

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de l'environnement

Thèse

Pour l'obtention du diplôme de

Doctorat

En *Sciences de l'Environnement*

Option : **Gestion, Valorisation des Ressources Naturelles et
Développement Durable**

THÈME

Etude écophysiological et valorisation des plantes condimentaires dans
l'Ouest Algérien cas (d'*Anethum graveolens*)

Présentée Par :

Mme TIFOURI BENZINA Zeyneb

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président : Mr BOUZIDI Mohamed Ali

Pr, UDL SBA

Examineurs : Mr HASNAOUI Okacha

Pr, Université de Saida

Mme MEGHARBI Aicha

Pr, UDL SBA

Directeur de thèse : Mr BENYAHIA Mohamed

Pr, UDL SBA

Co- directeur : Mme TOUMI BENALI Fawzia

Pr, UDL SBA

Année universitaire : 2020 - 2021

Remerciements

Nous tenons à remercier d'abord Dieu de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de science.

Je tiens à exprimer toutes mes reconnaissances à Monsieur BENYAHIA Mohamed, professeur à l'université de Djillali Liabes et Directeur de cette thèse, pour l'accueil qu'elle m'a accordé dans son laboratoire, pour sa générosité, sa gentillesse, son encouragement, son soutien et de m'avoir fait confiance tout au long de la préparation de ce travail, qu'il trouve ici toute ma gratitude et ma sympathie.

J'exprime mes profonds remerciements, ma vive reconnaissance et ma sincère gratitude à Madame TOUMI Benali Fawzia, la co-directrice, professeur à l'université de Djillali Liabes pour ses précieuses orientations tout au long de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur BOUZIDI Mohammed Ali, Professeur à l'université de Djillali Liabes pour avoir accepté de présider le jury.

Je tiens à remercier Mr HASNAOUI Okkacha, professeur de l'université de Saida, Mme MEGHERBI Aicha, Maitre de conférences de classe A à l'université de Djillali Liabes, pour avoir accepté de juger ce modeste travail.

Un remerciement particulier à Mr Joon Moon Kwan, professeur à Hankyong National University, Corée de sud, pour l'aide qu'il m'a offert dans les moments difficiles, je le remercie pour sa bienveillance et ces conseils.

À toute la promotion de doctorat « Gestion et valorisation des ressources naturelles et développement durable »

Enfin je remercie énormément toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Je dédicace ce modeste travail :

*À mes parents, qui sont représentés le guide vigilant pendant toute mon enfance
et jusqu'à l'écriture de ces petites lignes.*

À mon Marie : BENZIN Benabdelallah

A ma chère fille : Maria

À toute ma grande famille

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes condimentaires cultivées dans l'ouest algérien, nous avons choisie (*Anethum graveolens* L.) qui est une plante aromatique de la famille des Apiacées, sa richesse en principes actifs et en substances naturelles lui défère des vertus thérapeutiques, méritant d'être étudiée et valorisée.

Le présent travail a pour but d'étudier l'impact de la salinité du sol sur la culture de cette espèce, dans la région de sidi bel abbés et Mohammadia comme étant un condiment et comme étant une plante médicinale et d'évaluer son potentiel phytochimique et bioactif, notamment l'activité antioxydante, l'activité antiarthritique, l'activité antidiabétique. Ainsi que l'activité antifongique.

L'étude physiologique, a mis en relief l'impact de la salinité du sol sur les différents stades de développement de l'aneth, ainsi que le rendement en biomasse et en semences.

Le screening phytochimique a démontré que l'extrait de la plante étudiée est riche en terpénoïdes, en flavonoïdes, en saponosides et en tanins. Le dosage des composés phénoliques, par la méthode colorimétrique, via la spectrophotométrie, a mis en évidence, des quantités plus ou moins remarquables selon la nature du sol.

En effet, les teneurs les plus importantes en polyphénols et en flavonols, ont été révélées dans les extraits alcooliques de la semence récoltée à partir du sol salin, à raison de $138 \pm 4,71 \text{ mg/g}$ et $41,62 \pm 0,9 \text{ mg/g}$ respectivement ; alors que pour les flavonoïdes, les tannins les plus appréciables sont celles obtenues à partir des extraits alcooliques de la semence récoltée à partir du sol non salin, à raison de $102,36 \pm 6,51 \text{ mg/g}$.

Cependant, pour les trois tests d'activité antioxydante, la biomasse de l'aneth a donné une très bonne activité de cette plante alors que l'extrait de semence saline a montré la plus forte inhibition des radicaux ; DPPH de $83,50 \pm 0,19\%$, ABTs de $93,81 \pm 0,30\%$ et chélation des métaux de $90,31 \pm 0,015$.

Néanmoins, l'activité antiarthritique la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait issu de la semence saline avec un pourcentage d'inhibition de 90 %. L'effet de l'extrait d'aneth sur le diabète n'a pas dépassé les 56% à la concentration de $200 \mu\text{g/ml}$.

La plante sous stress salin a montré une efficacité prononcée contre les souches fongiques : *Pyrenophora tritici-repentis* et *Rhynchosporium secalis*, duquel, 10 mg/ml est la concentration minimale inhibitrice.

La caractérisation de l'huile essentielle par chromatographie de type GC-MS a révélé un nombre plus important de composés chimiques au sein des graines issues du sol modérément salin que les

graines semées dans le sol non-salin, avec des composés majoritaires plus ou moins les mêmes et qui sont α -phelladrène, limonène, dill apiole et la carvone.

Mots clés : *Anethum graveolens* L., salinité du sol, extrait alcoolique, activités biologiques, huiles essentielles, caractérisation.

Abstract

In the aim of the valorization of the condiment plants cultivated in western Algeria, we chose (*Anethum graveolens* L.) which is an aromatic plant of the family of the Apiaceae, its fullness in active principles and natural substances defers therapeutic virtues to it, deserving to be studied and valorized.

The purpose of this work is to study the impact of soil salinity on the cultivation of this species, cultivated in the region of Sidi Bel Abbes and Mohammadia as a condiment and medicinal plant, and to evaluate some pharmaco-biological activities of these compounds on the in vitro model, including antioxidant activity, antiarthritic activity, antidiabetic activity. As well as antifungal activity.

Thus, the physiological study, highlighted the impact of soil salinity on the different stages of dill development, as well as biomass and seed yield.

The phytochemical screening showed that the extract of the studied plant is rich in terpenoids, flavonoids, saponosides and tannins. The dosage, by the colorimetric method via spectrophotometry of the phenolic compounds of the alcoholic extract, revealed a very high content of polyphenols in the seed from the culture under saline stress, i.e. 138 ± 4.71 mg/g, 102.36 ± 6.51 mg/g in the seed from the culture non-saline soil for the flavonoids and 41.62 ± 0.99 mg/g in the saline plant for the flavonols.

However, the three antioxidant activity tests dill showed the excellent activity of this plant while the saline seed extract showed the strongest radical inhibition; DPPH of $83.50 \pm 0.19\%$, ABTs of $93.81 \pm 0.30\%$ and metal chelation of $90.31\% \pm 0.015$.

Nevertheless, the highest antiarthritic activity was recorded in the saline seed extract with 90% inhibition. The effect of dill extract on diabetes did not exceed 56% at the concentration of 200µg/ml.

The plant under saline stress showed a pronounced efficacy against fungal strains: *Pyrenophora tritici-repentis* and *Rhynchosporium secalis*, of which, 10 mg/ml is the Minimum Inhibitory Concentration.

Characterization of the essential oil by GC-MS type chromatography method revealed a higher number of chemical compounds in seeds from moderately saline soil than seeds sown in non-saline soil, with nearly the same majority compounds being α -phellandrene, limonene, dill apiole and carvone.

Keywords: *Anethum graveolens* L., soil salinity, alcoholic extract, biological activities, essential oils, characterization.

ملخص

في إطار تثمين النباتات العطرية المزروعة في غرب الجزائر ، اخترنا (*Anethum Gravolens* L.) الشبث وهو نبات عطري من عائلة الخيميات ، حيث أن غناه بالمكونات الفعالة والمواد الطبيعية يمنحه مزايا علاجية تستحق الدراسة.

يهدف العمل الحالي إلى دراسة تأثير ملوحة التربة على استزراع هذا النوع في منطقة سيدي بلعباس والمحمدية كتوابل ونبات طبي وتقييم بعض الأنشطة الدوائية والبيولوجيا لهذه المركبات في المختبر، وخاصة نشاط مضادات الأكسدة، والنشاط المضاد للالتهاب، والنشاط المضاد لمرض السكري، فضلا عن النشاط المضاد للفطريات.

وهكذا أبرزت الدراسة الفسيولوجية تأثير ملوحة التربة على المراحل المختلفة لتطور الشبث، وكذلك على محصول الكتلة الحيوية والبذور.

أظهر الفحص الكيميائي النباتي أن مستخلص النبات المدروس غني بالتيربينويدات والفلافونويد والسابونوزيدات والعفص. أظهر الفحص ، بالطريقة اللونية عن طريق القياس الطيفي للمركبات الفينولية للمستخلص الكحولي ، وجود محتوى عالي جدًا من البوليفينول في البذور التي تم الحصول عليها من الثقافة تحت ضغط الملح ، أي 4.71 ± 138 مجم / جم ، 102 ، 6.51 ± 36 مجم / جم g. في البذور التي تم الحصول عليها من ثقافة التربة غير المالحة للفلافونويد و 41.62 ± 0.99 مجم / جم في النبات المالح للفلافونولات.

ومع ذلك، أظهرت اختبارات النشاط المضاد للأكسدة الثلاثة للشبث النشاط الممتاز لهذا النبات بينما أظهر مستخلص البذور المالحة أقوى تثبيط للجذور DPPH. بنسبة $83.50 \pm 0.19\%$ ، $93.81 \pm 0.30\%$ ABTs واستخلاص المعادن بنسبة 90.31 ± 0.015 .

ومع ذلك، تم تسجيل أعلى نشاط مضاد للالتهاب في مستخلص البذور المالحة مع نسبة تثبيط 90%. لم يتجاوز تأثير مستخلص الشبث على مرض السكري 56% بتركيز 200 ميكروغرام / مل.

أظهر النبات تحت ضغط الملح فعالية واضحة ضد السلالات الفطرية *Pyrenophora tritici-repentis* و *Rhynchosporium secalis*، منها 10 مجم / مل هي الحد الأدنى من تركيز المثبط.

كشف توصيف الزيت العطري بواسطة طريقة الكروماتوغرافيا من النوع GC-MS عن وجود عدد أكبر من المركبات الكيميائية داخل البذور التي تم الحصول عليها من تربة معتدلة الملوحة مقارنة بالبذور المزروعة في تربة غير مالحة، مع وجود مركبات سائدة أكثر أو أقل متشابهة وأنها هي α -phelladrene و limonene و dill apiole و carvone .

الكلمات المفتاحية: *Anethum gravolens* L.، ملوحة التربة، المستخلص الكحولي، الأنشطة البيولوجية، الزيوت الأساسية، التوصيف.

Table des Matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction1

Partie bibliographique

Chapitre I : Etat de connaissance sur l'Aneth

1.1. Notion d'ensemble sur la plante4

1.2. Description de l'Aneth4

1.2.1. Taxonomie de la plante.....5

1.3. Importance et métabolites secondaires dans l'aneth.....8

1.4. Constituants chimiques.....10

1.5. Propriétés fonctionnelles et toxicité.....11

1.6. Préparation et consommation de l'aneth.....13

Chapitre II : Revue bibliographique sur les Activités Biologiques de l'Aneth

2.1. Activité Antioxydante.....14

2.2. Activité Antifongique.....17

2.3. Activité Antimicrobienne.....18

2.4. Activité Insecticide.....20

2.5. Activité Antiinflammatoire.....21

2.6. Activité Antidiabétique.....22

2.7. Activité Anticancéreuse.....22

2.8. Activité Hypolipédémique.....23

2.9. Activité Antispasmodique.....23

2.10. Activité Anti-stress.....23

2..11. Activité Antiarthritique.....	23
--------------------------------------	----

Chapitre III : Impact de la salinité du sol sur les métabolites secondaires

3.1. La salinité en Algérie.....	25
3.2. Effet de la salinité du sol sur le métabolite secondaire.....	25
3.3. Tolérance de l'Aneth à la salinité.....	27

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

4.1. Localisation.....	29
4.2. Climat.....	30
2.1. Précipitation.....	30
2.2. Température.....	31
2.3. Humidité relative.....	32
2.4. Vent.....	33
4.3. Texture du sol.....	34

Partie expérimentale

Chapitre V : Matériel et Méthodes

5.1. Matériel végétal.....	36
5.2. Analyse du sol.....	36
5.3. Méthodologie Retenue.....	37
5.4. Etude écophysiological de l'Aneth.....	37
5.5. Etude phytochimique	39
5.5.1. Screening phytochimique.....	39
1. Détection des gommes et des mucilages.....	39
2. Détection des composés phénoliques.....	39
3. Détection des Tanins.....	40
4. Détection des Phlobatanines.....	40
5. Détection des Flavonoïdes.....	40
6. Détection des Terpénoïdes.....	40
7. Détection des Stéroïdes.....	40
8. Détection des Anthraquinones.....	40
9. Détection des saponosides Test de moussage.....	40

10. Détection des Glycosides cardiaques.....	41
5.5. 2. Méthode d'extraction et dosage des composés phénoliques.....	41
1. Macération.....	41
2. Extraction au soxhlet.....	42
5.5.3. Dosage des composés phénoliques.....	43
1. Dosage des polyphénols totaux.....	43
2. Dosage des Tannins.....	44
3. Dosage des flavonoïdes.....	46
4. Dosage des flavonols.....	47
5.5.4. Rendement en huile essentielle et caractérisation de ses composés chimiques.....	48
1. extraction et dosage.....	48
2. caractérisation du profil chimique des huiles essentielles par la GC-MS.....	49
6. Activités biologiques de l'aneth sous stress salin.....	51
5.6.1. Activité antioxydante.....	51
a) Piégeage du DPPH.....	51
b) Piégeage du ABTs.....	52
c) Activité de chélation des métaux.....	54
5.8.2. Activité antiarthritique par l'inhibition de la dénaturation des protéines.....	55
5.8.3. Activité antidiabétique.....	56
5.8.4. Activité antifongique.....	58
5.7. Analyse statistique.....	59

Chapitre VI : Résultats et Discussion

6.1. Résultats de la physiologie de développement de l'Aneth.....	60
6.1.1. Caractéristiques physicochimiques du sol.....	60
6.1.2. Période de levée.....	61
6.1.3. Hauteur des plants.....	61
6.1.4. Rendement en biomasse et en semence.....	62
6.2. Résultats et discussions de l'étude phytochimique.....	64
6.2.1. Test phytochimique.....	64
6. 2.2. Rendement des extraits bruts.....	65
1. Extraction par Macération.....	65
2. Extraction par Soxhlet.....	65

6.2.3. Rendement en huiles essentielles.....	67
6.2.4. Caractérisation des huiles essentielles de l'aneth par la GC-MS.....	69
6.2.4. Résultats et discussion du dosage des composés phénoliques.....	77
6.3. Résultats des activités biologiques.....	78
6.3.1. Résultats de l'Activité antioxydante.....	78
a) Piégeage du DPPH.....	79
b) Piégeage de l'ABTs.....	80
c) Chélation des métaux.....	81
6.3.2. Résultats de l'Activité antiarthritique.....	82
6.3.3. Résultats de l'Activité antidiabétique.....	83
6.3.4. Résultats de l'Activité antifongique.....	85
a) Croissance mycélienne.....	85
b) Taux d'inhibition.....	92
Conclusion générale.....	95
Références Bibliographiques.....	98
Annexes.....	114

Liste des abréviations

ABTs : Sel de diammonium de 2,2'-azino-bis (acide 3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique).

CAT : Catalase.

DMSO : diméthyle sulfoxyde.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

DSA : direction Des Services Agricoles.

EDTA : Acide Éthylène Diamine Tétra-Acétique.

ETo : évapotranspiration de référence

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

GAE : équivalent Acide gallique.

GSH : Hydroperoxyde de phospholipide.

H.E. : Huile Essentielle.

HDLc : Lipoprotéines-cholestérol de haute densité.

HORAC : capacité antioxydante des radicaux hydroxyles.

INRA : Institut National de la recherche agronomique.

INSID : Institut National Des Sols, Irrigation Et Drainage.

IR : Spectroscopie infrarouge.

ITIS : Système d'information taxonomique intégré.

LC₅₀ : Concentration létale médiane.

LD₅₀ : Dose létale médiane.

LDLc : Lipoprotéines-cholestérol de basse densité.

NASA : Administration Nationale de l'Aéronautique et de l'Espace.

NO : Oxyde Nitrique.

NSP : Plante non-saline.

NSS : Semence non-saline.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ORAC : capacité d'absorption des radicaux d'oxygène.

PAM : plante aromatique et médicinale.

PVPP : Polypyrrolidone polyvinylique.

RAE : Activité du rétinol.

SOD : Superoxid-Dismutase.

SP : Plante saline.

SS : Semence saline.

TC : Cholestérol total.

TE : Trolox équivalent.

TEAC : capacité antioxydante totale équivalente.

TG : Triacylglycérol.

TNF- α : Facteur de nécrose tumorale α .

Trolox : Acide ($\pm$) -6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchromane-2-carboxylique.

UI : Unité Internationale.

USDA : Département de l'agriculture des États-Unis.

Liste des Tableaux

Tableau n°1 : Classification taxonomique d' <i>Anethum graveolens</i>	6
Tableau n°2 : Composition nutritive des graines d'aneth.....	9
Tableau n°3 : Composition nutritionnelle et valeur ORAC de l'aneth.....	10
Tableau n°4 : Propriétés physiques et chimiques des sols pilotes.....	60
Tableau n°05 : Période de levée de l'aneth dans les deux types de sol.....	61
Tableau n°06 : Rendement de l'Aneth en matière fraîche et en semence.....	63
Tableau n°7 : Test phytochimique de différents échantillons d'aneth.....	64
Tableau n°08 : Aspect et couleur de l'huile essentielle de l'aneth issue de deux régions.....	67
Tableau n°9 : Composition chimique de l'huile extraite de la plante d'aneth	70
Tableau n°10 : Cassement des composés chimiques identifiés dans l'H.E extraite de la plante d'aneth.....	72
Tableau n°11 : Composition chimique de l'huile extraite de la semence d'aneth	73
Tableau n°12 : Classement des composés chimiques identifiés de l' H.E extraite de la semence d'aneth.....	75
Tableau n°13 : Teneur en phénols de l'aneth en mg/g de poids sec.....	77
Tableau n°14 : Résultats de l'activité antioxydante de divers extraits d' <i>A. graveolens</i> et de standards, mesurée par le piégeage de la DPPH (mg/ml).....	79
Tableau n°15 : Résultats de l'activité antioxydante de divers extraits d' <i>A. graveolens</i> et standard mesurée par le piégeage d'ABTs (μM/g).....	81

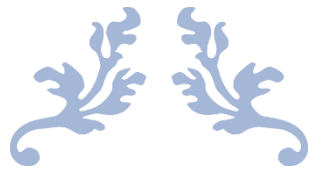
Tableau n°16 : Résultats de l'activité antioxydante de divers extraits d' <i>A. graveolens</i> et de standard mesuré par le pouvoir chélatant des métaux ($\mu\text{M/g}$)	82
Tableau n°17 : Résultats de l'activité antiarthritique de différents extraits d'aneth.....	83
Tableau n°18 : Résultats de l'activité antidiabétique de différents extraits d'aneth par inhibition de l' α -Amylase en %.....	84

Liste des Figures

Figure n°1 : <i>Anethum graveolens</i> L.....	7
Figure n°2 : Certains des constituants de l'huile et de leurs intermédiaires trouvés dans <i>Anethum graveolens</i> (Bajaj, 1995)	8
Figures n°3 : Répartition des sols salins du Nord de l'Algérie.....	25
Figure n°4 : Localisation de la zone d'étude.....	30
Figure n°5 : Précipitation annuelle de la période 1988-2017.....	31
Figure n°6 : Température moyenne de la période 1988-2017.....	32
Figure n°7 : Humidité relative de la période 1987-2016.....	33
Figure n°8 : Vitesse du vent de la période 1987-2016.....	34
Figure n°9 : Texture du sol de la zone d'étude.....	34
Figure n°10 : Institut Technique des cultures maraichères et Industrielles.....	36
Figures n°11 : Semis de l'aneth.....	37
Figure n°12 : Stade plein floraison de l'aneth.....	38
Figure n°13 : Extraits bruts et évaporation des extraits avec évaporateur rotatif.....	42
Figure n°14 : Extraction au Soxhlet et sous reflux.....	43
Figure n°15 : Dosage des polyphénols.....	44
Figure n°16 : Dosage des flavonoïdes.....	47
Figure n°17 : Dosage des flavanols.....	48
Figure n°18 : Dispositif de l'hydrodistillation de l'aneth pour l'extraction de l'huile essentielle....	49

Figure n°19 : Chromatographie en phase gazeuse - Spectrométrie de masse, colonne DB WAX (photo personnel)	50
Figure n°20 : Piégeage de radical de DPPH.....	52
Figure n°21 : Piégeage de l'ABTs	53
Figure n°22 : Activité du pouvoir chélateur.....	55
Figure n°23 : Activité antiarthritique	56
Figure n°24 : Activité antidiabétique.....	58
Figure n°25 : Hauteur des plants au stade de la floraison.....	62
Figure n°26 : Rendement en extraits brut via macération.....	65
Figure n°27 : Rendement de l'extrait brut via soxhlet de la plante de l'aneth.....	66
Figure n°28 : Rendement de l'extrait brut via soxhlet de la graine d'aneth.....	66
Figure n°29 : Aspect et couleur de l'huile essentielle d'aneth.....	67
Figure n°30 : Rendement en huile essentielle de différents échantillons de l'aneth.....	68
Figure n°31 : Superposition du spectre GC-MS de l'huile essentiel de la plante l'aneth.....	69
Figure n°32 : Superposition du spectre GC-MS de l'huile essentiel de la semence l'aneth.....	73
Figure n°33 : Croissance mycélienne du <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> au 7 ^{ème} jour en présence d'extrait méthanolique de la plante d'aneth dans les conditions non-saline.....	85
Figure n°34 : Croissance mycélienne de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> dans un extrait de plante non-saline.....	87
Figure n°35 : Croissance mycélienne de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> dans un extrait de plante saline.....	87

Figure n°36 : Croissance mycélienne de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> dans un extrait de semence Non-saline.....	88
Figure n°37 : Croissance mycélienne de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> dans un extrait de semence saline.....	88
Figure n°38 : Croissance mycélienne de <i>Rhynchosporium secalis</i> dans un extrait de plante saline.....	89
Figure n°39 : Croissance mycélienne de <i>Rhynchosporium secalis</i> dans un extrait de semence saline.....	90
Figure n°40 : Croissance mycélienne de <i>Rhynchosporium secalis</i> dans un extrait de la plante non-saline.....	91
Figure n°41 : Croissance mycélienne de <i>Rhynchosporium secalis</i> dans un extrait de la semence non-saline.....	91
Figure n°42 : Taux d'inhibition des champignons dans différents extraits d'aneth de plantes et de graines salées et non salées.....	93



INTRODUCTION



Introduction

Les plantes existent depuis plus longtemps que l'homme, certainement, ils seraient des premières ressources exploitées pour leur valeur médicinale. Dans les temps désuets, les agents étiologiques des maladies étaient inconnus pour l'homme, et donc l'utilisation des plantes comme sources médicinales est devenue le produit d'essais et d'erreurs, révélant finalement des plantes médicinales utiles. La compréhension résultante de cet essai erreur a formé le système radriculaire à partir duquel la médecine contemporaine finirait par en résulter. Les premiers enregistrements de plantes utilisées en médecine remontent à une dalle d'argile sumérienne, décrivant 12 recettes pour la préparation des médicaments, se référant à plus de 250 plantes, encore couramment utilisées de nos jours (Petrovska, 2012).

