



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Mostefaoui Ferial

Abdellaoui Ahlem

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION: PROTECTION DES VEGETAUX ET ENVIRONNEMENT

Thème

Etude de l'effet de l'extrait de l'algue marine rouge

Asparagopsis armata sur deux souches fongiques

du genre *Fusarium*

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
SAIDI Radhwane	MCB	Président
LEBOUKH Mourad	MAA	Examinateur
GOUZI Hicham	MCA	Rapporteur
BENCHETTOUH Ahmed	MAA	Co-rapporteur

Promotion : Juin 2015



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة

مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): مصطفىاوي فريال
عبداللاوي أحلام

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم الفلاحة

تخصص: حماية النباتات والبيئة

موضوع البحث

دراسة تأثير مضاد الفطريات بمستخلصات الطحلب البحري الأحمر
Asparagopsis armata على سلالتين من جنس البياض الزغبي

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الدرجة العلمية	الصفة
السيد: سعدي رضوان	أستاذ محاضر ب	رئيسا
السيد: لبوخ مراد	أستاذ مساعد أ	ممتحن
السيد: قوزي هشام	أستاذ محاضر أ	مقرا
السيد: بن شتوح أحمد	أستاذ مساعد أ	مقرا مساعدا

الدفعة: جوان – 2015



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Sciences de la nature et de la vie

Filière: Sciences Agronomiques

Option: Protection des Végétaux et Environnement

Thème: Etude de l'effet antifongique de l'extrait de l'algue marine rouge

Asparagopsis armata sur deux souches fongiques du genre *Fusarium*

Présenté par: Mostefaoui Ferial

Abdellaoui Ahlem

Encadré par: Gouzi Hicham et Benchettouh Ahmed

Résumé:

Les algues marines présentent un sujet d'intérêt scientifique important grâce à leurs activités biologiques.

Dans ce travail, l'effet de l'extrait d'algue rouge marine provenance de Salamandre, région de Mostaghanem sur deux champignons phytopathogènes: *Fusarium oxysporum f sp albedenis* et *Fusarium oxysporum f sp lycopersici* ont été étudiées. La préparation des extraits d'algue a été effectuée par macération avec quatre solvants ayant des polarités différentes.

Le test de l'activité antifongique sur milieu de culture (Potatoes Dextrose Agar) montre que, cette activité de l'extrait de l'algue dépend de la nature du solvant de l'extraction et de la souche fongique testée.

L'extrait acétonique possède une activité antifongique la plus élevée par rapport aux autres extraits et l'Amphotéricine B. Une inhibition totale de croissance des deux champignons est observée à une dose de 25 g/l d'extrait acétonique.

L'algue rouge *Asparagopsis armata* est une source d'agents antifongiques puissants capable d'être utilisé pour les traitements de la fusariose des végétaux.

Mots clés: *Asparagopsis armata*, activité antifongique, *Fusarium*, tomate, palmier dattier.



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Option : Protection des végétaux et environnement

Topic: study of the effect Antifongal of the extract of the red marine alga
Asparagopsis armata on two stocks fongic of *the Fusarium* kind

Présenté par Mostefaoui Feriel

Abdellaoui Ahlem

Encadré par: Gouzi Hicham et Benchettouh Ahmed

Summary:

The marine algae present a subject of significant scientific interest through their biological activities.

In this work, the effect of the extract of red alga marinated collected from Salamander, region of Mostaghanem on two mushrooms phytopathogenes: *Fusarium oxysporum f. sp. albedenis* and *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* was studied. The preparation of extracts of the alga was carried by cold maceration with four solvent having different polarities.

The test of the antifungal activity of culture medium (Potatoes Dextrose Agar) shows that this activity of the extract alga depends on the nature of the extraction solvent and the fungic souche tested.

The extract of acetone has an antifungal activity highest compared to the other extracts and the Amphotéricine B. a total inhibition of growth for the two mushrooms is observed with 25 g/l of acetone extract.

The red alga *Asparagopsis armata* is a source of powerful agents antifongic able to be used for the treatment of the plants infected by fusariose.

Keywords: *Asparagopsis armata*, antifungal activity, *Fusarium*, Tomato, date palm



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية العلوم

قسم علوم الفلاحة

ملخص مذكرة الماستر

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم الفلاحة

تخصص: حماية النباتات والبيئة

عنوان المذكرة:

دراسة تأثير مضاد الفطريات بمستخلصات الطحلب البحري الأحمر *Asparagopsis armata* على
سلالتين فطرية من جنس البياض الزغبي

تقديم الطالب: مصطفىاوي فريال
عبداللاوي أحلام

الأستاذ المؤطر: السيد: قوزي هشام

ملخص المذكرة :

الطحالب البحرية لها أهمية علمية من خلال نشاطها البيولوجي.

لقد تم دراسة تأثير مستخلص الطحلب البحري الأحمر المنتقى من سلالمندر منطقة مستغانم على نوعين من الفطر

Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici و *Fusarium oxysporum f. sp. albedenis* ان تحضير

مستخلصات الطحلب تم بواسطة العصر في أربع مذيبات مختلفة القطبية.

إن تجريب النشاط المضاد للفطريات في وسط (Potatoes Dextrose Agar) أثبت أن نشاط المستخلص يتعلق بطبيعة

المذيب و جنس الفطر المدروس.

مستخلص الأسيبتون له نشاط مضاد فطري قوي بالنسبة للمستخلصات الأخرى و كذا l'Amphotéricine B عند تركيز 25 غ/ل

لمستخلص الأسيبتون لوحظ أن هناك تثبيط كلي لنمو الفطريين المجربيين.

الطحلب الأحمر *Asparagopsis armata* يعتبر عامل قوي ضد الفطريات يمكن استعماله في علاج البياض الزغبي للنباتات.

الكلمات المفتاحية: *Asparagopsis armata*، نشاط مضادات الفطر، البياض الزغبي، الطماطم، النخيل.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents, qui m'ont toujours enseigné la persévérance
Dans mes études et qui m'ont toujours encouragé ; que dieu les protège.*

A M. Gouzi Hichem

*Merci de votre patience et de votre disponibilité dans les bons comme
Dans les mauvais moments.*

*A mon mari Oussama qu'est toujours tout près de moi, pour me soutenu
et m'encouragé.*

A mes frères que j'aime boucoup.

A tous les membres des familles : Zerouali et Mostefaoui

A toute ma belle famille.

A mes amies : Halima, Zohra, Mouna, Rejia

A ma chère amie et collègue de travail Ahlem pour son aide.

et tous ceux qui j'aime.

Ainsi que toute la promo 2015 sans exception.

*Je n'oublie pas mes enseignants et mes enseignantes de la première année de
l'école primaire à la deuxième année master, pour tout le savoir-faire être que
m'avez inculqué.*

Feriel



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A ma mère, La personne qui me donne goût à ma vie et qui m'a tant entourée
d'amour, ainsi que mon père m'a porté beaucoup d'aide quant à la réalisation de
ce travail, Que dieu me les garde.*

A mes yeux et mon amour ma chère fille Alâa

A mes frères et sœurs que j'aime beaucoup :

Med Lamine et Nacer eddine

Hayat et Widad

Ainsi à toute la famille Abdellaoui.

A ma chère amie et copine et collègue de travail : Feriel pour son aide

A mes collègues de travail au niveau de la direction des services agricoles

Ainsi que toute la promo 2015 sans exception.

Et enfin Mes collègues et mes ami(e) s ;

Qui seront toujours dans mon cœur.

Ahlem

REMERCIEMENTS

Nous tenons d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous donné la force et patience d'accomplir ce modeste travail

En second lieu Nous tenons à remercier sincèrement nos encadreurs M. GOUZI Hicham Maitre de Conférences à l'Université Amar Telidji Laghouat (Département des Sciences Biologiques) qui a proposé le thème de ce mémoire, pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail. Pour son encadrement, sa réactivité, son enthousiasme et son dynamisme. Il a toujours été là pour nous relancer dans les périodes les plus difficiles. Un grand merci pour votre extrême gentillesse.

Et M. BENCHETTOUH Ahmed Maitre Assistant à l'Université Amar Telidji Laghouat (Département des Sciences Agronomiques), pour l'encadrement et pour nous avoir encouragé, qui nous accordé leur confiance et attribué ce sujet.

Nous tenons à présenter nos remerciements à tout le personnel des laboratoires des sciences agronomiques et biologique élargie de l'Université de Laghouat qui a contribué à l'élaboration de ce travail en l'occurrence M^{lle} Othmani Rejia.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements à tous les membres du jury désignés à examiner notre travail:

M. LEBOUKH Mourad enseignant à l'université Amar Telidji Laghouat

M. SAIDI Radouane enseignant à l'université Amar Telidji Laghouat

Enfin nous remercions tous les enseignants du département des Sciences Agronomiques de l'université de Amar Telidji Laghouat qui nous enseignent et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

TABLE DES MATIERES

Dédicaces.....	I
Remerciements	III
Liste des figures	VII
Liste des photos	VIII
Liste des tableaux	IX
Liste des abréviations.....	X
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHPITRE 1. LA FUSARIOSE VASCULAIRE DE PALMIER DATTIER.....	3
1.1. Généralités sur palmier dattier.....	3
1.1.1. Historique et origine.....	3
1.1.2. Distribution systématique.....	3
1.1.3. Caractères morphologiques et l'écologie de palmier dattier.....	3
1.1.4. Répartition de la culture de palmier dattier en Algérie.....	4
1.1.5. Importance économique du palmier dattier dans la région de Laghouat.....	5
1.1.6. Contraintes phytosanitaire de palmier dattier.....	5
1.2. La fusariose du palmier dattier (Bayoud).....	5
1.2.1. Généralités sur le Bayoud.....	6
1.2.1.1. Historique et progression de la maladie.....	6
1.2.1.2. L'agent causal (FOA).....	7
1.2.1.2.1. Description morphologique.....	8
1.2.1.3. Symptôme de la maladie	9
1.2.1.4. Facteurs influencent le développement de la maladie.....	11
1.2.1.5. Moyens de lutte.....	11
CHAPITRE 2. LA FUSARIOSE VASCULAIRE DE LA TOMATE.....	13
2.1. Généralité sur la tomate.....	13
2.1.1. Historique et origine de la tomate.....	13
2.1.2. Classification de la tomate.....	13
2.1.3. Principales exigences édapho-climatiques de la plante.....	14
2.1.4. Intérêt économique de la tomate.....	15
2.1.4.1. Production mondiale.....	15
2.1.4.2. Production en Algérie.....	15
2.1.4.3. Production de la tomate dans la wilaya de Laghouat.....	15
2.1.5. Contraintes phytosanitaires de la culture de la tomate.....	16
2.2. La fusariose de la tomate.....	16
2.2.1. Généralités.....	16
2.2.2. Symptomatologie de la maladie.....	17
2.2.3. Description de l'agent causal (FOL).....	18
2.2.4. Taxonomie.....	19
2.2.5. Conditions favorables pour le développement de la maladie.....	19
2.2.6. Les moyens de lutte.....	20
CHAPITRE.3. GENERALITES SUR LES ALGUES MARINES.....	22

3.1.	Classification des algues	22
3.1.1.	Les algues vertes (Chlorophycées)	23
3.1.2.	Les algues brunes (Phéophycées)	23
3.1.3.	Les algues rouges (Rhodophycées).....	23
3.2.	Reproduction des algues	24
3.3.	Rôle économique des algues	24
3.4.	Cas particulier de l'algue rouge <i>Asparagopsis armata</i>	25
3.4.1.	Caractéristiques d'identification.....	25
3.4.2.	Habitat et éléments d'identification sur le terrain.....	25
3.4.3.	Taxonomie.....	26
3.4.4.	Reproduction.....	26
3.4.5.	Cytologie.....	27
3.4.6.	Espèces similaires.....	27
3.4.7.	Impacts écologiques.....	28
3.4.8.	Impacts économiques.....	28
3.4.9.	Options en matière de gestion.....	28
DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES		
Deuxième Partie : MATERIEL ET METHODES		29
II.1.	Matériel	29
II.1.1.	Présentation de site d'échantillonnage.....	29
II.1.2.	Matériel biologique.....	29
II.1.2.1.	L'algue marine rouge <i>Asparagopsis armata</i>	29
II.1.2.2.	Souches fongiques testées.....	30
II.1.3.	Matériel chimique.....	30
II.2.	Méthodes	31
II.2.1.	Préparation de l'extrait algal.....	31
II.2.2.	Préparation de la solution de l'antibiotique (amphotéricine B).....	32
II.2.3.	Tests préliminaire.....	33
II.2.3.1.	L'isolement et purification des souches du genre <i>Fusarium</i>	33
II.2.3.2.	La pré-culture des champignons.....	33
II.2.4.	Préparation de l'inoculum.....	34
II.2.5.	Conservation des souches.....	34
II.2.6.	Etude de l'activité antifongique de l'extrait d'algue rouge <i>Asparagopsis armata</i>	35
II.2.6.1.	Préparation de différentes dilutions de l'extrait algal.....	35
II.2.6.2.	Technique de diffusion en milieu solide : méthode des disques.....	35
II.2.7.	Analyse des résultats expérimentaux.....	37
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION		
III.	RESULTATS ET DISCUSSION	38
III.1.	Résultats	38
III.1.1.	L'évaluation de l'activité antifongique.....	38
III.1.1.1.	Effets des différentes dilutions de l'extrait acétonique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL.....	38
III.1.1.2.	Effets des différentes dilutions de l'extrait dichlorométhanolique de	

l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL.....	39
III.1.1.3. Effets des différentes dilutions de l'extrait hexanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL.....	41
III.1.1.4. Effets des différentes dilutions de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL.....	42
III.1.2. Le taux d'inhibition de la croissance du FOA et du FOL par les différentes extraits testées	45
III.1.2.1. Le taux d'inhibition de la croissance du FOA par les différents extraits testés.....	46
III.1.2.2. Le taux d'inhibition de la croissance du FOL par les différents extraits testés.....	46
III.1.3. Effet de l'antibiotique amphotéricine B sur la croissance du thalle de FOA et FOL.....	47
III.2. Discussion	49
CONCLUSION	51
Références bibliographiques	52
Annexes	58

Liste des figures

N° figure	Titre	Page
Figure 1	Construction schématique d'un palmier dattier.....	4
Figure 2	Courbe d'évolution de la production des dattes dans la région de Laghouat.....	5
Figure 3	Répartition géographique du Bayoud dans le monde.....	7
Figure 4	Courbe d'évolution de la production de la tomate dans la région de Laghouat.....	16
Figure 5	Cycle de reproduction <i>Asparagopsis armata</i>	27
Figure 6	Les différentes étapes de préparation de l'extrait d'algue <i>Asparagopsis armata</i>	32
Figure 7	Taux d'inhibition de la croissance du thalle par les différentes concentrations des solvants.....	47

Liste des photos

Liste des photos		
N° photo	Titre	Page
Photo 1	Aspect microscopique et macroscopique de FOA.....	9
Photo 2	Symptôme externe du bayood.....	10
Photo 3	Symptôme interne du bayoud.....	11
Photo 4	Les symptômes de <i>Fusarium</i> de la tomate.....	18
Photo 5	Aspect morphologique de FOL.....	19
Photo 6	<i>Asparagopsis armata</i>	26
Photo 7	Localisation de la zone d'échantillonnage de l'algue rouge.....	29
Photo 8	Algue rouge <i>Asparagopsis armata</i>	30
Photo 9	L'antibiotique amphotéricine b.....	33
Photo 10	Aspect macroscopique des deux champignons après 7 jours d'incubation.....	34
Photo 11	Conservation des souches FOA et FOL.....	35
Photo 12	Prélèvement du disque fongique de 6 mm de diamètre.....	36
Photo 13	Effet de l'extrait acétonique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.....	38
Photo 14	Effet de l'extrait acétonique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.....	39
Photo 15	Effet de l'extrait dichlorométhanologique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.....	40
Photo 16	Effet de l'extrait dichlorométhanologique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.....	40
Photo 17	Effet de l'extrait hexanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.....	41
Photo 18	Effet de l'extrait hexanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.....	42
Photo 19	Effet de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.....	43
Photo 20	Effet de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.....	44
Photo 21	Effet de l'amphotéricine sur la croissance mycélienne du FOA.....	48
Photo 22	Effet de l'amphotéricine sur la croissance mycélienne du FOL.....	48

Liste des photos

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Les souches fongiques phytopathogènes et leur source.....	30
Tableau 2	les différentes dilutions de l'extrait algal	35
Tableau 3	Résultats de l'effet du solvant d'extraction sur l'activité antifongique d'algue rouge <i>Asparagopsisarmata</i>	45

Liste des abréviations

%	: Pourcentage
°C	: Degré Celsius
µl	: Microlitre
µm	: Micromètre
cm	: Centimètre
DSA	: Direction des Services Agricoles
f. sp	: Forme spéciale
FAO	: Food and Agriculture Organization.
FO	: <i>Fusarium oxysporum</i>
FOA	: <i>Fusarium oxysporum f. sp. albedinis</i>
FOL	: <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>
g	: Gramme
g/l	: Gramme par litre
ha	: Hectare
ITCMI	: Institut technique de cultures maraichères et industrielles
Km	: Kilomètre
m	: Mètre
MADR	: Ministère d'agriculture et du développement rural
mg	: Milligramme
mg/ml	: Milligramme par millilitre
ml	: Millilitre
mm	: millimètre
pH	: Potentiel hydrogène
Qx	: Quintaux
Qx/ha	: Quintaux par hectare
SRPVG	: Station Régionale de Protection des Végétaux de Ghardaia.

INTRODUCTION

Les champignons phytopathogènes et leurs mycotoxines sont considérés comme étant des contaminants alimentaires les plus significatifs en termes d'impacts sur la santé publique, la sécurité alimentaire et notamment l'économie de nombreux pays (Ruppel et *al.*, 2004).

Le genre *Fusarium* présente des espèces fongiques complexes pathogènes pour l'homme et les plantes (McGovern, 2015). Le *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis* et *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* causent respectivement des maladies pour le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Des pertes économiques considérables ont été notées suite aux contaminations par ces champignons phytopathogènes (Saaidi, 1979).

En matière de protection, on peut utiliser plusieurs types d'approches soient la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte physique, les biopesticides et les facteurs humains (Vincent et *al.*, 2001).

L'utilisation répétée des produits chimiques, les pesticides et autres, ont donné des résultats limités à moyen et à long terme. Ils entraînent le plus souvent, la pollution de l'environnement, les problèmes d'intoxication des opérateurs et des consommateurs, ainsi que l'apparition de souches résistantes et l'augmentation de la quantité des résidus sur les fruits (Ainane, 2011).

Devant cette situation, l'intégration d'autres stratégies efficaces et respectueuses à l'environnement semble être nécessaire.

Depuis la découverte des activités antifongiques de plusieurs espèces d'algue marine des différentes parties du monde et isolement de leur principe actif (Hornsey et Hide, 1974), quelques algues rouges ont été reportées de produire des composés chimiques avec des effets biologiques puissants (Fenical, 1975).

L'algue marine rouge du genre *Asparagopsis* a été reportée d'avoir des propriétés antifongiques, antibactériennes et anti-protozoaires (Jiao et *al.*, 2011). Plusieurs produits naturels comprenant les composés halogénés, comme les haloformes, les méthanes, les

cétones, les acétates et les acrylates, sont décrits à partir de cette algue (Woolard et *al.*, 1979).

Les études des effets antibiotiques des métabolites isolés à partir des algues marines *in vivo* et *in vitro* sont peu développées (Rao et Parekh, 1981). En Algérie il existe une très grande diversité d'algues marines (rouges, vertes, brunes et bleues..). D'après les résultats du screening de l'activité antifongique de plusieurs espèces d'algue marine d'Algérie, seulement l'extrait d'algue rouge *Asparagopsis armata* a une activité antifongique plus élevée (Hachani et Gouzi, 2014).

Par conséquent, nous nous serons intéressés dans ce travail à étudier l'effet du solvant d'extraction sur le pouvoir antifongique de l'algue rouge *Asparagopsis armata* contre deux espèces fongiques *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* (FOA) et *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* (FOL). Nous essayerons de comparer nos résultats obtenus avec l'effet d'un antibiotique de référence afin d'évaluer l'efficacité des extraits testés.

