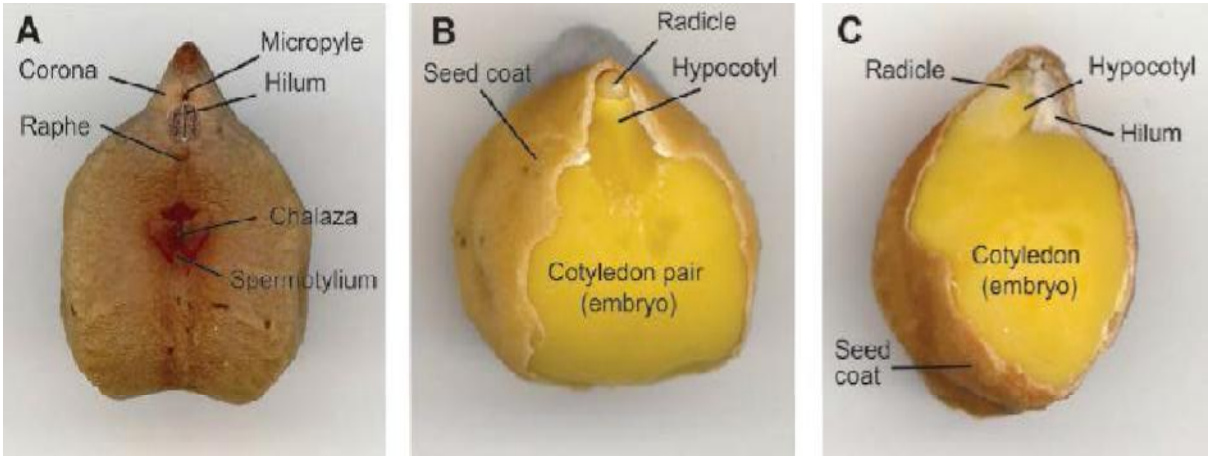


Figure.13. Graine de pois chiche (*Cicer arietinum* L.), **A**, Vue ventrale montrant des caractéristiques externes. **B**, Vue ventrale, sans revêtement de la graine, montrant des caractéristiques internes. **C**, Vue latérale, sans revêtement de semence, montrant les principales caractéristiques internes **(Wood et *al.*, 2011).**

3.BOTANIQUE

Taxonomie de la plante

Le genre Cicer appartient à la tribu des Cicereae, la sous-famille Faboideae ou Papillionoideae et à la famille des Fabacées ou légumineuses **(Toker et *al.*, 2014).**Il comprend un grand nombre d'espèces qui ont été décrites par **Vander-Maessen (1979) (in Benmbarek, 2011)** et réparties en trois groupes:

- Espèces annuelles sauvages: *C. reticulatum, C. echinospernum, C. bijucum, C.judaïcum, C. pinnatifidum, C. cuneatum, C. yamashitae, C. chorassanicum;*
- Espèces pérennes sauvages: *C. montbretii, C.microphyllum, C.rechingeri, C.anotolicum, C. floribundum, C. pengens, C. graecum;*
- Espèce annuelle cultivée: *C. arietinum* L.

Deux espèces endémiques sont connues en Afrique: *Cicer curriatum* en Ethiopie et *C.atlanticum* dans le Haut Atlas au Maroc **(Ameziane, 1981).**

L'étude de la parenté génétique des espèces annuelles sauvages du genre *Cicer* et de l'espèce annuelle cultivée *Cicer arietinum* L. a permis de détecter la présence d'une variabilité interspécifique remarquable et d'établir des relations phylogénétiques entre ces espèces **(Dalhoumi *et al.*, 1999).**

Le genre *Cicer* possède 40 espèces avec une espèce sauvage provisoire, C. *flexuosum* Lipsky, 9 espèces annuelles avec lesquelles on classe le pois chiche (*C. arietinum* : la seule espèce cultivée) et 32 espèces pérennes **(Toker et *al.*, 2014).**

Selon **Guignard (1980)**, le pois chiche, *Cicer arietinum* L. appartient à la tribu des Vicias de la sous famille des Papilionacées qui représente la plus grande partie de la famille des Fabacées.

Selon **Ladizinsky (1989),** *Cicer reticulatum* Ladiz est identifiée par des analyses de protéines et d'enzymes comme étant l'ancêtre spontané de *Cicer arietinum* L. Cette dernière espèce est donc un dérivé mutant de *C. reticulatum* Ladizinsky **(Ladizinsky et Adler 1976a ; Toker, 2009) .**

Selon **Spichiger *et al.*, (2002).** Le plan taxonomique de pois chiche se rattache à :

Règne : végétal.

Embranchement : Spermaphytes.

Sous embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous- classe : Dialypitale.

Ordre : Fabales.

Famille : Fabacées.

Sous- famille : Papilionacées.

Genre : Cicer.

Espèce : *Cicer arietinum L.*

4. Types de pois chiche

On compte plus de 20.000 variétés de pois chiche dans le monde, qui se divisent en deux grands types de graines **(Ahmed M. S., 1992)** Kabuli ou *macrosperma* et Desi ou *microsperma* **(Singh, 1987 ; Toker, 2014)**. La distinction se fait sur la base de la taille et de la coloration des graines, des fleurs et des plantes **(Wood et *al.*, 2011).**

4.1. Type Kabuli

Essentiellement cultivé et consommé dans le bassin méditerranéen, appelé aussi Garbanzo, il est caractérisé par la couleur du feuillage qui varie du vert clair au vert foncé et une floraison blanchâtre. Il a un port érigé ou semi érigé permettant la mécanisation de la récolte. La hauteur de la plante varie entre 30 et 90 cm et peut même dépasser un mètre dans un sol fertile et profond ayant une alimentation hydrique suffisante. Les graines ont une couleur claire et sont couvertes d'un tégument mince. Le type Kabuli se subdivise en deux sous-groupes :

- Le gros Kabuli dont les graines ont un diamètre de 8 à 9 mm et un poids de mille graines variant de 410 à 490 g,
- Le petit Kabuli dont les graines sont caractérisées par une forme plus régulière, un diamètre de l'ordre de 7 mm et un poids de mille graines de 265 g environ **(Van Der Maesen, 1972 ; AAC, 2004).**

4.2. Le type Desi

Il constitue 85 % de la production mondiale et fait partie des habitudes alimentaires de l'Inde. Il est également cultivé et consommé en Ethiopie, en Iran, au Canada, au Mexique et en Australie **(Fabre, 2008).** Il est caractérisé par un feuillage dont la couleur tend du vert violacé au glauque et une floraison violacée.

De couleur sombre (marron clair à noire), de forme irrégulière et à surface ridée, la graine est plus petite **(Benmbarek, 2011).** Le port de la plante est retombant avec un aspect touffu.

Le poids de 1000 graines varie de 100 à 130 g **(AAC, 2004 ; Benmbarek, 2011)**. Ce type est caractérisé par plus de 18Tfibres mais moins d'amidon 18Tet18T 18Tmoins de matières grasses18T **(Gil et *al*., 1996).**

4.3. Type Gulabi

Type intermédiaire, il a été identifié par ses grains lisses de couleur claire, ressemblent à celle du pois avec un bec **(Wery, 1986)**.

5. Situation de la culture du pois chiche Dans

5.1 Le monde

Le pois chiche est cultivé dans les 5 continents et dans plus de 50 pays, Pendant les vingt dernières années, le pois chiche a été classé troisième légumineuse à grains la plus cultivée dans le monde, après le haricot sec et le petit pois **(FAO, 2015)**.

La production mondiale de pois chiche est d'environ 8 millions de tonnes de rendement sur 11 millions d'hectare soit un rendement moyen mondial de 7.2 q/ha. Le pois chiche est utilisé presque exclusivement pour l'alimentation humaine **(Charly, 2008).** La production de l'Inde représentait 69% de la production mondiale **(Appert J., 1992)**, (l'inde est non seulement le plus important producteur de légumineuse alimentaires au monde, mais également le plus grande consommateur.)**(FAO, 2011)** Tandis que le Pakistan, la Turquie, le Canada, le Mexique, l'Iran, l'Australie et pris ensemble représentaient 23% de la production mondiale. **(Appert J., 1992)**

Tableau 03 : Les principaux pays producteurs de pois chiche (Charly, 2008).

Pays	Type	Production (t)	Import	Export	Atouts et Difficulté
Inde	Desi	+5 millions	40% des importations	_	2/3 la production mondiale
Pakistan	Desi	543000	_	_	Le plus gros importateur (29%)
Turquie	Kabuli	630000	_	50000	Vers Inde et Moyen-Orient 3100 tonnes vers UE
Canada	Kabuli	465000	_	133 000	Développement spectaculaire mais problèmes climatiques
Australie	Desi	285000	_	307 000	Problème de compétitivité lie à l'éloignement
Iran	Kbuli	160000	_	19 000	
Mexique	Kabuli	150000	_	159000	Déstockage verse Algérie et 65000 tonnes vers UE
USA	Kabuli	70000	_	35 000	
Union Européenne	Kabuli	90000	120 000 =18% des importations	_	Producteur marginal : 2% de la production mondiale
Maghreb	Kabuli	60000	11% des importations	_	Marché potentiel pour la France

Active
Accéde

5.2 En Algérie

Le pois chiche (Cicer arietinum L) est, en Algérie, la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves. Sa culture a connu, durant la décennie 1980- 90 une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la consommation et une évolution régressive en terme de productivité **(Anonyme d., 1994)**, la culture du pois chiche occupe une superficie moyenne de 27 000 ha, pour une production nationale qui oscille entre 17800 et 35000 tonnes par an.

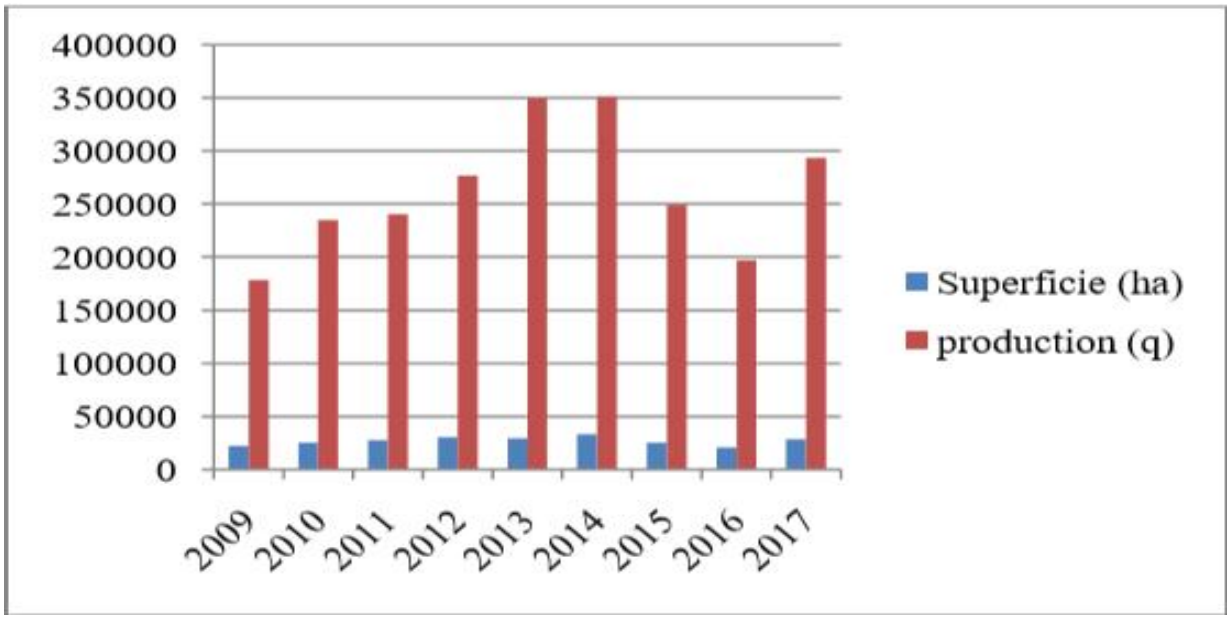


Figure 12. Evolution des superficies et des productions du pois chiche en Algérie. **(ITGC, 2018). ?????? avec les tableaux ou les figures**

L'Algérie est un pays considéré gros consommateur de pois chiche, soit 2.2 kg par personne et par an **(kali, 2006)**, est contrainte d'importer annuellement des quantités importantes de pois chiche pour faire face aux besoins sans cesse croissants. **(ITGC-2018).** Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices **(Hamadache et Ait Abdallah., 1998)**

Tableau 04 : Représentation de la superficie et de la production de la culture de pois chiche par rapport aux autres légumineuses alimentaires en Algérie en 2009 **(F.A.O, 2011).**

Culture	Superficies (Ha)	Productions (Tonne)	Rendement (qx/ha)
Fève/ Fèverole	32278	36495	5.13
Pois chiche	22274	17842	5.30
Pois-sec	8487	5969	3.45
Lentilles	2588	2693	3.95
Haricot sec	1616	1159	5.22

5.2.1Les zones de culture et de production du pois chiche en Algérie

La région nord de l'Algérie englobe la majorité des superficies cultivées en légumineuses alimentaires, avec plus de 52,83 % pour la région nord-ouest **(Zine-Zikara et al, 2015)**. Le pois chiche est cultivé dans les zones de culture de blé dur c'est-à-dire les terres fertiles où la moyenne pluviométrique est supérieure à 400 mm et où le sol est profond avec une rétention hydrique importante (TAB. 2).