Les soins à base de plantes remontent à une période très lointaine où les populations ont détecté plusieurs plantes ayant des vertus thérapeutiques. Même les français à leur arrivée en Algérie en 1830 et après avoir conquis la Kabylie en 1857 ont constitué un herbier de plantes médicinales récolté dans cette dernière région et que l'on retrouve au muséum d'histoire naturelle de Paris. Même si l'utilisation des plantes médicinales est d'origine ancienne, elle est toujours d'actualité à nos jours, grâce à des savoirs faire ancestraux qui sont transmis de génération à une autre (Djaouidi et Messaoudène, 2017).

D'après la FAO 2012, il existe en Algérie 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 espèces endémiques. Ce potentiel végétatif est malheureusement très peu exploité et valorisé par les pouvoirs publics d'où le recours aux importations pour répondre aux besoins du marché national en plantes médicinale. L'Algérie importe presque la totalité de ses besoins en PAM et en huiles essentielles.

En Algérie ils existent de nombreux herboristes, il y a ceux qui conditionnent et vendent leurs produits dans les pharmacies et d'autres qui vendent leurs produits sans emballages. Les deux catégories sont approvisionnées par des plantes médicinales et aromatiques cultivées ou collectées à partir du couvert végétal naturel. Les produits sont généralement vendus par les herboristes sur présentation d'une ordonnance à des patients ne présentant pas des maladies graves pouvant entraîner des complications (Neffati et Sghaier, 2014).

D'après Derridj et *al.* (2009), le savoir thérapeutique traditionnel, thésaurisé et transmis de génération en génération chez les populations rurales, est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. La préservation de ce patrimoine ancestral en voie d'érosion est plus qu'indispensable. Dans cette étude la plante condimentaire et aromatique choisi est l'aneth qui est classé parmi les condiments les plus utilisés en Algérie dans un rapport de l'INRA (Mokkadem, 1988).

La salinité du sol est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale dans les régions arides, elle est souvent associée à la sécheresse et elle entraîne une réduction des surfaces cultivables (Marcum, 2006). La FAO (2005) estime que 7% des terres agricoles dans le monde (920 millions d'hectares) sont affectées par les sels solubles. Par ailleurs, 25% environ des terres irriguées sont confrontées au problème de la salinité. Chaque année, 10 millions d'hectares des terres cultivées sont abandonnées en raison de leur salinisation par irrigation avec des eaux minéralisées (Szabolcs, 1994).

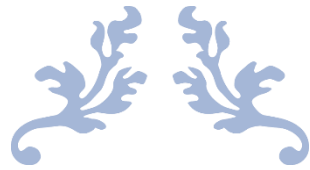
L'augmentation de la salinité affecte le métabolisme du carbone primaire, la croissance et le développement des plantes, en raison de la toxicité des ions, des carences nutritionnelles induites, des déficits en eau et du stress oxydatif (Sairam et Tyagi, 2004 ; Flowers, 2004). De plus, il module les taux de métabolites secondaires, qui sont physiologiquement importants, en particulier pour la tolérance au stress (Taiz et Zeiger, 2002). *Anethum graveolens* L. (aneth), est une plante aromatique appartenant à la famille des Ombellifères, originaire d'Asie du sud-ouest ou d'Europe du sud-est, largement utilisée pour l'aromatisation et les brasseries en raison de son odeur piquante. L'aneth est cultivé depuis l'Antiquité. Il s'agit d'une plante vigoureuse (annuelle ou bisannuelle). Ses propriétés pharmacologiques, telles que son activité antibactérienne (Rafii et Shahverdi, 2007), ainsi que ses effets anti-hyper-lipidémiques et anti-hyper-cholestérolémiants (Yazdanparast et Alavi, 2001), ont été prouvés.

Notre travail consiste à suivre la culture de l'aneth dans deux types de sol : un sol normal (EC 0.10 ds / m) et un sol modérément salin (CE 4 ds / m), dans l'objectif est de déterminer l'impact de la salinité modérée du sol sur la composition phytochimique de l'aneth, ainsi que sur les activités biologiques (propriétés pharmaceutiques) telles que

l'activité antioxydante, l'activité antiarthritique, l'activité antidiabétique et l'activité antifongique, afin de tester la possibilité de l'utilisation de l'aneth comme bio-fongicide.

Le manuscrit est composé d'une revue bibliographique sommée dans quatre chapitres, notamment un état de connaissance sur l'aneth, un autre sur les activités biologiques de l'espèce et en dernier sur l'impact de la salinité sur le métabolite secondaire.

Un deuxième volet, englobe le chapitre de la présentation de la zone d'étude, du matériel et méthodes utilisés, puis, résultats et discussions et enfin une conclusion avec des perspectives dans l'horizon.



PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE





*CHAPITRE I : ETAT DE
CONNAISSANCE SUR
L'ANETH*



I. Etat de connaissance sur l'Aneth

1.1. Notion d'ensemble sur la plante

L'aneth a été utilisé dans plusieurs pays comme une herbe médicinale. Il y a 5000 ans, les Egyptiens ont utilisés cette plante, environ 3000 ans les Babyloniens avaient l'aneth cultivé. Les Grecs ont utilisé *A. graveolens* comme une plante médicinale depuis longtemps, ils ont ajouté l'aneth au pétrole pour le brûlage. Aux temps initiaux, l'aneth était censé fournir l'armure de la sorcellerie et de la magie, les gens croyaient que si une sorcière a jeté un charme la cure pourrait être trouvée en buvant une tasse d'eau d'aneth. On a aussi considéré que l'aneth a apporté le bonheur et la bonne chance aux couples. En Allemagne et en Belgique, les partenaires attacheraient un brin d'aneth à leurs robes de mariée ou ils le porteraient dans leurs bouquets dans l'optimisme que le bonheur bénirait leurs mariages (Le Strange, 1977 ; Maître, 2013).

Anethum est dérivé d'ano grec (vers le haut) et de theo (je cours), qui signifie la plante grandissante rapidement. L'épithète d'espèces *graveolens* est descendue de *gravis* latin (lourd, de grand poids) et *oleo* (pour émettre une odeur) indiquent 'le sentant fortement ou ont flairé lourdement'. Le nom complet signifie l'odeur grandissant rapidement et fortement, ce qui fait d'elle une plante aromatique (Ravindran, 2017).

1.2. Description de l'Aneth

Anethum graveolens L. (Figure 1) est une plante annuelle appartenant à la famille des Apiaceae (ombellifères), indigène de l'Europe méridionale, largement cultivée en Europe centrale et orientale, et en Egypte. En Inde connue sous le nom « aneth sowa » (Warrier *et al.* 1994). L'aneth pousse jusqu'à 50-150 cm (en fonction de la variété) (Jansen, 1981), à tiges effilées de couleur bleu-vert à vert foncé, et souvent des entrenœuds creux, des feuilles alternes, gainées, ainsi que la base de la gaine recouvrant la tige ; divisé en trois ou quatre fois en sections pennées légèrement plus larges, des feuilles semblables de fenouil. Les racines sont pivotantes fusiformes de 10-15 cm de long. La tige principale est glauque, cylindrique, ramifiée de manière dichotomique avec cinq à huit branches portant des feuilles tripennées en décomposition (Thi Tam *et al.*, 1999 ; Menglan et Watson, 2005).

L'inflorescence est une ombelle composite, terminée par un pédoncule de 20 cm de long et de 28 à 40 ombellules. Les ombelles terminales possèdent 30 à 40 fleurs et sont toutes ouvertes de manière centripète. Les fleurs sont bisexuées ($2n = 22$). Pentamère et dichogame. Les fruits sont normalement séparés en deux méricarpes, chacun ovoïde, comprimé, d'environ 2 à 3 mm d'épaisseur, avec trois bords longitudinaux de chaque côté et quatre vittae dorsales. Sur la surface plane de la commissure, il y a deux autres Vittae et un carpophore faible (Bajaj, 1995). Les graines ne sont pas de vraies graines, ce sont des branches de très petits fruits secs appelés schizocarpes. Les graines sont plus petites, plus plates et plus légères que le cumin et dégagent une odeur agréable (Jana & Chakhwat, 2010).

Il existe plusieurs cultivars d'aneth en cours de culture. Les plus courantes sont les suivantes: Bouquet (grand, précoce, feuilles avec une saveur supérieure); Delikat (feuillage dense, rendement en graines très élevé); Dukat (aneth danois de longue durée, feuillage vert foncé, saveur élevée); Mammoth de Long Island (grand), Vierling (grand, de longue durée), Hercules (tétraploïde, floraison lente), Fernleaf (plantes naines, feuillage avec une couleur et une saveur supérieures, un cultivar primé, Mammoth (vigoureux haut, précoce) et Tetra (touffue, compacte, à maturation lente). Ajmer dill-1 (AD-1, une sélection de Mammoth) et Ajmer dill-2 (une sorte de sélection du type local de Nagpur) développées en Inde (Malhotra, 2006 ; Gupta *et al.*, 2012 ; Wright, 2013).

2.1. Taxonomie de la plante

Nom accepté actuellement : graveolens

Autorité : Linn.

Numéro de série de la taxonomie : 29584 (ITIS, 2018)

Noms communs : aneth, aneth indien, aneth feuille de fougère, aneth de jardin.

Le tableau n°01 ci-dessous, montre la classification taxonomique de l'aneth selon le système d'information taxonomique d'intégration des états unis .

Tableau n°1 : Classification taxonomique d'*Anethum graveolens* L.

Règne	<u>Plantae</u>
Sous-règne	Viridiplantae
Infra-règne	Streptophyta
Super division	Embryophytes
Division	Tracheophytes
Sous-division	Spermatophytes
Classe	Magnoliopsida
Super ordre	Asteranae
Ordre	Apiale
Famille	Apiaceae
Genre	Anethum L
Espèce	Anethum graveolens L

Source: ITIS, 2018.

Nom courant

Français: aneth batard; Allemand: dill; Italian: aneto; Espagnole: eneldo; Arabe: shibith; شيبث, Hindi: surva, sowa.

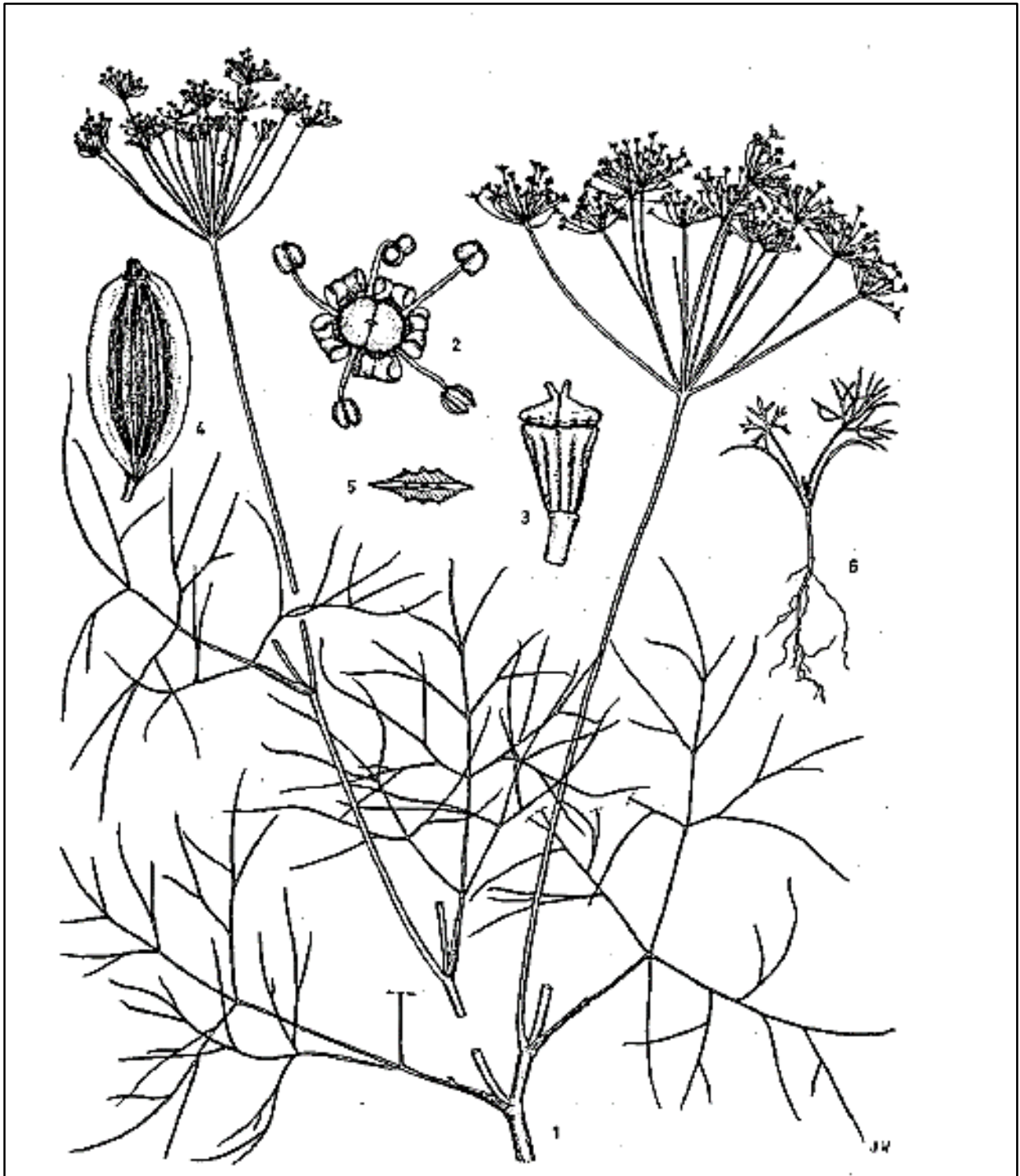


Fig. 1 : *Anethum graveolens* L. -1 : port de la plante ($\frac{2}{3}x$) ; 2 : fleur au stade de la floraison mâle (8x), 3 : fleur au stade de la floraison mâle (8x) ; 4 : fruit (6x) ; 5 : coupe transversale du fruit (6x) ; 6 : plantule($\frac{2}{3}x$) (Jansen,1981).

1.3.Importance et métabolites secondaires dans l'aneth

Les huiles volatiles provenant des graines sont légitimement consignées dans la British Pharmacopoeia, 1993 (Dill Oil B.P.) (Department of Health, 1993). L'huile essentielle d'aneth ressemble à celle de cumin, en ce sens qu'elle comprend la carvone et le limonène (Figure 2). Les fruits de l'aneth d'origine européennes donnent un rendement d'environ 3 à 4% qui contiennent 43-63% de carvone. L'huile essentielle d'aneth était utilisée comme carminatif, pour aromatiser les aliments et dans les produits pharmaceutiques. Henry (1982), avait identifié 50 composants différents (Huopalahti *et al*, 1988), et a examiné l'importance économique de l'huile essentielle d'aneth.

Plusieurs techniques ont été développées pour isoler ces composés, qui possèdent un énantiomère d'activité optique tel que le δ - (+) carvone (David *et al.*, 1987). L'étendue de la variabilité du génotype et du phénotype a été étudiée dans 62 types d'aneth originaire d'Inde (Mehta *et al.*, 1983). Une nouvelle recherche a révélé que les composants principalement responsables de l'odeur dans les huiles, à savoir la 4 δ - (+) carvone dans l'huile volatile de la graine, mais une variété de constituants a été trouvés dans l'herbe (Blank & Grosch, 1991), la composition de l'huile est affectée par la génétique de la plante, le stade de récolte (maturité), les conditions de culture et les méthodes d'isolement (Henry, 1982).

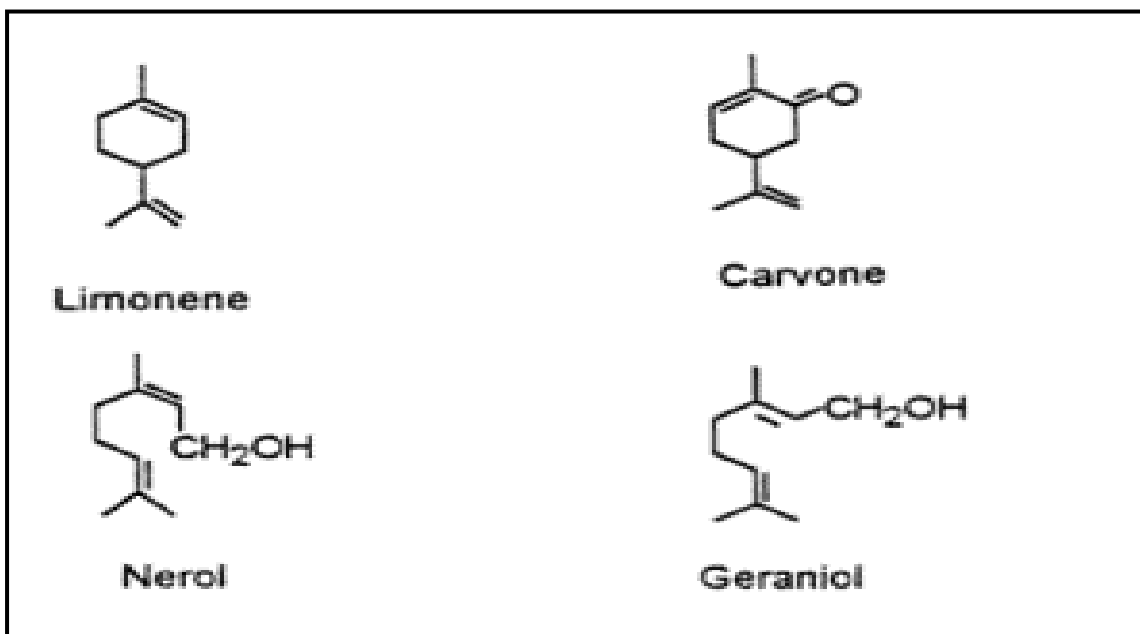


Fig. 2 : Certains constituants de l'huile et de leurs intermédiaires trouvés dans *Anethum graveolens* (Bajaj, 1995).

La racine fraîche est riche en glucosinolates (un glycoside ajouté au rendement en huile de moutarde) ou en gluconasturtine et en sinigrine, qui sont les principaux composés. La racine séchée donne environ 0,05-0,2% de rendement en huile volatile. Au cours du séchage, les glucosinolates sont hydrolysés par la myrosinase pour produire de l'isothiocyanate de phényléthyle et de l'isothiocyanate d'allyle, présentés dans l'huile essentielle. Les composés efficaces sont la sinigrine (un glycoside ajouté au rendement en huile de moutarde à l'eau), la résine et l'asparagine (Karnick, 1994). La racine contient également des coumarines, des acides phénoliques et de l'acide ascorbique. La racine est riche en enzyme peroxydase et constitue une source rentable. Elle est riche en vitamine C. La composition nutritionnelle de la graine d'aneth et la plante d'aneth sont respectivement représentées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau n°2 : Composition nutritionnelle des graines d'aneth.

Substance nutritive	Unités	Valeur/100g
Eau	g	7.70
Energie	Kcal	305
Protéine	g	15.98
Lipides totaux (graisse)	g	14.54
Glucides, par différence	g	55.17
Fibre alimentaire totale	g	21.1
Calcium Ca	mg	1516
Vitamine C, ascorbique totale	mg	240
Vitamine B-6	mg	0.250
Vitamine B-12	mcg	0
Vitamine A, RAE	mcg-RAE	3
Vitamine A, IU	I.U	53
Vitamine D	I.U	0
Acides gras totaux saturés	g	0.730
Acides gras totaux mono-insaturés	g	9.410
Acides gras polyinsaturés	g	1.01

Source : USDA (2018).

Tableau n°3 : Composition nutritionnelle de la plante d'aneth.

Substances nutritives	Unités	Valeur / 100g
Eau	g	7.30
Énergie	Kcal	253
Protéine	g	19.96
Lipide total (graisse)	g	4.36
Glucides, par différence	g	55.82
Fibre, alimentation totale	g	13.6
Calcium Ca	mg	1784
Vitamine C (acide ascorbique total)	mg	50.0
Vitamine B-6	mg	1.710
Vitamine B-12	mcg	0
Vitamine A RAE	mcg. RAE	293
Vitamine A IU	I.U	5.850
Vitamine D	I.U	0
Acides gras, saturés totaux	g	0.234
Aneth frais	µmol TE/100g	4.392
HORAC	µmol TE/100g	4.392
Polyphénols totaux	mg GAE/100g	243

Source : USDA (2018).

1.4.Constituants chimiques

Lawrence (1980) a analysé l'herbe de l'aneth en utilisant la méthode IR pour la classification d'un seul composé par colonne de chromatographie préparative et fractions chromatographiques. L'étude a révélé que l'huile contient de l' α -pinène (0,9%), du β -pinène (0,1%), du myrcène (0,4%), de l' α -phellandrène (30,2%), du limonène (22,5%),

du β -phellandrène (3,8%).), p-cymène (1,0%), terpinolène (0,1%), α -p-diméthylstyrène (0,1%), 3,9-époxy-p-menthlène (5,6%), cis-p-mentha-2,8- diénol (0,1%), trans-dihydro-carvone (0,5%), cis-dihydro-carvone (1,2%), carvone (31,6%), di-hydro-carvéol (0,1%), acétate de cis-carvyle (0,1%) %), trans-carvéol (0,1%), acétate de ciscarvyle (0,1%), trans-carvéol (0,1%), dihydrolimonène-10-ol (0,1%), dihydro-limenon e10-yhexanoate (0,1%), p-mentha -l, 3-dién-10-yl-hexanoate (0,1%) et le p-mentha-1 (7), 2-dién-10-yl butyrate (0,1%) en plus d'une masse d'autres composés en traces. Lawrence (1981) a reproduit la composition d'huile de graine obtenue par extraction au solvant par Kodam (Université de Leiden). L'aneth contenait du limonène (44,0%), de la d-p diméthylstyrène (0,2%), de la transhydrocarvone (0,4%), de la cis-dihydrocarvone (2,1%), du néodihydrocarvéol (0,2%), de la carvone (51,5%), du dihydrocarvéol (0,1%), de l'isodihydrocarol (0,4%), le trananéthole (0,1%), le trancarvéol (0,1%) et le cis-carvéol (0,2%) et des traces d'autres composants. L'aneth européen contient un taux élevé de composés oxygénés dans l'huile, elle est pauvre en dillapiolène. Elle contient jusqu'à 3,0% de dillapiolène (Baslas *et al.*, 1971), sous le climat tropical. Gupta (1982) a expliqué cela en raison des conditions environnementales (heures d'ensoleillement, intensité solaire) sous les tropiques.