Ce mémoire sera organisé en différentes parties décrivant les étapes successives de cette étude;

La première partie concerne un rappel bibliographique aussi précis que possible sur le palmier dattier, la tomate et leurs maladies fongiques causées principalement par le genre *Fusarium*. Nous décrirons également les algues marines, en particulier l'algue marine *Asparagopsis armata*.

Dans la deuxième partie, nous décrirons les procédures expérimentales mises en jeu dans cette étude.

La troisième partie sera consacrée à une discussion des résultats expérimentaux obtenus. Une récapitulation succincte des résultats ainsi que les perspectives ouvrant la voie à des études ultérieures sur l'algue *Asparagopsis armata*, seront regroupées dans la dernière partie.

1. LA FUSARIOSE VASCULAIRE DE PALMIER DATTIER

1.1. Généralités sur le palmier dattier

1.1.1. Historique et origine

Le palmier dattier est l'un des arbres fruitiers le plus anciennement cultivés. Les documents les plus anciens en Mésopotamie (Irak actuellement) montrent que sa culture se pratique depuis 3 500 ans avant J.C. Dans la même époque, les dattiers étaient cultivés en Irak occidental, à travers l'Arabie Saoudite et jusqu'en l'Afrique du nord. Ce n'est qu'au milieu du XIX^{ème} siècle que les plantations furent établies dans les vallées chaudes de Californie et dans l'Arizona méridional. Au cours des siècles et au Maghreb, le palmier a fait l'objet de différentes plantations réparties dans des lieux disposants relativement d'eau.

Le palmier dattier permet une pérennité de la vie dans les régions désertiques. Ses fruits sont un excellent aliment grâce à leurs effets toniques et légèrement laxatifs (Munier, 1973).

1.1.2. Distribution systématique

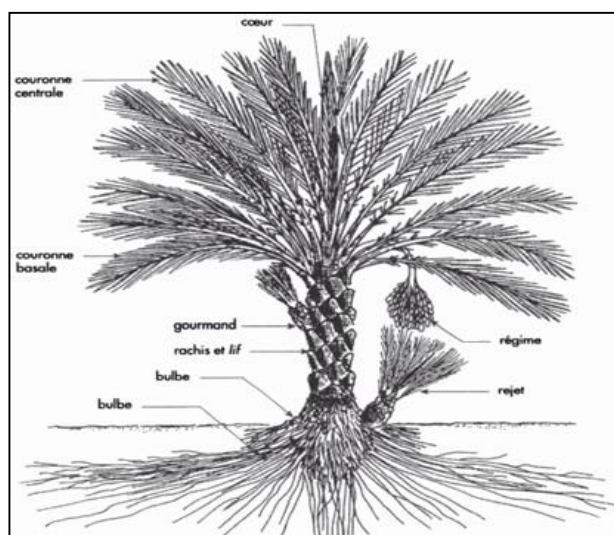
La classification du palmier dattier donnée par Djerbi (1994), est la suivante:

Groupe:	<i>Spadiciflora</i>
Embranchement:	<i>Angiospermes</i>
Classe:	<i>Monocotyledones</i>
Ordre:	<i>Palmales</i>
Famille:	<i>Palmaceae</i>
Tribu:	<i>Phoeniceae</i>
Genre:	<i>Phoenix</i>
Espèce:	<i>Phoenix dactylifera</i> L.

1.1.3. Caractères morphologiques et l'écologie de palmier dattier

➤ Caractères morphologiques

L'allure la plus commune et la plus connue du palmier dattier est arborescente monocotylédone, avec un tronc ou stipe monopodique (non ramifié et unique), très élancé, vertical et cylindrique de couleur brune, pouvant atteindre 30 à 40 m de haut et portant au sommet une couronne de feuilles ou palmes, pennées de 4 à 7 m de longueur (Hadjari et Kadi Hanifi, 2005) (Figure 1).



(Munier, 1973 ; Peyron, 2000).

Figure.1. Construction schématique d'un palmier dattier.

➤ **Ecologie du palmier dattier**

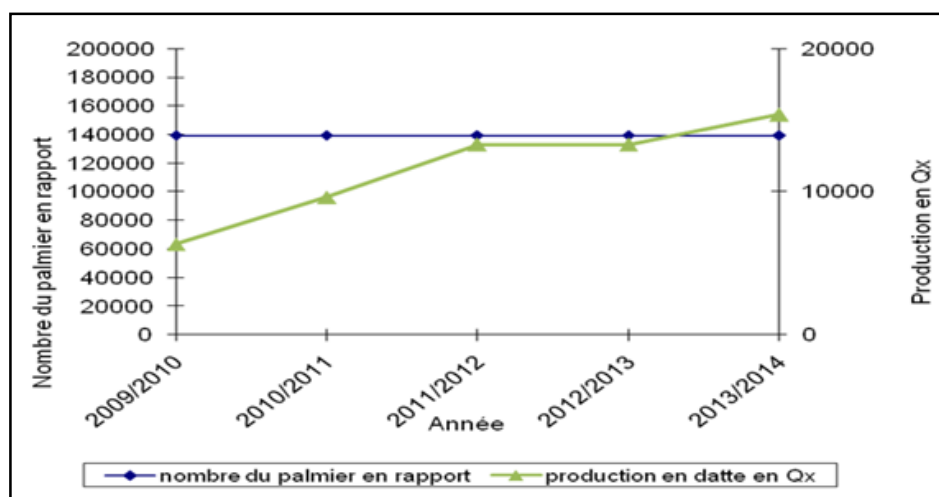
Le palmier dattier ne vit pas en région tropicale humide comme les autres palmiers, mais en région subtropicale sèche, spontanée dans la plupart des régions du vieux monde où la pluviométrie est inférieure à 100 mm par an (Riedacker et *al.*, 1990). Le palmier dattier est un arbre qui résiste mieux au froid, à la sécheresse et qui exige beaucoup de chaleur, il est sensible à l'humidité surtout pendant la période de fructification et de floraison (Munier, 1973).

1.1.4. Répartition de la culture de palmier dattier en Algérie

L'origine du palmier dattier en Algérie, vient de la péninsule arabique; à travers les commerçants qui ont propagé du palmier autour de la Méditerranée, il était introduit spécialement dans les lieux disposant d'eau dans le Sahara c'est ainsi que sont apparues les premières palmeraies de Oued Righ et des Ziban par le biais des bédouins nomades arabes, venus d'Orient, pour le commerce. Le patrimoine phoenicicole national est concentré dans toutes les régions situées sous l'Atlas saharien, dans la partie septentrionale est et centre du Sahara Algérien concentrées essentiellement dans le sud-est du pays (Messar, 1996). Parmi ces zones potentielles, à savoir : Souf, Ziban, Oued Righ, Cuvette de Ouargla, M'Zab, El-Goléa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf.

1.1.5. Importance économique du palmier dattier dans la région de Laghouat

D'après la figure 2, on constate une augmentation de la production est enregistrée dans la période allant de l'année 2010 à 2014 malgré le nombre du palmier est constant. Cette augmentation de la production exprimée par les jeunes palmiers qui sont en production et l'entretien qui se sont améliorées (DSA, 2015). La production des dattes dans la wilaya de Laghouat est présentée dans l'annexe 1.



(DSA, 2015)

Figure.2. Courbe d'évolution de la production dattier dans la région de Laghouat

1.1.6. Contraintes phytosanitaires de palmier dattier

Le palmier dattier est une plante particulièrement sujette aux attaques des ravageurs et de maladies (Annexe 2).

1.2. La fusariose du palmier dattier (Bayoud)

Les fusarioses vasculaires causées par des formes spéciales de *Fusarium oxysporum* affectent des espèces de plantes appartenant à toutes les familles botaniques à l'exception des graminées (Alabouvette *et al.*, 1998). Le Bayoud c'est la plus grave maladie du palmier dattier, cette maladie est apparue au Maroc vers 1870. Où elle a entraînée la mort de plus de 12 millions de palmiers et elle menace véritablement tout les pays producteurs des dattes. L'agent causal responsable au Bayoud est un champignon microscopique qui fait partie de la microflore du sol *Fusarium oxysporum f. sp. albedenis* (FOA), il peut survivre pendant plusieurs années sous forme de chlamydospores dans le sol en l'absence de la plante hôte ou

dans les tissus du palmier dattier. Il appartient au groupe des champignons imparfait (Bounaga, 1991).

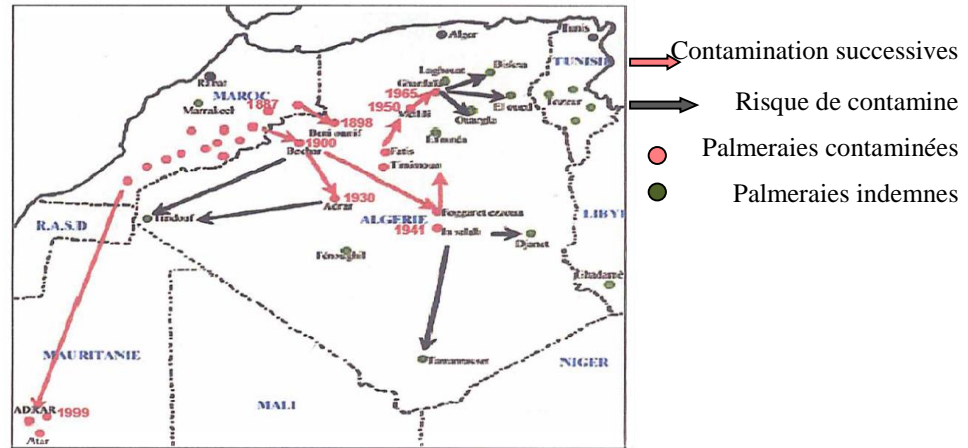
1.2.1. Généralités sur le Bayoud

1.2.1.1. Historique et progression de la maladie

Cependant, plusieurs auteurs, s'accordent sur l'origine Marocaine de la maladie, où elle a été observée pour la première fois dans la vallée du Drâa, au nord du Zagora avant 1870. A cette époque, toutes les palmeraies qui bordaient l'Oued du Drâa ont été ravagées (Djerbi, 1982).

Depuis lors, Le Bayoud progresse vers l'Ouest et atteint Fouggarat El Hasan en 1960. Dès 1898, la maladie atteint les palmeraies de Figuig au Maroc et de Béni Ouenif en Algérie, puis Béchar en 1940, par la localisation de quelques foyers. Les palmeraies proches de ces centres sont atteintes à leur tour tel que Béni Abbès en 1908 et Taghit en 1923. Entre 1940 et 1950, deux contaminations sont particulièrement importantes, la région d'In Salah et celle d'Adrar, respectivement vers 1943 et 1950 (Brac de la Perriere et Benkhalifa, 1991). Bien que le Bayoud a enregistré une progression de proche en proche vers l'Ouest, de la vallée du Drâa au Maroc jusqu'à Béni Ouenif en Algérie; il effectue au Sahara central de l'Algérie, des bonds désordonnés, de régions en régions, bien qu'elles soient très éloignées géographiquement à savoir:

- 700 km en 04 ans entre Béni Ouenif et Fouggarat El Arab,
- 300 km en 12 ans entre Béchar et Fatis,
- 700 km en 08 ans entre In salah et Metlili (Toutain, 1965). Enfin, et plus récemment, les palmeraies de Ghardaïa et d'El Goléa, sont contaminées à leur tour en 1965 et 1978 (Djerbi, 1982; Brac De La Perriere et Benkhalifa, 1991) (Figure 3).



(SRPVG, 2003).

Figure.3. Répartition géographique du Bayoud dans le monde

1.2.1.2. L'agent causal (FOA)

➤ L'historique de l'agent causal

- ✓ Le genre *Fusarium*

Le genre *Fusarium* a été décrit pour la première fois par Link en 1809 (in Booth, 1985). La détermination de *Fusarium*, comme celle des autres champignons imparfaits été basée essentiellement, et jusqu'à ce jour, sur les critères morphologiques (pigmentation, aspect du mycélium, présence ou absence des spores, taille, forme, nombre de cloisons, ...).

La diversité et l'extrême variabilité de ces caractères au cours des repiquages successifs et en fonction des conditions de culture des champignons appartenant à ce genre, expliquent les difficultés rencontrées pour la classification, d'où les nombreux systèmes taxonomiques et les controverses proposés. Les travaux de Wollenweber et Rincking (1935), qui ont servi de références, ont pu décrire 65 espèces, 55 variétés et 22 formes, rassemblées en 16 sections et 06 sous-sections (Synder et Hansen, 1940).

Le genre *Fusarium* a été profondément revu par Tousson et Nelson (1975) et Messiaen et Cassini (1981). Ils ont simplifié la classification pour ne retenir que 09 espèces, dans le but de permettre une détermination rapide des parasites rencontrés (Bounaga, 1991).

D'autres systèmes taxonomiques proposés, s'appuyant sur les travaux de Wollenweber, ont été suggérés, notamment par Booth (1981), et Gerlach (1981), et ils ont conservé un certain nombre de section et d'espèces avec quelques modifications (Bounaga, 1991).

✓ L'espèce *oxysporum*

Wollenweber et Rincking (1935) ont placé l'espèce *oxysporum* dans la section *Elegans*, qu'ils ont subdivisé en 03 sous-sections, en se basant sur la forme et la taille des spores et sur les caractères cultureux. Dès 1940, toutes les espèces de cette section sont rassemblées dans une seule espèce FO.

Dans le genre *Fusarium* l'espèce *oxysporum*, constitue 50% à 70% des populations fusariennes des sols (Elle est considérée comme colonisatrice primaire du rhizoplan et du cortex racinaire). Elle représente plus de 50 % des isolats de *Fusarium*, à partir des racines de plantes diverses. L'espèce *oxysporum* peut vivre en saprophyte ou en parasites de vertébrés ou de plantes (Mullen et Stack, 1983).

✓ La forme spéciale *albedinis*

L'espèce est actuellement subdivisée en plus de 80 formes spéciales (Armstrong et Armstrong, 1981), suivant la plante hôte à laquelle elle s'attaque et dont elle est isolée. La reconnaissance de ces formes spéciales, ne fait appel à aucun critère morphologique mais seulement à la pathogénicité du champignon, dont la détermination doit se faire par la réinoculation du pathogène dans la plante hôte (Bounaga, 1991). Ces formes spéciales peuvent être subdivisées en races, basées sur la pathogénicité différentielle des isolats sur des variétés distinctes. Mais par contre, certaines formes spéciales ont été rassemblées, car elles étaient susceptibles de provoquer la même maladie chez plusieurs hôtes (Armstrong et Armstrong, 1981).

1.2.1.2.1. Description morphologique

✓ Caractères macroscopiques

L'aspect sauvage du FOA est caractérisé par un tapis mycélien fin frisé, de couleur rose saumon à la lumière et blanc ou violet à l'obscurité, au sein duquel se forme de petites sporodochies. Ces critères permettent d'identifier l'agent causal du Bayoud sans recours aux tests de virulence des sclérotés de couleur bleue à noire naissent parfois groupées et mesurent de 1 à 3 mm de diamètre (Djerbi, 1988) (photo 1 A).

✓ Caractères microscopiques

Le FOA possède un mycélium hyalin cloisonné, il est fin et régulier en culture jeune. Ce mycélium présente des cellules hypertrophiées en chaîne, d'aspect globuleux en cultures âgées ayant une grande ressemblance avec les chlamydozoospores, mais sans épaississement de la paroi. La multiplication asexuée se réalise par des microphialides et des macrophialides qui produisent respectivement des microconidies et des macroconidies (Photo 1 B).

- Les microconidies: sont très nombreuses, hyalines de forme et de dimension variables dans une même culture (3-15 x 3-5 μm). En culture jeune elles sont globuleuses, par contre en culture âgées, elles sont plus allongées. Les microconidies sont souvent unicellulaires, parfois bicellulaires et possèdent deux cloisons.

- Les macroconidies : sont peu nombreuses, à base pédiforme, et une extrémité pointue et courte. Elles possèdent trois cloisons, rarement 4 ou 5 et mesurent (20-35 x 3-5 μm).

- Les chlamydozoospores : dans les cultures âgées ou dans le sol, le FOA des chlamydozoospores, régulières, soit globuleuses, à paroi lisse et épaisse, et leur taille varie de 6 à 20 μm . Elles sont intercalaires ou terminales et sont isolées ou groupées par 2. Elles se forment soit sur le mycélium, soit à partir des macroconidies (Bulletin OEPP/ EPPO, 2003).

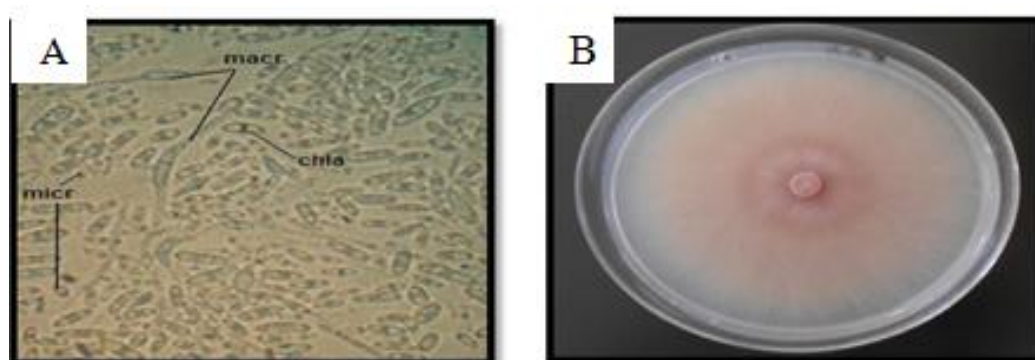


Photo.1. Aspect microscopique et macroscopique de FOA

A : Spores du FOA sous microscope optique ($\times 400$)
micr: microconidies, macr: macroconidies,
chla : chlamydozoospores (Dihazi, 2012).

B : aspect macroscopique (Originale, 2015)

1.2.1.3. Symptôme de la maladie

✓ Symptômes externes

Le Bayoud attaque aussi bien les palmiers jeunes qu'adultes, de même que leurs rejets basaux. Les premiers symptômes externes de la maladie, visibles par un œil averti, font leur apparition sur une ou plusieurs feuilles de la couronne moyenne. Les feuilles affectées

prennent une teinte plombée (gris cendre) et ensuite se fanent d'une façon particulière: les pennes situées d'un cote de la feuille commencent à blanchir, et la maladie progresse de la base vers l'apex. Quand tout ce cote a été affecte, le flétrissement commence de l'autre cote, en sens inverse cette fois-ci, de l'extrémiste de la feuille vers sa base, jusqu'a la mort de la feuille. Au cours de ce processus de décoloration et dépérissement des pennes, une coloration brune qui se manifeste dans le sens de la longueur, sur la cote dorsale du rachis, avance de la base vers l'apex de la fronde: elle correspond au passage du mycélium dans les faisceaux vasculaires du rachis. Ensuite, la feuille va prendre une forme arquée, similaire à une feuille humide, et pend le long du tronc. Ce processus peut durer de quelques jours à plusieurs semaines Les mêmes symptômes peuvent ensuite apparaitre sur des feuilles adjacentes ou opposées (Djerbi, 1983) (Photo 2).



(Meharzi, 2008).

Photo.2. Symptôme externe du Bayood.

✓ Symptômes internes

Si on déracine un palmier malade, on ne voit qu'un petit nombre de racines malades, rougeâtres, sans proportion avec les dégâts observés sur l'arbre. Ces racines malades correspondent à plusieurs groupes de faisceaux vasculaires du stipe qui ont pris une coloration brun rougeâtre, de même que le parenchyme et le sclérenchyme environnants d'ailleurs. Vers la base du stipe, les taches sont larges et nombreuses (Djerbi, 1983) (Photo 3).



(Meharzi, 2008).

Photo.3. Symptôme interne du Bayoud.