Tableau 5 : Principales zones de culture de pois chiche en Algérie **(Anonyme, 1988)**.

Zones	Pluviométrie moyenne ($mm.an^{-1}$)	Localisation
Plaines littorales et sub-littorales	P > 600	Alger, Guelma, Annaba et Skikda.
Plaines d'altitude de 700 à 900 m	500 < P < 600	Saida, Tiaret, Médéa, Guelma, Bordj Bou Arreridj, Setif et le nord des Aures.
Hautes plaines telliennes	400 < P < 500	Tlemcen, Aïn Temouchent, chlef, Relizane, Mila, Sidi Bel Abbes, Bouira et Tizi-ouzou.

5.2.2Variétés cultivées en Algérie

Dans le monde, Il existe de nombreuses variétés de pois chiche, plus de 20 mille variétés **(Plancquaert et Wery, 1991)**. **(ITGC, 2018).** Les variétés de pois chiche cultivées, dites locales, ont été introduites par de nombreuses civilisations. Au fil du temps, ces cultivars se sont adaptés à certaines conditions édaphoclimatiques de l'Algérie et ont été maintenus et adoptés par les agriculteurs **(Abdelguerfi-Louar et *al.*, 2000)**.Les principales variétés cultivées en Algérie (Tableau 1), sont type Kabuli et Gulabi **(ITGC, 2018).**

Tableau 6: Caractéristiques des principales variétés de pois chiche cultivées en Algérie**(ITGC,2018).**

	Variétés	Type	Caractéristiques
Variétés locales	Ain Témouchent, Sebdou, Rabat 9	Kabuli	Port étalé,semi-précoce, sensible à l'anthracnose et au flétrissement, faible productivité, à semer au printemps.Bonne valeur culinaire.
Variétés en multiplication	Chetoui 1 (ILC 32 79)	Gulabi	Port très érigé, hauteur élevée, tardive, tolérante à l'anthracnose, sensible au flétrissement, bonne productivité, à semer en hiver. Valeur culinaire assez bonne.
	Beni Chograne (Flip 84-92c) Seraidi (Flip 90-13 C)	Kabuli	Port semi-érigé, semi-tardive, tolérante à l'anthracnose, à semer en hiver.
	Oued Rhumel (Ghab 04), Ain Zada (Ghab 05)	Kabuli	-
Variétés nouvellement introduites	Souagui, Makerra, Béni Aziz, Béni Hamiden, El Ogbane, Tafna, Tikjda		

6. Cycle de développement du pois chiche

Dans le bassin méditerranéen, le pois chiche est considéré comme une culture de Printemps. En général, la plante se développe vigoureusement et complète son cycle évolutif en 4 mois **(Bryssine, 1955)**.

- **Période végétative :** cette période s'étende de la germination jusqu'à la ramification à l'apex initie des nœuds, à chaque nœud il ya initiation d'une feuille **(I.T.G.C., 2003).** La période végétative est caractérisée par L'apparition des plantes à la surface du sol et la formation de la première feuille, cette étape se succède par l'élongation des entre-nœuds et la ramification de la tige principale. **(Kechache, 2005).**
- **Période reproductrice :** cette période est marquée par l'apparition et le développement des ébauches florales suivi par un effectif élevé en fleurs et un

rendement en gousses appréciable. Enfin la maturation est caractérisée par un jaunissement des gousses accompagné d'une chute des folioles et d'un durcissement des graines **(Kheloufi, 2006)**

7. Exigences pédoclimatique

7.1. Température :

La température exerce une forte influence sur les phases végétatives et reproductrices de la plante **(Summerfield et *al.*, 1979).** La température optimale de germination des graines se situe entre 28 et 33 °C **(Singh et Diwakar, 1995 ; Covelle et *al.*, 1986)** le pois chiche est considéré comme une plante rustique qui tolère les fortes températures avec un optimum situé entre 21°C et 29°Cpendent le jour et entre 15 et 21°C pendant la nuit. Les basses températures inférieures à 5°C inhibent la formation des gousses. Le pois chiche ne tolère pas le froid, excepté quelques variétés qui peuvent supporter des températures allant jusqu'à -8°C. Les chaleurs excessives, en période de floraison, provoquent la coulure des fleurs et l'échaudage du grain.

7.2. Eau

Le pois chiche est une légumineuse qui présente une meilleure résistance à la sécheresse. Grâce à son enracinement profond, il peut extraire l'eau à partir des couches profondes allant jusqu'à 1.50m, et sensible à l'excès d'eau, car il provoque le prolongement du cycle de la culture et la rend plus sensible aux maladies **(I.T.G.C., 2013)**.Mais, le pois chiche est sensible à la sécheresse, notamment durant la floraison **(Girrard, 1985).** A ce stade, un déficit hydrique se traduit par une diminution du nombre de gousses, du poids de 1000 grains, et une augmentation du nombre de gousses vides **(Wery, 1986).**

Les besoins en eau du pois chiche sont limités entre 110 et 240 mm par an pour produire des rendements en grains allant de 9 à 30 qx / ha **(Singh et Bushan, 1979).**

7.3. Sol

Le pois chiche semble préférer les sols meubles, profonds, plus ou moins argileux avec une bonne capacité de rétention **(Molani et Chandra, 1970 cités par Saxena ,1987),** dont le pH est neutre ou alcalin, variant de 7,3 à 8,2 **(Berger et *al.*, 2003).**

Il ne supporte pas les sols mal drainés qui favorisent le développement de maladies cryptogamiques **(Plancquaert et Wery, 1991)**. Les sols très calcaires sont à exclure, car ils donnent des grains qui sont mal cuits.

7.4 Lumière

Le pois chiche est une plante de jours longs, mais fleurit dans toutes les photopériodes **(Smithson et *al.*, 1985 ; Summerfield et *al.*, 1979)** .L'intensité de la lumière et de la durée d'éclairement sont des facteurs importants pour la nodulation, la fixation d'azote et la floraison **(Lie, 1971 *in* Beddar, 1990).**

8. Importance du pois chiche

8.1. Importance nutritionnelle du pois chiche

Le pois chiche, comme toutes les légumineuses, est un aliment naturellement riche en protéines végétales **(Alem C., Amri A., 2005)**, il est rentre dans la composition de plusieurs plats algériens **(ITGC-2018)**. La teneur de celles-ci est de l'ordre de 20 à25% certaines lignées atteignent 28,9% **(Amari N., 2014)** et caractérisées par une faible quantité de matière grasse et ne contiennent pas de cholestérol. Le pois chiche présente un excellent équilibre en acides aminés essentiels. Aussi, il est riche en calcium, en phosphore, en vitamine B1 et B2 et en fibres alimentaires **(Baumgartner, 1998**), Il est constitué majoritairement d'un sucre lent (l'amidon : 41%) **(Muehlbauer et Tullu, 1997)** de sels minéraux (4%). **(Ramalho et Portugal, 1990, Muehlbauer et Tullu, 1997)**

Tableau 7: Composition biochimique du pois chiche (pour 100 g de poids frais), Source : Desaulnier et Dubost, 2003(ITGC-2018)

Elément	**Quantité**
Eau	60 g
Lipides	2,6 g
Fibres	8,6 g
Protéines	8,9 g
Glucides	27,4 g
Magnésium	53 mg
Phosphore	132 mg
Potassium	335 mg
Calcium	56 mg
Vitamine B1	0,1 mg
Vitamine E	1,2 mg

La composition en acides aminés du pois chiche est bien équilibrée, à l'exception des acides aminés soufrés limités (méthionine et cystéine), et est riche en lysine. Le pois chiches est donc un compagnon idéal des céréales connues pour être plus riches en acides aminés soufrés mais limités en lysine **(Wood et Grusak, 2007, Jukanti et *al.*, 2012)**

Tableau 8: Composition en acides aminés du pois chiche (mg/g de protéines) **(Iqbal1 et *al,* 2006)**, selon la méthode American Oil Chemists' Society (AOAC).

Acides aminés (%)	Pois chiche[1]
Arginine	8,3
Histidine	3
Isoleucine	4,8
Leucine	8,7
Lysine	**7,2**
Méthionine + cystéine	**1,1**
Phénylalanine + tyrosine	5,5
Thréonine	3,1
Tryptophane	0,9
Valine	4,6

8.2. Valeur médicinale

La consommation de pois chiche a des effets physiologiques qui peuvent réduire le risque de maladies chroniques et optimiser la santé. Les isoflavones sont des métabolites secondaires diphénoliques qui peuvent réduire l'incidence des maladies cardiaques **(Jukanti et *al*., 2012).** Il est démontré que le régime à base de pois chiches, riche en fibres, réduit le taux total de cholestérol plasmatique chez les sujets obèses **(Crujeiras et *al*. 2007).**

Les oligosaccharides peuvent servir de prébiotiques **(Guillon et Champ, 2002).** Ces derniers stimulent la croissance et l'activité des bactéries bénéfiques dans le système gastrointestinal, comme *Bifidobacterium* et *Lactobacillus*, sur des bactéries nocives comme *Salmonella spp, Helicobacter pylori, Clostridium perfringens* **(Wood et Grusak, 2007).**

Il est encore riche en fibres alimentaires et en zinc, ce dernier permet au corps d'assimiler et d'emmagasiner l'insuline, c'est pourquoi il est parfait pour les diabétiques. De plus, ils nous aident à renforcer notre système immunitaire **(Alem C., Amri A., 2005)** e pois chiche comme aliment permet de réduire le niveau de mauvais cholestérol dans le sang tout en diminuant la pression artérielle et la quantité de triglycérides **(Amari N., 2014).**

Les principales maladies affectant la culture de pois chiche

Le pois chiche est sujet à de nombreuses maladies. L'impact de chaque maladie sur les rendements diffère selon les régions du globe. La fusariose *(Fusarium oxysporum f. sp. ciceris*), la pourriture sèche des racines *(Rhizoctonia bataticola)* et la pourriture du collet *(Sclerotium rolfsii)* sont les plus importantes maladies racinaires dans les régions du sud et de l'est de l'Asie ainsi que de l'Afrique de l'est. Dans le cas des maladies foliaires, l'anthracnose *(Ascochyta rabiei)* et la moisissure grise *(Botrytcineria),* elles sont importantes en Asie centrale, l'Afrique du nord, l'Amérique du nord, l'Australie, le nord de l'Inde et le Pakistan. Ont recensé 172agents pathogènes dont 67champignons 22 virus, 3 bactéries18T, 80 nématodes et mycoplasme. **Nene et *al*. (1996).**

Tableau 9: Principales maladies fongiques, virales et bactériennes affectant le pois chiche

Maladies	**Agents responsables**	**Références**
maladies fongiques		
Anthracnose	*Ascochyta rabiei*	Akem (1999) ;Haware et *al.* (1986) ; Bayaa et Chen (2011) ; Sharma et Ghosh (2016).
Phoma « blight »	*Phoma medicaginis*	Haware et Nene (1981) ; Nene et *al. (1991) ; Nene et al. (2012).*
Alternariose	*Alternaria alternata* (syn. A. tenuis Nees)	Bhargava (1988) ; Bhargava (1995) ; Nene et *al.* (2012)
maladies virales		
Mosaïque jaune Jaunissement	*Bean yellow mosaic potyvirus* (BMYV)	ICRISAT (1990) ; Nene et *al., (2012)* ; Schwinghamer et Larsen (2011).
Mosaïque jaune	*Beet western yellow luteovirus* (BWYV)	// // // // // // // //
Mosaïque, nécroses, flétrissements	*Alfaalfa mosaic virus* (AMV)	// // // // // // // //
maladies bactériennes		
Brulure bactérienne et fonte	*Xanthomonas campestris*	Nene et *al*. (1996) ; Shroeder

de semis	pv .*cassiae* (Kulkarni. Patel & Dhande) Dye.	(2011)			
Chancre bactérien de la tige, taches foliaires et dépérissement	*Pseudomonas andropogonis (Smith) Stapp.*	// //	// //	// //	// //
Graines roses	*Erwinia rhapontici*	// //	// //	// //	// //

CHAPITRE II

PARTIE I: MATERIEL

PARTIE II : METHODE

PARTIE I. MATERIEL :

I. Matériel végétal :

I.1.L'algue :

A. Site de récolte : La récolte d'algues a eu lieu dans de la région de Médéa qui se situe à la partie Nord-ouest de la région de Titteri (Médéa) au Nord de l'Atlas Tellien (Oued mezghid :Oum Ghannoun).