1.5. Propriétés fonctionnelles et toxicité

Les feuilles d'aneth sont une bonne source de minéraux, principalement de calcium, de phosphore et de fer ; ils comprennent neuf acides aminés ainsi que des flavonoïdes. Cependant, les huiles essentielles ont des propriétés antibactériennes et sont utilisées comme conservateurs lors du stockage. Traditionnellement, les fruits de l'aneth sont connus pour être carminatifs, stimulants, digestifs et diurétiques. L'eau d'aneth (émulsion de l'huile d'aneth dans l'eau) a soulagé des flatulences, des coliques, des vomissements et constitue une thérapie domestique pour traiter les troubles gastriques chez les enfants. Les graines d'aneth contiennent des triglycérides de l'acide pétrosélinique, du β -sitostérol, du glucoside, des coumarines et des flavonoïdes, ainsi que d'énormes quantités de matières grasses et de protéines. Il est également appliqué en médecine vétérinaire. Les HE de l'aneth indien de l'Est (Sowa) ont une composante supplémentaire appelée

dillapiole ($C_{12}H_{14}O_4$, poids moléculaire 222.23) dans une teneur en carvones inférieure ou égale à 20% (30–45%) par rapport à une autre sorte d'aneth. Le dillapiole est toxique lorsqu'il est pris en doses élevées. Mais avec un point d'ébullition élevé (285 ° C) par rapport à l'eau, il est facilement séparé par distillation partielle. La caractéristique physique de l'huile de graine d'aneth européenne se ne contient pas de dillapiole (Shah *et al.*, 1972) et est utilisée dans la production d'eau de préhension. Le dillapiole est un composé incolore et visqueux utilisé dans l'industrie des insecticides (exerce une action synergique sur les pyréthrine, ce qui le rend plus efficace que le synthétique comme le pipéronyl butaoxyde).

La myristicine et l'apiol de l'aneth sont toxiques pour les adultes de *Parasarcophaga dux* (Khalaf, 2004). L'huile essentielle d'aneth est significativement efficace pour diminuer le C-LDL, le TG et le CT et pour augmenter le C-HDL, et par conséquent pourraient être un agent cardioprotecteur (Hajhashemi & Abbasi, 2008). L'eau chaude et l'extrait acétonique de graines d'aneth ont montré un effet antibactérien vertueux (plusieurs bactéries ont été inhibées par ces extraits) (Kaur & Arora 2009). La furanocoumarine, la 5- [4 "-hydroxy-3" -méthyl-2 "- butényloxy] -6,7-furocoumarine et l'oxypeucédanine, l'hydrate d'oxypeucédanine et le falcariindiol de l'herbe *d'Anethum graveolens* ont montré une activité antibactérienne contre un groupe de rapides mycobactéries en croissance (Stavri & Gibbons, 2005). L'huile essentielle d'aneth a montré une activité antitermitique et une activité répulsive contre les moustiques importante pour le fumigant (Singh *et al.*, 2002 ; Choochote *et al.*, 2007 ; Seo *et al.*, 2009). L'extrait éthanolique s'est révélé avoir une activité antimicrobienne significative (Wahba *et al.*, 2010). L'huile essentielle de la graine a prouvé une activité efficace contre la candidose vulvo-vaginale (muguet vaginal) chez des souris immunodéprimées (Zeng *et al.*, 2011). L'extrait d'aneth a la capacité d'améliorer l'élasticité in vitro des équivalents du derme ainsi que les propriétés biochimiques et l'apparence de la peau in vivo (Sohm *et al.*, 2011).

Il existe peu d'informations disponibles sur la toxicité de l'huile volatile d'aneth sur la santé humaine, à l'exception de la recommandation de la FAO / OMS de limiter la dose journalière à 1 mg / kg de poids corporel pour la carvone (+) et (-) (Henry 1982). La carvone a une DL50 de 1640 mg / kg chez les rats (Henry 1982). Plusieurs études concernant l'activité insecticide ont montré une toxicité vis-à-vis du charançon du riz

(*Sitophilus oryzae*) (Su, 1985) et du coléoptère de la farine (*Tribolium confusum*) (Su, 1987).

1.6. Préparation et consommation de l'aneth

La plante de l'aneth est principalement utilisée dans le marinage dans la cuisine classique du nord-américain. En Europe, les vinaigres d'aneth étaient populaires depuis des siècles. Les feuilles fraîches coupées en tranches sont utilisées avec la truite et le poisson (saumon, crevettes), les œufs, les haricots verts, les fleurs de chou-fleur, les betteraves, les soupes, le cottage et le fromage à la crème. En Russie et en Scandinavie, l'aneth est très répandu et utilisé dans les cours-bouillons et les sauces pour le poisson, le saumon mariné, et les soupes. La plante est un ingrédient dans les gâteaux et les pains, est également utilisé dans l'assaisonnement pour aromatiser le riz pilaf. Elle est appréciée avec les légumes et les viandes (agneau et épinards, soupe de pommes de terre allemande) (Denys, 2013).

Les différentes parties de l'aneth et de son huile sont consommées dans les pays européens et nord-américains, dans les concombres marinés, les marinades à l'aneth, la salade de pommes de terre, le pain, les viandes transformées, les fruits de mer, les soupes et les rôtis. Dans le nord de l'Inde, les graines sont consommées avec des haricots, des lentilles et d'autres plats de légumes (Denys, 2013).



*CHAPITRE II : ACTIVITES
BIOLOGIQUES DE
L'ANETH*



II. Revue bibliographique sur les activités biologiques de l'aneth

2.1. Activité antioxydante

Les antioxydants sont des composés qui peuvent entraver et / ou inhiber l'oxydation de lipides ou d'autres molécules en inhibant l'initiation ou la propagation du stress oxydatif (Velioglu *et al.*, 1998).

L'aneth est riche en composés phénoliques importants pour certaines de ses propriétés médicinales (Singh *et al.*, 2004). Souri *et al.* (2004) ont découvert que l'extrait d'aneth avait une activité antioxydante comparable à celle du dl-alpha-tocophérol et de la quercétine. Panda (2008) a évalué le rôle de l'extrait de feuilles d'aneth dans le contrôle du diabète de type 2 induit par les corticostéroïdes chez les rats femelles. Le traitement avec l'extrait de feuilles d'aneth a diminué la concentration d'insuline et de glucose sérique. La peroxydation hépatique des lipides ainsi que les altérations induites par la dexaméthasone des taux d'hormones thyroïdiennes, de superoxyde dismutase, de catalase et d'abaissement du glutathion ont également été inversées par l'extrait d'aneth. L'activité antioxydante de l'aneth s'est avérée supérieure à celle de l'acide ascorbique (Satyanarayana *et al.*, 2004). Le traitement des rats avec différentes portions d'aneth a entraîné une réduction significative des taux de CT, de TG et de C-LDL. Elle a également montré que le traitement avec différentes fractions d'aneth diminuait considérablement la peroxydation lipidique chez les rats traités avec un régime alimentaire riche en graisses ainsi que les activités accrues du système antioxydant hépatique telles que SOD, CAT et GSH (Bahramikia & Yazdanparast, 2009). L'extrait éthanolique d'aneth inhibait la production de TNF alpha et de NO sans montrer de cytotoxicité (Tuntipopipat *et al.*, 2009). L'extrait de feuilles d'aneth avait une activité de piégeage radicalaire élevée en raison de sa teneur élevée en composés phénoliques (Stankevicius *et al.*, 2011). L'aneth frais et sec et sous forme de pâte avait un pouvoir antioxydant substantiel (Henning *et al.*, 2011).

L'activité antioxydante de l'huile essentielle d'aneth, de l'extrait acétonique et d'autres Apiaceae a été examinée au moyen d'essais DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle), pouvoir réducteur, diène conjugué et effets chélateurs. L'activité a augmenté linéairement avec des concentrations accrues dans tous les tests. Les résultats ont montré

une activité antioxydante modérée à bonne à 5-25 μl . Toutes les méthodes ont montré que les activités antioxydantes exercées par l'huile essentielle ou les extraits étaient par ailleurs équivalentes et comparables (Singh *et al.*, 2007).

L'activité antioxydante de l'hexane, de l'acétate d'éthyle et de l'extrait éthanolique de fleurs, de graines et de feuilles d'aneth a été testée avec les tests de piégeage radicalaire de DPPH, la capacité antioxydante équivalente de Trolox, le pouvoir réducteur, le pouvoir chélateur et le blanchiment au β -carotène. Dans tous les tests, l'extrait de fleur a montré une activité antioxydante supérieure à celle des extraits de feuilles et de graines. Parmi les extraits de fleurs, l'extrait à l'acétate d'éthyle a montré l'activité maximale, suivi par les extraits éthanolique et hexanoïque (Shyu *et al.*, 2009).

L'activité antioxydante d'extraits aqueux et méthanoïques de soupe à base de feuilles d'aneth a été étudiée en quantifiant la teneur totale en composés phénoliques, en réduisant l'aptitude au pouvoir et en neutralisant les radicaux libres. Le profil de l'acide phénolique contenait de l'acide tannique, de l'acide protocatéchique, de l'acide gentisique, de l'acide vanillique et de l'acide syringique. La capacité de réduction du pouvoir a été augmentée d'environ 2,5 fois en solution aqueuse et d'environ sept fois en extrait méthanoïque, où la poudre de feuille d'aneth était combinée. La concentration en fonction de l'activité de piégeage a été observée et les valeurs de CI_{50} ont diminué de 16,5 à 3,8 $\mu\text{g} / \text{ml}$ dans l'extrait aqueux et de 9,1 à 3,9 $\mu\text{g} / \text{ml}$ dans l'extrait méthanoïque de feuilles d'aneth (Rekha *et al.*, 2010).

L'activité antioxydante d'extrait aqueux, éthanoliques et acétoniques de feuilles d'aneth a été examinée par la méthode du thiocyanate ferrique, son pouvoir réducteur, le piégeage des radicaux libres de la DPPH, l'élimination du peroxyde d'hydrogène et la chélation des ions ferreux. Parmi les trois extraits, l'extrait aqueux présentait la capacité antioxydante la plus élevée dans chaque essai, l'absorbance enregistrée est de 79,66% à 1 mg ml^{-1} dans l'activité de balayage des radicaux de DPPH, 63% à 800 $\mu\text{g ml}^{-1}$ dans l'effet chélateur du métal, 60% à 400 $\mu\text{g ml}^{-1}$ de l'activité de piégeage du peroxyde d'hydrogène et 0,61% à 1 mg ml^{-1} de la capacité antioxydante réductrice ferrique (Isbilir & Sagiroglu, 2011). L'efficacité antioxydante de l'extrait éthanolique d'aneth a été évaluée sur l'hépatotoxicité induite par le tétrachlorure de carbone chez les rats albinos. Les résultats ont révélé que 100 mg / kg en poids d'extrait éthanolique d'aneth restitue l'activité des

enzymes sériques et des enzymes antioxydantes qui s'est améliorée chez les rats expérimentaux (Tamilarasi *et al.*, 2012).

Le dichlorométhane, le n-hexane, l'acétate d'éthyle et les extraits éthanoliques de l'aneth cultivés dans des conditions organiques et conventionnelles ont été testés pour déterminer leur activité antioxydante en utilisant des tests de neutralisation de DPPH (N, N-diméthylphénylènediamine) et d'oxyde nitrique, ainsi que par chélation d'ions ferriques, pouvoir antioxydant réducteur ferrique et phosphore molybdène. Les extraits éthanoliques d'aneth dans les échantillons des deux conditions ont montré de meilleurs effets de piégeage et un pouvoir antioxydant réducteur ferrique. Cependant, ces deux extraits ont montré un dosage plus notable du piégeage des radicaux contre le radical NO ($78,49 \pm 1,86\%$ pour l'aneth cultivé dans des conditions conventionnelles et $71,86 \pm 5,41\%$ pour l'aneth cultivé dans des conditions biologiques). Au lieu de cela, l'extrait de dichlorométhane d'aneth cultivé dans des conditions organiques exerçait l'effet de chélation des ions ferriques le plus élevé ($74,34 \pm 1,40\%$), bien que les extraits de dichlorométhane d'aneth cultivés dans des conditions organiques et conventionnelles affichaient de meilleures valeurs de pouvoir antioxydant réducteur ferrique que le reste des extraits. (Orhan *et al.*, 2013).

L'activité antioxydante de l'huile essentielle, de l'eau chaude et de la fraction méthanolique d'aneth sur la base de l'activité de piégeage des radicaux libres et de l'inhibition de la peroxydation lipidique a été évaluée. La fraction méthanolique a révélé le niveau le plus élevé de piégeage de radicaux DPPH (CI50 $22,3 \mu\text{g ml}^{-1}$), tandis que la fraction eau chaude a présenté la plus grande inhibition de l'inhibition de la peroxydation lipidique (CI50 $4,7 \mu\text{g ml}^{-1}$). Des quantités élevées de composés phénoliques ont été trouvées dans la fraction eau chaude désodorisée ($35,1 \text{ mg d'extrait GAE g}^{-1}$) et dans la fraction méthanol ($22,1 \text{ mg d'AGE g}^{-1}$), tandis que l'huile essentielle en contenait une faible quantité ($9,5 \text{ mg GAE g}^{-1}$ extrait) de composés phénoliques. En outre, un taux élevé d'acide chlorogénique ($6,04 \mu\text{g g}^{-1}$ extrait) a été trouvé dans la fraction d'eau chaude désodorisée (Tanruean *et al.*, 2014).

2.2. Activité antifongique

L'huile essentielle d'aneth a été examinée pour son activité antifongique in vitro contre *Aspergillus flavus*, *A. oryzae*, *A. niger* et *Alternaria alternata* par la méthode des aliments empoisonnés. Le poids de mycélium (humide et sec) des champignons testés a également été établi dans une culture liquide. La CMI de l'huile de graine d'aneth contre quatre souches de champignons était de 2,0 ml ml⁻¹. L'effet de l'huile essentielle sur l'inhibition de la détérioration des tomates cerises conservées a également été évalué in vivo en exposant les champignons et les fruits témoins inoculés à des vapeurs d'huiles essentielles à des concentrations respectives de 120 et 100 ml ml⁻¹. Des annotations sur la microstructure de *A. niger* ont montré des altérations de la tête conidienne et de la morphologie de l'hyphale après traitement par l'HE, notamment : têtes conidiales inclinées, diamètres hyphaux réduits, agrégats d'hyphes desséchés et élargissement de la paroi hyphale (Tian *et al.*, 2011).

L'activité antifongique des huiles essentielles de quatre plantes médicinales (*Mentha piperita*, *M. spicata*, *A. graveolens* et *Foeniculum vulgare*) a été examinée contre huit champignons pathogènes (*A. fumigatus*, *A. niger*, *A. flavus*, *Vasiniella factum*, *Mucor* sp., *C. albicans*, *F. oxysporum* et *Colletotrichum falcatum*) par la méthode de la diffusion sur disque et de la micro-dilution. Dans le test de diffusion sur disque, les huiles essentielles d'*A. graveolens* et de *F. vulgare* n'ont montré aucune inhibition, tandis que les huiles de *M. spicata* et de *M. piperita* à 1,0 µg ml⁻¹ ont présenté des zones d'inhibition comprises entre 15 et 20 mm. Les huiles *A. graveolens* et *F. vulgare* ont présenté la concentration minimale inhibitrice (CMI) la plus faible de 8,0 à 10,0 µg ml⁻¹ dans la méthode de micro-dilution. Les huiles essentielles de *M. spicata* et *M. piperita* présentaient des CMI respectives de 0,5-1,5 et 0,1-1,0 µg ml⁻¹, présentant une activité antifongique plus élevée. Carvone avait l'activité la plus élevée parmi les composés examinés (Kazemi *et al.*, 2012).

Eweer *et al.* (2013) ont étudié le potentiel antifongique de l'huile essentielle de graine d'aneth et de ses deux composés principaux, la carvone et le limonène, contre deux souches de *Zymoseptoria tritici*, S6 (souche sensible) et R1187 (souche résistante) en mesurant des valeurs de concentration inhibitrice maximale (CI50). Les estimations ont été effectuées de manière continue avec de l'huile essentielle de la graine brute, du Tween 80 (5% v / v) et du DMSO (1% v / v). L'évaluation des valeurs de CI50 a montré que

L'huile essentielle brute et le DMSO étaient plus efficaces sur le S6 (350 mg l⁻¹) que sur le R1187 (1 000 mg L⁻¹), mais l'huile utilisée avec le Tween 80 révélait le même résultat pour toutes les souches (300 mg l⁻¹) bien que la carvone ait montré le même effet sur les deux souches pour tous les tests. Les fractions de limonène étaient généralement moins efficaces que la carvone mais pour le complément au Tween (polysorbate).

Eleiwa et El-diasty (2014) ont examiné l'activité antifongique in vivo de la graine d'*Anethum graveolens* en traitant de la viande hachée avec de l'huile essentielle de graine. Les échantillons de viande hachée ont été traités avec 0,5% et 2,0% d'huile essentielle. Les échantillons ont été emballés dans des sacs en plastique et déposés au réfrigérateur à 4 °C. Les échantillons ont été évalués pour les propriétés sensorielles et les comptes mycologiques sur 0, 2, 4, 6 et 8 jours de stockage. Les résultats ont montré que le nombre total de moisissures dans les échantillons variait de 4,01 à 4,93 log₁₀ cfu / g (unité formant colonie par gramme), tandis que le nombre total de moisissures était compris entre 8,00 et 9,78 log₁₀ cfu / g. Les résultats ont montré que l'application d'huile d'aneth sur les viandes hachées augmentait la qualité mycologique et prolongeait la durée de conservation des échantillons de viande.

Hussein *et al.* (2015), il a été signalé que les huiles volatiles d'aneth distillées individuellement à partir d'herbes fraîches pendant le stade végétatif de floraison et de graines séchées à l'air, tout au long du stade de fructification, présentaient une activité antifongique considérable contre *A. niger*, *Trichoderma* spp. et *C. albicans*. Les tests ont été effectués en appliquant le test de diffusion sur disque avec mesure des concentrations minimales inhibitrices (CMI). Les résultats ont démontré que les huiles d'aneth testées avaient une CMI à 0,00273 mg ml⁻¹ et 0,273 mg ml⁻¹ contre *C. albican* et *S. aureus* respectivement.

2.3. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne d'extraits d'aneth a été explorée contre *S. aureus*, *E. coli* et *Candida albicans* par la technique de diffusion de gélose, aucune activité antibactérienne n'a été rapportée, mais les extraits de graines ont inhibé la croissance de *C. albicans*. Les résultats ont montré que la dose létale médiane (DL50) de l'extrait

éthanolique chez les souris blanches testées était d'environ 1486 mg kg⁻¹ (Rasheed *et al.*, 2010).

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de graine d'*Anethum graveolens* contre huit isolats cliniques multirésistants provenant de bactéries à Gram positif et à Gram négatif et de deux souches standard a été testée. Il a montré une activité antibactérienne variée contre les bactéries à Gram positif (*S. aureus*, *Enterococcus* sp.) Et les bactéries à Gram négatif (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. Pneumonia*). L'activité inhibitrice in vitro la plus élevée a été observée chez *Enterococcus* sp. Avec de grands diamètres de zone d'inhibition ($15 \pm 0,11$ mm) (Dahiya & Purkayastha 2012).

L'HE d'aneth a fait l'objet d'une recherche sur son activité antibactérienne contre les bactéries à Gram positif (*B. cereus* et *S. Aureus*), ainsi que sur les bactéries à Gram négatif (*P. aeruginosa* et *E. coli* en utilisant la technique de la dilution au microbroth). *E. coli* (CMI = 625 µg ml⁻¹) (Sharopov *et al.*, 2013). Le dépistage de l'activité antibactérienne de dix-huit échantillons d'huile essentielle de graines d'aneth iraniennes a été évalué par rapport à la bactérie *B. subtilis* à Gram positif et à Gram négatif. *Subtilis*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *K. pneumoniae* en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition (DD) et la concentration minimale inhibitrice (CMI). L'activité maximale a été observée chez *B. subtilis* (DD = 27 mm, CMI = 1,87 mg ml⁻¹). Néanmoins, *E. coli* était la souche Gram négatif la plus sensible et au contraire, *E. faecalis* était la bactérie Gram positif le moins affecté (Salehiarjmand *et al.*, 2014).

L'activité antibactérienne des semences d'eau chaude et de méthanol a été estimée contre sept bactéries pathogènes (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *E. faecalis*, *S. aureus* et *S. epidermidis*) par méthodes de diffusion et de dilution de micro-puits. L'huile essentielle a montré une activité antibactérienne élevée contre cinq bactéries pathogènes ; *E. faecalis*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *S. epidermidis* et *S. typhi*, où les fractions eau chaude et méthanol étaient inactives et *S. epidermidis* était la souche la plus touchée (CMI = 0,25 mg ml⁻¹) (Tanruean *et al.*, 2014).

Hussein *et al.* (2015) ont examiné l'HE d'aneth, distillée individuellement à partir d'herbes fraîches au stades végétatif floraison et les graines séchées à l'air tout au long du stade de fructification ont montré une grande activité antibactérienne, *B. Cereus*, *B.*

subtilis, *E. coli*, *P. Aeruginosa* et *S. Aureus* étaient les bactéries testées. En utilisant l'essai de diffusion sur disque et l'évaluation du MIC. Les huiles volatiles de l'herbe fraîche présentaient une activité antibactérienne significative sur *B. cereus* et *S. aureus* par rapport à l'huile volatile obtenue à partir des graines. Les concentrations, 1,0 et 2,5 $\mu\text{l ml}^{-1}$, ont eu l'effet inhibiteur le plus important sur la croissance de *B. cereus*, *P. aerogenosa*, respectivement. La concentration de 3,5 $\mu\text{l ml}^{-1}$ s'est avérée efficace pour inhiber la croissance de *B. subtilis*, *E. coli* et *S. aureus*.