1.2.1.4. Facteurs influencent le développement de la maladie

En général, les conditions favorables à une croissance rapide du palmier dattier favorisent aussi le développement de la maladie. La température de croissance optimale du pathogène est entre 21 et 27,5°C ; la croissance reste importante entre 18°C et 32°C, mais s'arrête au-dessous de 7°C et au dessus de 37°C (Karkachi, 2013).

1.2.1.5. Moyens de lutte

- ✓ Les mesures prophylactiques

Afin d'éviter ou de retarder la dissémination du Bayoud dans les régions indemnes, les mesures prophylactiques constituent un des moyens de luttés préventifs contre cette trachéomycose, grâce à la sensibilisation et l'aide des phoeniculteurs, d'une part, pour mieux connaître la maladie, l'aire de sa répartition, sa progression et sa surveillance et d'autres parts, pour veiller à n'utiliser que des rejets sains pour la plantation et d'interdire les échanges de matériel végétal entre les palmeraies.

- ✓ Les techniques culturales

Les techniques culturales contre les fusarioses vasculaires, consistent à éviter les conditions favorisant la croissance de l'agent pathogène. La maladie est moins présente en conditions d'irrigation réduites, ainsi que dans les sols à pH alcalin, riches en calcium et potassium, pauvres en phosphore et magnésium et dont l'azote est sous forme nitrique plutôt qu'ammoniacal (Waltz et Johnes, 1981).

Dans les parcelles contaminées, il faut éviter les cultures du henné et de la luzerne qui nécessitent une irrigation abondante favorable à la maladie, et qui sont des porteurs sains de l'agent pathogène FOA (Bulit et *al.*, 1967).

En outre, le contact souterrain entre les arbres voisins doit être évité, par l'application des méthodes modernes d'irrigation et de plantation des palmiers dattiers (Louvet, 1991).

✓ La lutte chimique

La lutte chimique repose sur l'utilisation de nombreux produits phytosanitaires qui sont soit thérapeutiques, appelés systémiques, soit protecteurs, appelés préventifs (Roger, 1990). La désinfection du sol est très coûteuse et difficile, ainsi, la lutte chimique n'est envisageable qu'à la découverte du foyer primaire (point de départ d'une nouvelle infection dans une région saine). Dans ce cas, le traitement du sol peut être effectué par l'utilisation du bromure de méthyle (Frederix et Den Brader, 1989).

Différents autres fongicides couramment utilisés en agriculture ont été testés tels que: Le bénomyl et le méthylthophanate, qui inhibent la croissance mycélienne *in vitro* à des doses de 10 et 100 ppm respectivement (Saaidi et Rodet, 1974).

✓ La lutte biologique

Une autre alternative pour protéger les plantes contre les agents pathogènes est l'application des méthodes de biocontrôle (Azco'n-Aguilar et Bare, 1997), par l'utilisation de différents micro-organismes doués d'activité antagoniste, conduisant à des phénomènes d'antibiose et d'hyperparasitisme. Plusieurs chercheurs se sont intéressés aux micro-organismes antagonistes tels que les bactéries, les champignons et les actinomycètes, dans l'espoir de mettre au point un procédé de lutte efficace capable de limiter la gravité des fusarioses (Alabouvette et *al.*, 1986). Parmi les bactéries utilisées en lutte biologique, on peut citer les *Pseudomonas fluorescens* et *Serratia marcescens*, et parmi les champignons, il existe les *Fusarium* non pathogènes et le *Trichoderma harzianum*. Amir (1991) ont sélectionné des souches de *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* non pathogènes, pour leur pouvoir compétitif élevé et inhibiteur de deux formes spéciales: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini* et FOA Hibar et ses collaborateurs (2005), ont montré qu'il a un intérêt primordial d'utiliser le *Trichoderma harzianum* en tant qu'agent de lutte biologique contre la fusariose vasculaire.

2. LA FUSARIOSE VASCULAIRE DE LA TOMATE

2.1. Généralité sur la tomate

2.1.1. Historique et origine de la tomate

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est originaire des Andes d'Amérique du Sud, dans une zone allant du sud de la Colombie au nord du Chili et de la côte Pacifique, aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVI^{ème} siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Shankara *et al.*, 2005).

Au départ, les européennes l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme plantes vénéneuses en l'occurrence, *Hyocinus niger*, *Lycopersiconatropa* (Kolev, 1976).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite en raison des conditions climatiques qui sont propices pour sa culture. Quant à sa consommation, elle a commencée dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral algérois (Latigui, 1984).

2.1.2. Classification de la tomate

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées avait été reconnue par les botanistes a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*, d'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicon*, *Solanum esculentum*, *Lycopersiconlycopersicum* ., c'est finalement *Lycopersicon esculentum* attribué par Philipe par Philip Mille en 1754, qui a été retenu (Munroe et Small, 1998).

Cronquist (1981) ., Gaussen *et al* (1982) proposèrent la classification de la tomate qui est largement suivie :

Règne :	Plantae
Sous règne :	Trachenobionta
Embranchement :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Solanales
Genre :	<i>Solanum ou lycopersicon</i>
Espèce :	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.

2.1.3. Principales exigences édapho-climatiques de la plante

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Les températures optimales pour la plupart des variétés se situent entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus végétaux sont endommagés (Shankara et al., 2005).

La plante est très sensible à l'hygrométrie, elle ne tolère pas les sols engorgés ni l'humidité élevée (plus de 80%) et une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure pour la fécondation. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est fortement lié à des fortes humidités accompagnées de la chaleur (Laumonier, 1979).

La tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais exigeante en énergie lumineuse. La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la plante. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation (Cirad et Gret, 2002). En outre, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruits et la couleur des fruits.

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH, mais, pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5.5 et 6.8.

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées (Shankara et al., 2005).

2.1.4. Intérêt économique de la tomate

La tomate est la culture la plus répandue dans le monde après la pomme de terre (Arbaoui, 1984). Elle représente donc un enjeu économique, et soumise à une importante concurrence. Cent cinquante millions de tonnes de tomates sont produites annuellement dans le monde (Péron, 2002).

2.1.4.1. Production mondiale

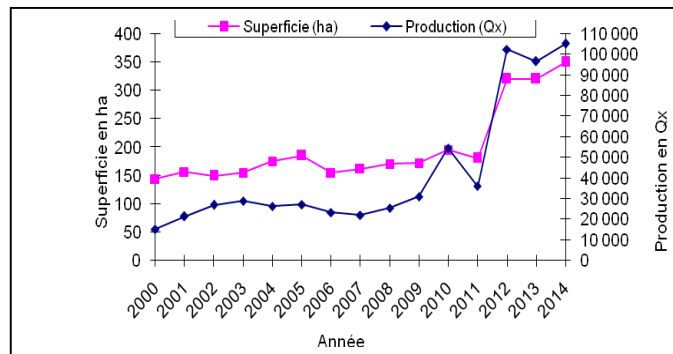
La Chine est le premier pays producteur mondial de la tomate avec 41879684 tonnes/an suivie des Etats-Unis avec 12902000 tonnes. L'Inde occupe le troisième rang mondial. De nombreux pays tels que l'Égypte, la Turquie, l'Italie, l'Iran, l'Espagne, le Brésil et le Mexique produisent également chaque année plus d'un million de tonnes de tomates (FAO, 2012) (Annexe 1).

2.1.4.2. Production en Algérie

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraichère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 Qx /ha (MADR, 2009) Annexe 1.

2.1.4.3. Production de la tomate dans la wilaya de Laghouat

La production de la tomate dans la wilaya de Laghouat est présentée par Annexe 1. Une légère augmentation de la production est enregistrée dans la période allant de l'année 2000 à 2003. Durant les années 2004 et 2005, et malgré l'augmentation de la superficie, la production a diminué. L'accroissement de la superficie a engendré une augmentation de la production durant les années 2006 à 2010 dont on note un pic de production d'environ 54 000 Qx en 2010. Cette augmentation de la production n'est pas liée uniquement à l'augmentation de la superficie mais aussi à l'intensification et aux techniques utilisées dans le calendrier cultural et l'entretien de la culture qui se sont améliorées progressivement (DSA, 2015) (figure 5).



(DSA, 2015).

Figure 4. Courbe d'évolution de la production de la tomate dans la région de Laghouat.

2.1.5. Contraintes phytosanitaires de la culture de la tomate

La tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques de ravageurs et de maladies (Kennedy, 2003). Les aleurodes, pucerons, mineuses, acariens, thrips, noctuelles et nématode constituent ses principaux ravageurs. Les principales maladies rencontrées en culture de tomate sont : chancre bactérien, la pourriture grise, mildiou, l'alternariose, la fusariose, la fonte de semis et certaines viroses, dont le TYLC (Tomato Yellow Leaf Curk virus) (ITCMI, 2012)(Annexe 2). Le nombre important de ravageurs et maladies associés à la tomate, ainsi que le risque constant de voir apparaître de nouveaux ravageurs, conduit à un intérêt certain de la part des producteurs pour le développement des moyens de lutte, qu'ils soient de nature chimique ou biologique (Trottin-Caudal *et al.*, 1995).

2.2. La fusariose de la tomate

2.2.1. Généralités

La fusariose (voir photo 4) est une maladie dévastatrice pour les cultures de tomate partout dans le monde, elle est causée par *Fusarium oxysporum* sp. *lycopersici* (FOL) (Walker, 1971). Ce champignon terricole qui pénètre dans la plante par les racines envahit les tissus ligneux et provoque le jaunissement, la flétrissure puis la mort de la plante (Blancard, 1997).

2.2.2. Symptomatologie de la maladie

➤ Les symptômes externes

La maladie évolue très rapidement, les parties des limbes touchés flétrissent comme par manque d'eau, c'est le flétrissement rapide.

Les feuilles asséchées gardent leur chlorophylle et apparaissent avec un aspect gris verdâtre (Laterrot *et al.*, 1978). Il s'ensuit un jaunissement puis une nécrose d'une partie ou de la totalité du limbe avec des éclaircissements au niveau des nervures.

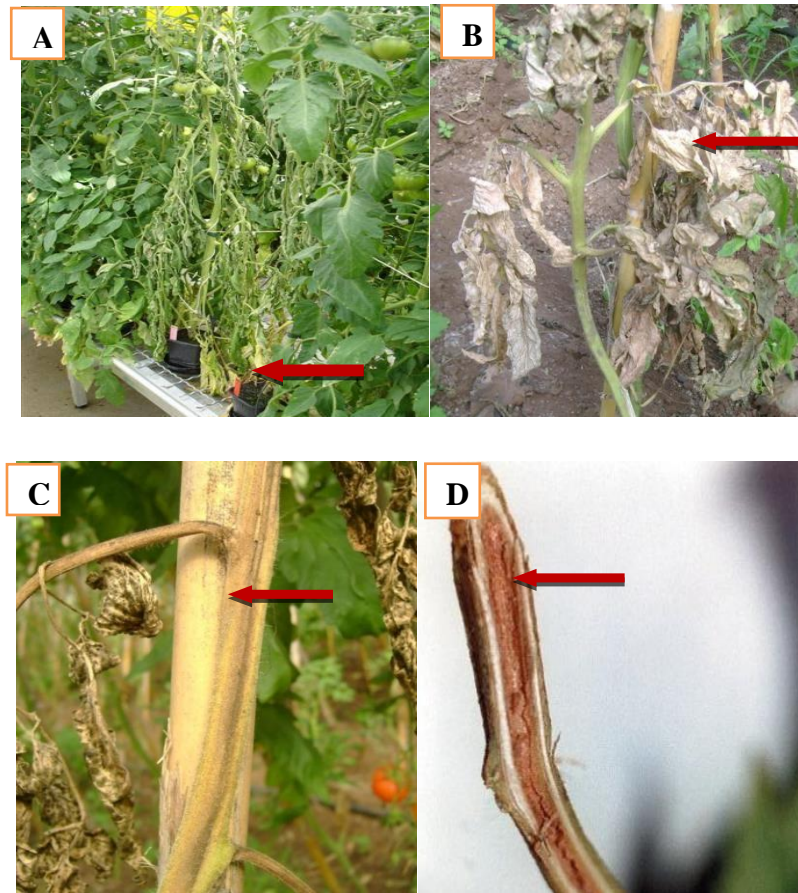
L'atteinte des feuilles se fait progressivement de bas en haut ce qui fait que les feuilles se trouvant à la base de la plante sont déjà mortes (Messiaen, 1981). Il arrive fréquemment qu'un seul rameau soit atteint et ceci avant l'apparition des symptômes de la maladie sur le reste de la plante.

Au niveau de la tige de la plante atteinte, apparaît une dépression longitudinale qui part du collet puis remonte unilatéralement. Les tissus au niveau de la dépression sont de couleur brune (Bouhot *et al.*, 1972).

➤ Les symptômes internes

Une coupe longitudinale au niveau de la tige des plantes atteintes, présente dans la partie ligneuse et adjacente au cortex vert, une coloration brune sombre des tissus conducteurs.

Des coupes transversales laissent apparaître également des tissus bruns foncés contenant souvent des fragments mycéliens.



(Agrios, 2005).

Photo.4.Les symptômes de *Fusarium* de la tomate.

A : Flétrissement et jaunissement des feuilles.

B : Dessèchement et mort des feuilles.

C : Brunissement longitudinal de la tige.

D : Brunissement des vaisseaux.

2.2.3. Description de l'agent causal (FOL)

L'identification des espèces de *Fusarium* est assez difficile, elle est basée sur la morphologie des spores asexuées (Fisher *et al.*, 1982).

- Les microconidies : *F. oxysporum* est caractérisé par la présence abondante de microconidies (Tivoli, 1988) fusiformes à réniformes, présentant 0 à 2 septa, agglomérés en fausses têtes produites par de petits phialides. Des observations microscopiques ont montré qu'une population de FOLest constituée de plusieurs propagules dont les microconidies à elles seules constitue plus de 90% de cette population (Tello-Marquina et Alabouvette, 1984).

- Les macroconidies : légèrement arquées, présentant 3 à 4 septa, la cellule basale pédicellée, la cellule apicale en crochet, produite par des phialides sur des conidiophores ramifiés ou en sporodochie (Messiaen et Cassini, 1968).
- Les chlamydospores : hyalines, lisses ou rugueuses, globuleuses, terminales ou intercalaires (5-15µm de diamètre) (Komi, 1993).

Les chlamydospores sont des organes de conservation, résultant de l'accumulation de réserves dans une région (article du mycélium ou conidie) qui se dilate quelque peu et s'entoure finalement d'une membrane épaisse de teinte généralement foncée (Dommergues et Mangenot, 1970). Après trois semaines de culture, de nombreuses chlamydospores intercalaires apparaissent sur le mycélium (Tivoli, 1988). Photo 5.



(Site web 1).

Photo.5. aspect microscopique e de FOL.

2.2.4. Taxonomie

Règne :	Champignons
Embranchement :	Ascomycota
Classe :	Sordariomycetes
Sous-classe :	Hypocreomycetidae
Ordre :	Hypocreales
Famille :	Nectriaceae
Genre :	<i>Fusarium</i>
Espèce :	<i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici</i> (Jarvis et Shoemaker, 1979).

2.2.5. Conditions favorables pour le développement de la maladie

Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici préférant les températures plutôt élevées, il sévit durant les périodes chaudes de l'année, son optimum thermique se situe aux environs de 28°C. Il affectionne particulièrement les sols sableux et acides. La maladie est favorisée par la faible hygrométrie du sol, les jours courts, les faibles intensités lumineuses, des

tissus végétaux carencés en azote, en phosphore et en calcium. Les fumures azotées excessives, surtout à base d'ammoniaque auraient les mêmes effets (Blancard, 2013).

2.2.6. Les moyens de lutte

Les méthodes de lutte appliquées pour le contrôle des fusarioses sont généralement limitées, comme c'est le cas pour l'ensemble des maladies parasitaires vasculaires. Il n'existe actuellement aucun moyen réellement efficace pour contrôler totalement ces maladies, les mesures de contrôle demeurent dans leur globalité d'ordre préventif (Rouxel *et al.*, 1979).

➤ La lutte culturale

Elle consiste à éviter les conditions qui favorisent la maladie : un sol léger et acide, un manque d'azote et de calcium, des températures élevées supérieure à 28°C (température optimale du développement du *Fusarium oxysporum*) et un manque de lumière. La méthode de prévention la plus courante est le chaulage afin de maintenirle pH entre 6,4 et 7 (Scott, 1923).

Des chercheurs Taïwanais Su et Huang (1985) ont mis au point un amendement organique et minéral qui permet de contrôler efficacement diverses espèces de *Fusarium*. Cet amendement est un mélange de 4,4% de bagasse (résidus de canne à sucre), 8,4% de son de riz, 4,25% de coquilles d'huîtres, 8,5% d'urée, 1,04% de nitrate de potassium, 13,16% de super phosphate de calcium et 60,5% de cendres minérales (Booth, 1971).

➤ La lutte génétique

Elle consiste à introduire des gènes de résistance au niveau des plantes appelées plantes trans-génétiques. Ces gènes sont responsables de la synthèse de protéines capables d'éliminer le parasite. Cependant, cette technique fut inefficace car elle a été à l'origine de l'apparition de races plus virulentes (Henni, 1998).

➤ La lutte intégrée

C'est la combinaison de toutes les techniques précédentes afin de lutter contre les phytopathogènes pour une longue durée. Ces méthodes ne sont efficaces que si l'on a une

meilleure connaissance des mécanismes qui sont à l'origine des interactions entre la plante et l'agent pathogène (Corbaz, 1990).

➤ La lutte chimique

Elle est efficace mais présente beaucoup d'effets néfastes, elle se fait par une désinfection du sol à l'aide de fongicides.

Les fongicides les plus usités reste le triazole et ces dérivés qui sont des composés très actifs grâce à leur noyau qui possède une activité pharmacologique, antibactérienne, antifongique et hypoglycémique (Hamoir *et al.*, 2001).

➤ La lutte biologique

Des méthodes alternatives, notamment celles qui se basent sur l'exploitation des potentialités microbiennes antagonistes ont fait l'objet de plusieurs études.

Parmi les microorganismes expérimentés avec succès, à l'égard des maladies d'origine tellurique, les *Pseudomonas spp. Fluorescents* et les *Fusarium* non pathogènes qui occupent une place de choix (Armstrong et Armstrong, 1981 ., Benchabane, 2005).

Aujourd'hui, il a été démontré que des souches de *F. oxysporum* non pathogènes pour une espèce végétale peuvent entrer en compétition pour les nutriments ou la colonisation racinaire avec des souches de *F. oxysporum* pathogènes (Alabouvette *et al.*, 2006).

Ainsi, l'activité infectieuse des formes spéciales de *F. oxysporum* peut-être limitée par cette compétition.

3. GENERALITES SUR LES ALGUES MARINES

Les algues sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marins, ainsi que dans de nombreux milieux terrestres. Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétale (Garon-Lardiere, 2004).

Les algues occupent une place importante dans le milieu marin avec plus de 1200 espèces appartenant à tous les niveaux évolutifs, capables de produire des substances dont l'action constitue dans certains cas, un élément de protection contre les prédateurs naturels. Les algues marines constituent un énorme réservoir de molécules naturelles potentiellement actives (Blunt et *al.*, 2008 ; 2009).

3.1. Classification des algues

Leur appareil végétatif ou thalle est extrêmement variable, aussi bien en forme qu'en dimension. Il peut ainsi être formé d'une seule cellule allant de quelques dizaines de microns à une dizaine de centimètres ; il peut au contraire comporter de très nombreuses cellules et atteindre plusieurs dizaines de mètres de longueur. Les algues se distinguent donc des autres végétaux par leur thalle, appareil végétatif uni- ou pluricellulaire, dépourvu de racines, de tiges et de feuilles.

Les cellules des algues possèdent les mêmes éléments de structure que celles des plantes supérieures. Elles ont une paroi cellulaire partiellement cellulosique, des petits noyaux et des plastes pigmentés ou chromatophores (comportant de la chlorophylle souvent masquée par des pigments surnuméraires qui donnent aux thalles des couleurs rouge, brune, verte ou bleue).