Les coordonnées Lambert sont : longitude 2°23´16 ″E (E: Est); latitude 35°54´31″ N (N: Nord); l'altitude 1187 m. Les variations de la température moyenne mensuelle, des précipitations et l'humidité relative des campagnes 2017/2018, enregistrée dans la station sont répertorié dans les **Figures 1a, 1b et 1d.**

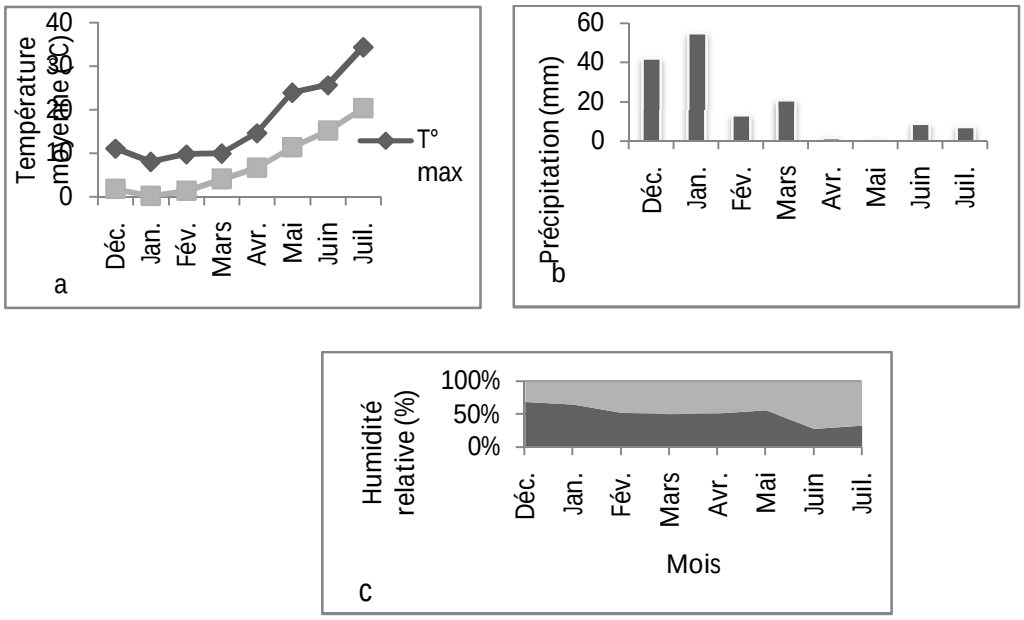


Figure14 : Données climatologiques du site de prélèvement des échantillons d'algue (a)Température moyenne, (b) Pluviométrie et (c) humidité relative de la compagne 2017-2018 enregistrée.

Une espèce d´algue a été récoltée en Fevrier 2020.



Figure15 : Oued mezghid (montagne d'Oum Ghannoun) : site d'échantillonnage d'algue.

b. Récolte et lavage des algues : Des échantillons d´algues ont été récoltés à l´aide d´un couteau et d´un ciseau, puis conservés dans des boites en plastique contenant de l'eau brute. Les boites ont été par la suite transportées au laboratoire. Les algues cueillies ont été lavées avec l´eau distillée 3 à 4 fois afin d´enlever tous les épiphytes et les particules de sable adhérées.

c. Préparation de l'algue : Les échantillons d'algues sont déposés en flacon stérilisés précédemment (à l'abri de la lumière solaire), et conservés dans une solution d'eau physiologique (pour la croissance des cellule algales), le milieu renouvelée chaque 24heures +1ml H_20_2 (pour éliminer les contaminations) durant 14 jours dans des conditions aérées à une température de 20C° dans un incubateur sous une photopériodisme fixée :12/12H).

Cette étape est de telle importance que de sa qualité dépend la représentativité des résultats ; de ce fait, toutes les étapes ont été réalisées dans des conditions purement stériles. D'abord nous avons mélangé 50 ml d'échantillon avec 500ml d'eau distillée et deux goute d'eau javel en agitant pendant cinq minutes puis en filtrant par des compresses stériles pour éliminer les macroéléments présent en suspension (les protozoaires, les macrocolonies des micro-organismes quelconque et les particules du sol restantes).
Le filtrat est récupéré et mélangé de nouveau avec 500 ml d'eau distillé et en agitant pendant cinq minutes et filtré par des compresses stériles .cette étape est répété pour une troisième fois.
Le filtrat est récupéré et ensemencé dans un litre d'eau physiologique (KCl 0.9%) et incubé a 20 C°.

d. Identification des Cyanophycée :

Afin d'observer les échantillons sous le microscope, une goutte du matériel fixé a été prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur, puis déposée entre lame et lamelle. Cette dernière est placée sous le microscope optique (**x40)** afin d'être observée. Cinq préparations microscopiques de l'échantillon ont été réalisées et observées sur l'ensemble de la lamelle soit plus de 500 champs microscopiques.

L'identification à été réalisée selon les clés de détermination de (Bourrely, 1985 ;Anagnostidis & Komàrek, 1988,1990 ; Chretiennot-Dinet, 1990 ; Komarek, 1991 ;Coute, 1995 ; Watanabe, 1996 ; Komàrek et *al*., 2003 ; Komàrek & Komárkova,2003 ;; Komàrek & Anagnostidis, 1986, 1989 ; 1998,2005) et des ouvrages et publications spécifiques à l'Afrique et aux espèces rencontrées(Fritsch & Rich, 1929 ; Frémy, 1930 ; Compère, 1974 ; Compère, 1991), basée sur les critères morphologiques suivants :

-L'organisation du thalle (filamenteux, colonial, cellule isolé), sa forme (sphérique, cubique, amorphe, régulière, étirée, clathrée, droite, coudée, spiralée…) .

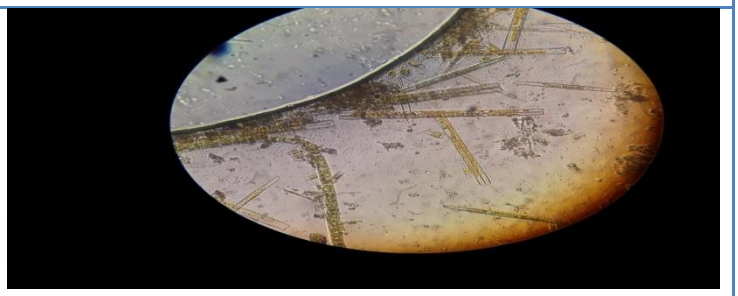
-Les types cellulaires rencontrés (cellules végétatives, hétérocytes, akinètes), leur forme (sphérique, cylindrique, ellipsoïdale…) ;

-La présence d'un mucilage ou d'une gaine et ses caractéristiques (couleur,visibilité, aux contours nets ou diffluents, lamellés, homogènes…) ;

-Les dimensions des cellules et leur contenu (vacuoles à gaz, granules…).

e.Taxonomie d'algue récoltée : Une espèce d´algues des eaux douces récoltée a sélectionnée pour cette étude, elle est identifiée au laboratoire. Il s´agit d´une algue verte (*Enteromorpha* sp.) et une algue verte (Tableau).

Tableau 10: Taxonomie de l'espèce d'algue utilisée.

Taxonomie		Aspect
Phylum	Clorophyta	**Macroscopique :** sur site de prélèvement
Classe	Chlorophyceae	
Ordre	Ulotrichales	
Famille	Ulvaceae	**Microscopique :**G10x100 au microscope photonique
Genre	*Enteromorpha*	
Espèce	*Enteromorpha* sp.	

L'eau brute :

- **Lieu de prélèvement :** L'échantillon d'eau brute que nous avons utilisé dans nos essais provenaient d'un site de prélèvement au niveau d'une lac artificielle , (a partir des prélèvements répétés) effectués au niveau d'Oued mezghid de la wilaya de Médéa.

I.2.le pois chiche :

Les graines de pois chiche (Cicer arietinum L.) utilisée durant l'expérimentation récolter en 2019 , provenant de la société algérienne PROFERT



Figure 16 : Figure personnel de *cicer arietinum L* (2020)

I. 3.Le biofertilisant « Algasmar » : C'est un biofertilisant liquide composé d'un mélange d'extrait d'algues marine, des acide aminés, d'enzymes collagènes et durées :

Acides aminés libre 10% ; Matières végétales totales10% ; Azote total 11.5% ; Azote ammoniacale 0.01% ; Azote nitrique 0.06% ; Azote uréique 7.13% ; Azote protéique1.5% ; Azote organique 1.5% ; Azote aminique 1.3%.



Figure17: Biofertilisant liquide « Algasmar ».

I.2.Réactifs et matériel utilisés

Le matériel d'étude est composé des solvants, des réactifs et des appareils utilisés au cours de l'expérimentation.

I.2.1.Réactifs : annexe 1

I.2.2.Matériel : annexe 2

Le sol

Le substrat utilisé pour l'essai en plaque étant de la tourbe (substrat commercial) acheté de marché locale. Les caractéristiques du substrat sont indiquées ci-dessous (substrat de base multiplication support de culture (NFU44-551).

6. Caractéristique du substrat

Le substrat de base (tourbe de sphaigne) est caractérisé par :

- Un taux de matière sèche exprimée en pourcentage en masse de produit
- brute : 35%.
- Un taux de matière organique exprimée en pourcentage en masse de
- produit brute : 35%.
- PH(H2O) : 5.8-6.8.
- Résistivité : 2500 Ohm/cm
- Rétention en eau : 80 Vol.%



Figure 18: La tourbe de sphaigne.

PARTIE II.METHODE

Ce travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de l'université Dr YAHIA FARES DE MEDEA Les expériences ont été menées durant une période de 4 mois (Février-Mai 2020). Elles ont été divisées en trois grandes parties :

- La première partie comporte l'ensemble des étapes pour faire l'extraction des algues.
- La seconde étape comporte les différents essais sur le génotype de pois chiche (germination et application de trois traitements l'eau distillée stérile (T1), l'engrais a base d'algue « ALGASMAR » (T2)et (l'extrait d'algue) T3) et Activité antimicrobienne d'extraits d'algue.

- La troisième partie la réalisation des cultures en pots avec différents irrigation correspond les trois traitements T1, T2 et T3.

II.1. Méthode d'extraction des algues:

1. Préparation de l'algue :

Les échantillons d'algues sont déposés en flacon stérilisés précédemment (à l'abri de la lumière solaire), D'abord nous avons faire la filtration Des échantillons a l'aide de l'entonnoir avec des compresses stériles, le filtrant ou le mélange hétérogène est récupéré dans un bécher stérile pour faire l'extraction des algues. Le filtrat est récupéré dans un flacon stérile pour mesurer la température, pH et la turbidité

1.1 Mesure le pH

A l'aide d'un pH mètre on mesuré le pH , d'abord on faire le nettoyage et lavage la sonde de pH mètre par l'eau distillée ,par la suite l'étalonnage du pH-mètre :

• plonger la sonde dans bécher contient l'eau distillé pour que le pH-mètre affiche la valeur 7
• Sortir la sonde de l'eau distillée
• Plonger la sonde dans notre l'eau brute
• Attendre la stabilité (quelques secondes), Lire la valeur du pH.