2.4. Activité Insecticide

Les huiles essentielles d'aneth, anis, fenouil, cumin, savoureux ont été évalué pour leurs activités insecticide contre *C. maculatus* L. adultes par le bio-essai d'insecticide. Les résultats ont montré que les réponses d'insecte aux huiles essentielles étaient différentes selon le matériel d'équipement et leurs concentrations. Les valeurs LC50 d'huiles essentielles de l'aneth, l'anis, le cumin, savoureux contre *C. maculatus* étaient 25,476, 12,750, 11,385, 24,944 et 68,728 $\mu\text{l. air de l}^{-1}$ respectivement (Ebadollahi et al, 2012).

Il a été démontré que l'huile essentielle de la graine était toxique pour *Periplanata americana* L., *Musca domestica* L. et *Tribolium castaneum*, grâce à des analyses biologiques à exposition continue et à des analyses biologiques de toxicité de fumigeant. La mortalité chez *P. americana* a été comprise entre 25 et 100% au cours des 3 premières heures du bio-test de toxicité par contact et des 12 premières heures au bio-dosage de la toxicité du fumigeant. Dans le cas de *M. domestica* L., la mortalité a varié de 33,3 à 70% au cours des 3 premières heures, tandis que la mortalité est passée de 58,3 à 100% pendant 24 heures pour le *T. castaneum* (Babri et al., 2012).

L'étude de Khani et Basavand (2013) a démontré la toxicité de l'huile essentielle de graines d'aneth contre deux insectes, *T. confusum* et *Callosobruchus*, qui attaquent le produit stocké, par la méthode de la toxicité fumigène. Une différence considérable dans la mortalité des insectes due à la vapeur d'HE et aux temps d'exposition a été observée. *C. maculate* (CL50 = 0,54 $\mu\text{l l}^{-1}$ air) était plus vulnérable au produit végétal testé que *T. confusum* (CL50 = 143,8 $\mu\text{l l}^{-1}$ air) sur la base des valeurs de CL50.

2.5. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation représente une séquence hautement coordonnée d'événements cellulaires au cours desquels les tissus réagissent à des traumatismes physiques, à des produits chimiques nocifs et à des agents pathogènes. L'impact anti-inflammatoire contemporain des parties aériennes et de la graine d'aneth sur l'inflammation provoquée par l'injection plantaire de formol chez les rats a été réalisé par la méthode de pesée. Le diclofénac-gel a été utilisé comme contrôle positif. Le volume de la patte des rats recevant de l'huile d'aneth et du diclofénac-gel a diminué de manière significative après l'injection quotidienne de formol dans les 8 jours. Les résultats ont montré une diminution plus importante du volume de la patte par rapport au témoin (Naseri *et al.*, 2012).

Rezaee-Asl *et al.* (2013) ont mené une étude sur l'aneth en tant qu'analgésique. Quarante-deux souris ont été divisées au hasard en sept groupes ($n = 6$). Dans le test au formol, le premier groupe recevait une solution saline normale ; le deuxième groupe, extrait de graines d'aneth (300 mg kg^{-1}) ; le troisième groupe, extrait de plante d'aneth (300 mg kg^{-1}) et le quatrième groupe a reçu de la morphine (1 mg kg^{-1}). Le test de la plaque chauffante a été réalisé en trois groupes ; le premier groupe a reçu une solution saline normale ; le deuxième groupe a reçu l'extrait de graine de la plante (300 mg kg^{-1}) et le troisième groupe, l'extrait de plante entière (300 mg kg^{-1}). Toutes les injections comprenant 0,5 ml ont été administrées par voie intra-péritonéale. Lors de la première phase du test à la formaline, les animaux ont été traités avec des extraits de graines et de plantes n'ont montré aucun effet anesthésique par rapport au groupe témoin ($P = 0,386$, $P = 0,284$ respectivement). Contrairement à la phase tardive du test au formol, les extraits de graines et de plantes ont considérablement diminué les indications de douleur par rapport au groupe solution saline, tandis que les extraits de graines ont révélé les effets analgésiques les plus élevés ($P = 0,004$ et $P = 0,023$ respectivement). Lors du test à la plaque chauffante, il a été démontré que les extraits de plantes et de graines contiennent des propriétés hyper-analgésiques. Ce résultat était le plus élevé chez les animaux traités avec des extraits de plantes par rapport aux extraits de graines.

2.6. Activité antidiabétique

L'aneth a montré une propriété importante pour diminuer la glycémie, le cholestérol, les triglycérides (TG), les lipoprotéines de basse densité (LDL), les lipoprotéines de très basse densité (VLDL) et pour augmenter le taux de lipoprotéines de haute densité (HDL) dans le traitement du diabète induit par l'alloxane modèle de rat (Madani *et al.*, 2005). L'extrait de feuilles régule le diabète sucré de type 2 induit par les corticostéroïdes (chez les rats femelles). *Anethum graveolens* a inversé les modifications apportées par la dexaméthasone dans le foie des rats femelles. On a observé que les extraits augmentaient les concentrations sériques d'insuline et de glucose dans la peroxydation des lipides hépatiques. Il a également réduit la concentration sérique d'hormones thyroïdiennes, d'enzymes antioxydantes endogènes telles que la superoxyde dismutase catalase et d'une diminution du glutathion dans le foie (Panda 2008). Les hormones thyroïdiennes régulent le métabolisme du glucose et l'hypothyroïdisme est souvent lié à l'hyperglycémie (Beenen *et al.*, 1996). Bahavrand-Ahmadi *et al.* (2016) ont signalé l'utilisation de l'aneth en décoction pour traiter le diabète en médecine traditionnelle.

2.7. Activité anticancéreuse

L'extrait méthanolique d'aneth a montré une activité antiproliférative contre les lignées de cellules tumorales MK-1, HeLa et B16F10 (Nakano, 1998). L'extrait aqueux d'aneth et de graines d'aneth a révélé une action mutagène sur *Salmonella typhimurium*. Les extraits méthanoliques aqueux ont été fractionnés par la méthode de la mutation. Isorhamnetin 3-sulfate (persicarine) et la quercétine 3-sulfate ont été décrits comme principes mutagènes. La cancérogénicité n'a pas été observée lorsque les régimes contenant de l'aneth et des graines à 33% étaient contrôlés contre la souche héréditaire des rats ACI (Fukuoka *et al.*, 1980). Le fractionnement dirigé de l'essai biologique de l'huile de plante l'aneth à partir des composés végétaux a été induit par l'enzyme de détoxification glutathion S-transférase dans un certain nombre de tissus cibles de souris. Le système cétone α , β -insaturé dans la carvone était considéré comme crucial pour l'activité inductrice élevée d'enzymes (Zheng *et al.*, 1992).

2.8. Activité hypolipidémique

L'hyperlipidémie est un trouble extrêmement endémique, la principale cause de l'athérosclérose qui conduit à la maladie cardiaque ischémique (Shattat, 2014). L'activité hypolipidémique d'*Anethum graveolens* chez les rats a été testée, une administration orale quotidienne de l'extrait d'aneth chez les rats a été diminuée de manière significative le cholestérol total, le triglycéride et le cholestérol de lipoprotéine de basse densité d'une manière dose-dépendante y compris l'amélioration du cholestérol à haute densité de lipoprotéines (Hajhashemi et Abbasi 2008). La poudre des feuilles a été montrée une baisse significative du profil de lipide dans le patient hyperlipidémie (Sahib et Autres, 2012).

2.9. Activité antispasmodique

Le fruit de l'aneth s'est prouvé être un puissant agent antispasmodique. La contraction induite par une variété de psammogènes dans l'iléon de rats a été relâchée par l'extrait alcoolisé. La concentration cumulative d'extrait hydroalcoolique de fruit d'aneth a atténué l'iléon pré-contracté chez le rat mâle Wistar par le chlorure de potassium (60 mm), l'acétylcholine estérase (1 μ m) et le chlorure de baryum (4 mm). Néanmoins, la capacité de l'extrait hydroalcoolique de fruit d'aneth à induire un effet relaxant sur l'iléon peut être le résultat d'une obstruction de la tension en fonction des canaux calciques (Naseri & Heidari 2007).

2.10. Activité anti-stress

L'étude de l'activité anti-stress de l'extrait d'aneth dans un modèle de rat a conduit à son effet significatif d'inhiber les modifications biochimiques urinaires induites par le stress par rapport aux autres groupes (Koppula & Choi 2011).

2.11. Activité antiarthritique

L'arthrite, qui est une maladie chronique, affecte le système musculosquelettique et est une maladie très répandue (Sivakumar *et al.*, 2014). L'arthrite est répandue chez les personnes plus âgées que les personnes plus jeunes et est connue sous moins de 100 types, les plus courants étant l'arthrite rhumatoïde et l'arthrose (Ramalingam *et al.*, 2009). Cette maladie touche les articulations portantes telles que le genou, les hanches, les pieds et la

colonne vertébrale, la membrane synoviale, l'os périarticulaire et les parties adjacentes du tissu conjonctif (Goldring & Goldring, 2006). Il pourrait être guéri par une mesure externe et interne (Vaithiyar *et al.*, 1989 ; Pillai, 1992). Les symptômes initiaux de l'arthrite sont la raideur, l'enflure et la douleur (Sherwani *et al.*, 2013), qui deviennent progressivement une maladie chronique (Nair *et al.*, 2010). Ce n'est pas héréditaire, pourtant certaines personnes ont caché des gènes vulnérables à l'arthrite. Les ombellifères ont 11 groupes prouvant une activité antiarthritique (Chandrasekar *et al.*, 2017).

Parmi les 159 plantes antiarthritiques, la majorité appartenait à la famille des Asteraceae, Lamiaceae, Apiaceae et Fabaceae. La plupart de ces familles de plantes sont traditionnellement utilisées, mais la présence de composés puissants tels que des saponines dans la famille des astéracées (De Carvalho *et al.*, 2013) et des tanins, des alcaloïdes, des composés phénoliques et des glutinines dans la famille des Fabacées (Zarnowski *et al.*, 2001) pourrait être les justifications de leur large utilisation. Les polyacétylènes contenus dans les plantes de la famille des Apiécée pourraient constituer une raison d'activité antiarthritique en raison de leur effet anti-inflammatoire (Christensen et Brandit, 2006). Plusieurs recherches relatives à l'isolement de composés corrélés aux propriétés antiarthritiques sont considérablement plus rares. La plupart des études fournissent des preuves sur les classes de base de composés présentant cette propriété. Par conséquent, toujours un manque de compréhension claire sur les mécanismes responsables de leurs activités. Par conséquent, des analyses plus approfondies sont nécessaires sur l'utilisation de ces familles pour améliorer la fiabilité de la phytothérapie. Les herbes sont la forme de vie dominante dans le traitement de l'arthrite. C'est parce que les herbes sont facilement accessibles, très abondantes et faciles à récolter (Ahmad *et al.*, 2009).



*CHAPITRE III : IMPACT DE LA
SALINITE DU SOL SUR LES
METABOLITES SECONDAIRES*



III. Impact de la salinité du sol sur les métabolites secondaires

3.1. La Salinité en Algérie

Aujourd'hui, en Algérie, la superficie des sols salin est estimée à 1 million d'hectares (MADR, 2004), dont 49 miles sont situés dans le sud du pays. D'après Douaoui et Hartani (2007) Le problème de salinité touche environ 20% des sols irrigués en Algérie. Celui-là dans plusieurs régions d'Algérie (Chlef, Relizane, Mohamadia, Sig et les hauts plateaux de Sétif et de Constantine). Dans l'ouest de l'Algérie, il y a quelques périmètres irrigués (Figure 03) présentent de graves problèmes de salinisation, l'élévation du niveau des eaux souterraines entraîne une dégradation du sol et diminue la productivité agricole.

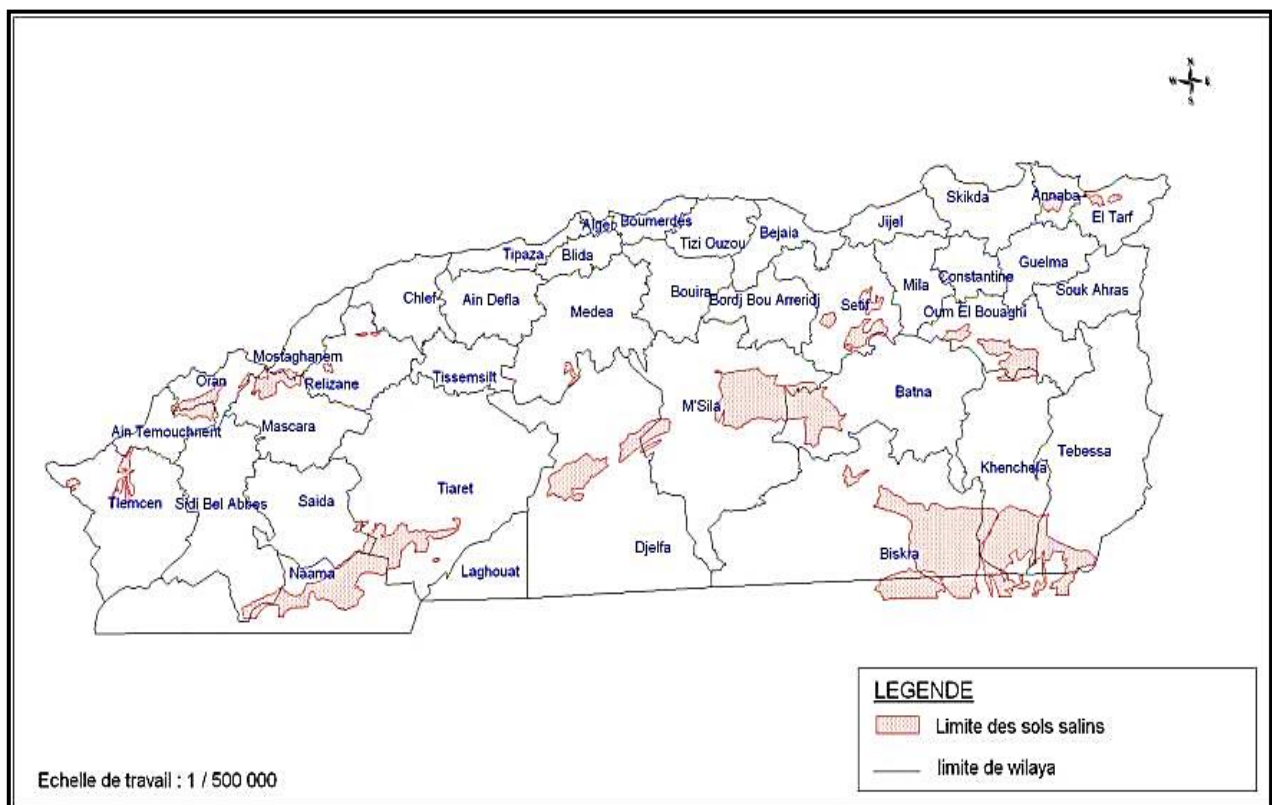


Fig. 3 : Répartition des sols salins du Nord de l'Algérie (INSID, 2008)

3.2. Effet de la salinité du sol sur les métabolites secondaires

La plante se développe bien et produit le meilleur rendement dans des conditions optimales de température, lumière, eau, nutriments du sol, etc. Toutefois, les plantes sont exposées à de nombreux facteurs de stress abiotiques tels que la sécheresse,

la salinité, la température, les radiations, la poussière, ce qui a un effet important sur la production agricole (les pertes pourraient atteindre 70% du rendement). La salinité des sols est l'un des stress environnementaux qui pèse sur la production agricole. Environ 8% des terres agricoles sont touchées par le problème de la salinité. Les principales causes de la salinité des sols sont des causes naturelles et des activités anthropiques (Kumar & Bandhu, 2005).

La tolérance au sel des plantes variait de très sensibles ; les glycophytes (la croissance est inhibée avec une faible concentration de sels), en halophytes, qui se développent amplement dans des conditions salines (Gupta & Goyal, 2017).

Les variations des taux de plusieurs métabolites en réponse au stress salin sont bien connues (Bohnert *et al.*, 1995 ; Nelson *et al.*, 1998). Des études des réactions des plantes au stress de salinité et des différences entre les espèces sensibles au sel et les espèces tolérantes au sel en utilisant l'implication des métabolites secondaires ont révélé une diversité de motifs intéressante. Premièrement, il existe des différences de niveaux constitutifs des métabolites entre les variétés / espèces tolérantes et sensibles, et deuxièmement, différentes espèces montrent des réponses conservées ainsi que divergentes des métabolites en réponse à la salinité. La synthèse et l'accumulation de polyphénols sont généralement stimulées en réponse à des stress biotiques ou abiotiques (Muthukumarasamy *et al.*, 2000). Une augmentation de la teneur en polyphénols dans différents tissus sous salinité croissante a également été rapportée dans plusieurs plantes (Parida & Das 2005 ; Slama *et al.*, 2017). Une augmentation de la teneur totale en phénol avec une teneur modérément saline a été observée chez les poivrons rouges (Navarro *et al.*, 2006). L'exposition de *S. portulacastrum* sous forme d'halophyte sous NaCl : 800 mM a considérablement altéré la photosynthèse, la proline, les polyphénols, les antocyanines et les caroténoïdes, ainsi qu'une forte activité antiradicalaire (DPPH) observée à cette salinité extrême et présente d'importants potentiels antioxydants. Pourrait expliquer en partie la survie des plantes qui serviront à la réhabilitation et à la stabilisation des terres salines ou arides (Slama *et al.*, 2017).

De nombreuses cultures importantes telles que le poivron, l'aubergine, la pomme de terre, la laitue et le chou sont sensibles au sel (Shannon & Grieve, 1999). De plus, d'importantes céréales (le riz par exemple) sont sensibles aux stress hyper-osmotiques et

leur production décroissent considérablement dans les sols salins (Ngara *et al.*, 2012). Par conséquent, la salinisation des sols augmente et la demande alimentaire de la population mondiale augmente également. Il est donc nécessaire de développer des cultures capables de s'adapter au stress salin.

3.3. Tolérance de l'aneth à la salinité

Anethum graveolens tolère modérément la salinité du sol au stade de la germination par rapport à d'autres plantes médicinales. Cependant, les graines peuvent germer à une concentration supérieure à 12,5 ds / m de NaCl et germer rapidement jusqu'à 5 ds / m de NaCl à une température de 20-30 °C (Salmasi, 2008). Il est important de noter que le stade de germination est le plus sensible au stress de salinité plus que le cycle global de la plante (Marcar, 1987).

Soliman et Abou-Ellail (2016). Ont été démontrés que le développement et la production de plantes d'aneth représentées par le poids des matière sèches et le poids des graines ont considérablement diminué avec le stress de salinité, en particulier à 3000 ppm, mais l'aneth a montré une sensibilité au stress salin par rapport au fenouil (Soliman et El-Shaieny, 2014). Les sels accumulés inhibent l'activité des enzymes et la synthèse des protéines (Taiz & Zeiger, 2002), la teneur en Na⁺ accumulée a augmenté dans les échantillons d'aneth traités par 3000 ppm (Soliman et Abou-Ellail M., 2016).

Les plantules d'*Anethum graveolens* ont été soumises à une gamme de stress de salinité (NaCl 0, 25, 50, 75 et 100 mM). Les modifications des caractéristiques morphologiques, de la teneur en proline, du phénol total et de l'activité d'enzymes antioxydantes telles que l'ascorbate peroxydase (APX) et la polyphénol oxydase (PPO) de la tige et de la racine ont été évaluées. Les activités APX et PPO (racine, tige) ont augmenté significativement tandis que le poids sec de la racine et de la tige diminuait progressivement. La proline libre et le contenu phénolique total ont également augmenté avec le traitement au NaCl. La quantité la plus élevée de proline libre obtenue à 100 mM de NaCl (qui était environ 9 fois et 3 fois) supérieure au témoin dans les tiges et les racines, respectivement. Les résultats obtenus dans cette étude confirment le concept selon lequel les activités d'accumulation de phénol total et de proline, ainsi que d'APX et

de PPO sont associées à la tolérance au sel dans les réponses oxydatives (Mehr *et al.*, 2012).



PARTIE
EXPERIMENTALE





CHAPITRE IV :
PRESENTATION DE LA
ZONE D'ETUDE



IV. Présentation de la zone d'étude

4.1. Localisation

La région de Mohammedia fait partie du grand bassin versant de la Macta. La plaine de cette zone est formée par une dépression triangulaire séparée du golf d'Arzew par un cordon dunaire bordé au Nord-ouest par le massif de la sebkha d'Arzew (DSA,2016).

Au Nord-Est elle est limitée par la retombée sud du plateau de Mostaganem, la plaine de Sig et celle de l'Habra qui s'élargit dans le sens Est-ouest pour atteindre au sud les contreforts de l'Atlas Tellien, les monts d'Ouled Ali et ceux de Béni Chougrane au niveau de Mohammedia (figure 4).

Ces deux plaines reçoivent les eaux drainées par une série d'oueds dont, les plus importants sont identifiés de l'Ouest à l'Est comme suit ;

- OuedSig
- OuedHabra
- Oued Tinn

La plaine de la Macta renferme à la fois sur des plans d'eaux, des marais et des steppes plus ou moins humides qui sont généralement situées au-dessous de 9 mètres d'altitude. Ces trois affluents contribuent principalement à la saturation de la basse plaine de la Macta (DSA,2016). Soit une population de 48 700 habitants (DSA, 2015)

La wilaya de Sidi Bel Abbes est située sur la Mékerra, à 470 m d'altitude, au centre d'une vaste plaine comprise entre le djébel Tessala au Nord et les monts de Daya au Sud (figure4). Elle était connue comme base du 1^{er} régiment de la région étrangère. La wilaya occupe une position centrale stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région Nord-Ouest du pays soit 9150,63 km². L'organisation administrative comprise 52 communes répartissent en 15 Daïras. La population est de 595.831 habitants, soit une densité de 65 habitants /km² (ANDI, 2020).