C'est ainsi qu'un des critères de classification des algues est leur pigmentation, qui permet de définir plusieurs grands groupes : les algues rouges (6 000 espèces), les algues brunes (2 000 espèces), les algues vertes (1 200 espèces) et les algues bleues (2 000 espèces). Ces dernières sont des organismes unicellulaires dépourvus de noyau différencié : il s'agit de procaryotes, également nommées cyanobactéries. Toutes les autres algues, uni- ou pluricellulaires, ont des cellules dont le noyau est différencié (noyau individualisé entouré d'une membrane). Ce sont des eucaryotes. (Garon-Lardiere, 2004).

Les algues marines sont retrouvées dans les divisions Chlorophyta (algues vertes), Phaeophyta (algues brunes) et Rhodophyta (algues rouges) Kumar *et al.*, (2008) différenciées par leur composition pigmentaire (Gayral, 1975) et par les caractères morphologiques et anatomiques (Manivannan *et al.*, 2009).

3.1.1. Les algues vertes (Chlorophycées)

Elles sont de formes très variées, uni- ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b, auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles. La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures. La plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre. Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale.

3.1.2. Les algues brunes (Phéophycées)

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.

3.1.3. Les algues rouges (Rhodophycées)

Les rhodophycées ou algues rouges 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.

Les algues rouges sont divisées en deux groupes : celui des Bangiophycées (qualifiées de primitives) et celui des Floridéophycées (plus complexes). Elles se distinguent généralement par leur cycle de reproduction particulièrement complexe (Garon-Lardiere, 2004).

3.2 .Reproduction des algues

Dans de très nombreux cas, la reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative. Il s'agit d'une multiplication asexuée qui consiste soit 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 cours de laquelle l'union de deux cellules reproductrices, ou gamètes, produit un œuf, 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). Aux cycles d'alternance de génération plus ou moins variés caractérisant leur reproduction, se superpose également une alternance de phases (de n à $2n$ chromosomes). (Garon-Lardiere, 2004).

3.3. Rôle économique des algues

On estime que sur notre planète, l'activité photosynthétique est à plus de 90% le fait des algues marines, constituant ainsi notre principale source d'oxygène.

De nombreuses populations des régions côtières utilisent quotidiennement les algues marines pour leur alimentation. La propriété physiologique des algues qui consiste à concentrer dans leurs cellules des oligo-éléments contenus dans l'eau est désormais utilisée à des fins diététiques ou en thalassothérapie.

Mais l'exploitation industrielle des algues est essentiellement liée à l'extraction de leurs phycocolloïdes, polysaccharides constituant la paroi des cellules, aux propriétés texturantes.

On distingue ainsi les agars et les carraghénanes, extraits des algues rouges, des alginates, extraits des algues brunes.

Les principales applications de ces phycocolloïdes sont dans le domaine de l'agro-alimentaire, mais également dans des domaines variés tels que celui de la cosmétologie ou encore de l'industrie des peintures. (Garon-Lardiere, 2004).

3.4. Cas particulier de l'algue rouge *Asparagopsis armata*

Les algues sont des végétaux photosynthétique répanus dans tous les milieux aquatiques dont l'appareil végétatif simple (car ne comportant ni racines ni tige ni appareil vasculaire feuillé) est appelé thalle .Ce thalle peut être unicellulaire ou pluricellulaire.

Au sien du règne végétal les algues représentent les plus anciens organismes vivants ; existant vraisemblablement depuis plus de trois milliard d'années (Painter, 1982) .elles ne peuvent cependant être assimilées a un ensemble homogène, et sont ainsi distribuées en quatre classes principales ; basées notamment sur leur pigmentation. (Garon-Lardiere. 2004). Les cyanophycées(ou algues bleues) seraient apparues les premières il y a environ «3 ,7 milliards d'années, suivies des Rhodophycées (algues rouges, 1 ,7milliard d'années), des phéophycées (algues brunes, 1,1milliard d'année) (Pérez, 1997).

L'algue sur laquelle nos recherches ont porté, *Asparagopsis armata*, appartient à la classe des algues rouges (Rhodophyta).

3.4.1. Caractéristiques d'identification

Algue rouge caractérisée par deux stades morphologiquement différents au cours de son développement, à savoir un stade gamétophyte et un stade tétrasporophyte. Ses principaux stolons nus et cylindriques (mesurant 1 mm de large, 200 mm de long) sont ramifiés de manière irrégulière et présentent des frondes touffues. Ses rameaux inférieurs sont longs et munis de crochets en forme de harpon. (Otero et *al.*,2013).

3.4.2. Habitat et éléments d'identification sur le terrain

Au stade gamétophyte, elle est de couleur pâle rouge violacé et elle connaît une dégénération rapide hors de l'eau, devenant nettement orange. Elle se développe en tant qu'algue épiphyte fixée sur d'autres espèces d'algues, surtout la *Corallina sp.* Au stade tétrasporophyte, c'est une algue rouge brunâtre ramifiée et filamenteuse, formant des touffes cotonneuses denses de 15 mm de diamètre.

Généralement, celle algue se développe sur les fonds rocheux au niveau de l'étage infralittoral, de la surface jusqu'à 40 m de profondeur. (Otero et *al.*, 2013).



(Otero et al., 2013).

Photo.6. *Asparagopsis armata*.

3.4.3. Taxonomie

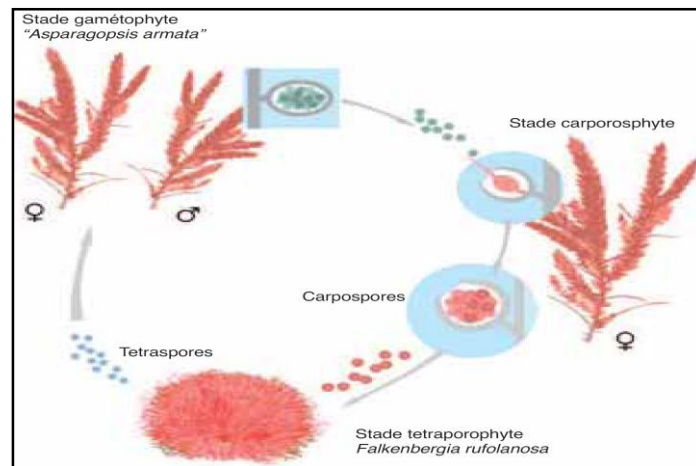
Les algues rouges, ou Rhodophycées, sont très diversifiées et regroupent entre 5000 et 6000 espèces réparties dans environ 680 genres. Elles comprennent deux sous-divisions, les bangiophycées, et les floridéophycées dont l'organisation végétative (Van den hoek et al., 1995) est différente, les premières pouvant être qualifiées de « primitives ». *Asparagopsis armata* (Harvey, 1855), est une algue rouge marine pluricellulaire, dont la taxonomie complète est suivante :

Division :	Rhodophyta
Classe :	Rhodophyceae
Sous –classe :	Florideophyceae
Ordre :	Bonnemaisoniales
Famille :	Bonnemaisoniaceae
Genre :	<i>Asparagopsis</i>
Espèce :	<i>Asparagopsis armata</i>

3.4.4. Reproduction

Elle est capable de reproduction sexuée et son cycle de vie est constitué de deux phases (hétéromorphe diplohaplontique) caractérisées par deux principaux stades morphologiquement différents au cours de son développement. Lors de la phase gamétophyte, correspondant à la forme nommée *Asparagopsis armata*, elle possède des organes mâles ou femelles ; cette phase est suivie d'un stade intermédiaire carposporophyte microscopique, puis de la phase tétrasporophyte, initialement nommée *Falkenbergia*

rufolanosa. Les stades gamétophyte et sporophyte sont également capables de reproduction végétative. En dérivant, les gamétophytes s'accrochent facilement à d'autres algues grâce à des rameaux épineux et produisent de nouvelles pousses. (Otero et al ; 2013). Voir figure 8.



(Otero et al., 2013).

Figure .5. Cycle de reproduction *Asparagopsis armata*.

3.4.5. Cytologie

Asparagopsis armata, phase gamétophytique d'*Asparagopsis*, est une espèce annuelle. Cette algue photophile se développe au niveau d'infralittoral supérieur, entre la surface et dix mètres de profondeur, dans des zones modérément battues (mode abrité) (Cabioc'h et al., 1992). Elle est le plus souvent épiphyte d'autre algue, et colonise facilement les substrats artificiels.

Son thalle se présente sous forme de touffes roses au contour pyramidal de 15 à 30 cm de long. Il est ramifié et est constitué par une alternance de rameaux longs à croissance indéfinie, de rameaux courts, encore appelés brachyblastes, et de rameaux épineux, en forme de « harpon », par l'intermédiaire desquels les frondes d'*Asparagopsis armata* s'accrochent aux algues environnantes. Ces deux derniers rameaux ont une croissance limitée. (Garon-Lardiere, 2004).

3.4.6. Espèces similaires

Il est aisé de confondre les gamétophytes de l'*Asparagopsis armata* avec un autre envahisseur florissant, l'*Asparagopsis taxiformis*, mais l'*Asparagopsis armata* se distingue par la présence de crochets en forme de harpon. L'*Asparagopsis armata* est capable de

survivre et de prospérer dans des milieux plus froids que ceux de l'*A. taxiformis* qui préfère les eaux beaucoup plus chaudes. L'ensemble du genre semble être doté d'un potentiel d'invasion élevé. (Otero et *al.*, 2013).

3.4.7. Impacts écologiques

Ces impacts sont inconnus mais l'espèce domine probablement les espèces autochtones en termes d'espace et de lumière. (Otero et *al.*, 2013).

3.4.8. Impacts économiques

Information inconnue. Des essais ont mis en lumière les composés pharmaceutiques potentiels de cette algue indiquant une activité antifongique et antibiotique. (Otero et *al.*, 2013).

3.4.9. Options en matière de gestion

Dès qu'elle devient envahissante, il est impossible de l'éradiquer ni même de la confiner. La manière la plus efficace et la moins coûteuse de contrôler éventuellement cette espèce consiste à agir dès le début du processus d'invasion. (Otero et *al.*, 2013).

Deuxième partie : MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

II.1.1. Présentation du site d'échantillonnage

L'échantillonnage d'algue a été effectué pendant le mois de mars 2015 à Salamandre ville de Mostaganem, qui situé entre 36°24'29'' latitude Nord et 0°55'38'' longitude Est (Photo, 7). Les prélèvements ont été faits à marée basse (0,5 à 1 mètre de profondeur).



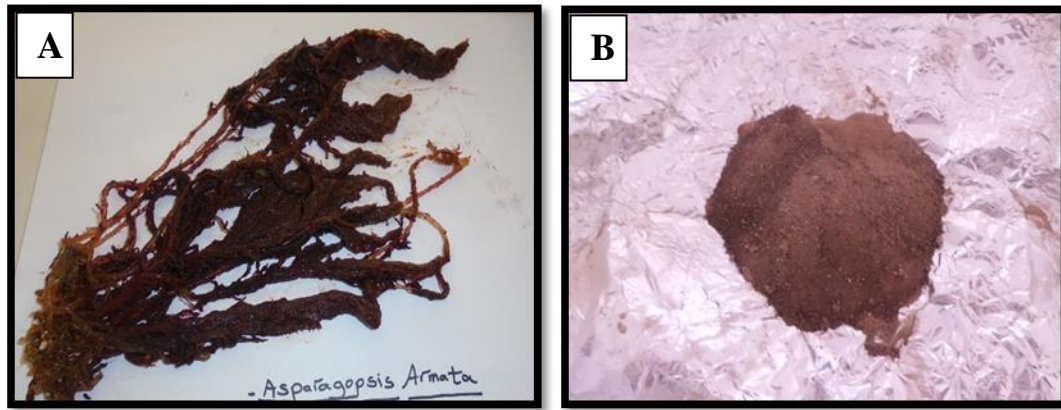
(Google earth, 2015)

Photo.7. Localisation de la zone d'échantillonnage de l'algue rouge.

II.1.2. Matériel biologique

II.1.2.1. L'algue marine rouge *Asparagopsis armata*

Les échantillons de l'algue marine rouge *Asparagopsis armata* sont transportés aux laboratoires des sciences biologiques et des sciences Agronomiques de l'Université Amar Télidji Laghouat, puis séchés à l'ombre et à température ambiante. L'algue est ensuite broyée en poudre fine à l'aide d'un mixeur (photo8) qui sera stockée dans un flacon en verre pour être utilisée ultérieurement.

Photo.8. Algue rouge *Asparagopsis armata*

(Original, 2015).

- A. Algue fraîche
- B. Algue sèche

II.1.2.2. Souches fongiques testées

Le choix des souches fongiques utilisées dans ce test biologique a été dicté par la disponibilité de la souche à l'état pur au laboratoire, on a porté sur deux souches fongiques phytopathogènes, appartenant au genre *Fusarium*. Le Tableau 1 figure les noms scientifiques des souches de *Fusarium* étudiées ainsi que, leur origine.

Tableau 1. Les souches fongiques phytopathogènes et leur source

Souche fongique	Référence	Source
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Isolat	SRPVG (Ghardaïa)
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>	Isolat	SRPVG (Ghardaïa)

II.1.3. Matériel chimique

L'amphotéricine B est utilisée comme témoin positif et ce dans le but d'évaluer l'efficacité des extraits de l'algue rouge.

Quatre solvants ont été utilisés pour la préparation des extraits de l'algue rouge: acétone et méthanol (polaire), hexane (apolaire) et dichlorométhane (moyennement apolaire) ayant des indices de polarités différents: 5.1, 5.1, 0, 3 respectivement.

Le milieu PDA (Potatoes Dextrose Agar) est utilisé pour la croissance des champignons testés (Annexe 3).

II.2. Méthodes

II.2.1. Préparation de l'extrait algal

➤ Macération

Dans un flacon en verre contenant 50 ml de solvant d'extraction (l'acétone ou l'hexane ou le dichlorométhane ou le méthanol), on introduit soigneusement 5 g de poudre d'algue puis incube le flacon à température ambiante pendant 24 heures sous agitation. Le macéra obtenu est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre.

➤ L'évaporation

Les filtrats sont regroupés puis évaporés à sec sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif (Buchi Rotavapor R-144, Suisse) réglé à 45°C.

Le résidu sec est solubilisé dans le méthanol pur pour une concentrât finale de 100 g/l, puis stocké au réfrigérateur à 4°C dans des tubes en verre pour une utilisation ultérieure (figure 6).

➤ Calcul du rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est exprimé en gramme de résidu sec par 100 grammes de la matière sèche.

$$\text{Le rendement} \left| \frac{\text{masse de l'extrait après évaporation du solvant}}{\text{Masse de la poudre d'algue utilisée pour l'extraction}} \right| \times 100$$

$$\text{Acétone (rendement)} = \frac{0,208}{5} \times 100 = 4,16\%$$

$$\text{Hexane (rendement)} = \frac{0,258}{5} \times 100 = 5,16\%$$

$$\text{Dichlorométhane (rendement)} = \frac{0,289}{5} \times 100 = 5,78\%$$

$$\text{Méthanol (rendement)} = \frac{1,179}{5} \times 100 = 23,58\%$$

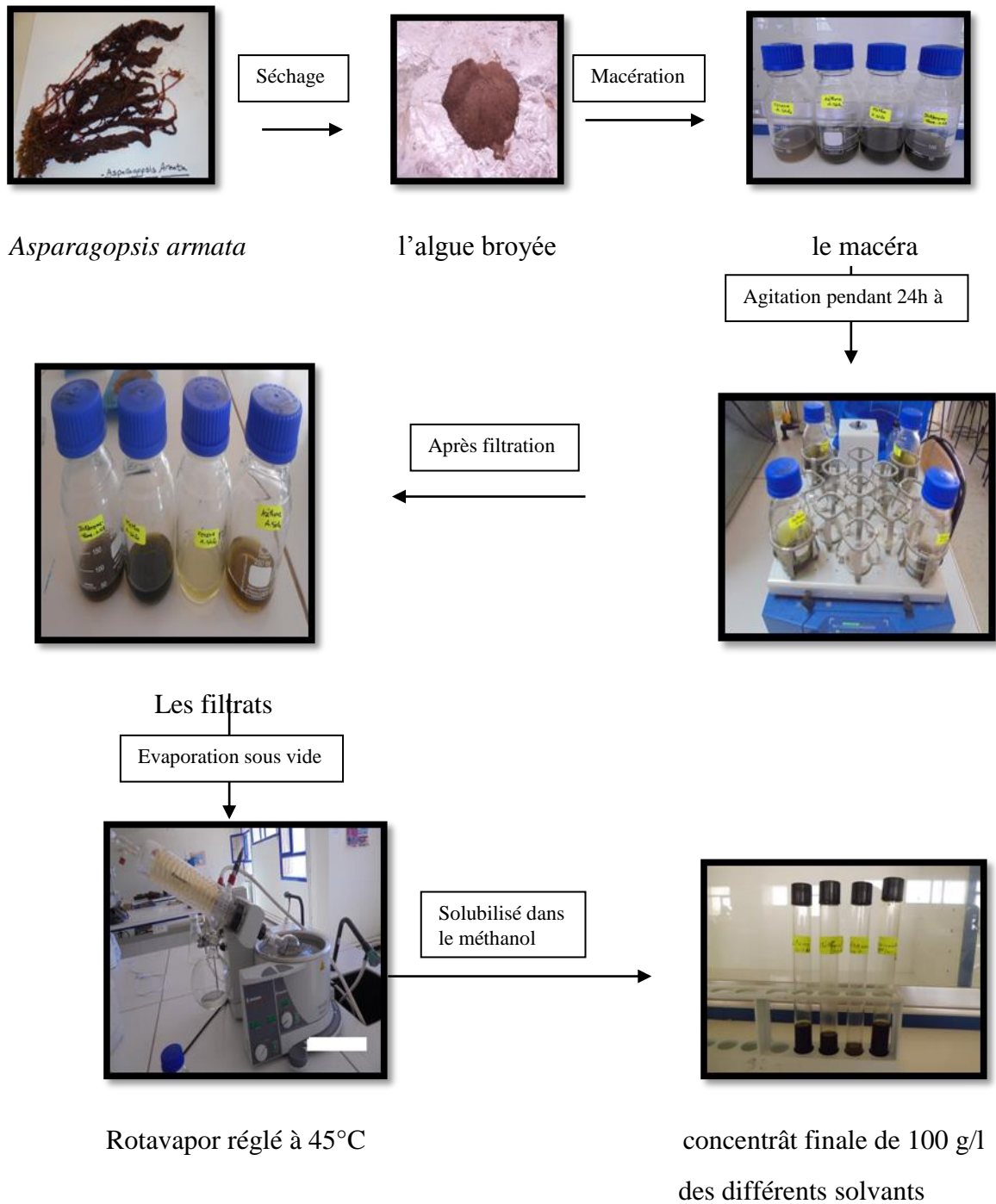
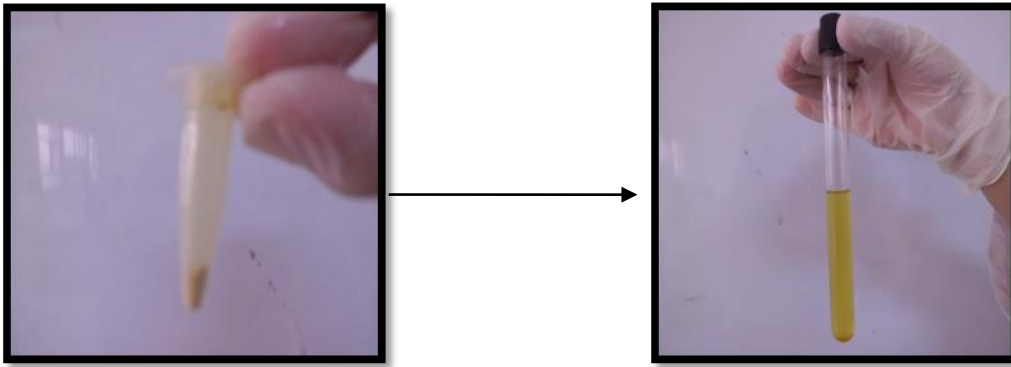


Figure 6 : Les différentes étapes de préparation de l'extrait d'algue *Asparagopsis armata* (Original, 2015).