1.2 Mesure la turbidité :

Avec le turbidimètre appelé aussi néphélométrie on a désinfectée leur cuve de mesure par l'eau distillée stérile quelque fois, remplie le cuve par l'eau distillée pour étaler le turbidimètre, par la suite on faire notre mesure trois fois, n'oublier pas le rinçage de tube après chaque mesure. La valeur finale c'est la moyenne de trois mesures : turbidité = (m1 +m2 +m3) /3 = x FNH

1.3 Mesure la température :

On a plongé le thermomètre dans notre bécher qui contient l'eau brute des algues , attendre la stabilité (quelques secondes), et lire la valeur de température.

2.Méthode de purification par ultracentrifugation différentielle (5000tour /min)

L'extraction des algues été réalisées dans des conditions purement stériles. Dans une bécher stérile qui contient l'échantillon nous avons ajoutes l'eau distillé stérile avec 2gouttes H2O2 pendant 2minutes, après ça on va faire la filtration et récupéré le filtrant,

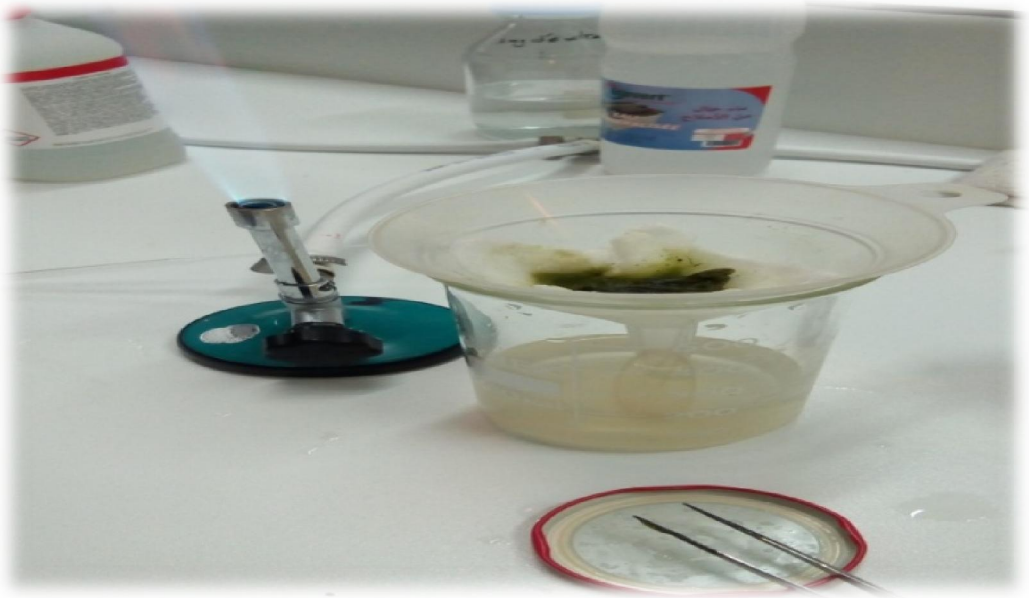


Figure 19 : Figure personnel de filtrant « les algues »

a l'aide d'un mortier on va faire l'écrasions de notre filtrant et nous distribuons le mélange sur les tubes en quantités égales et complétons le volume restant avec de l'eau distillée stérile et effectuons le processus de centrifugation 5000tour/ min pendant 20min.

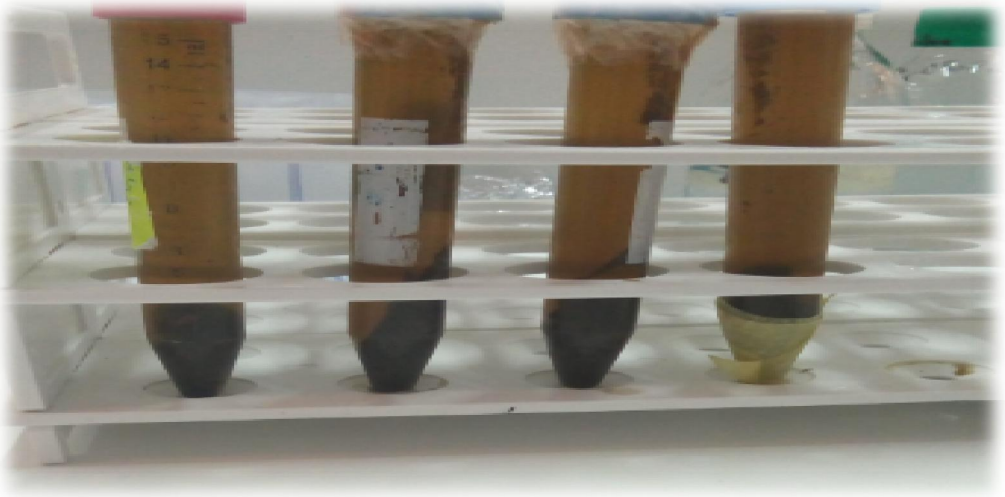


Figure20: figure personnel de surnageant des extraits d'algues

L'étape suivante on va mesurée le volume de surnageant il est égale 47ml puis il faut le mettre dans un étuve a température 60C° pendants 2 jours pour séchage à l'accès de poudre d'algue, Après ça on mesurée le point de poudre d'algue a l'aide d'une balance de précision. Dans notre travaille on préparée deux doses de l'extrait d'algue 1mg /l et 2mg/l pour testé leur activité sur la performance de génotype de pois chiche ***cicer arietinum L.***

La conservation de l'extrait à température ambiant.

II.2. Effet de l´extrait d´algue sur la croissance de pois chiche

Ces tests apportés sur un échantillon de 200 graines de pois chiche *cicer arietinum L* prélevées à partir de **la classe modale**, Nous avons faire la mesure de point de chaque graine de pois chiche et enregistrer le point minimal et le point maximal puis on crier des classes qui limiter les deux valeurs de point minimal et maximal alors la classe modal c'est la classe qui correspond F =la fréquence la plus élevé .

PARTIE 1

1. Désinfection de la surface des graines

Détermination du protocole de désinfection à l'eau de javel de la semence de pois chiche

Sous des conditions stériles et autour de la flamme de bec benzène (fig. 2), nous avant testé quatre dose de l'eau de javel 40%, 65%, 80% et 100% et deux durée de désinfection 1 min et 3min. Ensuit les semences subit un rinçage 5 fois à l'eau distillée stérile, suivie d'un trempage à l'alcool 70% pendant 1minute et deux rinçages rapides à l'eau distillée stérile.

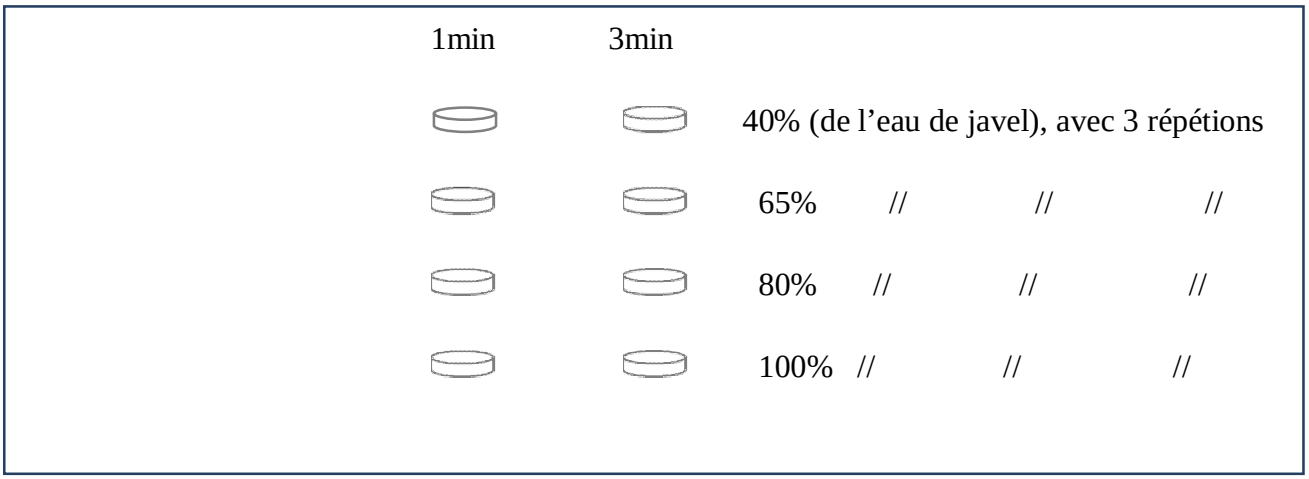


Figure21: Dispositif de stérilisation des graines de pois chiche.

Réalisation de la culture in vitro (Test de germination)

La mise à germination des graines a été faite sur papier Filtre à raison de six graines désinfectées par boite de Pétri et en trois répétition (fig. 1). L'irrigation se fait par l'eau distillé stérile jour par jour à raison de 6 ml/boite. et l'incubation des boites de Pétri a été faite à l'étuve à température de 25°C. Le suivi de la germination est effectué durant 7jours en dénombrant chaque jour les graines germées dans chaque boite. Une graine est considérée comme germée après la sortie de l'embryon de la cuticule

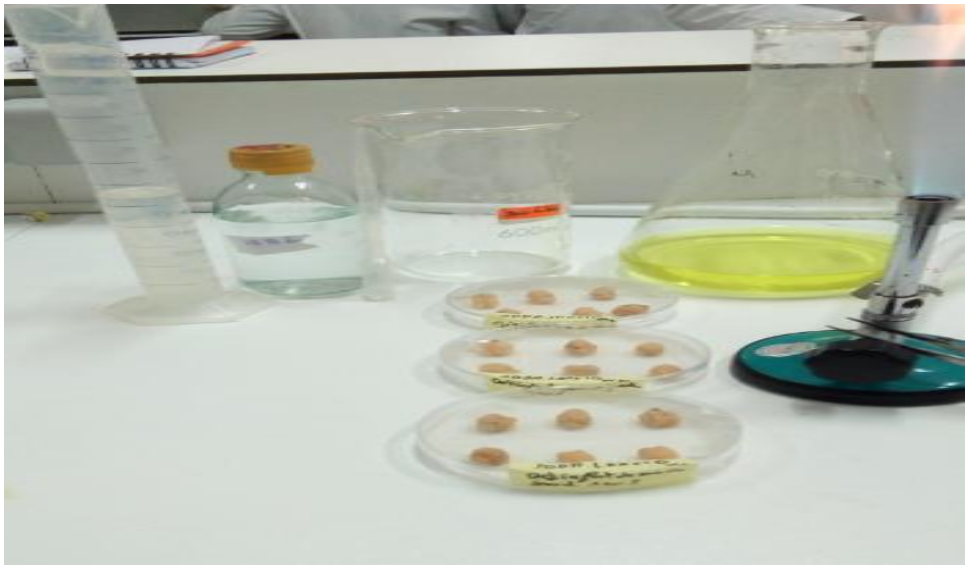


Figure 22: Disposition des graines de pois chiche dans les boites pétri après désinfection par l'eau de javel.