La carte ci-dessous est réalisé par le logiciel d'Arc-Map version 10.4.1., et shapefiles sont fournis par le site officiel du système d'information géographique (SIG)

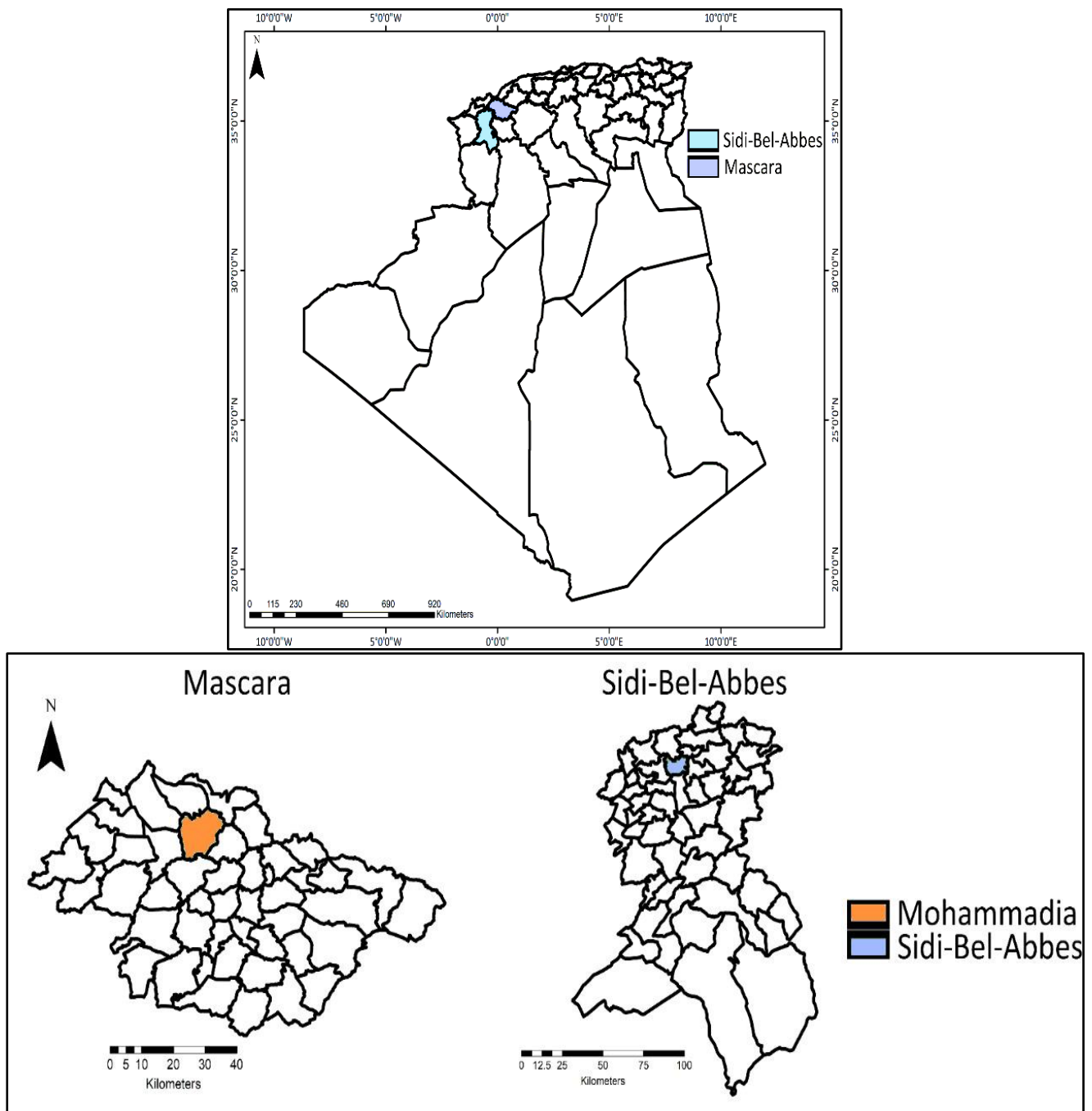


Fig.4 : Localisation de la zone d'étude (Tifouri Z, 2018)

4.2.Climat

La station de Mohammadia est localisée dans la wilaya de mascara. Le climat de la région est de type méditerranéen avec une tendance semi-aride (DSA,2016).

Sidi Bel Abbas appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen, semi-aride (moyenne des précipitations inférieures à 400 mm durant la dernière décennie), d'une

manière générale la wilaya se distingue par un climat humide et froid en hiver, sec et chaud en été, les saisons printemps et automne sont de courte durée (Megharbi, 2003).

Les données météorologiques sont obtenues auprès du Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) pour le calcul de l'ET_o, et auprès du Goddard's Global Modeling and Assimilation Office (GMAO). Les données météorologiques actualisées proviennent des produits du modèle d'assimilation GMAO Modern Era Retrospective-Analysis for Research and Applications (MERRA-2) et des produits en temps quasi-réel GEOS 5.12.4 Forward Processing - Instrument Teams (FP-IT) de GMAO pour le calcul de la sécheresse, du site web de la NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (Power).

Les cartes sont réalisées par le logiciel Arc-Map version 10.4.1.

2.1. Précipitation

Les pluies dans la région de Mohammadia ont souvent un caractère torrentiel. Il pleut de décembre à mai, soit une moyenne de 50 jours par an (figure 5). La période à faible précipitations s'étale sur 6 mois de juin à novembre (DSA,2016).

En raison de l'existence de multiples zones hétérogènes, les précipitations diminuent du nord au sud de de la wilaya de sidi bel Abbes (Djahed, 2004). Les précipitations sont la variable climatique qui affectent généralement, le plus les cultures.

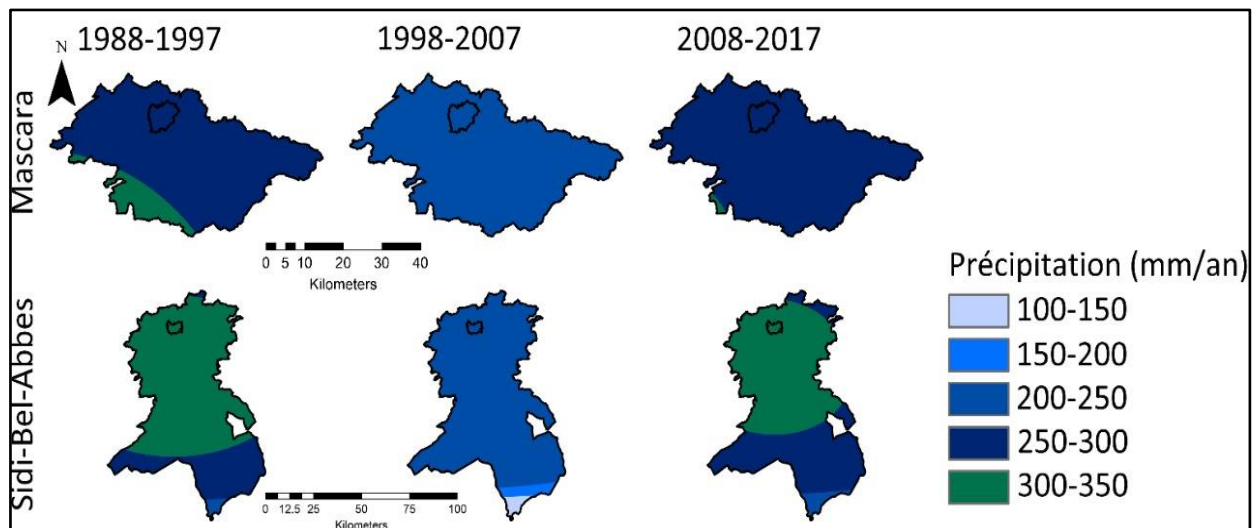


Fig.5 : Précipitation annuelle de la période 1988-2017(Tifouri Z, 2018)

La pluie moyenne annuelle à Mohammadia est de 291,8 mm. Les pluies maximales sont enregistrées entre décembre et janvier respectivement 90,2 et 80mm. La répartition des précipitations par saison est la suivante :

- ❖ 43% en automne
- ❖ 34% en hiver
- ❖ 20% au printemps
- ❖ 3% en été (DSA, 2016)

En fonction des conditions géographiques de la wilaya de sidi bel Abbès, la quantité des précipitations limitant la mobilisation des eaux de surface pour la production agricole, elle oscille entre 200 et 400 millimètres par an. La pluie est souvent en hiver et absente de manière significative en été. Les précipitations sont maximales en janvier avec 44,25 mm, et minimales en août avec 3,42 mm (Megharbi, 2003).

2.2.Température

Les températures moyennes de la région de sidi bel Abbès sont variables selon l'altitude et les expositions (figure 6), mais l'amplitude de leurs variations dans le temps (variations annuelles ou journalières) est caractéristique de la région. Au cours d'une même journée, les variations de température peuvent atteindre 15°C en hiver et jusqu'à 25-30°C en été (DSA, 2005). Le mois, le plus froids est habituellement janvier dans lequel la température minimale atteint 0°C, (-6 en 1999). Août est le mois le plus chaud dans lequel la moyenne des températures maximales varie entre 23°C et 31°C (Djahed, 2004).

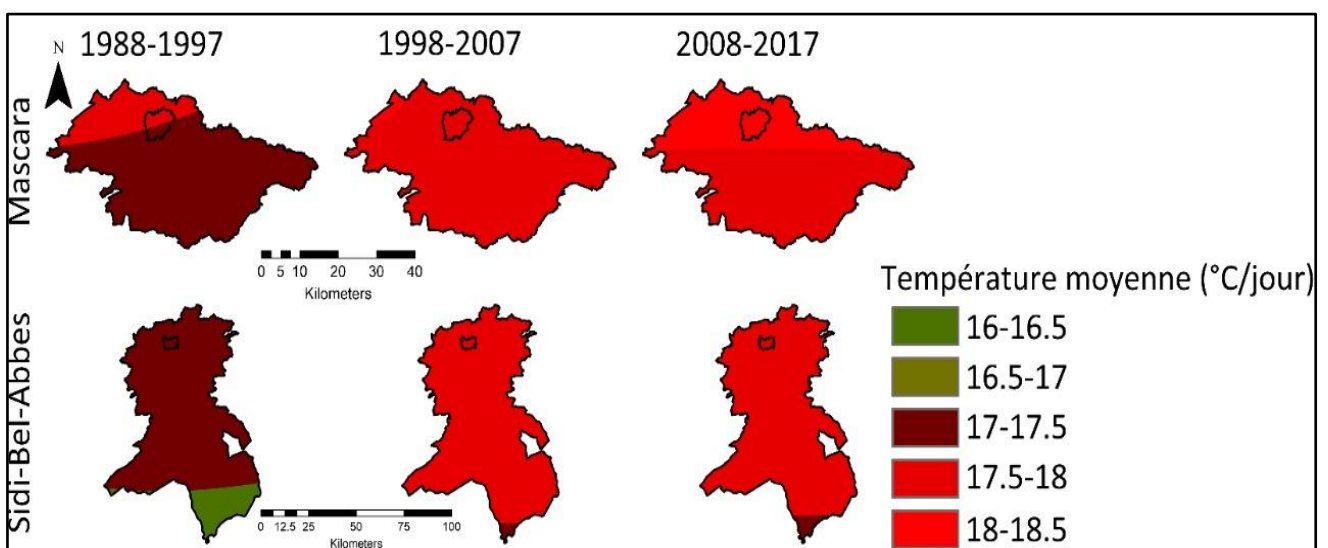


Fig.6 : Température moyenne de la période 1988-2017(Tifouri Z, 2018)

Mohammadia est caractérisé par une période hivernale des températures modérées. La saison chaude s'étend de juin à novembre. Le climat durant la période allant de juin à septembre est très sec et chauds. La température moyenne du mois le plus chaud est de 28,9° C (juillet) tandis que celle du mois le plus froid est de 7.8°C (janvier). La présence du sirocco est fréquente dans la région (DSA, 2016).

2.3.Humidité relative

Selon Gaussen et Bagnouls, 1952. Pour tenir compte de l'humidité relative H (état hygrométrique), nous convenons que :

Si $H < 40$, les jours sont secs ;

Si $40 < H < 60$, un jour compte pour 9/10 ;

Si $60 < H < 80$, un jour compte pour 8/10 ;

Si $80 < H$, un jour compte pour 7/10.

La figure 7, montre l'humidité relative de la zone d'étude sur une période de 29 ans.

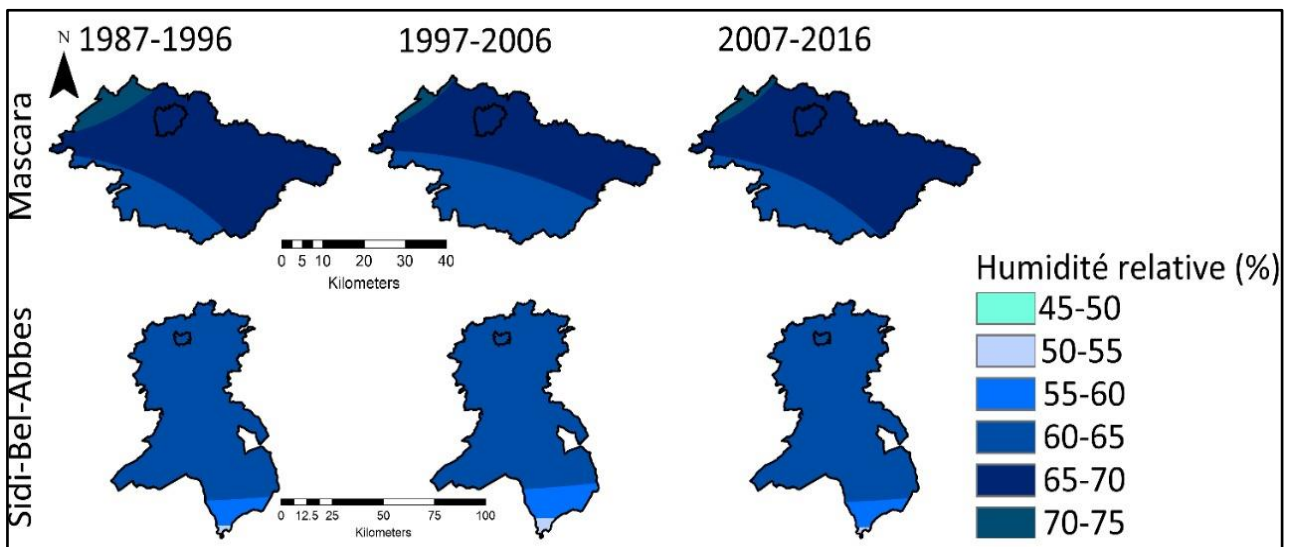


Fig.7 : Humidité Relative de la période 1987-2016(Tifouri Z, 2018).

L'influence des altitudes des monts des Beni-Chougrane et des monts de Saida apportent à la région de Mohammadia une humidité très bénéfique. Les vents de l'ouest contribuent à la fraîcheur de la région durant la saison sèche soit 53% à 61%. L'humidité annuelle moyenne est de 64%(DSA,2016). L'humidité relative dans la Wilaya de sidi bel Abbes est de l'ordre 65% depuis 1987.

2.4. Vent

A Sidi Bel Abbès, les vents dominants viennent du nord-ouest et sont observés pendant 10 à 15 jours en toutes saisons. Le vent du nord est également distribué au rythme de 4 à 5 jours par mois tout au long de l'année. (Megharbi, 2003).

La région de Mohammadia est caractérisée par la présence d'un brouillard très dense à partir de la fin du printemps. Les vents marins qui caractérisent les plaines du nord de l'Algérie contribuent à la régularisation du climat de la région.

On note également l'absence des vents marins au niveau des hautes plaines et le climat devient semi-aride (DSA, 2016).

La figure 8, représente la vitesse du vent de la zone d'étude sur une période de 29 ans.

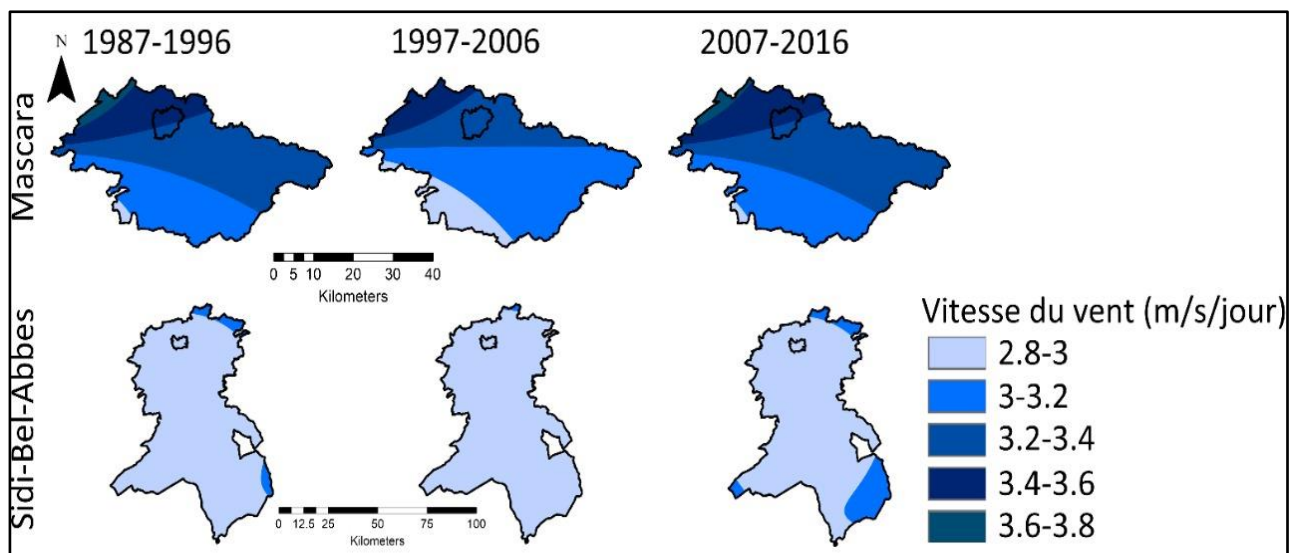


Fig.8 : Vitesse du vent de la période 1987-2016 (Tifouri Z, 2018).

3. Texture du sol

Les sols sont à dominance limoneuse à sidi bel Abbès, et argileuse à Mohammadia ou les sols sont lourd et le drainage est conseillé pour éviter les asphyxies des plantes ainsi diminuer le problème de salinité. La figure ci-dessous, montre la texture dominante dans les deux zones d'études.

La carte ci-contre est réalisé par le logiciel Arc-Map version 10.4.1., le shapefile est télécharger du site officiel de la FAO, la carte est réalisée depuis la carte mondial des sols de la FAO par l'option agrafe (Clip).

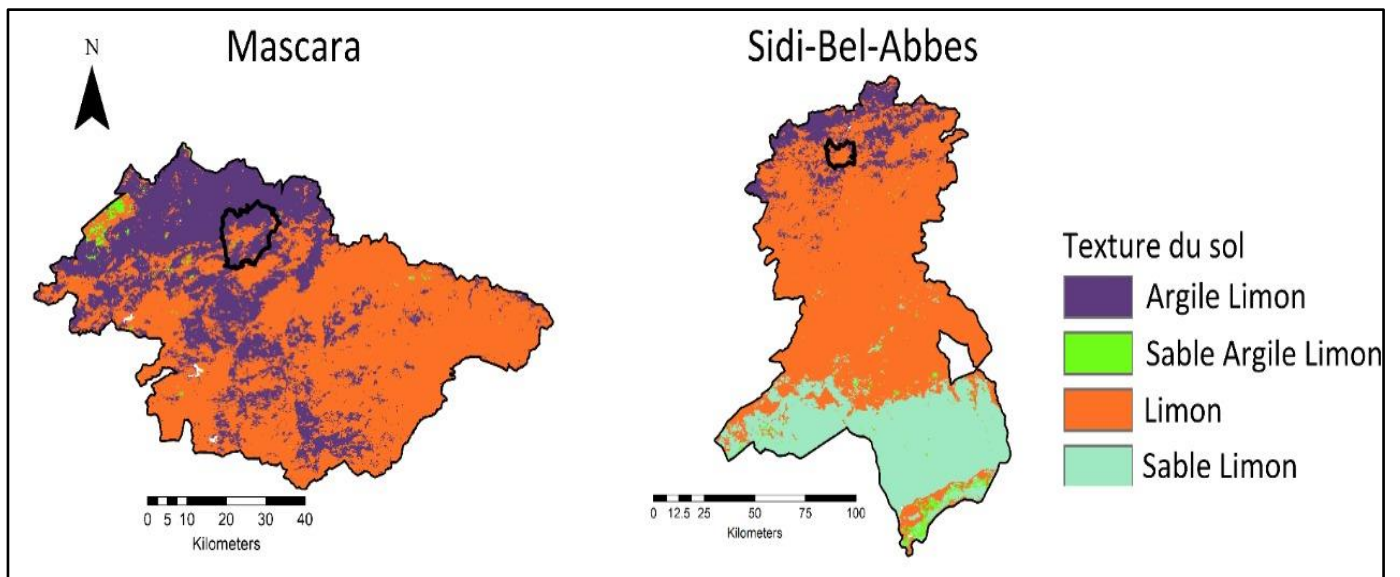
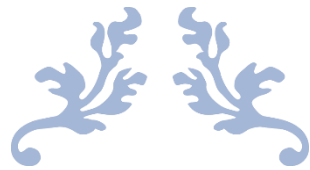


Fig.9 : Texture du sol de la zone d'étude (Tifouri Z, 2018).



CHAPITRE V : MATERIEL ET METHODES



V. Matériel et méthodes

Nous rappelons que l'objectif de cette étude s'inscrit dans le cadre des travaux visant, la caractérisation et la mise en valeur des substances naturelles d'origines végétales responsables des activités biologiques sous un stress abiotique ; notamment la salinité du sol, et qui se repose sur deux parties distinctes et complémentaires

- La première partie concerne l'étude phytochimique basée principalement sur l'extraction et la détermination qualitative et quantitative des composés actifs, dans l'extrait alcoolique de la plante entière (feuilles, tige et racine) et de la semence de l'aneth, sous stress salin. Ainsi que l'extraction et la caractérisation de l'huile essentielle extraite de l'aneth.
- La deuxième partie est consacré à l'évaluation des activités pharmacobiologiques In Vitro telles que : l'activité antioxydante, antiarthritique, antidiabétique, et aussi l'évaluation du pouvoir antifongique pour son utilisation comme bio-fongicide.
- Une partie des analyses a été effectuée au sein de laboratoire d'écodéveloppement des espaces avec la contribution du département de science de l'environnement UDL sidi bel abbés, et l'autre partie a été effectué au niveau du laboratoire de la chimie des pesticides et toxicologie, département de la vie des plantes et sciences de l'environnement, université Nationale de Hankyong, Anseong, Corée de sud.

Il est à signaler que, ces travaux de recherche sont initiés par une étude physiologique qui nous renseigne sur l'impact de la salinité du sol sur le développement de l'aneth durant son cycle végétatif.

Il est à noter aussi, que les graines de l'aneth ont été procurées par l'ITCMI de Sidi Bel Abbes. D'ailleurs, c'est au niveau de cette station que la culture a été faite, dans la station de sidi bel Abbes et la station de Mohammadia (wilaya de Mascara).

5.1. Matériel végétal

L'aneth a été semé dans deux types de sols dans l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (ITCMI) ; station de Sidi Bel abbes en tenant un sol normal et la station de Mohammadia dans laquelle le sol est modérément salin (Figure 10).

La semence de l'aneth (*Anethum graveolens* L.), est originaire de la station de Sidi Bel Abbès, elle est classée parmi le patrimoine local multiplié et conservé sur une période d'environ 30 ans.