II.2.2. Préparation de la solution de l'antibiotique (amphotéricine B)

Nous avons pesé 0,02g d'antibiotique et nous avons mis cette masse dans un tube à visse contenant un volume 15 ml de méthanol pur (photo 9). Afin de solubiliser cette poudre, nous avons agité le contenu du tube à l'aide d'un vortex.



(Original, 2015).

Photo.9. l'antibiotique amphotéricine B.

II.2.3. Tests préliminaires

II.2.3.1. L'isolement et purification des souches du genre *Fusarium*

L'isolement et la purification des espèces fongiques sont réalisés au niveau du laboratoire de phytopathologie-microbiologie du département des sciences biologique à l'Université Amar Telidji Laghouat. Les cultures fongiques ont été réalisées dans le milieu PDA.

II.2.3.2. La pré-culture des champignons

Selon Colin et *al.*, (1989) pour ensemercer les milieux de culture solides, nous avons transféré au milieu de chaque boîte, à partir d'une culture pure, préparée au préalable, un disque de gélose contenant du mycélium sur du milieu PDA vierge, l'incubation a été faite à $25 \pm 2^\circ\text{C}$, durant 6 à 7 jours.

- Purification des champignons

Selon les techniques adoptées par Botton et *al.*, (1990) nous avons réalisé plusieurs repiquages successifs de nos souches du milieu PDA, jusqu'à l'obtention des cultures pures.

- Culture monospore

Le mode opératoire consiste à prélever un fragment à partir de l'extrémité d'un mycélium, ce dernier est mis dans l'eau physiologique stérile et agité convenablement à l'aide d'un vortex, pour préparer une suspension de spores à partir de cultures relativement jeunes. Puis un isolement en strie est réalisé dans des boîtes Pétri sur la gélose PDA. Cette

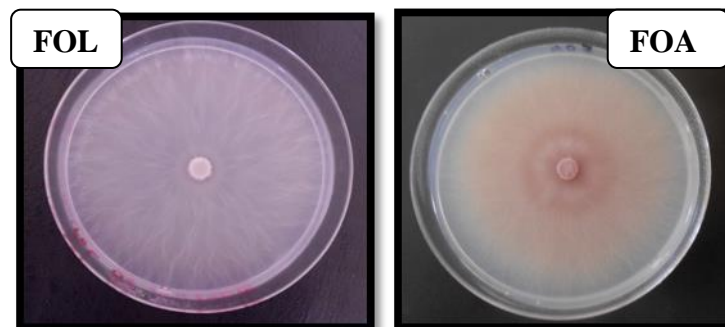
technique permet de disposer le thalle des cellules microbiennes suffisamment isolées pour un prélèvement ultérieur. Les boîtes ensemencées sont incubées pendant quatre jours à 25 °C, dans l'obscurité. Une fois que les spores germent et forment un thalle, on procède au transfert des explantas (monospores) sur milieu PDA, en boîtes de Pétri, en choisissant des colonies éloignées et bien individualisées. Ces boîtes sont mises en incubation à 25 °C dans l'obscurité pendant une semaine à dix jours. Lorsque ces cultures monospores donnent des colonies suffisamment développées, une seule colonie monospore est choisie pour chacun des isolats. Une culture monospore est retenue pour chacune des espèces étudiées.

- Méthodes d'identification et de caractérisation

La détermination morphologique de l'espèce d'un isolat de *Fusariums* repose sur l'observation de nombreuses caractéristiques anamorphiques sur des milieux de culture bien définis. Lorsque toutes les informations sont recueillies, l'identification pourra être réalisée en utilisant la clé de Leslie et Summerell. (2006).

II.2.4. Préparation de l'inoculum

Les deux champignons (FOL, FOA) sont cultivés sur un milieu nutritif PDA mise dans l'étuve réglée à 25 °C pendant sept jours (photo 10).



(Original, 2015).

Photo.10. Aspect macroscopique des deux champignons après 7 jours d'incubation.

II.2.5. Conservation des souches

Les fragments gélosés de nos souches fongiques pur âgée de sept jours sont cultivés dans des tubes à essai contenant la culture nutritive PDA inclinée (photo 11) ensuite, incubés à 25°C pendant 10 jours puis conservés au réfrigérateur à 4 °C.



(Original, 2015)

Photo.11. conservation des souches FOA et FOL.

II.2.6. Etude de l'activité antifongique de l'extrait d'algue rouge *Asparagopsis armata*

II.2.6.1. Préparation de différentes dilutions de l'extrait algal

Nous avons testés cinq dilutions (1/40, 1/10, 1/4, 1/2 et 1) plus le témoin (tableau 2).

Tableau.2. les différentes dilutions de l'extrait algal.

Les dilutions		concentration d'algue dans la dilution (g/l)	Quantités d'algue dans la boîte (mg)
1/40	25 ml d'extrait + 975 ml de méthanol	2,5 g/l	0,5 mg
1/10	100 ml d'extrait + 900 ml de méthanol	10 g/l	2 mg
1/4	200 ml d'extrait + 800 ml de méthanol	25 g/l	5 mg
1/2	500 ml d'extrait + 500 ml de méthanol	50 g/l	10 mg
1	1000 ml d'extrait	100 g/l	20 mg
Témoin	Méthanol	0	0

II.2.6.2. Technique de diffusion en milieu solide (Méthode des disques)

La méthode de diffusion à partir d'un disque solide a été utilisée pour mettre en évidence l'activité antifongique vis-à-vis de l'extrait algal *Asparagopsis armata* et l'antibiotique « l'amphotéricine B ».

- L'extrait d'algue rouge *Asparagopsis armata*.

Le milieu de culture PDA est coulée dans des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre et après solidification de la gélose. On met une nappe par écouvillonnage de volume 200 µl avec de différentes dilutions de l'extrait algal préparé. En suite à l'aide d'une scalpel stérile nous avons déposé à la surface un disque de l'inoculum prélevé d'une culture âgée

de 7 jours à diamètre de 6 mm au centre de la boîte Pétri (photo 12). La méthode se fait pour chaque souche fongique (FOA, FOL), le méthanol pur est utilisé comme témoin négatif. L'ensemble des boîtes est incubé pendant 6 jours à 25°C.



(Original, 2015).

Photo.12. prélèvement du disque fongique de 6 mm de diamètre.

- L'antibiotique l'amphotéricine B (témoin positif)

Sur le milieu de culture PDA et à l'aide d'un écouvillon stérile nous avons étalé un volume de 200 µl avec une concentration de 1,33mg/ml de l'antibiotique. Ensuite, nous avons déposé au centre de la boîte Pétri un disque de l'inoculum prélevé d'une culture âgée de 7 jours (FOA et FOL) et de 6 mm de diamètre, le témoin est fait par le méthanol pur et l'ensemble des boîtes est incubées pendant 6 jours à 25°C.

Les cultures finales sont observées dans le sixième jour pour noter l'effet de l'extrait de l'algue rouge sur la croissance mycélienne des souches fongiques, dont la mesure quotidienne de diamètre du mycélium est effectuée à l'aide d'un pied à coulisse d'un affichage digital (Triki et *al.*, 2012).

La lecture des résultats nous a permis de déterminer l'action antifongique en comparant la croissance après le traitement avec celle du témoin. La formule suivante a été adoptée:

$$I(\%) = \left(\frac{D_K - D_0}{D_K} \right) \times 100 \text{ (Louroux et Credet, 1978).}$$

Dont

D_K : diamètre de la colonie mycélienne témoin.

D_O : diamètre de la colonie mycélienne dans l'expérience.

I : taux d'inhibition de la croissance du mycélium (en %).

II.2.7. Analyses des résultats expérimentaux

L'analyse des données expérimentales observées a été effectuée à l'aide de deux programmes: ExcelR (microsoft Excel 97-2007) et Sigma Plot for windows v. 12.0 (systat software, Inc ; Windows v.11).

III. RESULTATS ET DISCUSSION

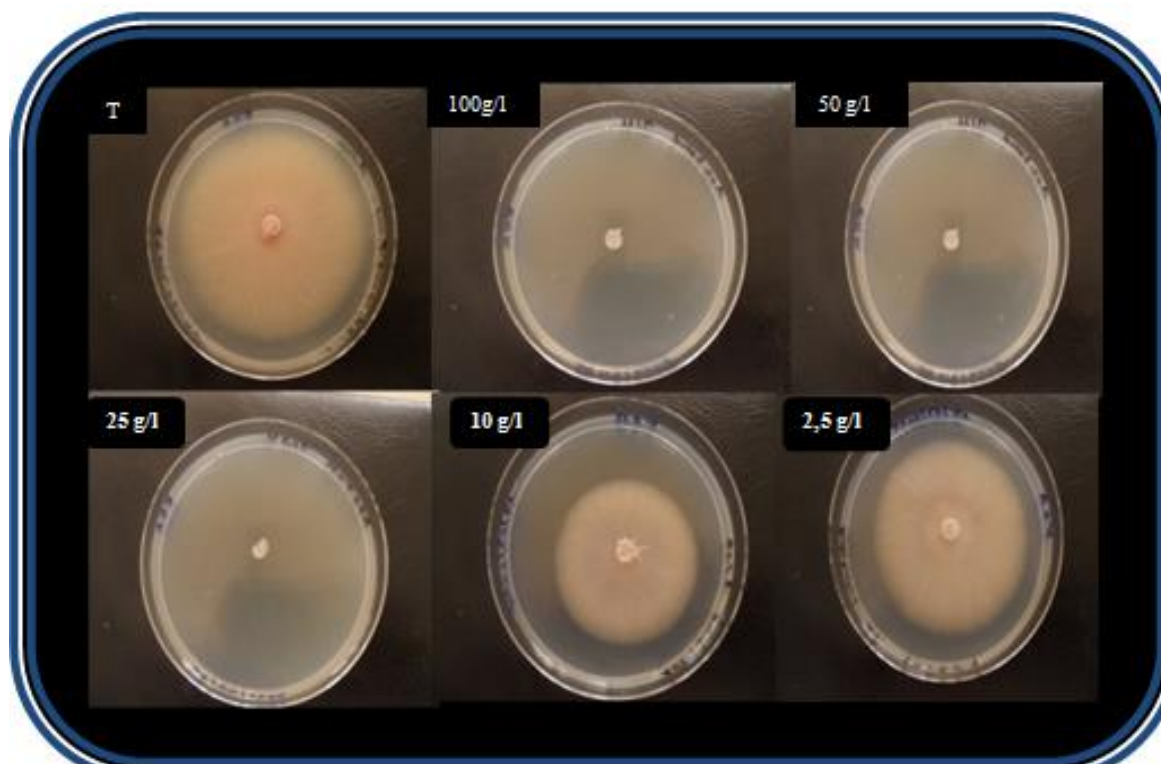
III.1. Résultats

III.1.1. L'évaluation de l'activité antifongique

L'activité antifongique des différents extraits de l'algue rouge dépend non seulement de la nature du solvant d'extraction mais aussi, de la concentration de l'extrait et de la souche fongique testée.

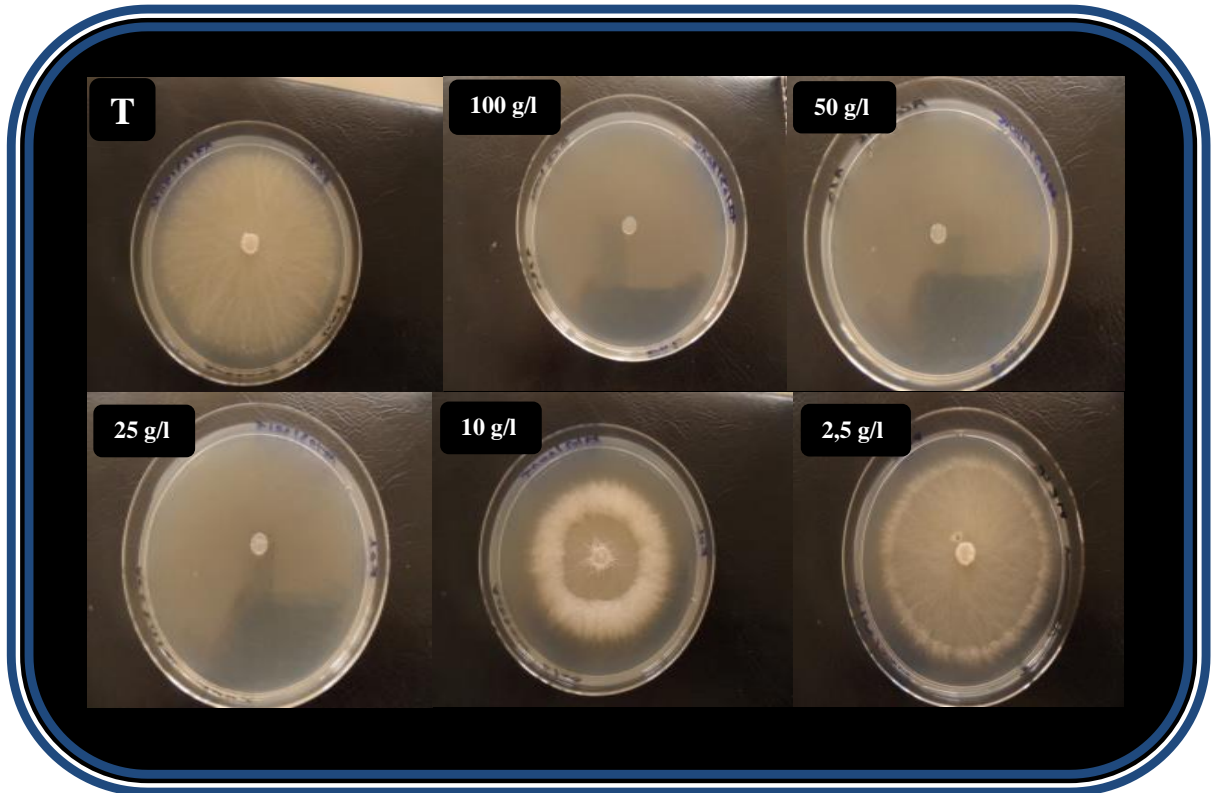
III.1.1.1. Effets de l'extrait acétonique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL.

D'après les Photos 13 et 14, on remarque clairement que la croissance mycélienne est totalement inhibée (0 mm) aux concentrations supérieures ou égale de 25 g/l. Pour des concentrations inférieures à cette dernière, la croissance mycélienne est plus ou moins inférieure de celle du témoin.



(Original, 2015).

Photo 13. Effet de l'extrait acétonique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.

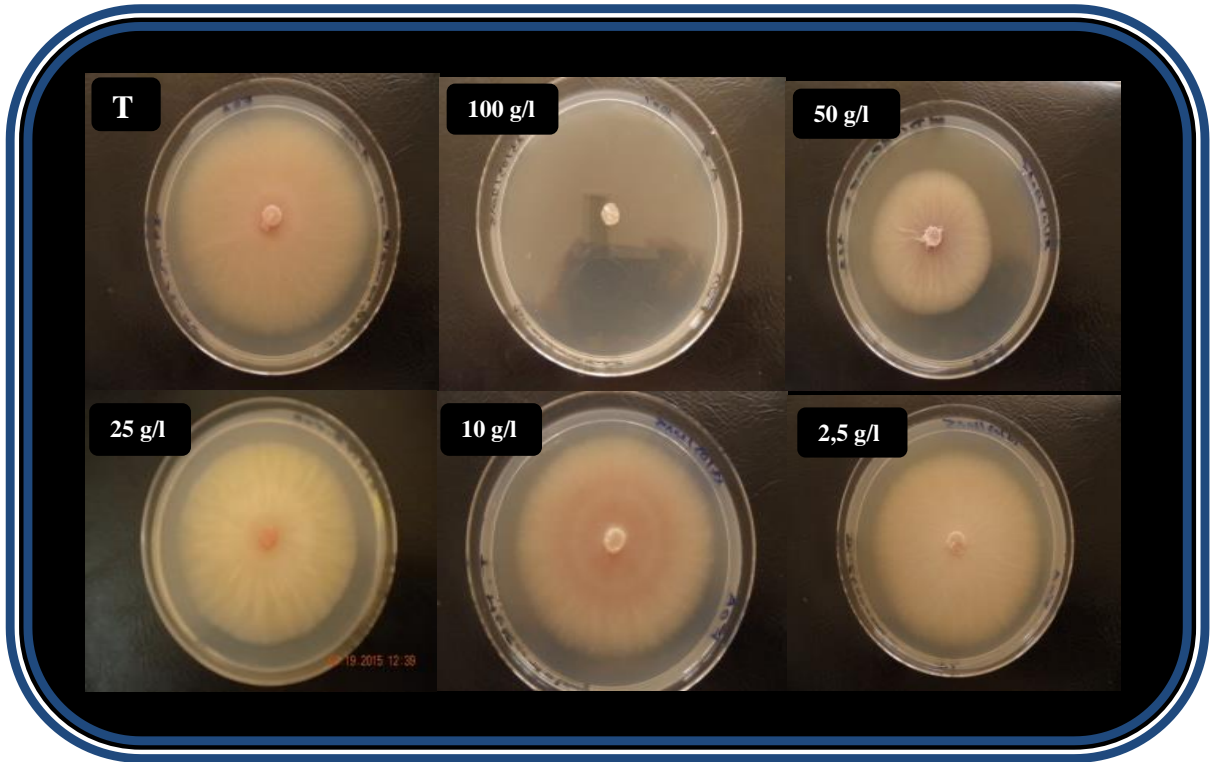


(Original, 2015).

Photo14.Effet de l'extrait acétonique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.

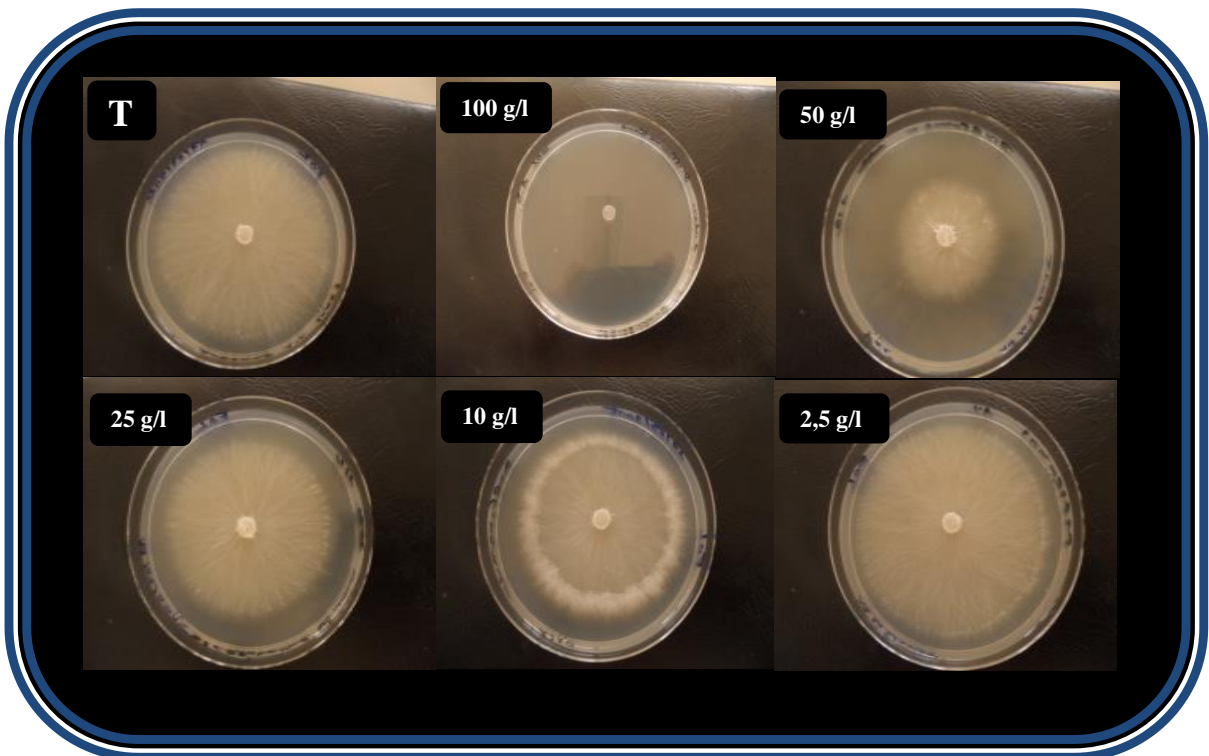
III.1.1.2. Effets de l'extrait dichlorométhane de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL

L'extrait de dichlorométhane inhibe totalement la croissance des deux souches fongiques à 100 g/l. Par contre à des concentrations inférieures à 100 g/l son pouvoir antifongique est relativement faible (photo 15 et 16).