2. Aplication de trois traitements l'eau distillée stérile (T1), l'engrais a base d'algue « ALGASMAR » (T2) et l'extrait d'algue(T3)

Protocol expérimental

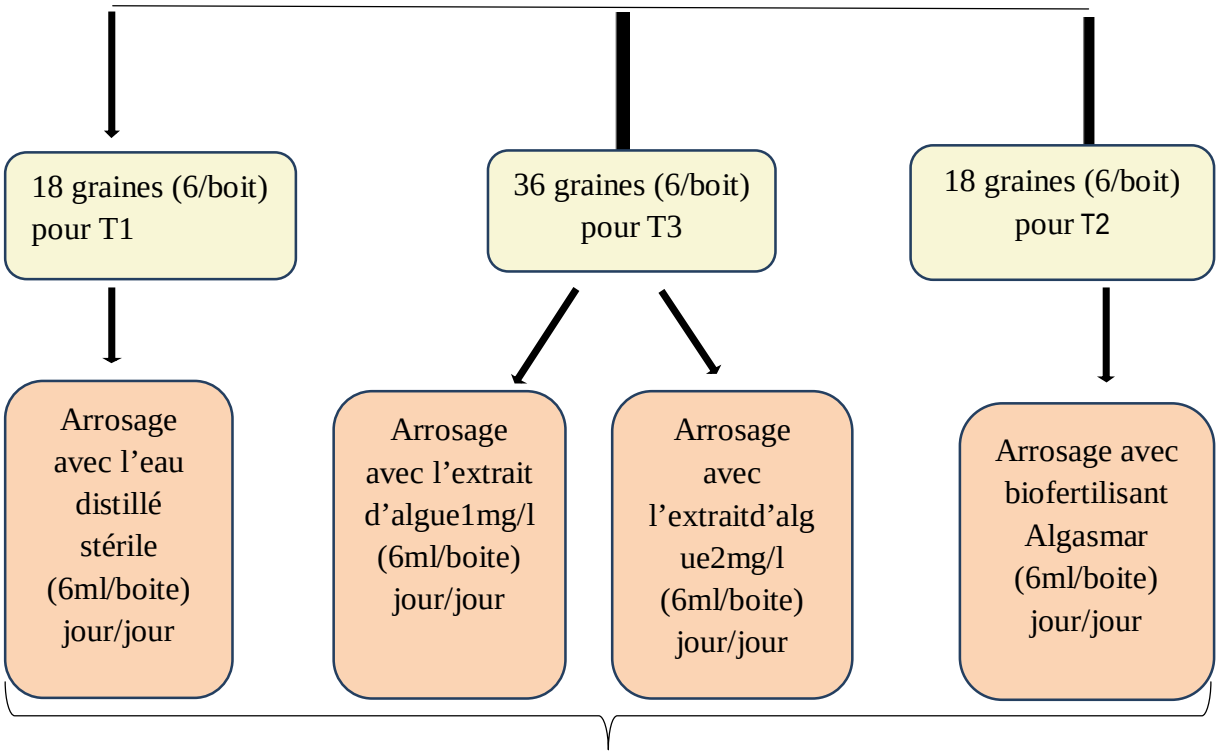
Après la désinfection des graines de pois chiche par le même protocole de l'eau de javel avec une dose 40%, et à l'aide d'un pince stérile en dépose les graines sur des disques en papier Filtre d'un diamètre égal à celui des boites de Pétri, qui sont Préalablement stérilisés dans l'étuve à 180ºC/20 min, et tout jour à raison de six graines désinfectées par boite. En suit on applique trois traitement sur les graines pour avoir le bon traitement qui donne une amélioration de la croissance de notre plante (pois chiche).

T1 : l'eau distillée stérile.

T2 : le biofertilisant « Algasmar »

T3 : l'extrait d'algue *Enteromorpha sp.*

Incubation a 25C° et le suivi de la germination est effectué durant 7jours



Incubation a 25C° et le suivi de la germination est effectué durant 7jours

Figure23 : Schéma illustrant les différentes expériences réalisées dans les essais de germination dans les boites de Pétri.

Pour calculer le pourcentage de germination, nous avons procédé à un comptage des graines germées, par rapport au nombre total des graines (Serghini et Ecchemmakh, 2008).

La faculté germinative FG (pouvoir germinatif PG) (exprimée en %) est donnée par :

N : Nombre des graines germées.

$$FG = N/144. 100$$

144 : Nombre total des graines.

Partie II : Activité antimicrobienne de l´extrait d´algue *Enteromorpha sp*.

1. Les souches testées

Afin de déterminer l'activité antibactérienne de l'extrait d'algue *Enteromorpha sp.* Des bactéries sont testées dont les souches sont fournies par le Laboratoire de Microbiologie Appliquée de l'université de Médéa, qui ont été choisies pour leur multirésistance aux antibiotiques.

2. Test antibactérien

L'activité antibactérienne de l'extrait est mise en évidence par la méthode **de diffusion sur disques (aromatogramme)** ou méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode de disques est une technique qualitative permettant de déterminer la sensibilité des microorganismes vis-à-vis d'une substance réputée antimicrobienne. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des extraits d'algues à l'intérieur d'une boîte de Pétri, dans un milieu nutritif solide Mueller Hinton. Par la suite, des disques Wathman de 6 mm de diamètre, imprégnés de 10 µl de l'extrait d'algue aux différentes concentrations 1mg/l, 2mg/l sont déposés à l'aide d'une pince stérile sur la surface de gélose préalablement coulées avec le milieu Müller Hinton, les souches bactériennes sont écouvillonnées sur la surface des géloses à l'aide d'un écouvillon trempés dans le bouillon contenant une charge de 10^8 UFC/ml. Des disques Whatman imprégné de DMSO ont été utilisés comme témoin négatif.

Les boites sont incubées après 20 mn afin de permettre aux extrais de diffuser, à 37 °pendant 24 h. La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre en mm de la zone d'inhibition. **(Bauer et *al.*, 1966).**

Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

La CMI est définie comme étant la plus faible concentration inhibant toute croissance bactérienne après 18 à 24 heures d'incubation **(Caquet, 2004)**

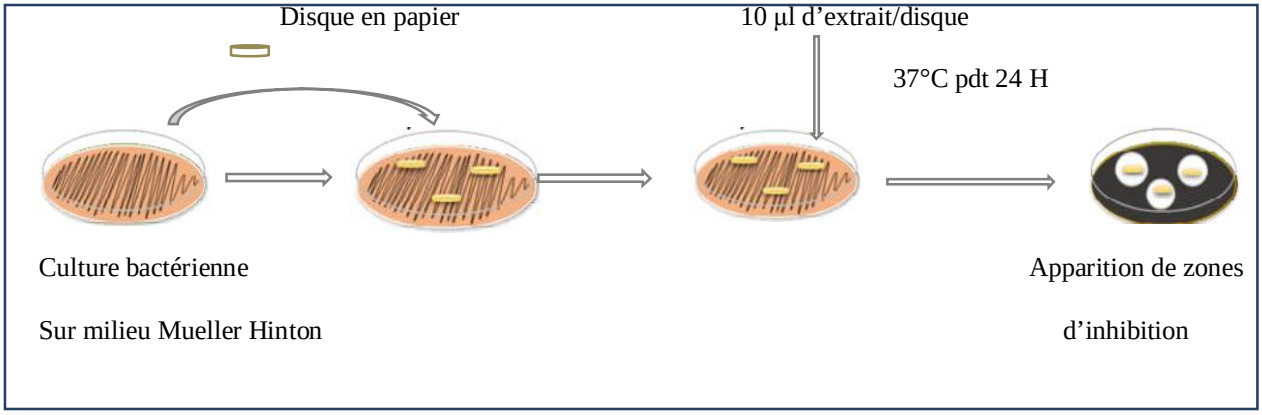


Figure24 : Mise en évidence de l´effet antibactérienne des extraits d´algue.

II.3. Réalisation des cultures en pots

le sol prélevé (La turbe) est stérilisée dans l'étuve à 180 °C/20 min au niveau de laboratoire puis réparti (200 g) dans des pots de culture (8,5 cm de longueur, 8 ,5 cm de largeur, 11,5cm de hauteur), à raison de 3 graines/pots. Les graines ont été semées à 2cm de profondeur et en 4 répétitions pour chaque type de traitement .

II.3.1. Conditions climatiques

Les pots on été placés dans un laboratoire de la faculté des sciences (université de Médéa) sous :

-une photopériode de16 heures de jours et 8 heures de nuit. -
-une température de 25°C le jour et 18°C la nuit.
-un éclairement homogène.

Il est important de maintenir dans le sol, un niveau d'humidité suffisant et constant. Pour cela, la quantité d'eau apportée dans chaque pot en début d'expérience, représente une humidité équivalente à 60% de la capacité au champ(CAC) **(Alami, 1997).** Chaque jour, les pots sont pesés et la perte en eau est compensée par arrosage jusqu'à un mois .

L'irrigation

L'irrigation par avec l'eau distillée stérile, le biofertilisant « Algasmar » et l'extrait d'algue pendent les deux stades germination et croissance est faite en fonction de la capacité au champ déterminée préalablement pour les boites de pétri contenant un du papier filtre, et pour les pots contenant de la tourbe. L'irrigation a été régulièrement une fois par jour.

II.3.2. Paramètres biométrique de la croissance de la plante

Paramètre relatifs à la germination des graines

Essai en boites de pétri

Trois paramètres ont été estimés pour cet essai (après 7 jours de l'application de l'irrigation par les trois traitements) :

- Le taux de germination des graines (%).
- La langueur de radicale (cm).
- La langueur de la tigelle (cm)

Paramètres de hauteur de la plante (hp)

- Hauteur des plantes
- Longueur de la racine principale
- Poids frais des parties aériennes
- Poids sec des parties aériennes et souterraines

Conclusion

Grâce à la condition spécifique « covid-19 » notre travail reste incomplète mais, il Ya d'autre travaux similaire qui montré : L´utilisation de l´extrait d´algue *Cystoseira sp*. Comme biostimulant, a montré un effet variable sur les différents paramètres de la croissance des petits pois, cet effet dépond de la dilution utilisée (50% et 100%) et du type du traitement **(Ouchene Mouna et *al.*, 2018)**.

Concernant les résultats basés sur Le test antibactérien de l'extrait total de l'algue *Padina pavonica* et celui des différents extraits (méthanol, éther de pétrole et chloroforme) vis-à-vis de *E. coli, P. aeruginosa, K. pneumoniae, P.vulgaricus* et *E. faecalis.*

Contre E. coli bactérie gram négative, l'extrait total exerce une activité moyenne alors que celui extrait avec le chloroforme a montré une faible activité. L'extrait avec le méthanol n'a exercé aucune action inhibitrice alors que l'extrait avec l'éther de pétrole présente une activité importante, le diamètre d'inhibition obtenu est de 18.2 mm. *P. aeruginosa* qui est également une bactérie gram négative a montré une résistance vis-à-vis des extraits obtenus avec le méthanol et le chloroforme alors qu'une activité intéressante est observée pour l'extrait total et l'extrait préparé dans l'éther de pétrole **(A. Chbani1, H. Mawlawi2, S. et *al.*, 2011).**

Références Bibliographiques

Alem C., Amri A., 2005. Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Reviews in Biology and Biotechnology, Vol. 4, n° 1: 20- 31.

Amari N., 2014. Etude du choix de ponte de la bruche du Niébe Callosobruchus maculatus en présence de différents variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cédre, Ciste et Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte. Mémoire de mastère en biologie. Option, Interactiصثon plantes, animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés, Université de Tizi-Ouzou : 117p.

A. Chbani1, H. Mawlawi2, S. Etahiri3.2011.Activité antibactérienne des extraits d'une algue brune Padina pavonica de la côte méditerranéenne au Liban.P284.

AAC., 2004. Pois chiche : Situation et perspectives. Le Bulletin Bimensuel, 17(15), 4 p. Abbo S., Redden R.J., Yadav S.S., 2007. Utilization of wild relatives. In : Yadav S.S., Redden B., Chen W., Sharma B. (eds) Chickpea breeding and management. CAB International, Wallingford, pp 338-354.

ABDELGUERFI LAOUAR., ZINE F., BOUZID L., LAIB et KADRI A. CARACTERISATION PRELIMINAIRE DE QULQUE CULTIVARS LOCAUX DE

Abdelguerfi-Laouar M., Zine F., Bouzid L., Laib M., Kadria, A., 2000. Caractérisation Préliminaire De Quelques Cultivars Locaux de «Citer arietinum» Collectes dans La Région de Tizi- Ouzou. Recherche Agronomique 7: 51-65.Agronomy, 24: 236-246.

Abdelguerfi-Laouar M., Zine F., Bouzid L., Laib M. et Kadri A., 2001.Caractérisation préliminaire de quelques cultivars de Cicer arietinum L. Collectés dans larégion de Tizi Ouzou. Revue INRA n°7: 51-65.

Ahmed M. S., 1992. Composition, nutrition and favor of peanuts. H. G. batte anal C. T. Young eds peanuts science and technology T. X : 655-688p

Akem C., 1999. Ascochyta blight of chickpea : Present status and future priorities. Int. J. Pest Manag. 45: 131-137Alger.