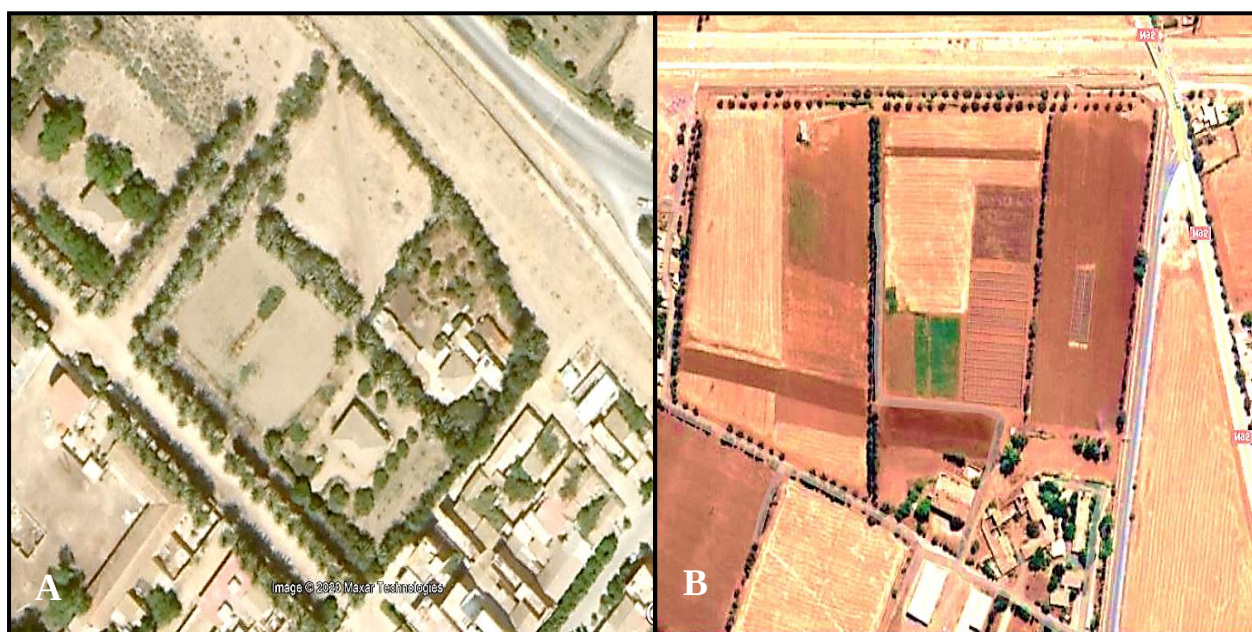


Fig.10 : Institut Technique Des Cultures Maraîchères et Industrielles ; **A** : Station de Mohammadia, **B** : Station de Sidi Bel Abbès (Google Earth, 2018).

5.2. Analyse du sol

Nous rappelons que notre étude repose sur l'impact de la salinité du sol sur la caractérisation des substances naturelles, de ce fait nous avons jugé important d'analyser le sol. Cinq échantillons prélevés de chaque parcelle destinée au semis de l'aneth, sont pris de manière diagonale, une semaine avant le semis. Les 10 échantillons (5 échantillons du sol de S.B.A et 5 échantillons du sol de Mohammadia) sont étiquetés et déposés au niveau de l'Institut National des Sols, d'Irrigation et du

Drainage (INSID) de El-Matmar Wilaya de Rélizane, pour des analyses physico-chimiques des sols.

5.3. Méthodologie Retenue

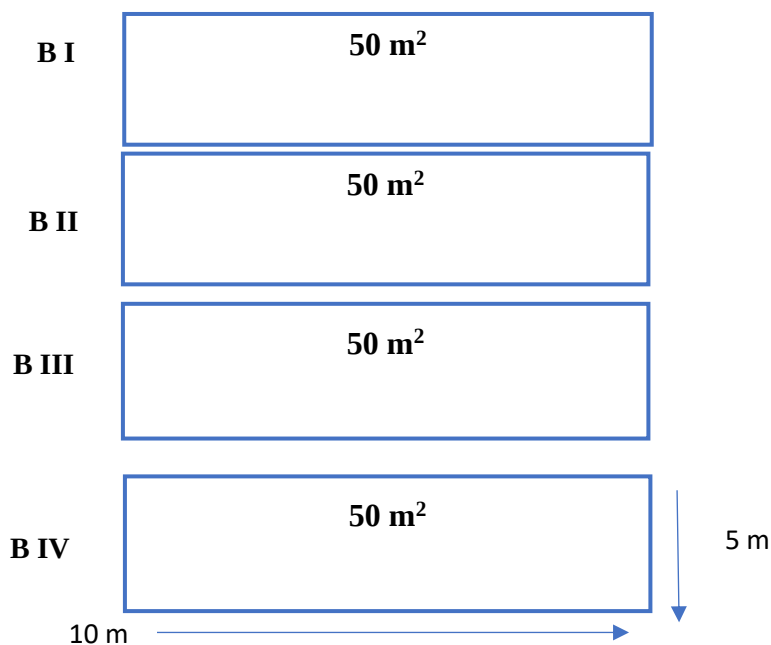
Nous rappelons que ce travail de recherche consiste à mettre en valeur le potentiel phytochimique et les activités biologiques d'un condiment (Aneth) sous le stress salin.

Néanmoins, nous avons considéré crucial de commencer tout d'abord par l'étude physiologique, dont les différents stades phénologiques sont suivis.

5.4. Etude écophysiologique de l'aneth

Dispositif expérimental

Le dispositif de l'essai est composé de 4 blocs (B1, B2, B3, B4) dont la superficie totale est de 200 m², le même dispositif est maintenu pour les deux stations d'essai, ainsi la moitié de la parcelle a été récolté au stade floraison (matière fraîche) et le reste a été moissonné au stade de maturation pour récupérer la semence.



L'étude est menée au cours de la campagne agricole 2015/2016 au niveau de l'ITCMI de Sidi Bel Abbès et de Mohammadia (Mascara).

La date de semis (figure 11) et les travaux d'entretien de la culture étaient les mêmes. Les notations sont prises pour les stades phénologiques (voir annexes) : la hauteur des plants (figures 12), et également le rendement des graines matures et le rendement de la plante entière fraîche (biomasse fraîche).



Fig.11 : Semis de l'aneth (photo personnel, 2016).



Fig.12 : Stade plein floraison de l'aneth (photo personnel, 2016).

Préparation des échantillons

Deux parties de la plante ont été utilisées pour les différents analyses,

- La plante entière (feuilles, tige, racine) récoltée au stade de la floraison dans les deux types de sol :
 - les échantillons des plantes provenant des conditions saline (SP)
 - les échantillons des conditions normales, non saline (NSP).
- Les graines récoltées au stade de maturité : issues de sol salin (S.S) et – les graines issues de sol non salin (NS. S) dans les conditions de sol normal.

La plante verte récoltée a été séchée à une température ambiante et à l'abri de la lumière. Les échantillons sont bien conservés et broyés en poudre juste avant l'utilisation.

5.5. Etude phytochimique

5.5.1. Screening phytochimique

Il s'agit de l'extraction, du criblage et de l'identification des substances actives présentes dans les échantillons. Parmi les substances bioactives qui peuvent être dérivées des plantes, on cite les flavonoïdes, les alcaloïdes, les caroténoïdes, le tanin, les antioxydants et les composés phénoliques. Le criblage phytochimique a été effectué selon la méthode rapportée par Aiyelaagbe *et al.* (2009) et Egwaikhide *et al.* (2007).

1. Détection des gommages et des mucilages (Whistler & Miller, 1993)

100 mg d'extraits ont été dissous dans 10 ml de l'eau distillé et ajoutés à 25 ml d'éthanol absolu sous agitation constante. Un précipité blanc ou trouble indique la présence de gomme et de mucilage.

2. Détection des composés phénoliques (test à l'acétate de plomb)

50 mg d'extraits ont été dissous dans de l'eau distillée, 3 ml de solution d'acétate de plomb à 10% ont été ajoutés. Un épais précipité blanc indique la présence de composés phénoliques.

3. Détection des Tanins

Une quantité d'extrait a été mélangée avec l'eau distillée et chauffée au bain de Marie, puis filtrée, du chlorure ferrique a été ajouté au filtrat. Une couleur vert foncé indique la présence de tanins.

4. Détection des Phlobatanins (HCL test)

0,5 g d'extraits ont été dissous dans de l'eau distillée, filtrée. Le filtrat a bouilli avec une solution de HCl (2 %). Le précipité rouge indique la présence de phlobatanins.

5. Détection des Flavonoïdes

Environ 0,2 g d'extrait a été dissous dans du NaOH dilué et du HCl a été ajouté. Une solution jaune qui devient incolore indique la présence de flavonoïdes.

6. Détection des Terpénoïdes (méthode de Salkowski)

0,5 g de chaque extrait dans 2 ml de chloroforme. Quelques gouttes de l'acide sulfurique concentré a été ajouté avec précaution pour former une couche. Une coloration brun-rougeâtre de l'interface montre un résultat positif.

7. Détection des Stéroïdes (Libermann-Burchard)

200 mg d'échantillons dans 10 ml de chloroforme, suivi d'une filtration. 2 ml d'acide sulfurique ont été ajoutés à 2 ml de filtrat. La couleur passe du violet au vert bleu, indiquant la présence de stéroïdes.

8. Détection des Anthraquinones (test de Borntrger)

Environ 0,5 g de l'extrait a été pris dans un tube à essai sec et 5 ml de chloroforme ont été ajoutés et agités pendant 5 minutes. L'extrait a été filtré, et le filtrat a été agité avec un volume égal de solution d'ammoniaque (10%). Une couleur rose, violette ou rouge dans la couche ammoniacale indique la présence d'anthraquinone.

9. Détection des saponosides (Test de moussage)

50 mg des extraits dilués avec de l'eau distillée, 20 ml de la solution a été mise en agitation dans un tube gradué pendant 15 min. Une couche de mousse de 2 cm indique la présence de saponines (Kokate, 1999).

10. Détection des Glycosides cardiaques

Environ 0,5 g de chaque a été traité avec 2 ml d'acide acétique glacial contenant une goutte de solution de FeCl_3 . Celle-ci a été sous-couche avec 1 ml de H_2SO_4 concentré, un anneau brun obtenu à l'interface a indiqué la présence de sucre désoxygéné caractéristique des cardénolides.

Les résultats sont présentés comme suite :

+++ : réaction fortement positive.

++ : réaction positive.

+ : réaction moyennement positive.

- : réaction négative.

5.5.2. Méthodes d'extraction et dosage des composés phénoliques

Nous rappelons que trois méthodes d'extractions sont utilisées : les extraits bruts issues de la macération, utilisés pour les activités biologiques ; l'extraction par le soxhlet utilisée pour l'activité antifongique et l'hydrodistillation pour extraire l'huile essentielle et la caractériser par la méthode d'analyse la GC-MS.

1. Macération

La macération consiste à mettre une poudre végétale dans un solvant dans un récipient bouché pendant une période définie avec une agitation fréquente jusqu'à ce que la matière soluble soit dissoute. Cette méthode est la mieux adaptée pour les drogues thermolabiles (pharmacopée indienne, 1996).

100 g d'échantillons ont été mis en macération excessive dans 1000 ml de méthanol pendant 4 jours (figure 13), les extraits ont été évaporés sous vide à 40°C et les extraits secs ont été pesés et stockés à basse température pour une utilisation ultérieure. Le rendement, a été déterminé par rapport à 100 g de matière végétale sèche.

Les extraits bruts de la macération ont été utilisé pour les différents dosages et activités biologiques.



Fig.13 : Extraits bruts et évaporation du solvant avec évaporateur rotatif (cliché personnel, 2018).

2. Extraction au Soxhlet

L'extraction au soxhlet a été réalisée selon la méthode de Harborne *et al.* (1998), avec quelques modifications.

10 g de chaque échantillon ont été extraits séparément par le méthanol, l'éthanol et l'hexane pendant 3 heures.

Les extraits ont été évaporés sous vide (figure 14) et le résidu a été condensé et stocké pour une utilisation ultérieure. Les extraits aqueux ont été obtenus en mélangeant 10 g de poudre avec de l'eau distillée sous reflux (figure14) pendant 2 heures (Applebaum *et al.*, 1969). Les extraits obtenus à partir de Soxhlet n'ont été utilisés que pour l'activité antifongique. Le rendement, est déterminé par rapport à 100 g de matière végétale séchée.

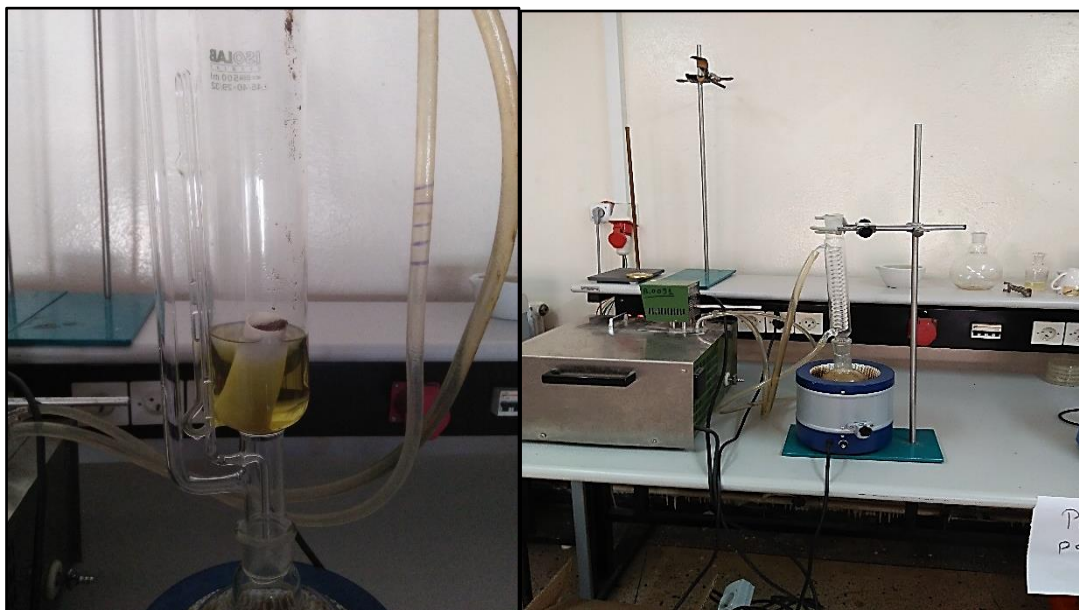


Fig.14 : Extraction au soxhlet et sous reflux (photo personnel, 2018).

5.5.3. Dosage des composés phénoliques

1. Dosage des polyphénols totaux

La quantité des phénols totaux présente dans l'aneth a été estimée par la méthode Folin-Ciocalteu décrite par Makkar (2003).

Les composés phénoliques (les composés aromatiques à groupes hydroxyles), sont très répandus dans le règne végétal. Leur estimation implique la réduction des phénols par des composants phosphomolybdiques-phosphotungstiques renfermés dans le réactif Folin-Ciocalteu. Les composés phénoliques sont oxydés dans un milieu basique, ce qui entraîne la formation d'ions superoxyde, qui réagissent à leur tour avec le molybdate pour former de l'oxyde de molybdène. Le complexe de couleur bleue ainsi développé a une absorbance très intense à 725 nm.

Préparation de la solution standard

La solution étalon mère a été préparée en dissolvant 50 mg d'acide gallique dans 50 ml de méthanol. 5 ml de solution mère ont été dilués avec 100 ml d'eau distillée. La concentration de la solution étalon est donc de 50 µl/ml. Différentes concentrations de la solution étalon (0,2, 0,4, 0,6, 0,8 et 1 ml) ont été préparées pour tracer la courbe d'étalonnage.

50 μ l des échantillons complétés à 1 ml avec de l'eau distillée, un tube rempli d'eau distillée a été utilisé comme contrôle. 0,5 ml de 1N Folin-Ciocalteu a été ajoutés aux tubes et agités au vortex, puis laissés reposer pendant 5 min à température ambiante, ensuite 2,5 ml de carbonate de sodium (5%) ont été ajoutés, agités au vortex et incubés pendant 40 min dans l'obscurité à la température ambiante. L'absorbance de la couleur bleue développée par rapport au blanc de réactif a été mesurée à 725 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.



Fig.15 : Dosage des polyphénols (photo personnelle, 2018).

2. Dosage des tanins (Makkar ,2003)

La quantité de tanins, est estimée par la méthode Folin-Ciocalteu (Makkar ,2003). Les composés phénoliques totaux contiennent à la fois des phénols tanniques et non tanniques. La quantité de tanins est calculée en soustrayant les composés phénoliques non tanniques du total des composés phénoliques. L'incubation des extraits avec la PVPP dans des conditions froides précipite les tanins. Par conséquent, le surnageant ne contient que les composés phénoliques non tanniques qui peuvent être déterminés par la même méthode que celle décrite pour la quantification des composés phénoliques totaux.

100 mg de polypyrrolidone polyvinylique (PVPP) dans des tubes Eppendorf de 2 ml, 500 μ l de chaque échantillon de la plante ont été ajoutés avec 500 μ l d'eau distillée.

Les tubes ont été incubés pendant 4 h à 4 °C. Après incubation, les tubes Eppendorf ont été centrifugés à 3000 T/m et incubés pendant 10 min à 4 °C. Le surnageant ne contient que les phénols non tanniques.

Préparation de la solution standard

50 mg d'acide tannique (AT) dissous dans du méthanol et complétés à 50 ml dans un flacon standard.

Solution standard de base

5 ml de solution étalon mère diluée à 100 ml avec de l'eau distillée dans un flacon étalon. Par conséquent, la concentration d'acide tannique dans la solution étalon de travail est de 50 µg/ml.

Des différentes concentrations de la solution étalon de travail sont respectivement introduites dans la série de tubes à essai. Ensuite, 100 µl d'extrait phénolique non tannique de chaque échantillon est versé dans une série de tubes à essai. Les analyses ont été effectuées en trois fois.

Le contenu de tous les tubes a été complété à 1 ml avec de l'eau distillée. 1 ml d'eau distillée a servi de témoin. Ensuite, 0,5 ml de réactif Folin-Ciocalteu (1 N) a été ajouté à chaque tube à essai, y compris le témoin. Tous les tubes à essai ont été passés au vortex et laissés au repos pendant 5 minutes à la température ambiante.

Ultérieurement, 2,5 ml de carbonate de sodium (5 %) ont été ajoutés à tous les tubes à essai, y compris le témoin. Les tubes ont été à nouveau soumis à une agitation et incubés à l'obscurité, à la température ambiante pendant 40 minutes. L'absorbance de la couleur bleue développée par rapport au blanc de réactif a été mesurée à 725 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

Permettant le calcul de la quantité de composés phénoliques non tanniques et de composés phénoliques totaux dans l'échantillon en mg d'équivalents d'acide tannique par gramme d'échantillon. Ensuite, le calcul des tanins dans l'échantillon selon l'équation suivante :

Tanins (g) = Total des composés phénoliques (g) - Composés phénoliques non tanniques (g).

3. Dosage des flavonoïdes

La quantité de flavonoïdes, est estimée par la méthode de chlorure d'aluminium décrite par Zhishen *et al.* (1999). Le principe de base de la méthode colorimétrique est que le chlorure d'aluminium forme des complexes stables en milieu acide avec le groupe céto en C-4 et le groupe hydroxyle en C-3 ou en C-5 des flavones et des flavonols, respectivement. En outre, il forme également des complexes labiles aux acides avec les groupes ortho-di-hydroxyle dans le cycle A ou B des flavonoïdes, ce qui entraîne la formation d'une couleur rose, et il est mesuré à 510 nm.

La solution standard a été préparée pour donner 200 µl/ml de rutine, et différentes concentrations ont été utilisées pour tracer la courbe d'étalonnage.

500 µl de chaque extrait a été complété à 1ml de l'eau distillée. L'eau a été utilisée comme témoin.

150 µl de nitrite de sodium (5 %) ont été ajoutés à chaque tube, passés au vortex et laissés au repos pendant 5 min, puis 150 µl de chlorure d'aluminium (10 %) ont été ajoutés, passés au vortex à nouveau et incubés pendant 6 min à température ambiante. Après incubation, 2 ml d'hydroxyde de sodium à 4 % ont été ajoutés à tous les tubes à essai et complétés à 5 ml avec de l'eau distillée, puis ils ont été mélangés au vortex et incubés pendant 15 minutes à température ambiante. L'absorbance de la couleur rose développée en raison de la présence de flavonoïdes par rapport au blanc de réactif a été mesurée à 510 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

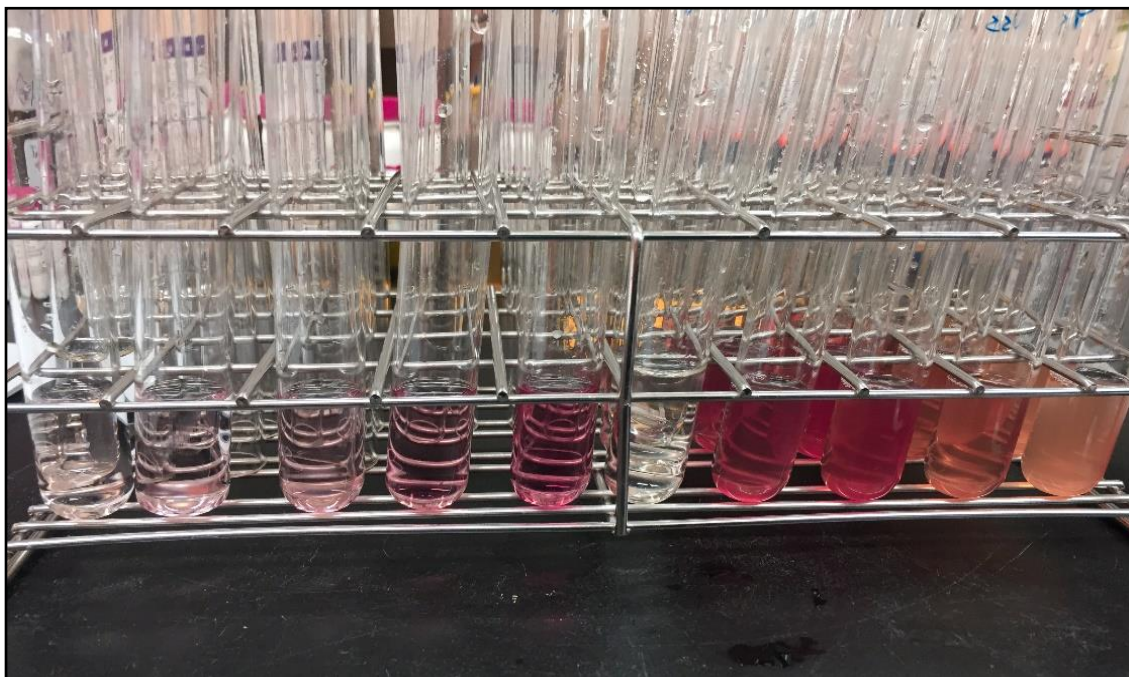


Fig.16 : Dosage des flavonoïdes (photo personnelle, 2018).