(Original, 2015).

Photo 15. Effet de l'extrait dichlorométhanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.

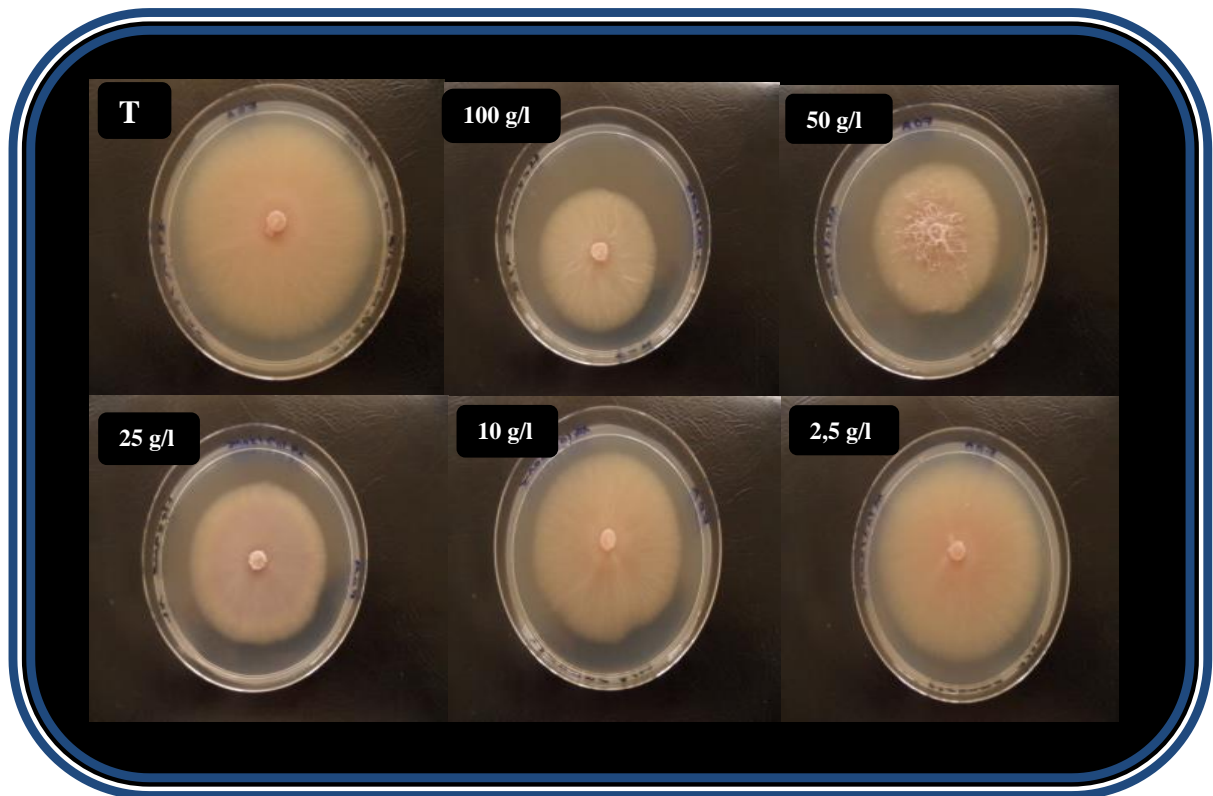


(Original, 2015).

Photo 16. Effet de l'extrait dichlorométhanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.

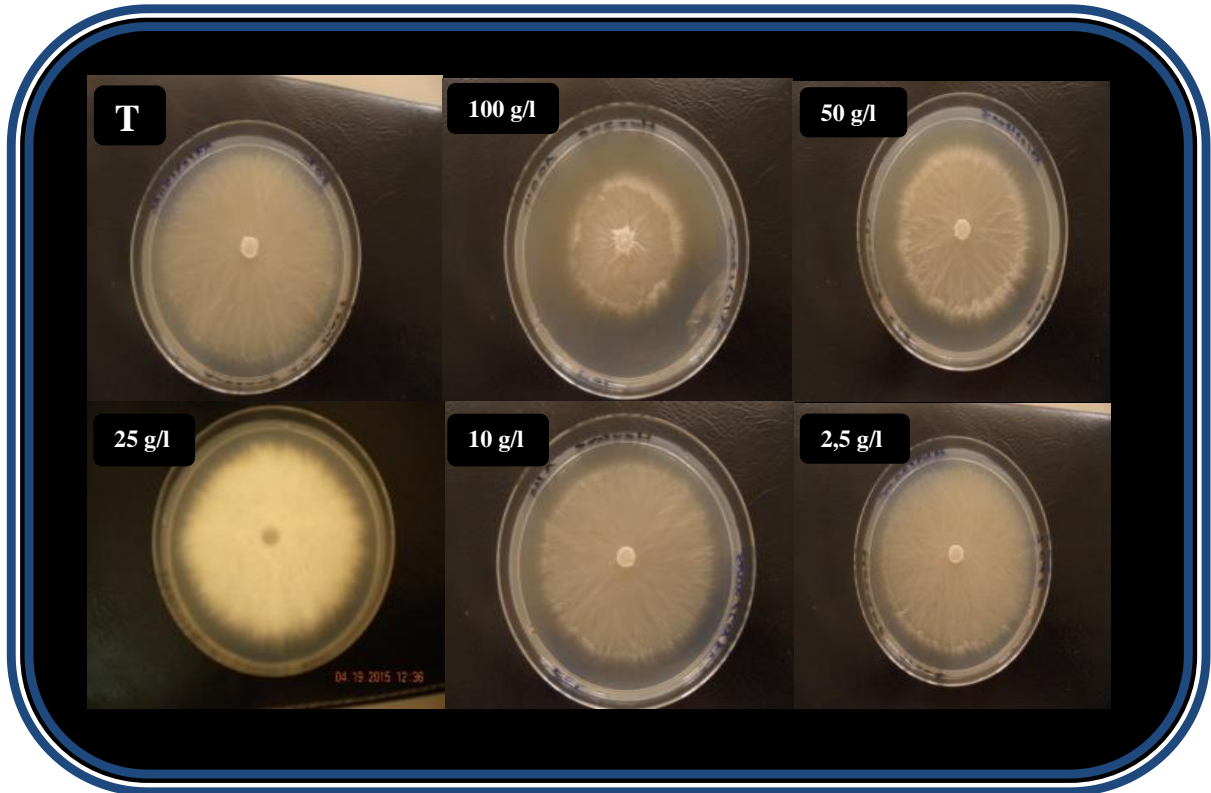
III.1.1.3. Effets de l'extrait hexanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL

Les résultats obtenus montrent que l'extrait hexanique est moins efficace par rapport aux extraits dichlorométhanique et acétonique (Photos 17 et 18). L'activité antifongique augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait dans le milieu de culture.



(Original, 2015).

Photo 17. Effet de l'extrait hexanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.



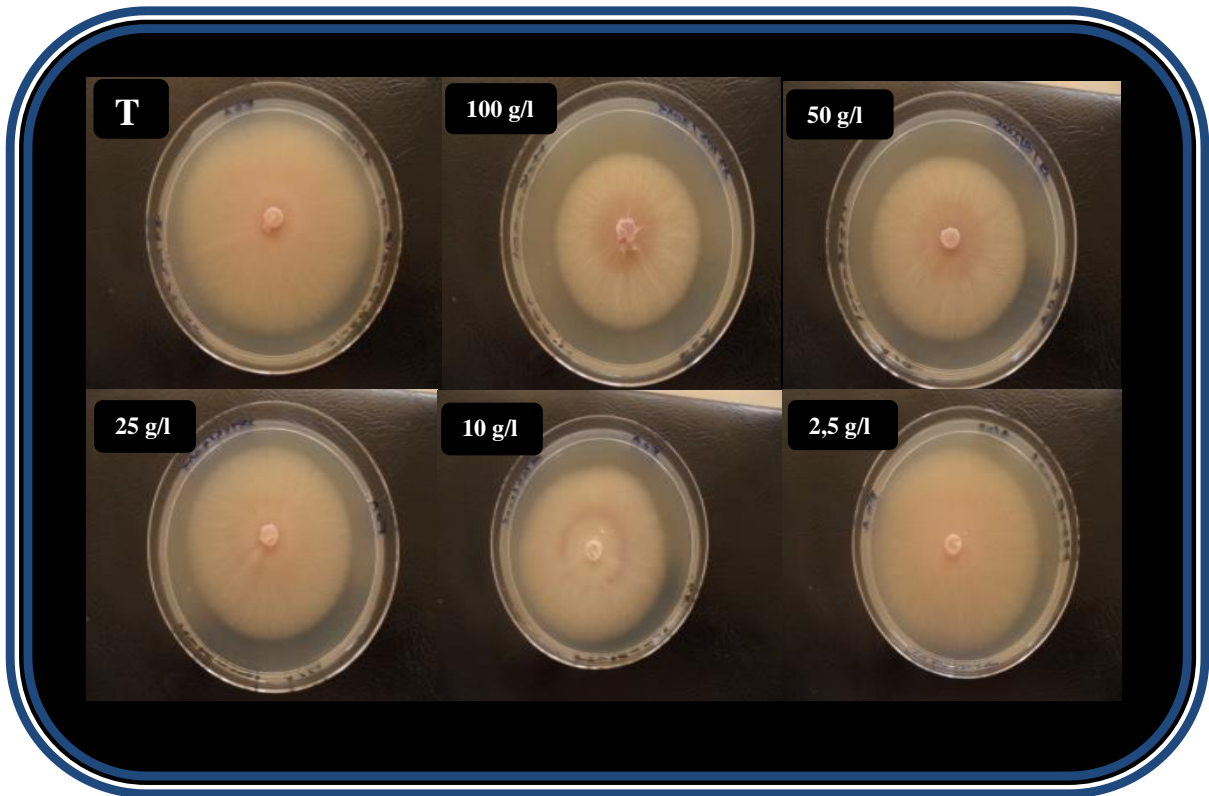
(Original, 2015.)

Photo 18. Effet de l'extrait hexanique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.

III.1.1.4. Effets de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA et du FOL

- Effets de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.

L'extrait méthanolique montre que la croissance mycélienne est faible par rapport au témoin (52,57 mm), lorsque la concentration de l'extrait est de l'ordre de 100g/l. La croissance diminue avec l'augmentation de la concentration de l'extrait dans le milieu, voir photo 19.

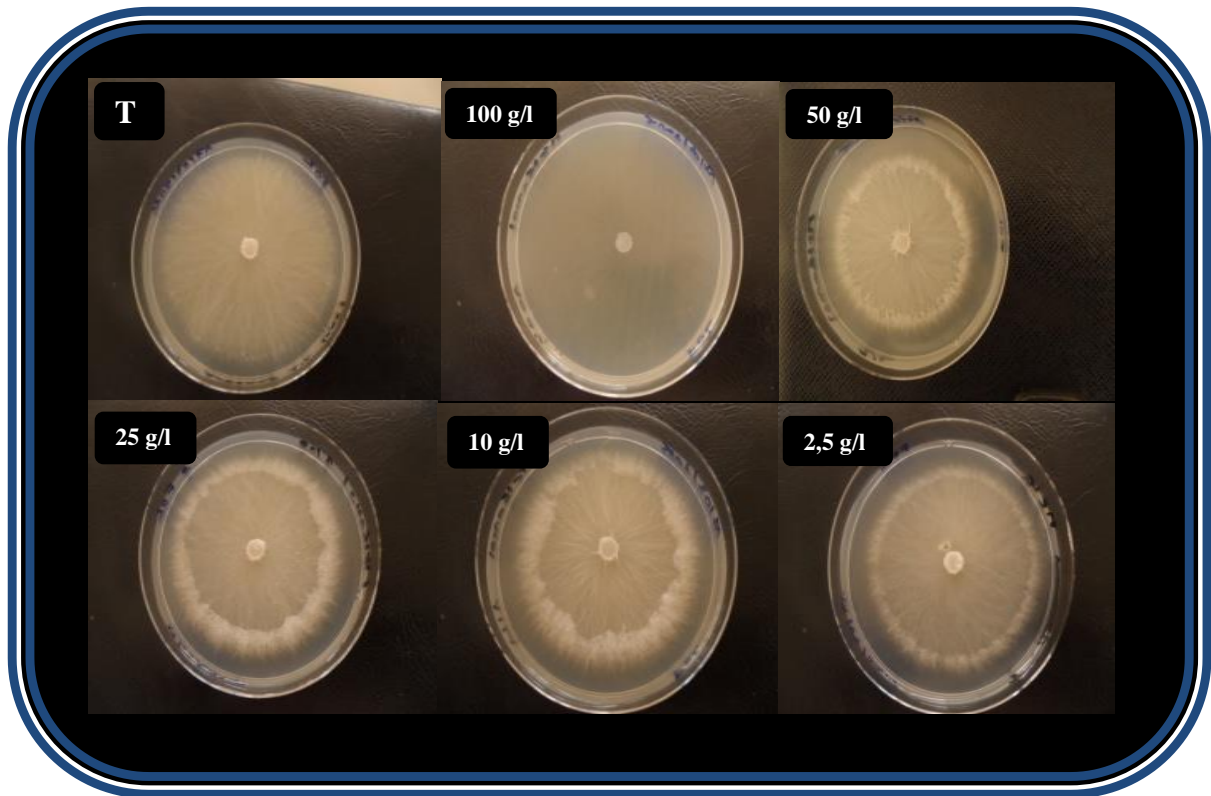


(Original, 2015).

Photo 19. Effet de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOA.

- Effets de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.

La croissance mycélienne de FOL est totalement inhibée (0 mm) en présence d'extrait algal à concentration de 100g/l, tandis que, les concentrations inférieures à 100 g/l, nous donnent une croissance mycélienne plus ou moins inférieure par rapport à celle du témoin (Photo 20).



(Original, 2015).

Photo 20. Effet de l'extrait méthanolique de l'algue rouge sur la croissance mycélienne du FOL.

Les résultats de l'activité antifongique de l'extrait d'algue *Asparagopsis aramata* sont indiqués dans le tableau 3. L'extrait algal inhibe la croissance mycélienne des souches testées (FOA et FOL). La croissance ainsi déterminée avec différentes concentrations de l'extrait algal est compris entre 0 et 68,6 mm pour le FOA, et entre 0 et 72,86 mm pour le FOL.

Tableau 3: Résultats de l'effet du solvant d'extraction sur l'activité antifongique d'algue rouge *Asparagopsis armata*.

Souche fongique	Diamètre de croissance (mm) après 06 jours d'incubation				Amphotéricine B (1.33mg/ml)
	Méthanol	Acétone	Dichlorométhane	Hexane	
FOA	69.20±0.66 ^T	69.20±0.66 ^T	69.20±0.66 ^T	69.20±0.66 ^T	46,68±0,60
	67,23±0,48*	63,41±0,52	67,70±0,24	68,60±0,55	
	65,35±1,38**	51,64±0,33	67,47±0,38	65,43±0,47	
	61,61±0,46***	00±00	62,84±0,50	62,10±0,70	
	57,66±0,32****	00±00	49,32±0,29	51,43±0,60	
	52,57±0,61*****	00±00	00±00	50,93±0,64	
FOL	73.15±0.60 ^T	73.15±0.60 ^T	73.15±0.60 ^T	73.15±0.60 ^T	41,94±0,19
	72,86±0,60*	72,86±0,22	72,86±0,35	72,83±0,75	
	71,08±0,94**	61,47±0,25	70,36±0,30	72,63±0,49	
	70,29±0,49***	00±00	66,81±0,22	67,20±1,24	
	66,00±0,41****	00±00	43,06±0,44	62,63±0,30	
	00±00*****	00±00	00±00	49,50±0,65	

T : témoins, concentrations de l'extrait : * 2,5 g/l; ** 10 g/l ; ***25 g/l ; ****50 g/l ; *****100 g/l

FOA : *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*.

FOL : *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*.

III.1.2. Le taux d'inhibition de la croissance du FOA et FOL par les différentes extraits testées

D'après les résultats de notre étude nous avons remarqué que le pouvoir inhibiteur semble être proportionnel à la concentration de différents extraits de l'*Asparagopsis armata* (Tableau 4).

Tableau 4. Taux d'inhibition de la croissance du FOA et FOL par les différentes extraits testées

Souche fongique	Taux d'inhibition (%) après 06 jours d'incubation				Amphotéricine B (1.33mg/ml)
	Méthanol	Acétone	Dichlorométhane	Hexane	
FOA	00±00 ^T	00±00 ^T	00±00 ^T	00±00 ^T	32,54±0,87
	02,83±0,70*	08,35±0,75	02,15±0,35	00,86±0,80	
	05,56±2,00**	25,37±0,48	02,50±0,55	05,44±0,68	
	10,96±0,67***	100±00	09,18±0,73	10,26±1,01	
	16,66±0,46****	100±00	28,72±0,42	25,67±0,93	
	24,02±0,89*****	100±00	100±00	26,39±0,87	
FOL	00±00 ^T	00±00 ^T	00±00 ^T	00±00 ^T	42,66±0,26
	00,38±0,82*	00±00 ^T	00±00 ^T	00,43±1,02	
	02,82±1,29**	00,38±0,30	00,39±0,48	00,70±0,67	
	03,90±0,67***	15,96±0,34	03,80±0,42	08,13±1,70	
	09,76±0,56****	100±00	08,66±0,31	14,37±0,41	
	100±00*****	100±00	41,73±0,61	32,33±0,89	

T : témoins, concentrations de l'extrait : * 2,5 g/l; ** 10 g/l ; ***25 g/l ; ****50 g/l ; *****100 g/l

FOA : *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*. FOL : *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*.

III.1.2.1. Le taux d'inhibition de la croissance du FOA par les différents extraits testés

D'après L'histogramme (B), nous constatons en terme de pourcentage, que le pouvoir inhibiteur de l'extrait acétonique est significativement élevé, il est de 100% pour les concentrations 100g/l, 50 g/l et 25g/l. Alors, il est de 25% pour la concentration de 10g/l et 8% pour la dernière concentration (2,5g/l).

Le pouvoir inhibiteur de l'extrait dichlorométhane est significativement élevé il est de 100% pour la concentration de 100g/l. Le pouvoir inhibiteur de l'extrait hexanique est presque similaire (26% et 25%) pour les deux concentrations (100g/l et 50g/l) respectivement. Pour la plus faible concentration (2,5g/l) n'a presque aucun effet inhibiteur. L'extrait méthanolique a un taux d'inhibition de croissance de 24% pour la concentration de 100g/l et une inhibition minimale de l'ordre de 3% pour la dernière concentration (2,5g/l) (Figure 7).

III.1.2.2. Le taux d'inhibition de la croissance du FOL par les différents extraits testés

D'après l'histogramme A, les extraits d'algue préparés par les trois solvants dichlorométhane, acétone et méthanol ont un pourcentage de pouvoir inhibiteur significativement élevé, il est de 100% pour la concentration 100g/l. Cette inhibition totale est aussi obtenue par l'extrait méthanolique pour les deux concentrations suivant (50g/l et 25g/l), il est de 16% pour la concentration de 10 g/l et pas d'activité pour la concentration de 2,5g/l. Tandis que, le taux est de 41% pour la concentration de 50,8% pour la concentration de 25g/l, 3% pour une concentration de 10g/l et 0% pour le plus dilué, le pouvoir inhibiteur pour l'hexane 32%, 14% et 8% pour les concentration de 100g/l, 50g/l et 25g/l respectivement et n'a pas une activité pour les deux derniers concentrations (10 et 5g/l). Alors que un pouvoir inhibiteur avec un pourcentage de 10%, 4% et 2% pour les concentrations 50g/l, 25g/l et 10g/l respectivement et n'a pas une action inhibitrice pour la concentration la plus faible (2.5g/l) (Figure 7). D'après ces résultats nous remarquons que l'acétone est le meilleur solvant.