Références Bibliographiques

AMAL LOQMAN. 28 Juin 2011.effet des extraits a l'eau de deux algues marins FUCUS SPIRALIS et ENTEROMORPHA INTESTINALIS sur le nombre de bactéries, la respiration et l'activité des hydrogenases dans les sols.

Ameziane E. A., 1981. Modalité d'expression de la résistance d'un cultivar de pois chiche (Cicer arietinum) à Ascochyta rabiei (Pass.) Lab. Thèse de docteur-ingénieur, E.N.S.A., Rennes, 41p.

Anonyme d. 1994. Analyse statistique de l'évolution de la culture des principaux

Anonyme, 1988. Le pois chiche et la lentille. Ed. ITGC, Alger, 45p.

Appert J., 1992. Le stockage des produits vivriers et semenciers. Ed Maisonneuve ET Larose, Paris : 129p.

Aziz A., Poinssot B., Daire X., Adrian M., Bezier A., Lambert B., Joubert J.M., PuginA. (2003). Laminarin elicits defence responses in grapevine and induces protection against Botrytis.

Bacha F. et Ounane S. M., 2003. Etude de l'effet de stress hydrique sur les activités des enzymes nitrate réductase et nitrogénase de la culture du pois chiche (Cicer arietinum L.) .Istitut National de la recherche agronomique d'Algérie. 13:1111-1992.

Baumgartner A., 1998. Le pois chiche : la viande des pauvres. Tabula, 3 : 16–19.

Bayaa B., Chen W., 2011. Ascochyta blight of chickpea. In : 0T Chen W0T, Sharma HC, Muehlbauer FJ, eds. 2T Compendium of Chickpea and Lentil Diseases and Pests. p. 34-40.

BELHOUCHI Souffiane.2017.Contribution à l'étude des effets d'un biofertilisant (SIZAM) sur la croissance et le rendement du blé dur (Triticum durum Desf.).Université 8 Mai 1945 Guelma.P1.

Benmbarek K., 2011. Comportement du pois chiche (Cicer arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., institut supérieur agronomique de Chott Meriem –Tunisie.

Berger J., Abbo S. and Turner N.C., 2003. Ecogeography of annual wild Cicer species : The poor state of the world collection. Plant Genetic Resources. Crop Sci., 43: 1076-1090.

Références Bibliographiques

Bhargava P. K., 1995. Impact of seed transmission of Alternaria alternata (Fr.) Keissler on seed quality and yield of Chickpea. Indian Phytopathol 48 (3) : 285-288.

Bhargava P. K., Khare M.N., 1988. Epidemiology of alternaria blight of chickpea. Indian Phytopathol 41:195-198.

Boudouresque, C.F., Meinesz, A. et Verlaque, M. (1992). Guide des algues des mers d'Europe. Ed. Delacaux et Nieslté. France. 23p.

Bryssine M.P., 1955. La culture de pois chiche au Maroc et sec possibilités d'amélioration. Bulletin de la société des Agricultures du Maroc : 31-39p.

Burtin P. (2003). Nutritional value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry, 2 Suppl 4 : 498-503.

BURTIN PATRICIA. « Nutritional value of seaweeds ». In : Electronic journal of environmental, agricultural and food chemistry [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2003. Disponible sur http://ejeafche.uvigo.es/component/option,com_docman/task,doc_view/gid,208/ > (consulté le 6 août 2011)

Cabioc'h J, Floc'h JY, Le Toquin A, Boudouresque CF, Meinesz A et Verlaque M. (1992).Guide des algues des mers d'Europe. Edition : Delachaux et Niestlé. France. 231p.

Calvo P., Nelson L. et Kloepper J. W. 2014, « Agricultural uses of plant biostimulants », Plant and soil. October. Volume 383, Issue 1, pp 3-41.

Cavalla M. (2000), LES MICROALGUES, http://mcavalla.free.fr/rsr/Algues_operon.pdf.

Chopin, T. (1997). Marine biodiversity monitoring. Protocol for monitoring of seaweeds. Environment Canada, Ecological monitoring and Assessment Network. Ottawa, 40p.

Chouikhi A. (2013). Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites : Revue. USTHB□FBS□4th International Congress of the Populations & Animal Communities —Dynamics &

Références Bibliographiques

Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems""CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – Algeria.

CLERE N. « Remontées acides et reflux gastro-oesophagien, éviter l'aigreur ! ». Actualités Pharmaceutiques [En ligne]. mars 2010,. Vol. 49, n°494, p. 36-38. Disponible sur : < http://dx.doi.org/16/S0515-3700(10)70646-7 > (consulté le 14 août 2011)

Cohen, I.etNeori, A. (1991). Ulva lactuca biofilters formarine fishpond effluentsI. Ammonia uptake Kinetics and nitrogen content. Bot. Mar, 34, 475-482.

Corby, R. 1981. Seeds of Leguminosae. Pages 913-915 in Advances in legumes systemics. Part 2 (Polhill, R.M., and Raven, P.H., eds.). Kew, UK : Royal Botanic Gardens.

Covelle S., Ellis R.H., Roberts E.H., Summerfield R.J., 1986.The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. A comparison of chickpea, lentil, soybean and cowpea atconstant temperatures. J Exp Botanics 38T3736T38T(5): 36T37T705-715.

Cubero, J.I. 1987. Morphology of chickpea. Pages 35-66 in The chickpea (Saxena, M.C., and Singh, K.B., eds.). Wallingford, Oxon, UK : CAB International

Crujeiras A.B, Parra D., Abete I. et al., 2007. A hypocaloric diet enriched in legumes.

DAHMANI, H. (2014). Étude de pouvoir antimicrobien des extraits bruts de l'algue Cystoseira (Doctoral dissertation, université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen-)

Dalhoumi D., Harrabi M.M., Rezgui S., BelHadj O., 1999. Caractérisation biochimique des espèces annuelles, cultivées et sauvages, du pois chiche (Cicer arietinum L.). 6èmes Journées Nationales sur les Résultats de la Recherche Agronomique ; Nabeul, 6 et 7 Décembre 1999.

Davis TA, Volesky B et Mucci A. (2003). A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. Water Research. 37, 4311-4330.

Danielle L.et Daniel M., (2010). Algues, filières du futur Livre Turquoise. Adebioihech.P163.

Références Bibliographiques

De Reviers B. Biologie et phylogénie des algues.Tom2. Ed Belin. Collection Belin Sup Science ; 2003.

de Rosbo, G. K., & Bernard, O. (2014). Évaluation du gisement potentiel de ressources Université Pierre et Marie Curie - Paris 6).

Dhargalkar VK et Pereira N. (2005). Seaweed : Promising plant of the millennium. Science and culture. 71, 60-66.

Djamai ikram 01-06-2017. Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydantedes extraits d'algues vertes : Ulva linza et Ulva lactuca et algue rouge : Corallina officinalis.

Du Jardin P., 2015. Plant biostimulants : Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae 196, p. 3-14.

Durand JR et Lévêque C. (1980). Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne. Editions : IRD. Montpellier. 873p.

Durand N., Briand X. et Meyer C.2003, « The effect of marine bioactive substances (N PRO) and exogenous cytokinins on nitrate reductase activity in Arabidopsis thaliana », Physiologia Plantarum, 119(4).

Duranti M., Gius C., 1997. Legume seeds : Protein content and nutritional value. Field Crops Res., 53: 31-45.

Dhuique-Mayer C, Tbatou M, Carail M, Caris-Veyrat C, Dornier M et Amiot Dounadieu Y, Basire J et Christian B. (1985). Les algues : les thérapeutiques naturelles. Edition : Maloine. Paris. 511p.

Elena M, Francisco Y et Erickson KL. (2001). Mailiohydrin, a cytotoxic chamigrene dibromohydrin from a Phillippine Laurencia species, Journal of Natural Product. 64 Suppl 6: 790-791.

Eyras M.C., Defosse G.E., Dellatorre F. (2008). Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in Patagonia, Argentina. Compos. Sci. Util. 16, 119–124.

Fabre C., 2008. Pois chiche. Fiche Technique Production Développée en Langudoc-Roussillon.

Références Bibliographiques

Faessel L. et Morot-Gaudry J.-F.2009. « Les stimulateurs de nutrition et autres produits émergeants à la lumière de la physiologie », Rencontres de Blois, les 25 et 26 novembre 2009. Lien : http://www.comifer.asso.fr/images/publications/livres/2%20-%20faessel%20-%20morot_gaudry.pdf.

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, Bio by Deloitte et RITTMO Agroenvironnement, 148 p.

Fan D. (2011). Ascophyllm nodosum extracts improve shelf life and nutritional quality of spinach (Spinacia oleracea L.). Dissertation, Dalhousie University.

FAO, 2015. Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2010). Annuaire statistique des pêches et de l'aquaculture 2008. Services des statistiques et de l'information du département des pêches et de l'aquaculture, Rome, 72p.

F.A.O, 2011 : base de données de l'organisation mondiale de l'agriculture et de

L'alimentation.

Farid Y, Etahiri S et Assobhei O. (2009). Antimicrobienne des algues marines de la lagune d'Oualidia (Maroc) : Criblage et optimisation de la période de la récolte. Journal of Applied Biosciences. 24, 1543-1552.

Gadd, J.M. 2000. Phytoremediation of toxic metals : using plants to clean up theenvironment. Raskin. I and Ensley. B.D., John Wiley & Sons, In, New York, 30

Garon-Lardiere, S. (2004). Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge Asparagopsis armata (Bonnemaisoniales). Thèse de Doctorat. Université de Bretagne Occidentale.

Gayral P. (1975). Les algues : Morphologie cytologie reproduction écologie. Edition : Doin. Paris. 166p.

Références Bibliographiques

Genevés L. (1990). Biologie végétale : Thallophytes et microorganismes. Edition : Bordas. Paris. 129p.

Géraldine D., Céline L., (2009). Les algues le trésor de la mer Haute école de santé Genève.

Gil J., Nadal S., Luna D., Moreno M.T., De Haro A., 1996. Variability of some physico-chemical characters in Desi and Kabuli chickpea types. J. Sci. Food Agric. 71: 179-184.

Giller K.E. 2001. Nitrogen fixation in tropical cropping systems 2end Ed., CAB. International Walling Ford, ISBN : 0859472.p. 423.

Girrard C., 1985. Installation du pois chiche de printemps. In : Bulletin FNAMS semences 25-27. Gorlenko M.V., Bushkova L.N., 1958. Perfect state of the causal agent of aschochytosis of chickpea. Rev App Mycol 37: 695.

Gisèle hartung .28 fèvr 2017.Osez les algues dans votre assiette.P72

Guignard J.L., 1980. Abrégé de botanique. 4ème ed. Masson, Paris. 259 p.

Guillaume, P. (2010). Caractérisation biochimique d'exopolymères d'origine algale du bassin de Marennes-Oléron et étude des propriétés physico-chimiques de surface de microorganismes impliquées dans leur adhésion. Thèse de doctorat en biochimie, Université de La Rochelle, France

Guillon F., Champ M.M., 2002. Carbohydrate fractions of legumes : uses in human nutrition and potential for health. Br J Nutr 88, Suppl. 3, 293-306.

Guist, G.G. et Humm, J.J. (1976). Effect of sewage effluent on growth of Ulva lactuca Florida. Sci. 39, 267-271.

Hamadache A et Ait Abdallah F. 1998. Lutte contre les adventices en culture du pois chiche d'hiver : un facteur déterminant pour la valorisation du matériel végétal et du semis précoce .céréaliculture N°33 ISSN 1011-9582.

Haware M.P., Nene Y.L., 1981. Phoma blight : A new disease of chickpea. Plant Disease 65:282-282.

Références Bibliographiques

Haware P.M., Nene Y.L., Mathur S.B., 1986. Seed borne diseases of chickpea. Technical Bulletin of the Institute of Seed Pathology for Developing Countries 1 :8-15.

Hind ZITOUNI. (2015).Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires in Schaechter, 2009

Hortense FALLER, 2011. LES APPLICATIONS ET LA TOXICITE DES ALGUES MARINES. THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE, UNIVERSITE DE LIMOGES P55.66.67.77.