4. Dosage des Falvonols (Miliauskas *et al.*, 2004)

La présence des flavonols donne une couleur verte lorsqu'il réagit avec du chlorure d'aluminium et de l'acétate de sodium, et l'absorbance est lu à 440 nm grâce à un spectrophotomètre UV-Vis.

Les flavonols totaux estimé en équivalent rutine (1 mg/ml) et exprimé en mg de rutine par gramme d'échantillon. 2 ml de chlorure d'aluminium et 6 ml d'acétate de sodium ont été ajoutés aux aliquotes de rutine (0,2, 0,4, 0,6, 0,8 et 1 ml), puis le mélange a été incubé à 20 °C pendant 2,5 h (Miliauskas *et al.*, 2004).



Fig.17 : Dosage des flavonols (photo personnelle, 2018).

5.5.4. Rendement en huile essentielle et caractérisation de ses composés chimiques

1. Extraction et dosage

L'hydrodistillation est une méthode traditionnelle permettant l'extraction des huiles essentielles des plantes aromatiques et médicinales. La distillation à l'eau ou hydrodistillation est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus faciles (Meyer *et al.*, 1984), dans laquelle les huiles essentielles sont évaporées par chauffage d'un mélange d'eau ou d'un autre solvant et de matières végétales, suivi de la liquéfaction des vapeurs dans un condenseur. L'installation comprend également un condenseur et un décanteur pour recueillir le condensat et séparer les huiles essentielles de l'eau, respectivement (figure15). Le principe de l'extraction est basé sur la distillation. En effet, à la pression atmosphérique et pendant le processus d'extraction (chauffage), les molécules d'eau et de l'huile sont condensées en deux phases.

Le temps de distillation dépend de la matière végétale traitée. Une distillation prolongée ne produit qu'une petite quantité d'huile essentielle, mais ajoute des composés indésirables à point d'ébullition élevé et des produits d'oxydation.

Cent grammes de plantes entières et de graines de chaque échantillon étudié ont été soumis à une hydrodistillation pendant 3 h à l'aide d'un dispositif d'hydrodistillation

selon la procédure décrite dans la pharmacopée égyptienne (2005). Les huiles ont été séchées sur du sulfate de sodium anhydre et stockées dans des flacons sombres à 4 °C jusqu'à l'analyse.

Le rendement en huiles volatiles, exprimé en 100 g de poids séché, est exprimés en moyenne $\pm$ l'écart type de trois répétitions, calculé comme suit :

$$[\text{Ph/Pv (g/kg)}] * 100\%.$$

Où ; Ph : poids net de l'huile essentielle extraite en g, Pv : poids de poudre végétale en g

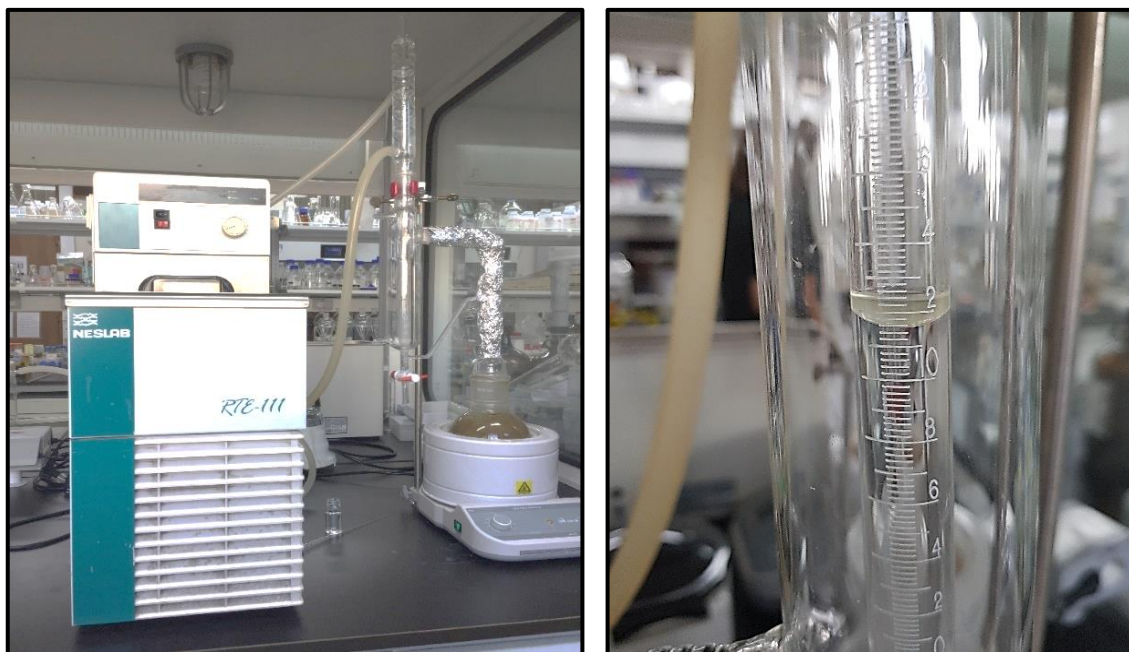


Fig.18 : Dispositif de l'hydrodistillation pour l'extraction des huiles essentielles (photo personnelle, 2018).

2. Caractérisation du profil chimique des huiles essentielles par la GC-MS

La détermination des composés chimiques en chromatographie en phase gazeuse (GC) (figure 19) nécessite deux formes d'identification indépendantes telles que le temps de rétention sur deux colonnes chromatographiques différentes, le temps de rétention et la correspondance du spectre de masse, ou le temps de rétention et la correspondance aromatique (Harris, 1987). Comme les temps de rétention varient en fonction de la programmation de la température de la GC, Kovat a introduit un schéma d'indice de rétention relatif (Kovats, 1958). Un indice de rétention relatif utilise une série de

standards, souvent des n-alcanes, avec d'autres composés référencés par rapport aux standards en utilisant l'équation de Non-isotherme, selon la définition de Van den Dool & Kratz, (1963).

$$I_x = 100n + 100(t_x - t_n) / (t_{n+1} - t_n) \text{ (NIST, 2018).}$$

Où, I_x : indice de rétention du composé, t_x : temps de rétention du composé, t_n : temps de rétention du Carbone avant le composé, t_{n+1} : temps de rétention du Carbone après le composé.

HEWLETT PACKARD Agilent GC, détecteur sélectif de masse Hp 5973, colonne DB WAX (polyéthylène glycol, 30mx0,250m de diamètre interne, épaisseur du film 0,25µm), limites de température de 60°C à 325°C, la température de l'échantillon a été programmée pour augmenter de 40 à 240°C à la vitesse de 10°C/min et maintenue à 240°C pendant 10 min, durée totale de l'opération 108 min. 1µl de l'échantillon hexanoïque a été injecté. Le temps de fonctionnement a été de 108 min. le standard utilisé est le C₃₀.



Fig.19 : Chromatographie en phase gazeuse - Spectrométrie de masse, colonne DB-WAX (photo personnelle, 2018).

5.6. Activités biologiques de l'aneth sous stress salin

5.6.1. Activité antioxydante

Halliwell et Gutteridge (2007) affirment "qu'un antioxydant est une substance qui, lorsqu'elle est présente à une faible concentration par rapport à celle d'un substrat oxydable dans le milieu, inhibe l'oxydation du substrat". Les antioxydants sont classés en fonction de leur fonction (piégeurs de radicaux libres, piégeurs d'agents oxydants non radicaux, composés qui inhibent la génération d'oxydants, agents chélateurs de métaux de transition et composés capables de stimuler la production de composés antioxydants endogènes) ; la polarité (hydrosoluble et liposoluble) ; la source (exogène ou endogène) ; le mécanisme. Les antioxydants peuvent neutraliser l'action délétère des espèces réactives des membranes cellulaires principalement par trois mécanismes : le transfert d'atomes d'hydrogène (HAT), le transfert d'un seul électron (SET) ou la capacité à chélater les métaux de transition (Prior *et al.*, 2005 ; Brewer, 2011).

Plusieurs tests peuvent être utilisés pour évaluer la capacité antioxydante *in vitro* des extraits des plantes, nous citons : l'activité de chélation des ions ferreux (Carter, 1971), l'activité de chélation du cuivre (Saiga, Tanabe & Nishimura, 2003), le test d'inhibition de la peroxydation des lipides (Daker *et al.*, 2008), CUPRAC (Apak *et al.*, 2008), l'inhibition du DPPH (Blois, 1958) et l'inhibition de l'acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6- sulfonique) - ABTS (Re *et al.*, 1999).

a) Le piégeage du DPPH

L'activité antioxydante par le piégeage de radical 1,1-diphényl-2- picrylhydrazyl (DPPH) de quatre échantillons d'aneth a été estimée selon la procédure décrite par Blois *et al.* (1958). 0,15 mM de DPPH a été dissous dans de l'éthanol, puis 160 µl de cette solution ont été mélangés avec 40 µl de différentes concentrations de S.S, NS. S, S.P et NS.P. Après 10 minutes d'incubation dans l'obscurité et à la température ambiante, l'absorbance a été lue par rapport à un témoin à 517 nm (figure 20).

Inhibition des DPPH en pourcentage, (I%) a été calculée comme suit :

$$I\% = ((A_0 - A_1) / A_0) \times 100$$

Dont, A0 est l'absorbance du contrôle et A1, l'absorbance du composant d'essai.

La concentration indiquant une réduction de 50 % de la concentration initiale de DPPH a été calculée à partir du graphique en traçant le pourcentage d'inhibition par rapport aux concentrations de l'échantillon. L'acide ascorbique a été utilisé comme témoin positif. Chaque mesure a été effectuée en trois répétitions.

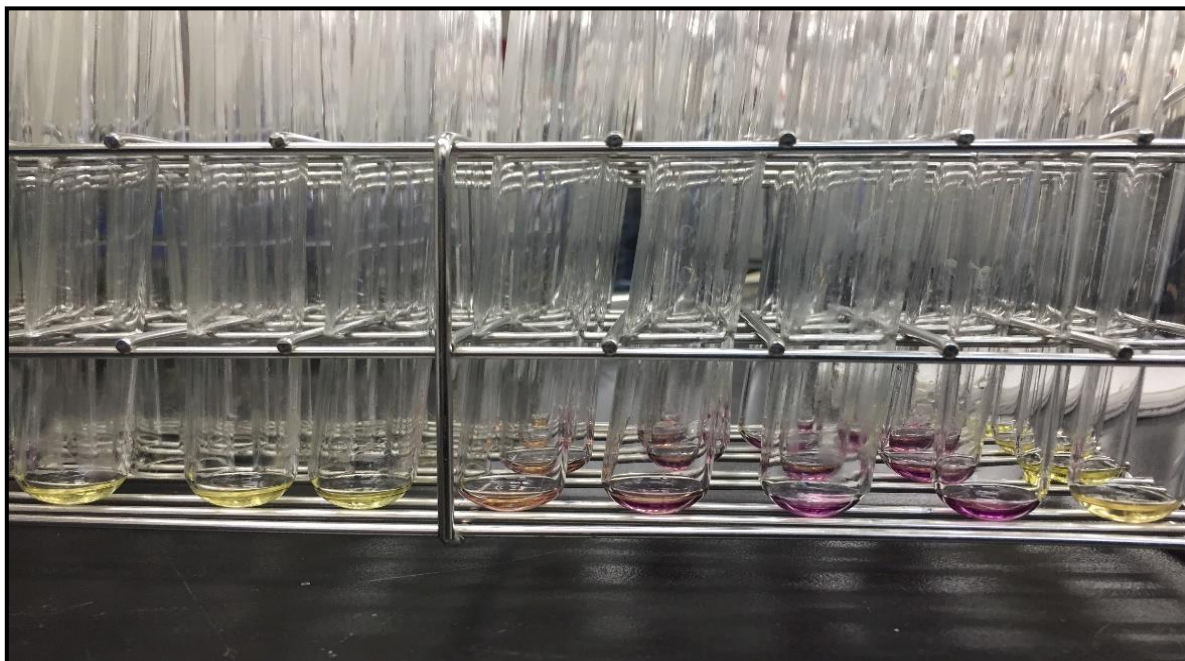


Fig.20 : Piégeage de radical de DPPH (photo personnelle, 2018).

b) Piégeage du ABTs

La génération du radical ABTS implique la production directe du chromophore ABTS bleu/vert par la réaction entre l'ABTs et le persulfate de potassium. L'ajout d'antioxydants au cation du radical préformé le réduit en ABTS (solution décolorée), dans une mesure et sur une échelle de temps dépendant de l'activité antioxydante, de la concentration de l'antioxydant et de la durée de la réaction (Re et al., 1999).

Préparation du réactif

L'ABTS- $\cdot^+$ a été produit en faisant réagir une solution aqueuse de 7 mM d'ABTS- $\cdot^+$ avec 2,45 mM de persulfate de potassium dans l'obscurité pendant 16 h à température ambiante, puis la solution de réactif a été diluée dans de l'éthanol et équilibrée à 30 °C pour donner une absorbance à 734 nm de $0,7 \pm 0,02$.

Procédure d'essai

1 ml de solution ABTS diluée a été ajouté à différentes concentrations de l'échantillon. La concentration des échantillons a été prélevée en trois fois

Le même volume de solution ABTS diluée a été ajouté aux étalons Trolox (concentration finale 0-50 μ M) dans l'éthanol. L'éthanol a été pris comme blanc et la solution éthanolique d'ABTS comme contrôle négatif (figure 21).

L'absorbance a été mesurée exactement 30 minutes après le mélange initial à 734 nm dans un spectrophotomètre UV-Vis.

L'unité d'activité antioxydante totale (AAT) des extraits est mesurée comme la concentration de Trolox ayant une activité antioxydante équivalente exprimée en μ M/g extrait.

La capacité de piégeage des composés testés a été calculée à l'aide de l'équation suivante : **ABTS-+ piégeage (%) = [(Ac - At) / Ac] x 100**

Où At et Ac correspond à l'absorbance respective des échantillons et l'absorbance du contrôle exprimées en valeurs TEAC.



Fig.21 : Piégeage de l'ABTs (photo personnelle, 2018).

c) Piégeage en chélation des métaux (test de ferrozine)

La ligature des composants de l'extrait et du chlorure ferreux sera caractéristique de l'activité antioxydante ou de la prévention de ces radicaux libres à haute énergie. 50 µl de 2 mM FeCl₂ a été ajouté aux extraits dans des tubes à essai de dosage en trois fois. La réaction a été initiée par l'ajout de 0,2 ml de solution de ferrozine 5 mM, un tube à essai avec de l'eau déionisée seule a servi de témoin et le mélange réactionnel sans étalon ni échantillon a été utilisé comme contrôle négatif. La solution a été portée à un volume de 3,7 ml d'eau distillée et a été vigoureusement mise sous abri et laissée au repos à température ambiante pendant 10 minutes. L'absorbance de la solution a été mesurée à 562 nm (Dinis *et al.*, 1994).

La capacité de chaque antioxydant à inhiber la formation du complexe ferreux ferrozine, exprimée par son activité de chélation du Fe²⁺ (%), a ensuite été calculée à l'aide de l'équation :

$$I\% = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

Où A₀ est l'absorbance d'une solution contenant uniquement du FeCl₂ et de la ferrozine, représentait l'absorbance de l'échantillon contenant l'antioxydant et A₁ correspondait à l'absorbance de l'échantillon d'antioxydant ne contenant pas de ferrozine. L'EDTA a été étudié dans la marge de concentration de 0 à 50 µM, tous les échantillons ayant été analysés en triple essais.



Fig.22 : Activité du pouvoir chélateur (photo personnelle, 2018).

5.6.2. Activité antiarthritique par l'inhibition de la dénaturation des protéines

L'arthrite est un problème courant observé chez les personnes âgées. Près d'un cinquième de la population mondiale souffre de cette maladie débilitante. La gestion de l'arthrite et d'autres troubles inflammatoires implique l'utilisation de différentes classes de médicaments tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), les corticostéroïdes et les antirhumatismaux modificateurs de la maladie (DMARD). L'utilisation d'AINS a des effets secondaires gastro-intestinaux, notamment une irritation de la muqueuse gastrique, des éructations, des ulcérations gastriques et des saignements. L'utilisation à long terme des AINS peut altérer les fonctions rénale et hépatique, prédisposant le patient aux maladies cardiovasculaires. C'est pourquoi on cherche continuellement des médicaments alternatifs à base de plantes et d'autres sources naturelles. Les plantes sont une excellente source pour déterminer l'activité antiarthritique in vitro par la méthode d'inhibition de la dénaturation des protéines de Williams *et al.* (2008).

Protocol expérimental

0,4 ml de sérum albumine bovine (solution aqueuse à 2 %) dissous dans 0,05 ml d'eau distillée et 0,05 ml d'échantillons, incubé à 37°C pendant 30 min, puis chauffé à 57°C pendant 10 min. Après refroidissement, 2,5 ml de solution saline tamponnée au phosphate (pH 7,4) ayant été ajoutés à chaque tube. L'eau distillée a été utilisée comme témoin au lieu de l'étalon/échantillon. L'absorbance a été mesurée à 600 nm dans un spectrophotomètre.



Fig.23 : Activité antiarthritique (photo personnelle, 2018).

5.6.3. Activité antidiabétique (In vitro)

Le diabète est une maladie métabolique épidémique mondiale qui devient rapidement une cause majeure de morbidité, de mortalité et d'invalidité dans le monde entier (Gupta *et al.*, 2008). Il est en passe de devenir la troisième cause de mortalité dans l'humanité, après le cancer et les maladies cardiovasculaires, en raison de sa forte prévalence (Li *et al.*, 2004).

L'hyperglycémie continue d'être un problème de santé majeur dans les pays en développement. Ce déséquilibre de la glycémie provoque de graves problèmes de santé tels que des lésions des vaisseaux sanguins, une mauvaise cicatrisation des plaies, des lésions rétinienne, des lésions rénales (insuffisance rénale) (OMS, 2018).

Chez l'homme, la digestion de l'amidon comporte plusieurs étapes. Au départ, la digestion partielle par l'amylase salivaire entraîne la dégradation des substrats polymères en oligomères plus courts. Plus tard, dans l'intestin, ceux-ci sont encore hydrolysés par les α -amylases pancréatiques en maltose, maltotriose et petits malto-oligosaccharides. L'enzyme digestive (α -amylase) est responsable de l'hydrolyse de l'amidon alimentaire (maltose), qui se décompose en glucose avant d'être absorbé. L'inhibition de la α -amylase peut entraîner une réduction de l'hyperglycémie post-prandiale chez les diabétiques (OMS, 2018).

* Procédure d'expérimentation (Miller, 1959)

L' α -amylase a été pré-mélangée avec des extraits à différentes concentrations (25-200 $\mu\text{g/ml}$), l'amidon a été ajouté comme substrat à 0,5 % pour démarrer la réaction. La réaction a été incubée à 37 °C pendant 5 minutes et s'est terminée par l'ajout de 2 ml de réactif DNS (acide 3,5-dinitrosalicylique). Le mélange réactionnel a été chauffé pendant 15 minutes à 100 °C et dilué avec 10 ml d'eau distillée dans un bain de glace (Miller, 1959).

La détermination de l'activité de la α -amylase a été réalisée en mesurant le spectre à 540 nm (figure 24).

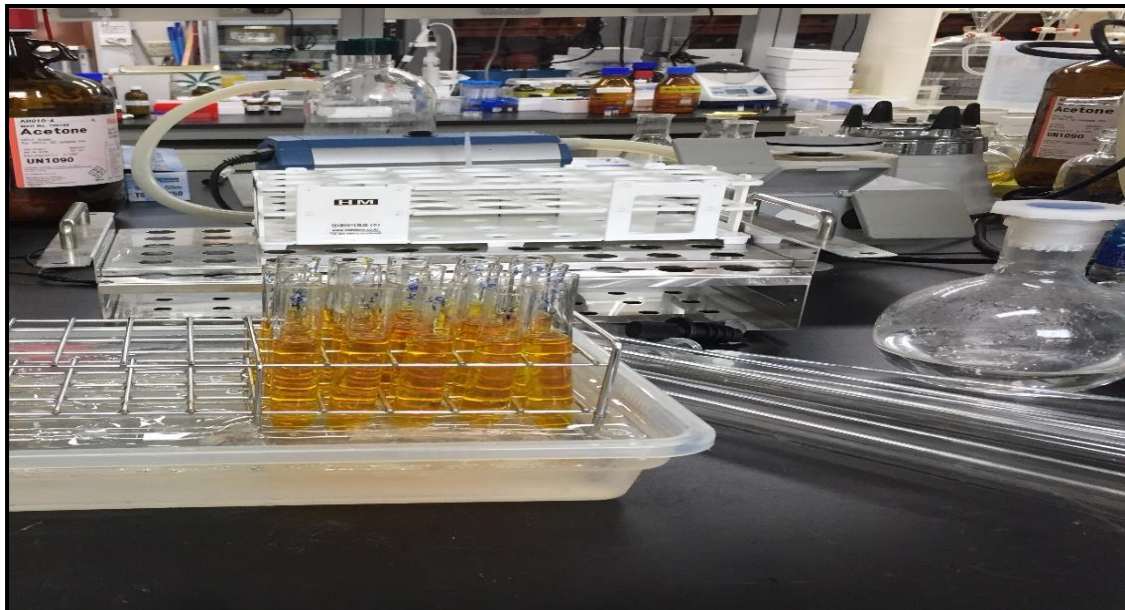


Fig.24 : Activité antidiabétique (photo personnelle, 2018).

5.6.4. Activité antifongique

Le Rhynchosporiose et l'Helminthosporiose des maladies cryptogamiques, causées par deux champignons : *Rhynchosporium secalis* et *Pyrenophora tritici-repentis* qui touchent l'orge et le blé respectivement (Ameen *et al.* 2017 ; William *et al.*, 2003).

* Protocole expérimental

L'agar dextrose de pomme de terre est le milieu le plus utilisé pour la culture des champignons, fabriqué à partir d'infusion de pomme de terre et de dextrose. L'infusion de pommes de terre est obtenue en faisant bouillir 200 g de pommes de terre coupées en tranches (lavées mais non pelées) dans de l'eau pendant 30 minutes, puis en décantant ou en filtrant le bouillon. On ajoute ensuite du dextrose (sucre de maïs : glucose) (20 g/l) ainsi que de l'agar nutritif (20 g/l) et le milieu est stérilisé dans un autoclave à 121°C pendant 15 min à une pression de 15 lbs. L'extrait est filtré et porté à un volume de 1 litre (webmaster, 2018).

Les souches fongiques (*Pyrenophora tritici-repentis* et *Rhynchosporium secalis*) ont été isolés de la culture hôte et purifiés par une méthode d'ensemencement répétée en milieu PDA (Potato Dextrose Agar). Elles ont été identifiées au niveau de l'Institut National des Recherches Agronomiques (laboratoire de phytopathologie, INRA) et maintenues à 4 °C en milieu PDA.