Les fortes concentrations permettent un démarrage retard et une faible croissance par rapport au témoin, l'extrait algal provoqué une inhibition des enzymes qui sont

responsables de la croissance mycélienne. On observe donc des effets différents des extraits testés.

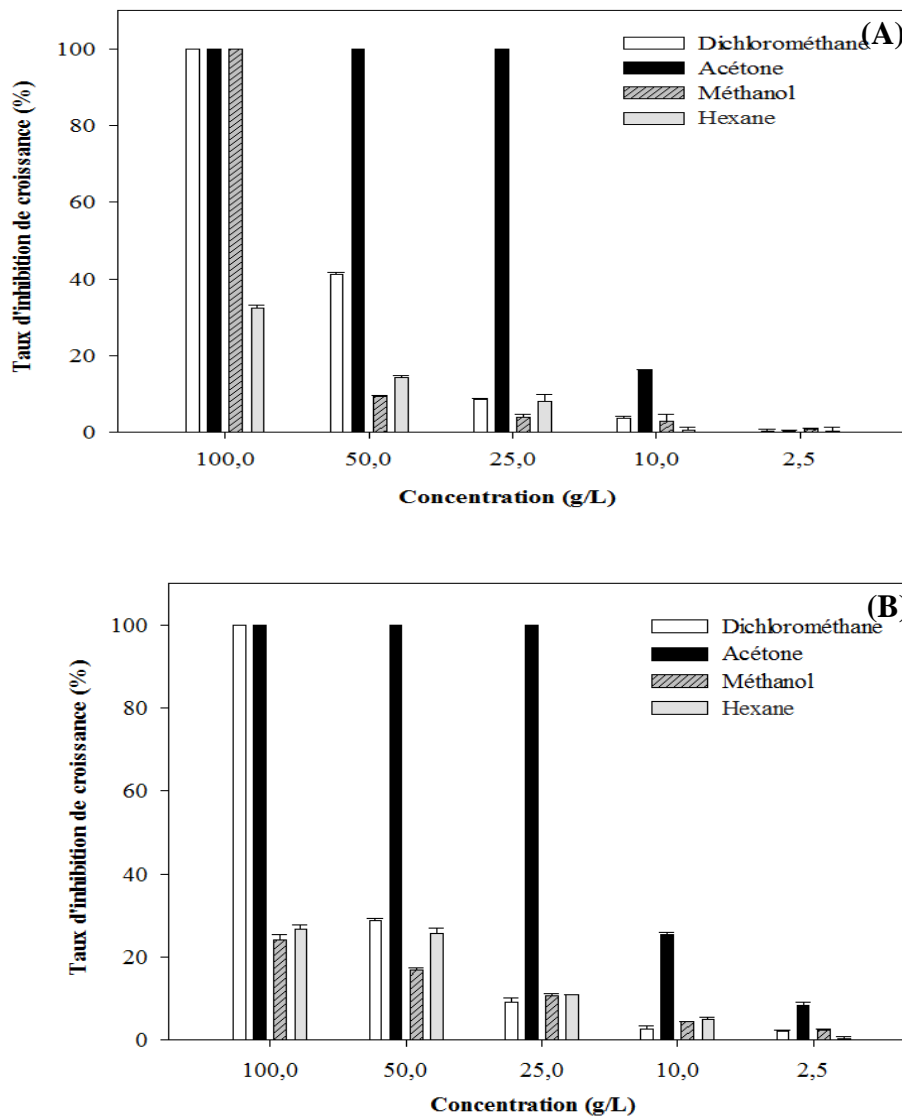


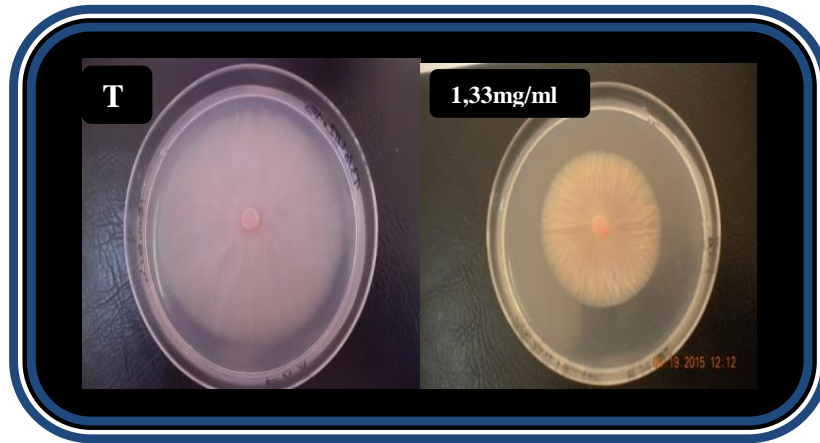
Figure. 7. Taux d'inhibition de la croissance du thalle par les différentes concentrations des solvants.

A : FOL.

B :FOA.

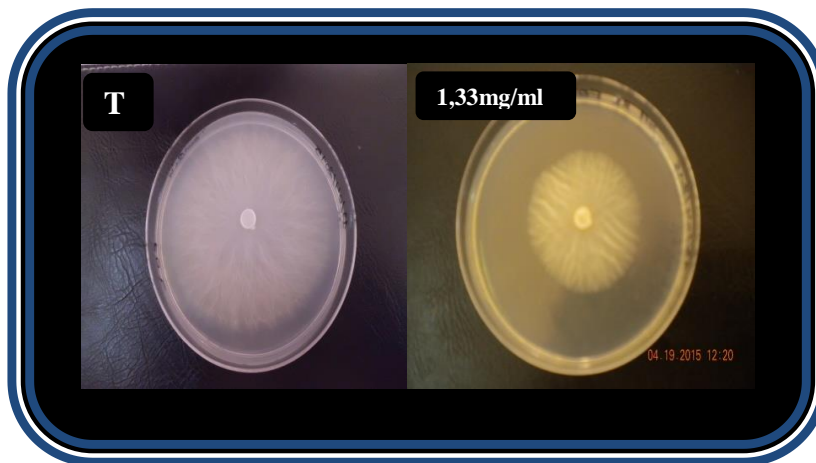
III.1.3. Effet de l'antibiotique amphotéricine B sur la croissance du thalle de FOA et FOL

L'antibiotique testé dans notre travail a également un effet inhibiteur sur la croissance mycélienne des deux souches fongiques (FOA et FOL) dont le taux d'inhibition est de l'ordre de 32,54% pour FOA et 42.66% pour FOL (Photo 21 et 22).



(Original, 2015).

Photo 21. Effet de l'amphotéricine B sur la croissance mycélienne du FOA.



(Original, 2015).

Photo 22. Effet de l'amphotéricine B sur la croissance mycélienne du FOL.

III.2. Discussion

Les extraits d'algue marine rouge *Asparagopsis armata* obtenu par les solvants organiques de différentes polarités sont capables de réduire la croissance mycélienne des champignons phytopathogènes du genre *Fusarium* (*F. oxysporium* f. sp. *albedinis* et *F. oxysporium* f.sp *lycopersici*). L'inhibition de la croissance des souches fongiques étudiées par les extraits d'algue rouge peut être liée à la présence des composés ayant un pouvoir antifongique comme les bromophénols, les terpenoïdes brominés et les composés acétylés (Craigie et Gruenig, 1967; Fenical, 1975, 1982).

Dembitsky & Srebnik (2002) et Kladi et al. (2004) ont montré que, les extraits des algues marines rouges inhibent la croissance de plusieurs souches fongiques. Ces mêmes auteurs suggèrent que, les composés volatiles des algues rouges, tels que les dérivés des phénols et les acides gras halogénés, les terpenoïdes et les métabolites secondaires halogénés sont responsables de cette activité antifongique.

Moudjahid et al., (2004) ont trouvé que, les algues rouges (Rhodophycées) produisent des substances de natures terpènes, acétogénines et halogénés qui sont des composés produits par la polymérisation des acétates. Ces composés possèdent une activité antimicrobienne par effet cytotoxique. De plus, différents extraits de l'algue marine ont été testés par Souhaili et al., (2004) et par Badea (2009) pour leurs activités antimicrobiennes (bactéries, champignons et levures) et sur la formation des mycotoxines par les moisissures.

L'examen de nos résultats montre que, l'extrait acétonique et l'extrait dichlorométhanologique exercent une meilleure activité antifongique sur les deux espèces de *Fusarium*.

L'extrait méthanologique a une activité antifongique plus ou moins élevée par rapport à l'extrait hexanique. Rangaiah et al., (2010) ont déduit également que, l'extrait méthanologique des algues marines *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* ont une activité antifongique élevée par rapport à l'extrait hexanique.

Il semble donc, que les substances qui provoquent l'inhibition de la croissance mycélienne des champignons sont des composés plus ou moins apolaires alors que, les

solvants polaires sont les plus appropriés pour une bonne solubilisation de ces composés. Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par Moudjahid et *al.*, (2004).

L'algue rouge *Asparagopsis armata* constitue donc une source naturelle prometteuse des agents antifongiques qui peuvent être utilisés pour lutter contre les maladies de fusariose chez le palmier dattier et également chez la tomate.

CONCLUSION

Dans notre étude, nous avons évalué l'activité antifongique des extraits de l'algue rouge *Asparagopsis armata* obtenus par différents solvants (acétone, dichlorométhane, méthanol et l'hexane) vis-à-vis deux espèces fongiques de genre *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*).

La polarité du solvant d'extraction affecte de manière significative le pouvoir antifongique de l'extrait de l'algue rouge *Asparagopsis armata*. Les solvants plus ou moins polaires (acétone et dichlorométhane) semblent être les meilleurs solvants d'extraction vue leur activité antifongique la plus élevée par rapport aux autres solvants.

L'extrait acétonique inhibe efficacement la croissance mycélienne des deux champignons phytopathogènes, ceci est dû à la présence des composés halogénés et/ou des substances à caractère lipophile. Par contre, l'amphotéricine B n'a pas inhibé efficacement la croissance des champignons par rapport à cet extrait.

L'espèce *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* est plus sensible à l'extrait algal utilisé que le *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

Les résultats obtenus dans ce travail sont très encourageants, ils nous ont permis de qualifier des produits naturels antifongiques d'origine algale testés dans la lutte biologique contre les fusarioses. Les extraits de l'algue sont des sources potentiellement prolifiques des métabolites secondaires fortement bioactifs qui pourrait mener dans le développement de nouveaux agents de lutte biologique contre les champignons phytopathogènes. Aussi, elles peuvent participer avec d'autres études semblables pour créer des projets d'extraction des principes actifs à l'échelle industrielle. Ces composées peuvent être des stabilisateurs et des conservateurs des aliments contre des agents pathogènes.

En perspectives, il est envisageable d'une part d'isoler et d'identifier les composés responsables de l'activité antifongique de l'extrait acétonique et d'autre part, d'effectuer des essais de lutte contre la fusariose *in situ*.

Références bibliographiques

- Agrios G.N. (2005).** Plant Pathology. Fifth Edition, Elsevier Academic Press, 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495. pp. 524-525, 539.
- Ainane T. (2011).** Valorisation de la biomasse algale du Maroc : Potentialités pharmacologiques et Applications environnementales, cas des algues brunes *Cystoseira tamariscifolia* et *Bifurcaria bifurcata*. Thèse Présentée pour obtenir le diplôme de doctorat. Faculté des Science Ben M'sik. Université Hassan II – Casablanca. Royaume du Maroc.
- Alabouvette C., Olivain C et Steinberg C. (2006).** Biological control of plant diseases: the European situation. *European Journal of Plant Pathology*. Vol. 114, pp 329-341.
- Alabouvette C., Schippers B., Lemanceau P. et Bakker P.A.H.M. (1998).** Biological control of Fusarium wilts towards development of commercial products. *In: BOLAND G. J. and KUYKENDALL L. D. (Eds), Plant-Microbe interactions and Biological Control*, pp. 15-35.
- Albouvette C., Couteaudier Y et Louvet J. (1986).** Recherches sur la résistance des Sols aux maladies. X-comparaison de la mycoflore colonisant les racines de melons cultivés dans un sol résistant ou dans un sol sensible aux fusarioses vasculaires. Vol.4 .pp. 735-740.
- Amir H. (1991)** .Corrélation entre l'aptitude de différentes souches de *Fusarium* à limiter la fusariose vasculaire du lin, leur activité respiratoire et leur développement saprophytique dans un sol désinfecté. *Can. J. Microbiol.* Vol. 37. pp. 889-896.
- Arbaoui M. (1984).** Essai d'utilisation de la vibration électrique et manuelle pour l'élimination de la fécondité de la tomate *Lycopersicum esculentum* non chauffée, thèse d'ingénieur en agronomie, INA. 56 p.
- Armstrong G et Armstrong J.K. (1981).** *Formae speciales* and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt disease. Pages 391-399: In *Fusarium, diseases, biology, and taxonomy*. P.E. Nelson, Tousson, T.A., et Cook, R.J. Eds. The Pennsylvania State University Press. University Park and London.
- Armstrong G.N. et Armstrong J.K. (1981).** *Formae speciales* and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases, p. 391-399. In P.E. Nelson, T.A. Tousson, and R.J. Cook (ed.), *Fusarium: diseases, biology, and taxonomy*. Pennsylvania State University Press, University Park.
- Azco' n-Aguilar C et Bare J.M. (1997).** Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Sci Hortic.* 68: pp.1–24.
- Badea, V., Balaban, D.P., Rapeanu, G., Amariei, C., Badea, C.F. (2009).** The antibacterial activity evaluation of *Cystoseira barbata* biomass and some alginates upon bacteria from oropharyngeal cavity. *Romanian Biotechnological Letters* Vol. 14, N°. 6, pp. 4851-4857.
- Benchabane M. (2005).** Caractérisation des effets d'antagonisme microbienne et de promotion de la croissance végétale de souche de *Pseudomonas spp.* Fluorescents, Thèse de Doctorat d'Etat, FSB-UTHB, Alger, 235p.
- Blancard D. (1997).** Les maladies de la tomate. Edition INRA, Paris, 212 p.
- Blancard D. (2013).** Tomato Biologie, épidémiologie, édition Quae. www.inra.fr.
- Blunt J.W., Copp B.R., Hu W et al., (2008).** Marine natural products. *Natural Products Reports*. Vol. 25. Pp 35–94.
- Blunt JW, Copp RB, Hu WP, Munro MH, Northcote PT, Prinsep MR. (2009).** Marine natural products. *Natural Products Reports*. Vol. 26. pp 170-244.

- Booth C. (1971).** The Genus *Fusarium*, p. 237. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Booth C. (1981).** Perfect States (Telomorphs) of *Fusarium* species. In: *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. Edit by Nelson P.E., Tousson T.A. and Cook R.J. The Penn. State Univ. Press. Univ. Park and London.
- Booth C. (1985).** The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, 3ème Edition. 132 p.
- Botton B., Breton A., Fevre M., Ganthier S., Gux PH., Larpënt J.P., REYMOND P., Sanglier J.J., Vayssier Y et Veau P. (1990).** Moisissure utiles et nuisibles importances industrielles. 2 Ed. 3 Ed. Milan Barcelone Mexico. Paris. 498p.
- Bouhot D., Rouxel, F. et Louvet, J. (1972).** Observation de la fusariose vasculaire de la tomate en France. *Ann. Phytopathol.* 4. pp 187-191.
- Bounab H., Gouzi H, (2014).** Contribution à l'étude de l'activité antifongique des extraits méthanoïques des algues marines sur quelque champignon phytopathogène. Mémoire de Master. Université Amar Tlidji Laghouat. 42 p.
- Bounaga N. (1991).** Le palmier dattier rappels biologiques et problèmes physiologiques. Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Groupe d'étude de l'arbre. Paris, France. pp 323-336.
- Brac de la perriere R.A et Benkhalifa A. (1991).** Progression de la fusariose du palmier dattier. Sécheresse, 2. Pp 119-128.
- Bulit J., Louvet J., Bouhot D., et Toutain G. (1967).** Travaux sur les Fusarioses. I : Travaux sur le Bayoud, Fusariose Vasculaire du Palmier Dattier en Afrique du Nord. *Ann. Epiphytes.* 18. Pp 213-239.
- Bulletin OEPP/ EPPO. (2003).** Protocoles de diagnostic pour les organismes réglementés. *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*. Bulletin n° 33, 265-269. PM 7/16. 75016. Paris. France.
- Cabioc'h J., Floch J.-Y., Le Toquin A., Boudouresque C-F., Meinesz A. et Verlaque M. (1992).** Guide des algues des mers d'Europe : *Delachaux et Niestlé*. pp.232.
- Cirad et Gret. (2002).** Mémento de l'agronome. Edit. Quae, ISBN 2876145227. 1691 p. Cirad Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement France, GRET/ Groupe de Recherche d'Echanges Technologiques.
- Collin G.J. Lord D. Allaire J. et Gagnon D. (1989).** Huiles essentielles et extraits micro-ondes. Parfums Cosmétiques Arômes, 97. pp 105-112.
- Corbaz R. (1990).** Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Edition Presse polytechnique et universitaire romande. 286 p.
- Craigie J. S. et Gruenig D. E. (1967).** Bromophenols from red algae. *Science* 157. pp 1058-1059.
- Cronquist A. (1981).** An integrated system of classification of following plants. Columbia University. 1256 p.
- Dembitsky V M., M Srebnik. (2002).** Natural halogenated fatty acids: their analogues and derivatives. *Progress in Lipid Research.* 41. pp 315–367.
- Dihazi A. (2012).** Interaction Palmier dattier-*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* : Induction des réactions de défense par l'acide salicylique et rôle de quelques microorganismes antagonistes de l'agent pathogène dans le contrôle de la maladie du Bayoud thèse de doctorat national université Université ibn zohr. Agadir. 186 p.
- Djerbi M. (1988).** Les maladies du palmier dattier. Edit. El Watan Printing Press Co. Beyrouth. 125 p.
- Djerbi M. (1994).** Précis de phéniculture, F.A.O, Rome, 191 p.

- Djerbi, M. (1983).** Diseases of the date palm (phoenix dactylifera L.).F.A.O. Regional Project for Palm and Dates Research Centre in the Near East and North Africa. 106 p.
- Dommergues Y et Mangenot F. (1970).** Ecologie microbienne du sol. Edition MASSON. Pp 40-45.
- DSA. (2015).** Service des statistiques : bilan de la production de la tomate maraichère et les dattes dans la wilaya de Laghouat 2000-2014.
- FAO. (2012).** Rapport de la production mondiale de tomate 2010 [en ligne]. [Consulté le 14 mars 2012]. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=fr>.
- Fenical W. (1975).** Halogenation in the Rhodophyta. A review. *Journal of Phycology* 11. pp 245-259.
- Fenical W. (1982).** Natural products chemistry in the marine environment. *Science* 215. Pp 923-928.
- Fisher N.L., Burgess L.W., Toussoun T.A., et Nelson P.E. (1982).** Carnation leaves as a substrate and for preserving cultures of *Fusarium* species. *Phytopathology*, 72. Pp 151-153.
- Frederix M.J.J., et Den Brader K. (1989).** Résultats des essais de désinfection des sols contenant des échantillons de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* FAO/ PNUD/ RAB/88/ 024. Ghardaïa, Alger.
- Garon-Lardiere S. (2004).** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de Doctorat Spécialité : Chimie. Université de Bretagne Occidentale. 226 pages.
- Gausсен H., Lefoy J et Ozenda P. (1982).** Précis de Botanique. Deuxième Ed. Masson, Paris. 172p.
- Gayral P. (1975).** Les algues: Morphologie cytologie reproduction écologie. Ed. *Doin*. Paris. 166 p.
- Hadjari M., Kadi Hanifi M. (2005).** La mise en œuvre de la fermentation de jus de datte étude cinétique et biochimique, mémoire d'ingénieur en sciences alimentaires, Mascara, 21. Pp 22-23.
- Hamoir J., Goret M., Mignon B et Gustin P. (2001).** Actualité sur les antifongiques enregistrés en Belgique dans le cadre du traitement des dermatophytoses. *Ann. Med. Vet.*145. pp 226-232.
- Harvey W.H. (1855).** Some account of colony of Western Australia. *Transactions of the Royal Irish Academy* 22. Pp 525-566.
- Henni J.E. (1998).** Morphologie, pouvoir pathogène et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Thèse de Doctorat d'état. Université d'Oran.171 p.
- Hibar K., Daam-Remadi M., Khiareddine H et El-Mahjoub M. (2005).** Effet inhibiteur *in vitro* du *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicislycopersici*. *Biotechnol. agron. Soc. Environ.* 9 (3). pp 163-171.
- Hornsey IS et Hide D. (1974).** The production of antimicrobial compounds by British marine algae. I. Antibiotic producing marine algae. *Br. Phycol. J.* 9. pp 337-342.
- ITCIMI. (2012).** *Principaux désordres physiologiques, maladies et ravageurs présents en Algérie : les tomates.* 64 p.
- Jarvis W.R., Shoemaker R.A. (1979).** Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root-rot of tomato. *Phytopathology*, 68. Pp 1679- 1680.
- Jiao G., Yu G., Zhang J., Ewart H.S. (2011).** Chemical structures and bioactivities of sulfated polysaccharides from marine algae. *Marine Drugs* 9. pp 196-223.
- Karkachi N. (2013).** Evaluation de l'effet de Triazoles vis-a-vis de *Fusarium oxysporum* f. sp *albedinis*. *Thèse de doctorat.* UNIVERSITE D'ORAN.167p.