ICRISAT, 2008. Chickpea kabuli variety ICCV6. Plant material description. Icrisat Bull, 12. Ilarsan H., Dolar F.S., 2002. Histological and Ultrastructural Changes in Leaves and Stems of Resistant and Susceptible Chickpea Cultivars to Ascochyta rabiei. J Phytopathol 150(6) : 340-348.

Ikrina M.A., Kolbin A.M., 2004. Regulators of Plant Growth and Development, Vol.1, Stimulants. Moscow : Chimia.

INSTITUT TECHNIQUE DES GRANDES CULTURES. ITGC-2018. LA CULTURE DU POIS CHICHE EN ALGERIE.P4.P5.

Iqbal A., Khalil IA., Ateeq N. & Khan MS. (2006). Nutritional quality of important food legumes. J Clin Nut. 70:211-227.

ITGC., 2003. «Céréaliculture» revue de l'Institut Technique des Grandes Cultures N°40 ITGC., 2013. La Culture du pois chiche (Cicer arietinum L.)

Jukanti A. K., Gaur P. M., Gowda C.L.L., Chibbar R.N., 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (Cicer arietinum L.) : a review. British J Nutrition 108: 11-26.

Julie P., Danielle L.et Daniel M., (2010). Algues, filières du futur Livre Turquoise. Adebioihech.P163.

Kechache K., 2005. Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation phosphatée à base des engrais SSp 20% et TSP 46% sur le pois chiche mémoire de fin d'étude.

Références Bibliographiques

Kali M., 2006. Aquarhiz au secoure des légumineuses. Journal El Watan (17 décembre 2006), Alger, Algérie : 1-2p.

Kauffman G.L., Kneivel D.P., Watschke T.L., 2007. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. CropSci. 47,261–267. Doi : 10.2135/cropsci2006. 03.0171.

Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J. et Prithiviraj B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. J. Plant Growth Regul. 28: 386–399.

Kheloufi A., 2006. Induction de la calogènes chez quelques variétés de pois chiche (Cicer arietinum L.) Option Ecophysiologie végétale, Département de biologie, université D'Oran – ES SENIA, 2006 : 15p.

Kim, D.H. (1970). Economically important seaweeds in Chile-I/Gracilaia. Bot. Mar, 13,

Klarzynski O., Fablet E., Euzen M. et Joubert J.-M. 2006, « État des connaissances sur les effets des extraits d'algues sur la physiologie des plantes », Phytoma, Issue 597.

KORNPROBST J.-M., POTIER P. (1934-2006 ; CHIMISTE). Substances naturelles d'origine marine : chimiodiversité, pharmacodiversité, biotechnologies. [s.l.] : [s.n.], 2005.

Labdi M., (1990). Chickpea in Algeria. In : Saxena N.P., Saxena M.C., Jouhansen C.,

Virmani S.M. et Harris H. Adaptation of Chickpea in West Asia and North Africa region. ICARDA-ICRISAT : 137-140.

Ladizinsky G., (l987). Pulse domestication before cultivation. Econ. Bot. in BEN MBAREK. K .2011 : Comportement du pois chiche (Cicer arietinum) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ;Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem–Tunisie. 281p-

Ladizinsky G., Abbo S., 2015.The Search for Wild Relatives of Cool Season Legumes. Plant Science, DOI 10.1007/978-3-319-14505-1_2.

Références Bibliographiques

Ladizinsky G., Alder A., 1976a. Genetic relationships among annual species of Cicer L. Theor Appl. Genet 48 (4) :197-203.

Ladizinsky G., l989. Pulse domestication : Fact and Fiction. Econ. Bot 43: 131-133.

Lahaye, M. (1991). Marine algae as source of fibers : determination of soluble and insoluble dietary fibre content in some ‘‘sea-vegetables’’. Journal Sciences Food Agricol, 54, 587-94.

Laumont P., et Chevassus A., (1956). Note sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Institut Agricole d'Algérie. Maison-carrée, Alger ; 24 p.

LECLERC V., FLOC’H J.-Y. Les secrets des algues. [s.l.] : [s.n.], 2010. (Carnets de sciences, ISSN 2110-2228).

Leport L., Turner N.C., Davies S.L. and Siddique K.H.M., 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. Europ. J.

Lie T.A, 1971. Temperature dependent root nodule formation in pea cv. Iran. Plant soil 34: 751-752.

Mabeau, S., Fleurence, J., 1993. Seaweed in food products : Biochemical and nutritional aspects. Trends Food Sci Tech. 4, 103-107.

Mac Artain P., Gill C.I.R., Brooks M., Campbell R.et Rowland I.R., 2007. Nutritional

MADR, 2014. Annuaire statistiques du Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural.

Mahdi S.S., Hassan G.I., Samoon S.A., Rather H.A., Dar Showkat A. et Zehra B. (2010). Bio-fertilizer in organic agriculture. Journal of Phytology.2(10) : 42-54. Marfaing H et Lerat Y. (2007). Des ressources marines : Les algues ont-elles une place en nutrition ? Phytothérapie. 2-5.

Mc Candless, E.L., 1978. The importance of cell wall constituents in algal taxonomy. In : Irvin, D.E.G., Price, J.H. (Eds), Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae, Academic Press, London. 63-85.

Mc Neil, M., Darvill, A.G., Fry, S.C. et Albersheim, P. (1984). Structure and function of the primary cell walls of plants. Ann. Rev. Biochem, 53, 625-663.

Références Bibliographiques

Muehlbauer F.J., TulluA., 1997. Cicer arietinum L. Newcrop fact sheet Prudue University centre for new crop & plant products. (Document internet).

Naegelé E et Naegelé A. (1967). Les algues. Edition : Presses universitaire de France. Paris. 127p.

Nene Y.L., Reddy M.V., Haware M.P., et al. (1991). Field Diagnosis of Chickpea Diseases and their Control. Information Bulletin No.28. India : International Crops Research Institute for the SemiArid Tropics. 52 pp.

Nene Y.L., Reddy M.V., Haware M.P., Ghanekar A.M., et al., 2012. Field Diagnosis of Chickpea Diseases and their Control. Information Bulletin No. 28 (révisé). Patancheru, A.P. 502 324, India : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 60 pp.

Nene Y.L., Sheila V.K., Sharma S.B., 1996. A world list of chickpea and pigeonpea pathogens. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India : International Crops Research Institute for the SemiArid Tropics.

Norrie J., Keathley J.P. (2006). Benefits of Ascophyllum nodosum marine-plant extract applications to "Thompson seedless' grape production. Acta Hortic 727 : pp. 243-247. Of seaweed cultivation to the bioremediation of nutrient-rich effluent. Algae, 17 : 187-194.

Norrie J., Keathley J.P. (2006). Benefits of Ascophyllum nodosum marine-plant extract applications to "Thompson seedless' grape production. Acta Hortic 727 : pp. 243-247. Of seaweed cultivation to the bioremediation of nutrient-rich effluent. Algae, 17 : 187-194.

Noziah, M.H., Ching, Ch.Y., 2000. Nutritional composition of edible seaweed. Gracilaria changgi. Food Chemistry. 68,69-76.

OUCHENE Mouna et BOUKOUCHE Radhia 2018.Effet des extraits d'algues sur la stimulation de la croissance de petits pois et de l'orge .Thèse de mémoire de MASTARE en science biologique. Université A. MIRA – Béjaia , Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie , Béjaia P3 in louvieaux2004.P13.14

Références Bibliographiques

OUCHENE Mouna et BOUKOUCHE Radhia 2018.Effet des extraits d'algues sur la stimulation de la croissance de petits pois et de l' orge .Thèse de mémoire de MASTARE en science biologique .universié Université A. MIRA – Béjaia , Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie , Béjaia P5 in Hurtado et al. 2009.

OUCHENE Mouna et BOUKOUCHE Radhia 2018.Effet des extraits d'algues sur la stimulation de la croissance de petits pois et de l' orge .Thèse de mémoire de MASTARE en science biologique .universié Université A. MIRA – Béjaia , Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie , Béjaia P3 in louvieaux2004.

Okai Y, Higashi OK, Ishizaka S, et Yamashita U. (1997). Enhancing Effect of polysaccharide from an edible brown alga, Hijikia fusiforme (Hijiki), on release of tumour necrosis factor alpha from macrophages of endotoxin nonresponder C3H/HeJ Mice. Nutr Cancer. 27 Suppl 1: 74-79 Produits agricoles durant la période 1964-1994. DSAEE. Ministère de l'agriculture,

PÉREZ R., BARBAROUX O. Ces algues qui nous entourent : conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisations, culture. [s.l.] : [s.n.], 1997.

PERSON J. Algues, filière du futur Livre Turquoise [En ligne]. Romainville : Adabiotech, [s.d.]. Disponible sur : < http://adebiotech.org/images/stories/docs/LIVRE_TURQUOISE-V.screen.pdf >

Phytoma, 2005, « Mécanismes d'action de l'extrait d'algue GA7 », La défense des végétaux, 585, pp. 42-44.

Pien S.1, Brebion J.2, Jacquette J.M.3, .Rusig A.M.4, Lefebvre V.1, Dehail M.2, Mussio I.4, Maine L.3.Décembre 2016 , Etude de l'algue invasive Sargassum muticum en vue d'une exploitation et d'une valorisation en Normandie. Projet SARGASSES , p22.

Plancquaert PH. Et Wery J., 1991. Le pois chiche : Culture et utilisation. Brochure Ed. ITCF, Paris, France ; 11 p.

Premila JC, Raviraja NS et Sridhar KR. (1996). Antimicrobial activity of Some marine algae of southwest coast of India. Indian J. Mar.Sci. 26 Suppl 2: 201-205

Prithiviraj B. (2009). Lipophilic component of the brown seaweed, Ascophyllum nodosum, enhance freezing tolerance in Arabidopsis thaliana. Planta .230:

Ragan, M.. & Glombitza, K.., 1986. Phlorotannins, brown algal polyphenols. Progress in Phycological Research, pp.129–241.

Références Bibliographiques

Ramade F. (2009). Eléments d'écologie appliquée. Edition : Dunod. Paris. 689p.Les algues : les thérapeutiques naturelles. Edition : Maloine. Paris. 511p.

Ramalho Ribeiro J.M.C., Portugal Melo I.M., 1990. Composition andnutritive value of chickpea. Options Mediterranean's–Série Séminaires. 9: 107-111

Rayirath P, Benkel B, Hodges DM, Allan-Wojitas P, MacKinnon S, Critchley AT, REVIERS B. DE, BOSQUET G., BLONDEL L., MARTIN C. (19 . . .-. Biologie et phylogénie des algues. Tome 1. [s.l.] : [s.n.], 2002. (Belin Sup Sciences).

Reviers, B., 2002. Biologie et phylogénie des algues. Belin. 1, 351p.

Roberts E.H., Summerfield R.J., Minchin F.R. et Haley P., 1980. Phenology of chickpea (Cicer arietinum L.) in contrasting aerial environments. Experimental Agriculture, 16: 343-360.

Ruiz, G. (2005). Extraction, Détermination structurale et valorisation chimique de phycocolloide d'Algue rouge. Thése de doctorat en chimie appliquée-chimie des Substances Naturelles, université de limoges, Ecole Doctorale. Sciences-technologie santé

-Sanchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., López-Hernandez, J. and Paseiro-Losada, P., 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chem. 85, 439- 444.

Saxena M. C., Singh K. B., 1984. Ascochyta blight and winter sowing of chickpeas. Proceeding of the workshop on Ascochyta blight and winter sowing of chickpeas, ICARDA, Alep, Syrie.

Saxena M.C., 1987. Agronomy of chickpea. In Saxena M.C. and Singh K.B. The Chickpea. Wallingford, UK, CAB International : 207-232.

Sbai A., (1998). Etude nationale sur la biodiversité. Projet GEF/ 6105-92, économie de la biodiversité, réalisé par : direction de l'observation des études et de la coordination, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II Rabat-Agdal. 51p

Schwinghamer M.W., Larsen R.C., 2011. Viruses reported to infect chickpea and/or lentil naturally. In : Chen W, Sharma HC, Muehlbauer FJ (eds) Compendium of chickpea and lentil diseases and pests. APS Press, St. Paul, MN, USA, pp 73–76.

Références Bibliographiques

Sharma M., Ghosh R., 2016. An Update Genetic Resistance of Chickpea to Ascochyta blight. Agronomy, [en ligne], 6(18) : 1-15, (page consultée le 7 novembre 2016). 18Thttp://oar.icrisat.org/9378/1/agronomy-06-00018.pdf18T.

Shroeder B.K., 2011. Diseases caused by bacteria and phytoplasma. In : Chen W, Sharma HC, Muehlbauer FJ (eds). Compendium of chickpea and lentil diseases and pests. APS Press, St. Paul, MN, USA, pp 92-94.

Singh F. and Diwakar B., 1995. Chickpea Botany and production Practices. Skill Development series ICRISAT India., 16 : 502-324.

Singh G., Bhushan L.S., 1979. Water use efficiency and yield of dryland chickpeas as influenced by P fertilization and stored soil water and crop season rainfall. Agric. Water manage 2: 299-305.

Singh K.B. (1987). In : The chickpea, pp 127-162 (eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) Wallingford, Oxon.

Singh K.B. and Reddy M.V., (1991). Advances in disease-resistance breeding in Chickpea. Advances in agronomy, 45: 191-222.

Singh K.B., 1997. Field crops research, 53:161-170

Slama F., 1998. Cultures industrielles et légumineuses à grains. (Ed. Centre de diffusion Universitaire Tunisie, en arabe) : 300p.

Smithson J.B., Thompson J.A, Summerfield R.J., 1985. Chickpea (Cicer arietinum L.). p. 312-390. In : R.J. Summerfield and E.H. Roberts (eds.), Grain Legume Crops. Collins, London, UK. Lie, T.A. 1971. Plant and Soil, Special volume, 117-127.Specifically mitigates lipid peroxidation in obese subjects. Free Radical Research 41: 498-506.

Spischiger RE., Chen W. et Gillis M., 2002. Légumineuse. Système botanique des plantes à fleur. Romandes : 202-204p.

Splingart D., (2013). Le règne végétal, csakb.plongee.free.fr/Documents/bio/.les algues Niveau1.

Références Bibliographiques

Stirk WA.et Van Staden J. (2014). Chapter Five - Plant Growth Regulators in Seaweeds : Occurrence, Regulation and Functions. In N Bourgougnon, ed, Advances in Botanical Research. Academic Press.125–159.

Summerfield R. J., Minchin F.R., Roberts E.H. and Hadley P., 1979. The effects of photoperiod and air temperature on growth and yield of chickpea (Cicer arietinum L.). Proceedings international workshop on chickpea improvement. Ed. ICRISAT : 121-144.

Summerfield R.J., Roberts E.H., 1985. Grain Legume Crops. London, Collins, UK. Pp. 859.

T. Ainane · A. Abourriche · A. Bennamara · M. Talbi · M. Lemrani,2015. Activité anti-leishmanienne des extraits d'une algue brune Bifurcaria bifurcata de la côte atlantique du Maroc , Phytothérapie , DOI 10.1007/s10298-015-0994-3 ,P2.

Tanniou, A. et al., 2013. Green improved processes to extract bioactive phenolic compounds from brown macroalgae using Sargassum muticum as model. Talanta, 104, pp.44–52.

Toker C., 2009. A note on the evolution of kabuli chickpeas as shown by induced mutations in Cicer reticulatum Ladizinsky. Genet Resour Crop Evol 56: 7-12.

Toker C., Uzun B., Ceylan F.O., Ikten C., 2014. Chickpea. In : Alien Gene Transfer in Crop Plants, A. Pratap and J. Kumar Eds., Volume 2, Springer, Dordrecht, pp : 121-151.Universitaire Tunisie, en arabe) : 300p.

Torre L.A., Battaglia V., Caradonia F., 2016. An overview of the current plant biostimulant legislations in different European Member States. J.Sci.Food Agric.96,727734.doi:10.1002/jsfa.7358.[Enligne],18Thttp://www.gard.chambagri.fr/fileadmin/Pub/CA30/Internet_CA30/Documents_Internet_CA30/Diversification_Fiches/Fiche_Pois_Chiche.pdf18T). Valuof Edible Seaweeds. 535–543.De Reviers B.Biologie et phylogénie des algues .Tome2.Edbelin.Collection Belin Sup Science ; 2003.

Van Der Maesen L.J.G. 1987.Origin, history and taxonomy of chickpea, p .11-34. In : Saxena, M.C. et Singh, K.B. (ed) the chickpea.

Références Bibliographiques

Vander-Maessen L.J.G., 1972. Origin, history and taxonomy of chickpea. In : Saxena M.C. et Singh K.B. The chickpea. Ed. ICARDA, Aleppo, Syria : 11- 17.

Vaugelade P., Hoebler C., Bernard F., et al. (2000). Non-starch polysaccharides extracted from seaweed can modulate intestinal absorption of glucose and insulin response in the pig. Reprod Nutr Dev 40: 33-47.

Venugopal V. (2009). Marine products for healthcare functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean. Edition : Taylor & Francis group. Boca Raton, London and New York. 552p.

Wells ML, Potin P, Craigie JS, Raven JA, Merchant SS, Helliell KE, et al.Algae asnutritional and functional food source : revisiting our undrstanding. J Appl phycol 2017 ; 29(2) :949-82.

Wery J., 1986. Un pois pas si chiche que cela ! Bulletin FNAMS ; Semences 97 : 32-35. Williams S.J., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski A., Tingey S.V., 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res 18: 6531- 6535.

Wolin, M.J., Stewart, C.S., Miller, T.L ., 1997. pp. 467–491. In : Hobson, P.N. and Stewart Wong, K.H., Cheung, P.C.K., 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part Iproximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. Food Chem. 71, 475- 482.

Wood J.A, Grusak M.A., 2007. Nutritional value of chickpea. In Chickpea breeding and management. pp. 101-142 [SS Yadav, R Redden, W Chen and B Sharma, editors]. Wallingford, UK : CAB International.

Wood J.A., Knights E.J., Chocty M., 2011. Morphology of Chickpea Seeds (Cicer arietinum L.) : Comparison of desi and kabuli Types. Int J Plant Sci 172 (5) : 632-643.

Yakhin O.I., Lubyanov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H., 2017. Biostimulants in Plant Science : A global Perspective. Frontiers in Plant Science 7, p.1-32.

Z. Belattmania 1, R. Zrid 1, A. Reani 1, S. Elatouani 1, E.M. Sabbar 2, A. Mourtadi 3, R. El Moznine 3, O. Cherkaoui 5, F. Bentiss 4, B. 4Sabour 1, 2014 . Spectroscopic and*

Références Bibliographiques

rheological characterization of sodium alginate extracted from three Phaeophycean seaweeds (Dictyopteris polypodioides, Dilophus ligulatus and Halopteris scoparia) from El Jadida shoreline – Morocco (Caractérisation spectroscopique et rhéologique des alginates de sodium extraits de trois algues marines Phaeophyceae (Dictyopteris polypodioides, Dilophus ligulatus et Halopteris scoparia) de la côte d'El Jadida – Maroc). J. Mater. Environ. Sci. 6 (6) (2015) 1654-1662 ,ISSN : 2028-2508 ,CODEN: JMESCN, p1656.

Zine-Zikara F., Bouzid L., Yekkour A., 2015. Le pois chiche en Algérie : situation, potentialités et perspectives. Recherche Agronomique 27: 35-47.

Sites web

[1] www.3eme-agro-pois-chiche.ma(Consulté le : 16/02/2016)

[2]**Anonyme a. 2003**. Pois chiches (Cicer Arietinum). www. Legume –sec.com

[3] **FFAOSTAT**. Food and Agriculture Organizations of the United Nations: Statistics Division 2012. Available online: http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx (accessed on 20 October 2013).

[4] **Anonyme C. 2004.** Information about the family leguminosea. International legume database & information service.www.ILDIS.UK

[5] ITGC 2018, LA CULTURE DU POIS CHICHE EN ALGERIE , ITGC.BP. 16 El-Harrach 16200 Alger Tél/Fax. : (023) 82 85 52 à 56 www.itgc.dz

[6]http://www.supagro.fr/resspepites/processusecologiques/co/SymbiosesRhizobiennes_1.html(consulté le : 24/04/2016).

[7]https://www.google.com/search?q=le+pois+chiche&client=firefoxbab&biw=1366&bih=657&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiJp_673JjNAhXGthQKHfW7DPMQ_AUIBigB#imgrc=02vijFOZXGc_GM%3A (consulté le : 13/02/2016)

[8]African Development Foundation : https://www.usadf.gov/

[9]EBIC., 2014. European Biostimulants Industry Council http://www.biostimulants.eu**.**

[10]Vedura. (2018). http://www.vedura.fr/economie/agriculture/engrais-chimiques

(Accessed, 15.06

ANNEXES

Annexes 1

1. Le milieu de culture

1.1. Le milieu Mueller-Hinton

- Infusion de viande de bœuf : 300,0 ml
- Peptone de caséine : 17,5 g
- Amidon de maïs : 1,5g
- Agar 17,0g
- Ph : 7,4

1.2. Préparation :

- Mettre en suspension 38,0 g de milieu déshydraté (BK048) dans 1 litre d'eau distillée ou dés ionisée.
- Porter lentement à ébullition en remuant avec agitation constante jusqu'à dissolution complète.
- Introduire dans des tubes ou des flacons.
- Stérilisateur en autoclave à 115 ° C pendant 15 minutes

2. la solution tampon et les réactifs utilisés

L’eau distillée stérile

L’eau de javel 12°

Alcool 70%

L’eau oxygénée : 2 goute

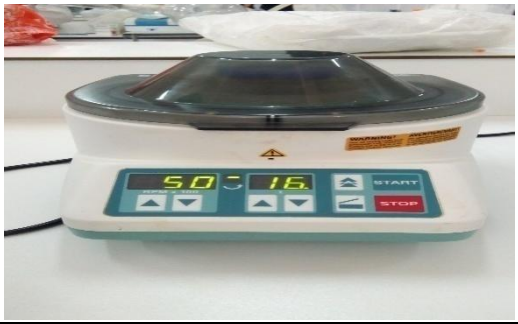
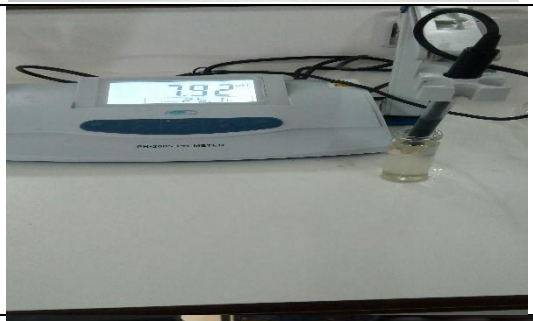
ANNEXES

Annex 2

3. Liste du matériel utilisé durant les étapes du traitement

Instruments	Utilisation	Type d'appareillage
1- Bec bensène	Pour assurer une stérilisation instantanée.	
2-Autoclave	stérilisation á la vapeur	
3-Réfrigérateur	conservation des souches et des réactifs et les semences de pois chiche	
4-Microscope Optique	Observation des micro-organismes et les thalles des algues	
5-Balance de précision	Pèse les graines de pois chiche	
6-Incubateur	Incubation des graines de pois chiche	

ANNEXES

7-Centrifugeuse	Séparation des fractions des solutions(l'extrait d'algue)	
8-pH mètre	Pour mesuré le pH de l'eau brute des algues	
9-le turbidimètre	Pour mesure la turbidité de l'eau brute des algues	
10-le thermomètre	Pour mesure la température de l'eau brute des algues	

4-Verrerie :

1-Becher á différents volumes	Contenir les solutions	

ANNEXES

2-Boites de Pétri	Mise en culture dans des milieux nutritifs	
3-Seringue	Pour l'irrigation des graines de pois chiche	
4-Pince	Pour mitre les graines de pois chiche dans les boites de pétri	
5-Flacons	Pour la conservation des solutions	
6-Entonnoir	Pour filtrée les solutions	
7-Mortier	Pour écrasé les algues	
8-Papier Filtre	Pour mitre dans les boite de pétri	

ANNEXES

		
Eprouvâtes	Pour mesurer les volumes des solutions	

ANNEXES