- Kennedy G-G. (2003).** Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the geis *Lycopersicon*. Annual Review of Entomology, 48. pp 51-72.
- Kladi M. Vagias C., Roussis V. (2004).** Volatile halogenated metabolites from marine red algaey. Phytochemistry Reviews. 3. pp 337–366.
- Kolev N. (1976).** Les cultures maraichères en Algérie. Tome1. Légumes fruits. Ed. Ministère de l’agriculture et des reformes Agricoles. 52p.
- Komi A. (1993).** Pouvoir pathogène et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum* f.sp. vasinfectum (ATK) SN. Et H. : Agent de la fusariose du cotonnier. Thèse de doctorat d’état. Université de Montpellier II. Sciences et Techniques du Languedoc. 152 p.
- Kumar C.S., Sarada D.V.L et Rengasamy R. (2008).** Seaweed extracts control the leaf spot disease of the medicinal plant *Gymnema sylvestre*. *Indian Journal of Science and Technology*, 1 (3). pp 1-5.
- Laterrot H., Rouxel F., Davet P., Mineau R., Nourrisseau J.G. et Jonan B. (1978).** La fusariose vasculaire de la tomate en France. P.H.M.Rev.Horticol 137. pp 35-40.
- Latigui A. (1984).** Effects des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister. INRA El-Harrach, Algérie. 87 p.
- Laumonier R. (1979).** Culture légumières et maraichère. Tome III. Ed. Baillier, Paris: 279p.
- Leroux P. et Credet A. (1978).** Document sur l’étude de l’activité des fongicide. INRA, Versailles, France, 12 p.
- Leslie J.F. et Summerell B.A. (2006).** The *Fusarium* Laboratory Manuel. Edit. Blackwell Publishing Professional. ISBN-13: 978-0-8138-1919-8. 2121 State Avenue. Ames, Iowa 50014, USA 388 p.
- Louvet J. (1991).** Que devons-nous faire pour lutter contre le Bayoud. In : Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides (Ed. by A. Riedaker, E. Dreyer, C. Pafadnam, H. Joly and G. Bory) pp 337-346. Groupe d’étude de l’arbre, Jhon Libbey Eurotext, Paris, France.
- MADR. (2009).** Service des statistiques.
- Manivannan K., Thirumaran G., Devi G.K., Hemalatha A., Anantharaman P et Balasubramanian T. (2009).** Proximate composition of different group of seaweeds from Vedalai coastal waters (gulf of mannar): Southeast coast of India. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 4 (2). pp 72-77.
- McGovern R.J. (2015).** Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. Elsevier Ltd. All rights reserved. Crop Protection 73. pp 78 – 92.
- Mehrazi B. (2008).** Etudes d’échantillon de *Fusarium oxysporum* f. sp. Albedinis par le biais de la compatibilité vegetative. Mémoire de l’ingenieure . université Amar Telidji Laghouat. 63p.
- Messar E.M. (1996).** Le secteur phoenicole Algérien : situation et perspectives à l’horizon 2010. Le palmier dattier dans l’agriculture d’oasis des pays méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ-Options méditerranéennes, 28. pp 23-44.
- Messiaen C. M et Cassini R. (1981).** Taxonomy of *Fusarium*. In: *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. Edit. by Nelson P.E., Tousson T.A., and Cook R.J. The Penn. State Univ. Press. Univ. Parck and London. 132 p.
- Messiaen C.M. (1981).** Les variétés résistantes. Méthodes de lutte contre les maladies et ennemies des plantes. Edition INRA. Paris. 374 p.
- Messiaen, C.M. et Cassini R. (1968).** Recherche sur les fusarioses. IV- La systématique *Fusarium*. *Ann. Epiphyt.* Vol. 19. pp 387-454.

- Moujahid A., Bencharki B., Hilali L., Bagri A., Najim L. (2004).** Activités antibactérienne et antifongique des extraits d'algues marines d'origine marocaine. *Biologie et Santé* vol. 4, n° 2. Pp 298- 305.
- Mullen M.P et Stack, R.W. (1983).** Effect of isolation techniques and media on the differential isolation of *Fusarium* species. *Phytopatology*, 73. Pp 458-462.
- Munier P. (1973).** Le palmier dattier. Edit. Maison neuve et Larose, Paris. ISBN 2706805633. 221 p.
- Munroe D B., Small E. (1998).** Les légumes du Canada .NRC Research Press.
- Otero M., Cebrian E., Francour P., Galil, S. (2013).** surveillance Des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégée (AMP) méditerranéennes : guide pratique et stratégique à l'attention des gestionnaires. UICN.136 p.
- Painter T. J. (1982).** Algal polysaccharides. In *The Polysaccharides*, pp. 195-285. Edited by A. G. O. (ed) : Academic press.
- Pérez R. (1997).** Ces algues qui nous entourent. Conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisation, culture. PP 272. Edited by E. IFREMER. Plozané.
- Péron J-Y. (2002).** *Production légumes*. Ed : Lavoisier. Paris. 613p.fao
- Peyron G. (2000).** Cultiver le palmier. Edit. CIRAD. N° ISBN 2876143992. 110p.
- Rangaiah GS., Lakshmi PA., Sruthi keerithia K. (2010).** The antimicrobial activity of the crude extracts of *Chlorophyceacan* Seaweeds *Ulva*, *Caulerpa* and *Spongomorpha* spp. against clinical and phyto pathogens. *Drug Invent. To day*. 2. Pp 311-314.
- Rao P.S. et Parekh k.S. (1981).** Antibiotic activity of Indian seaweed extracts *Bot. Mar.*24. pp 577-562.
- Riedacker A et al., (1990).** Physiologie des arbres et arbustes en zone aride, John Libbey, Eurotext, pp 323-324-325-327 .
- Roger C. (1990).** Principe de phytopathologie et de lute contre les maladies des plantes. Edit. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 285 p.
- Rouxel F., Alabouvette C et Louvet J. (1979).** Recherches sur la résistance des sols aux maladies. IV : mise en évidence du rôle des *Fusarium* autochtones dans la résistance d'un sol à la fusariose vasculaire du melon. *Ann. Phytopathol.* 70. Pp 412-417.
- Ruppel P., Delfosse Ph., Hornick J-L. (2004).** La contamination de la filière laitière par les Mycotoxines : un risque pour la santé publique en Afrique subsaharienne. *Ann. Méd. Vét.*, 148, pp 141-146.
- Saaidi M. et Rodet J. (1974).** Lutte contre le Bayoud : II. Efficacité de deux fongicides sur *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* agent du Bayoud *in vitro*.
- Saaidi M. (1979).** Contribution à la lutte contre le Bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier. Thèse d'université. Dijon-France. 140p.
- Scott I.T. (1923).** The influence of hydrogen-ion concentration on the growth of *Fusarium lycopersici* and on tomato wilt. *Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin* 64 p.
- Shankara N., Van lidt de jeud J., de Goffau M., Hilmi M., Van Dam B. et Florijin A. (2005).** La culture de la tomate : production, transformation et comercialisation. 5^{ème} (ed).foundation agromisa et CTA, Wageningen. 256 p.
- Snyder W. C. et Hansen H.N. (1940).** The species concept in *Fusarium*. *Amer. J. Bot.*, 27. Pp 64-67.
- Souhaili Z., Lagzouli M., Faid M., Fellat-Zerrouck K. (2004).** Inhibition of growth and mycotoxins formation in moulds by marine algae *Cystoseira tamariscifolia*. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 3. 1. pp. 71-75.

- SRPVG. (2003).** Bilan des activités de la station régionale de protection des végétaux de Ghardaia.
- Sun S. et Huang J. (1985).** Formulated soil amendment for controlling *Fusarium* wilt and other soilborne diseases. *Plant Disease*, 69. Pp 917-920.
- Tello-Marquina J.C. et Alabouvette C. (1984).** Observation de la persistance dans le sol des microconidies de *Fusarium oxysporum*. *Agronomie* 4 (9). pp 123- 130.
- Tivoli B. (1988).** Guide d'identification des différentes espèces ou variétés de *Fusarium* rencontrées en France sur la pomme de terre et dans son environnement. *Agronomie*, 8(3). Pp 211-222.
- Tousson A. et Nelson P.E. (1975).** A pectorial guide to the identification of *Fusarium* species according to the taxonomic system of Synder and Hansen. Second edition. Pennsylvania state Univ. Press., University Parck and London, 44 p.
- Toutain G. (1965).** Note sur l'épidémiologie du bayoud en Afrique du Nord. *AL Awamia*, 15. Pp 37-45.
- Triki M. A., Krichen W., Hammemi Mallouli I., Samira K., Manel Cheffi H., Aouissaoui J. Ikram., Drira N et Hassaïri A. (2012).** Activité antifongique de l'extrait d'ail vis-a-vis de quelques champignons isolés d'oliviers en déperissement. *Revue Ezzaitouna* 13 (1 et 2). 11 p.
- Trottin-Caudal Y., Grassely D et Millot P. (1995).** *Maîtrise de la protection sanitaire Tomate sous serre et abris*. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, France. 198 p.
- Van don Hoek C., Monn D.G., Jahns H.M. (1995).** *Algae: An introduction to phycology*: Cambridge University Press.623 p.
- Vincent C., Panneton B. (2001).** Les méthodes de lutte physique comme alternatives aux pesticides. *Vertigo - La revue en sciences de l'environnement sur le WEB*, V2 No 2.
- Walker J.C. (1971).** *Fusarium wilt of tomato*. Monogr. 6. *American Phytopathological Society*, St. Paul, MN.
- Waltz S.S et Johnes J.P. (1981).** Nutritionale quirements of *Fusarium oxysporum*: Basis for a disease conrol system. In Nelson. R.J. et al., pp 340-349.
- Wollenweber H.W. et Reinking O.A. (1935).** *Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung and Bekampfung*. Berlin. Paul Parey. 355 p.
- Woolard F.X., Moore R.E. et Roller P.P. (1979).** Halogenated acetic and acrylic acids from the red alga *Asparagopsis taxiformis*. *Phytochemistry* 18. Pp 617-620.

Référence électronique

Site web 1 : <http://erec.ifas.ufl.edu/tomato-scouting-guide/diseases/fulsarium-crown-rot.shtml>. Consulté le 02/04/2015.

Annexes

Annexe 1. Production de la tomate dans le monde, en Algérie et dans la région de Laghouat et la production des dattes dans la région de Laghouat

Tableau 5. Production mondiale de la tomate en 2010.

Position	Région	Production (T)
1	Chine	41879684
2	États-Unis d'Amérique	12902000
3	Inde	11979700
4	Égypte	8544990
5	Turquie	10052000
6	Italie	6024800
7	Iran	5256110
8	Espagne	4312700
9	Brésil	3691320
10	Mexique	2997640

Source : FAO, 2012.

Tableau 6. Évolution de la tomate maraîchère en Algérie entre 2000-2010.

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement Qx/ha
2000	16710	3414470	204,3
2001	16760	3735340	222,87
2002	17820	4013640	225,20
2003	18650	4569330	245,00
2004	19432	5121950	263,60
2005	21089	5137280,4	243,60
2006	20436	5489336	268,60
2007	20079	5673134	282,50
2008	19655	5592491	284,50
2009	20789	6410343	308,40
2010	21358	7182353	336,3

Source : MADR, 2012

Tableau 7. La production de la tomate maraichère dans la wilaya de Laghouat

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)
2000	144	15 102
2001	156	21 410
2002	149	26 870
2003	155	28 945
2004	175	26 250
2005	185	27 240
2006	155	23 250
2007	162	22 110
2008	170	25 500
2009	172	30 960
2010	195	54 600
2011	180	36 000
2012	320	102 400
2013	320	96 620
2014	350	105 250

Source : DAS, 2015

Tableau 8. La production des dattes dans la wilaya de Laghouat

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)
2000	6943	580
2001	7393	1222,6
2002	12580	4403
2003	12580	4000
2004	13440	6720
2005	13440	3360
2006	13440	4200
2007		4600
2008	13920	3800
2009		6098
2010	13920	6350
2011	13920	9620
2012	13920	13280
2013	13920	13280
2014	13920	15383

Source : DAS, 2015

Annexe 2. Les principales maladies et ravageurs de la tomate et de palmier dattier présentes en Algérie.

Tableau 9. Les principales maladies et ravageurs de la culture de tomate.

	Agent causal	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
Maladies bactériennes			
Chancre bactérien	<i>Clavibacte michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Sur tige : jaunissement de la moelle en bordure des vaisseaux. Sur fruit : petite tache blanche, brunes au centre.	Utiliser des semences saines, éviter les irrigations par aspersion, éliminer les débris des végétaux, désinfecter les outils de taille à intervalle régulier (en début de ligne), en les plongeant dans l'eau javellisée 2% au dans l'alcool.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Les plants sévèrement infectés perdent leurs feuilles. Sur fruit : lésions sous forme de pustules liégeuse entourées d'un halo huileux.	
Moucheture bactérienne	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Sur feuille : elle se manifeste par de petits points noirs qui, habituellement, ne font pas plus de 2 mm de diamètre. Sur fruit : petit taches noires (de moins de 1 à 3 mm) légèrement surelevées et souvent cernées d'une fine aureole allant du vert au jaune.	
Maladie cryptogamique			
Alternariose	<i>Alternaria dauci</i> , <i>Alternaria solani</i>	Sur feuille des plantes adultes, taches nécrotiques noires de taille variable(3à6mm) plus au moins arrondies souvent entourées'un halo jaune Sur fruit, tâche noires bien délimitées, déprimées, de 1à2 cm, debutant souvent A14aisselle du calice.	Eliminer les débris végétaux en fin de culture. Eviter les arrosages par aspersion Utilisé les variétés résistantes Traitement des semences. Traitement chimique a base Azoxystrobine, chlorothalonil.
Fusariose ou pourriture fusarienn	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>radicis lycopersici</i> , <i>fusarium solani</i>	Pourriture du système racinaire, jaunissement unilatéraux des folioles. le collet peut présenter un chancre recouvert d'un mucus rose saumon. Les symptômes consistent en un flétrissement de la plante qui se produit au moment où les fruits grossissent et durant	Utiliser des substrats et des plants sains. Eliminer les plantes malades en cours de culture. Buter les plantes pour obtenir l'émission de nouvelles racines qui remplaceront les racines nécrosées.

		les fortes chaleurs. Brunissement des vaisseaux au niveau du collet.	Traitement chimique à base de Carbendazime, Hyméxazol.
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Sur feuilles : larges plages brunes auréolées à marge vert pâle à la face supérieur, se desséchant en leur centre et correspond à un duvet blanc sur la face inférieur. Sur fruit : taches brunes, dures et marbrées avec parfois un feutrage blanc.	Eviter la proximité des cultures de pomme de terre. Lutte biologique par <i>Enterobacter aerogenes</i> . Eviter d'asperger les plants lors des arrosages. Traitement chimique à base de cuivre de l'hydroxyde de cuivre, tolylfluamide
Maladies virales			
CMV	<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>A. craccivora</i> , <i>A. fabae</i> .	Symptômes de mosaïque foliaire. Lorsque l'infection est précoce, on observe une stérilité des plantes ou une malformation des fruits.	Protéger les ouvrants des serres avec des filets insect-proof. Introduire les ravageurs naturels du puceron tel que <i>Aphidius ervi</i>
TICV	<i>Crinivirus</i>	Un jaunissement interveine sur les feuilles basales puis médianes. Un retard de développement de la plante.	Eviter l'introduction de plantes infestées ou d'insectes porteurs du virus. Utiliser des variétés tolérantes à ce virus.
Ravageurs			
Mineuse	<i>Tuta absoluta</i>	Les pertes pouvant aller jusqu'à 80-100%. Les galeries se nécrosent et brunissent. Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sortie à leur surface.	Eliminer les débris de culture et désinfecter le sol pour détruire les pupes. Utilisation d'auxiliaires : les punaises prédatrices <i>Nesidiocoris tenuis</i> et <i>Macrolophus caliginous</i> .
Nématodes	<i>Meloidogyne</i> spp.	Sur les racines, des nécroses juste au-dessous de la peau. La partie aérienne peut présenter une croissance réduite accompagnée d'un jaunissement des feuilles.	Eliminer et détruire les racines infestées. Solarisation ou désinfection des sols à la vapeur.

Source : ITCMI, 20112

Tableau 10. Les principales maladies et ravageurs de palmier dattier.

Agent causal		Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
Ravageurs			
Pyrale de la datte	<i>Myelois ceratoniae Zell</i>	A l'intérieur des dattes attaquées, on trouve des grumeaux d'excréments des larves Les dattes attaquées se détachent facilement du régime de datte (la perte de production peut atteindre plus que 20 %	parmi les traitements chimiques recommandés c'est l'utilisation du Malathion a 2%, Parathion 1,25%, Phosalone 4% et Bactospeine 1%, a raison de 100 g/palmier, avec 100 g de chaux viticole
La cochenille blanche	<i>Parlatoria blanchardi Targ</i>	se nourrit de la sève et injecte une toxine qui altère le métabolisme ; de plus, l'encroustement des feuilles diminue la respiration et la photosynthèse et cause des altérations métaboliques, La cochenille peut entraîner une réduction de plus de la moitié de la production dattière, et rend les fruits inconsommables (Bounaga et Djerbi, 2009). Elle peut, également, attaquer les fruits et entraîner l'arrêt de leur développement (Viladerbo, 1973).	L'utilisation de la coccinelle comme prédateur naturel de la cochenille blanche a fait l'objet de plusieurs travaux dans le cadre d'une lutte biologique contre l'insecte ravageur (Montaigne et Fall, 1986).
Les maladies			
La pourriture de l'inflorescence ou Khamedj	<i>Mauginiella scaetae.</i>	Le premier symptôme de la maladie se révèle par l'apparition d'une ou de deux tâches rouilles ou brunes à la surface externe des spathes fermées. La spathe ne s'ouvre pas à cause de la pourriture totale de son	La lutte consiste d'abord à entretenir les palmeraies et les palmiers (après destruction par le feu des inflorescences atteintes) et au traitement des palmiers

		contenu où le champignon a déjà envahi les inflorescences (DJERBI, 1986).	à l'aide de divers fongicides (Bounaga et Djebri, 2009).
--	--	---	--

Annexe 3. Composition de milieu de culture utilisé

➤ **Milieu PDA**

Agar	20 g
Glucose	20 g
Pomme de terre	200 g
Eau distillée	1000 ml
pH = 7	