** Principe de l'essai*

20 ml de milieu d'agar au dextrose de pomme de terre (PDA) ont été placés dans chaque boîte de Pétri, auxquels on a ajouté une quantité nécessaire d'extrait d'*A. graveolens* pour obtenir des concentrations de 1,25, 2,5, 5 et 10 mg/ml des extraits éthanolique, méthanoïque, hexanoïque et aqueux. L'effet sur la croissance mycélienne des champignons testés a été déterminé selon la méthode de Brewer (1960), et Leach (1962). La croissance mycélienne a été déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$L = \frac{(D - d)}{2}$$

Où L : croissance mycélienne, D : diamètre de la colonie et d : diamètre de l'explant.

Les échantillons sans traitement ont été considérés comme témoins. Les boîtes de Pétri ont ensuite été incubées pendant 7 jours à 28°C. La croissance mycélienne a été calculée régulièrement à partir du premier jour après l'incubation jusqu'au dernier jour d'incubation.

Le taux d'inhibition de la colonie de champignons est calculé selon la méthode de Kordali *et al.* (2003).

$$IR\% = [(Dc - D) / Dc] \times 100$$

Dans lequel, IR% : taux d'inhibition de la croissance mycélienne. Dc : moyenne du diamètre du témoin sans extrait, D : diamètre moyen de l'extrait.

5.7. Analyse statistique

Toutes les mesures ont été reproduites en triple pour chaque traitement, et les données ont été rapportées sous forme de moyenne $\pm$ écarts-types. Les différences significatives entre les valeurs moyennes ont été déterminées à ($p < 0,05$), après le test MANOVA. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide de SPSS V20.



*CHAPITRE VI : RESULTATS ET
DISCUSSION*



VI. Résultats et discussion

6.1. Résultats de l'étude de la physiologie de développement de l'Aneth

6.1.1. Caractéristiques physico-chimiques du sol

Les analyses physico-chimiques du sol permettent de déterminer les caractéristiques du support utilisé pour suivre le développement de l'aneth. Les résultats de cette analyse sont portés dans le tableau n°04.

Tableau n°04 : Propriétés physiques et chimiques des sols pilotes

Région	Sable %	Limon %	Argile %	M.O %	C %	Ca total %	Ca actif %	C.E (ds.m ⁻¹)	PH
Sidi Bel Abbes	15	45	40	5,54	2,77	15	20	0,10	7,78
Mohammadia	5	45	50	1,24	0,62	14,37	32	4	7,45

M.O : matière organique, C : carbone, Ca_{Total} : calcaire total, Ca_{actif} : calcaire actif, E.C. : conductivité électrique.

La texture du sol de sidi bel Abbes est limono-argileuse, tandis que le sol de Mohammadia est argilo-limoneux. La plupart des sols arables ne contiennent que 2 à 4 % de matière organique (Fred & Ray, 2004) alors que les analyses prouvent que le sol de sidi bel Abbes est un sol riche en matière organique avec une valeur de 5,54 %.

Historiquement, un sol est salin si la Conductivité électrique (C.E) de saturation dépasse 4ds/m, pour les plantes sensibles au sel, E.C ≥ 2 ds/m indiquerait un sol salin (Jeffrey, 2013). Par contre le sol de Mohammadia, il présente une salinité de C.E = 4 ds/m et donc considérée comme une salinité modérée.

6.1.2. Période de levée

Après semis et germination, les graines de l'aneth germées ont mis deux à trois semaines pour atteindre le stade levé, comme l'indique le tableau n°05.

Tableau n°05 : Période de levée de l'aneth dans les deux types de sol

Région	Date de semis	Date de levée 50%	Durée de levée
Sidi Bel Abbes	20/12/2015	03/01/2016	14
Mohammadia	20/12/2015	10/01/2016	21

L'aneth a nécessité 21 jours pour la levée dans la région de Mohammadia à cause de la salinité, car la germination et le stade juvénile sont les stades les plus vulnérables à la salinité, Saied Zehtab (2008), a constaté que les semences d'*Anethum graveolens* L. ont germé rapidement jusqu'à une salinité de 5ds/m, alors que, dans notre cas, la durée de levée est retardée de sept jours à une salinité du sol de 4ds/m.

6.1.3. Hauteur des plants

La hauteur des plants a été mesurée au stade de floraison, et illustré dans la figure n°25, suivante :

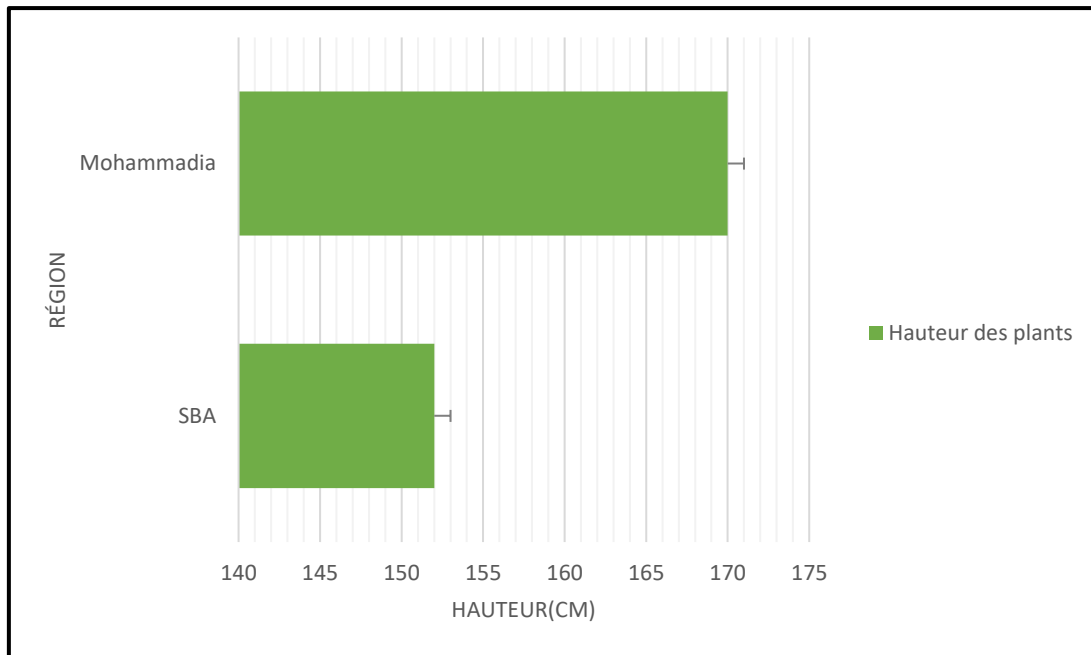


Fig.25 : Hauteur des plants au stade de la floraison.

Les résultats illustrés dans la figure n°25, indiquent une meilleure adaptation des plants de l'aneth dans la région de Mohammadia au sol salin, si on les compare à ceux cultivés dans la région de Sidi bel Abbès.

Il semble que l'aneth se retrouve parfaitement dans son biotope, avec une croissance en longueur de $(170 \pm 1,63 \text{ cm})$; en parallèle les plants de l'aneth cultivés dans le sol normal (de point de vue salinité) de la région de Sidi bel Abbès, enregistrent une hauteur de plus ou moins importante à raison de $152 \pm 1,70 \text{ cm}$.

En plus, le cycle végétatif des plants cultivés dans le sol de Mohammadia, est bouclé en 5 mois, par contre celui des plants d'aneth cultivés dans la région de Sidi bel Abbès, est clôturé en 6 mois ; de ce fait, nous déduisons que le cycle végétatif de l'aneth est raccourci d'un mois, ce raccourcissement est dû essentiellement au caractère salin du sol de Mohammadia.

6.1.4. Rendement de l'aneth en biomasse végétale et en semences

Le rendement en matière fraîche au stade de floraison et en semence au stade de maturité, sont repoté dans le tableau n°06.

Tableau n°06 : Rendement de l'aneth en matière fraîche et en semence

Région	Rendement (qx/ha)		Qualité de semence
	Matière fraîche	Semence	
Sidi Bel Abbes	90	9	Bonne
Mohammadia	150	12	Moyenne

Nous constatons encore une fois, que la nature du sol, notamment la salinité, a engendré une différence en matière de rendement en matière fraîche et en semences. Ainsi, le rendement en M.F atteint un taux de 150 qx/ha issues des plants de l'aneth cultivés dans le sol de Mohammadia, et avec un taux seulement de 90 qx/ha, pour ceux cultivés dans le sol de S.B.A ; la même chose pour le rendement en semences, un taux de 12 qx/ha, avec une qualité moyenne, a été enregistré dans le sol salin, et un rendement de 10 qx/ha de bonne qualité a été signalé dans le sol non-salin de la région de Sidi bel Abbes.

En revanche, en Bulgarie, le rendement moyen en herbe fraîche de l'aneth est de 8000 à 10000 kg/ha ; en Inde, les cultures commerciales enregistrent généralement un rendement de 0,2 à 1,5t/ha, représentant le rendement le plus élevé de l'Inde (Weiss, 2002).

Une expérience a été menée en Inde (1996-1998) pour étudier le rendement de l'aneth sur les sols noirs salins de différentes fermes non irriguées ; les sites de salinité in situ de la région de Bhal et de 03 fermes ont montré un effet significatif sur le rendement de l'aneth, un rendement maximum de 0,409 t/ha et minimum de 0,136t/ha ont été obtenus à warsada à une salinité de 2-4 et 8-10ds/m respectivement (Gurujaja *et al.*, 2001).

A partir de nos résultats cités ci-dessus, nous proposons et encourageons, fortement la culture des plantes condimentaires et aromatiques qui tolèrent la salinité, dans l'objectif de mettre en valeur et valoriser investissement des sols salins en Algérie, qui sont dans la plupart des cas marginalisés, et délaissés cela fait des décennies.

6.2. Résultats et discussion de l'étude phytochimique

6.2.1. Test phytochimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existant dans la plante, par des réactions de précipitation ou de coloration en utilisant des réactifs spécifiques à chaque famille de composés. Les résultats de criblage phytochimique sont présentés dans le Tableau ci-dessous.

Tableau n°07 : Test phytochimique de différents échantillons d'aneth.

	Saline		Non-saline	
	Plante	Semence	Plante	Semence
Mucilages et gommés	-	-	-	-
Composé phénolique	++	++	++	++
Saponosides	+	+	+	+
Glycosides cardiaques	+	+	+	+
Tanins	+	+	+	+
Phlobatanines	-	-	-	-
Flavonoïdes	+	+	+	+
Terpénoïdes	+++	+++	+++	+++
Steroides	+	+	+	+
Anthraquinone	-	-	-	-

*+++ : fortement positif. ++ : moyennement positif. + : faiblement positif. - : négatif.

Le criblage phytochimique a montré une forte présence de terpénoïdes dans la plante et même dans la graine d'aneth, avec des fortes doses. Nous avons constaté l'absence de mucilage et de gomme, et aussi de phlobatannins et d'anthraquinones.

L'étude de Kaur N. *et al.* (2018), a démontré l'absence de glycoside cardiaque dans les graines d'aneth indien, alors que, Jana & Shakhwat (2010) ont signalé la présence d'anthraquinone dans les graines, et l'absence des saponines dans les graines et dans les feuilles respectivement. A la fin, nous disons que l'aneth cultivée a montré une importante richesse en composés bioactifs, que ce soit dans un sol normal ou dans un sol salin.

6.2.2. Rendement des extraits bruts

1. Extraction par macération

Le rendement de l'extrait brut issu de la macération est compris entre 10,48 et 15,12 %, les résultats sont présentés dans la figure (26). Le rendement le plus élevé a été enregistré dans les plantes non-salines.

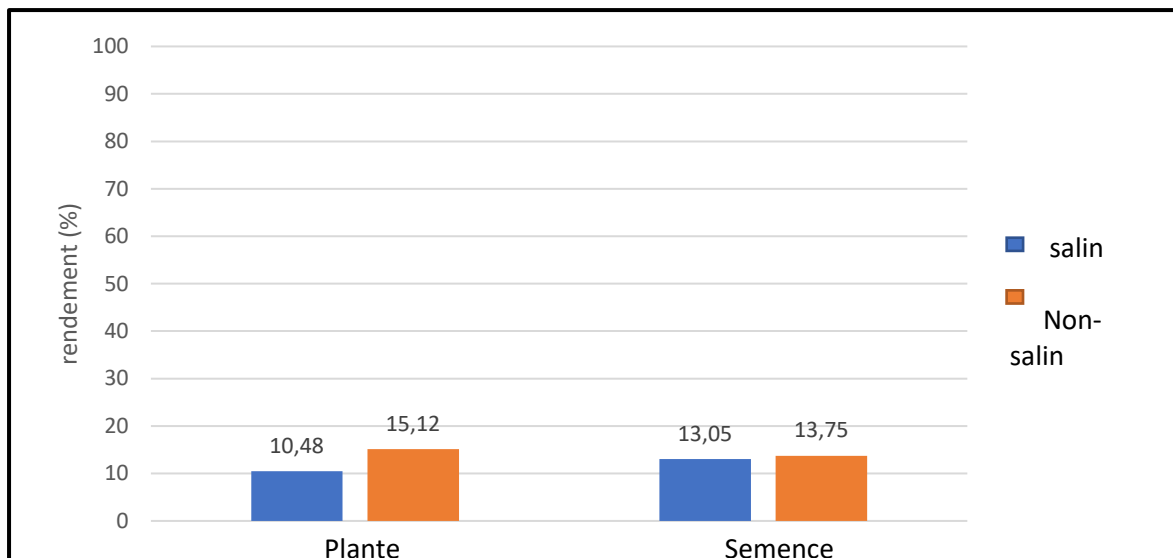


Fig.26 : Rendement en extrait brut via macération.

2. Extraction par Soxhlet

Le rendement en extrait issu de l'appareil soxhlet est compris entre 0,37% et 19,38%, alors que le rendement le plus élevé est obtenu par l'extrait éthanolique de la plante non-saline suivi par l'extrait aqueux de plante saline. Les résultats sont illustrés dans les figures (27) et (28).

Pour la région de sidi bel Abbes, les rendements de la plante sont de l'ordre de 8,18% pour l'extrait méthanoïque, et 13,97% pour l'extrait aqueux ; pour les rendements au niveau de la semence, on a enregistré 8,16% d'extrait éthanolique, 5,03% d'extrait méthanoïque, 0,45% d'extrait hexanoïque et 3,95% d'extrait aqueux.

Pour le site de Mohammadia, les rendements de la plante entière sont de 8,29% d'extrait éthanolique, 13,87% d'extrait méthanoïque, et 1,41% d'extrait aqueux. Quand les rendements de la semence sont de l'ordre de 6,48% d'extrait éthanolique, 8,43% d'extrait méthanoïque, 1,34% d'extrait hexanoïque (voir annexe).

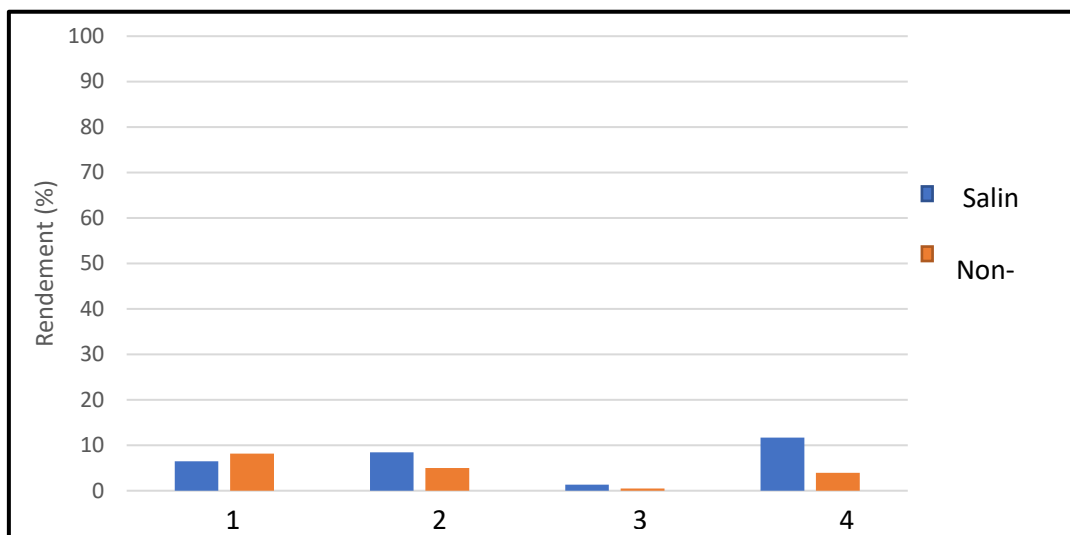


Fig.27 : Rendement en extrait brut de la plante de l'aneth, via Soxhlet.

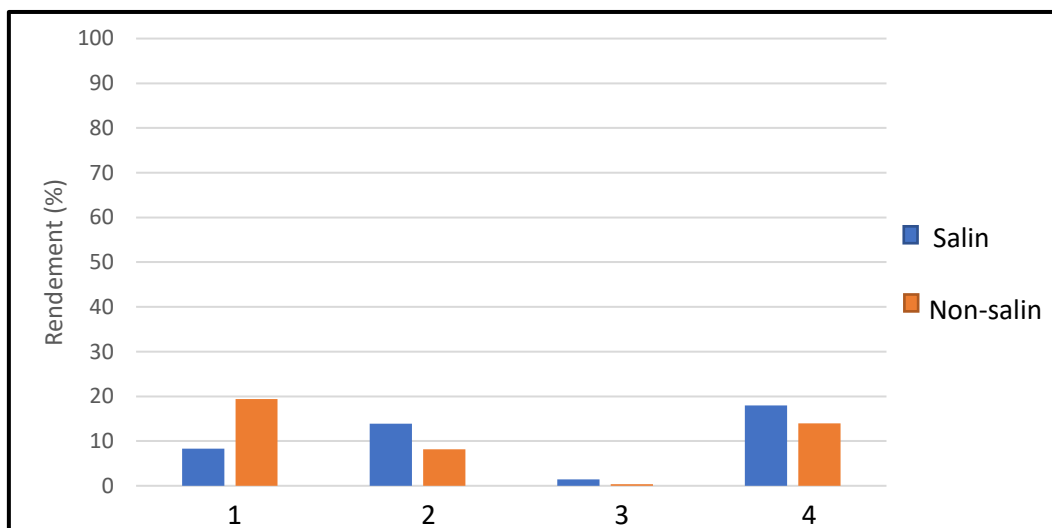


Fig.28 : Rendement en extrait brut de la graine d'aneth, via Soxhlet.

*1 : extrait éthanolique, 2 : extrait méthanolique, 3 : extrait hexanique, 4 : extrait aqueux.

6.2.3. Rendement en huiles essentielles

Le tableau n°08 ci-contre et la figures 29, indiquent les caractéristiques physiques des huiles essentielles extraites des plantes et des graines d'aneth, issues de la culture dans deux sites, celui de sidi bel Abbès et Mohammadia.

Tableau n°08 : Aspect et couleur de l'huile essentielle de l'aneth issue de deux régions

Huile essentielle	Aspect		Couleur	
Région	Plante	Semence	Plante	Semence
Sidi bel Abbès	Gélatineux	Légère	Jaune nacré	Jaune claire
Mohammadia	Dense	Dense	Jaune vif	Jaune

L'huile essentielle extraite des semences issues du sol normal est jaune clair alors que, celles extraite des semences issues du sol salin est jaune plus dense. L'huile essentielle de la plante saline (figure 29) est jaune vif, mais l'huile essentielle de la plante non-saline est jaune nacré gélatineux, elle devient liquide au chauffage.

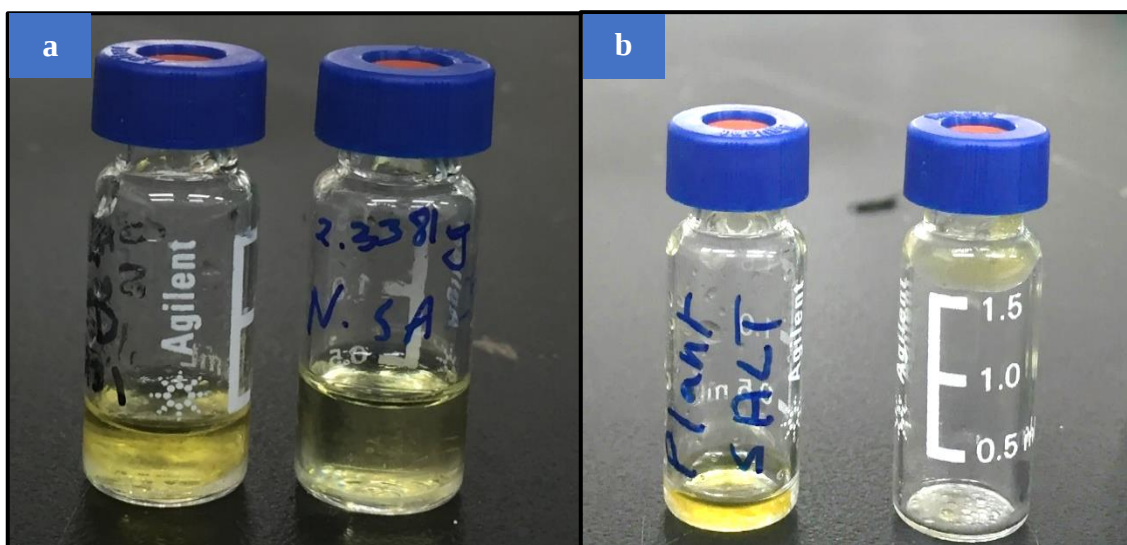


Fig. 29 : Aspect et couleur de l'huile essentielle d'aneth, (a) : semence, (b) : plante
(photo personnel, 2018)

Le résultat de rendement en huiles essentielles extraite des plantes et de semences sont indiqués dans la figure (30), il est a noté que le rendement en huile essentielle extraite

des graines d'aneth issue du sol salin, enregistre une valeur hautement remarquable par rapport à celui des huiles essentielles extraites de la partie végétale (feuilles, tiges et racines) cultivée dans les mêmes conditions édaphiques, à raison de 0,48% et 0,1% respectivement.

Cependant, dans les conditions normal (sol non-salin) du site de sidi bel Abbès, le rendement en huile essentielle issue des graines, reste le meilleur rendement (0,6%), contrairement à celui des H.E extraite de la biomasse végétale qui n'est que 0,02% enregistrant le rendement le plus faible en H.E.

Selon le site web de l'AURA industrie (2018), le rendement en HE de l'aneth se situe entre 1,5 et 6 %. Nous constatons que le rendement obtenu des deux parties de la plante (semence et biomasse végétale) dans les deux types de sol, sont inférieurs à la marge reconnue dans le secteur industriel.

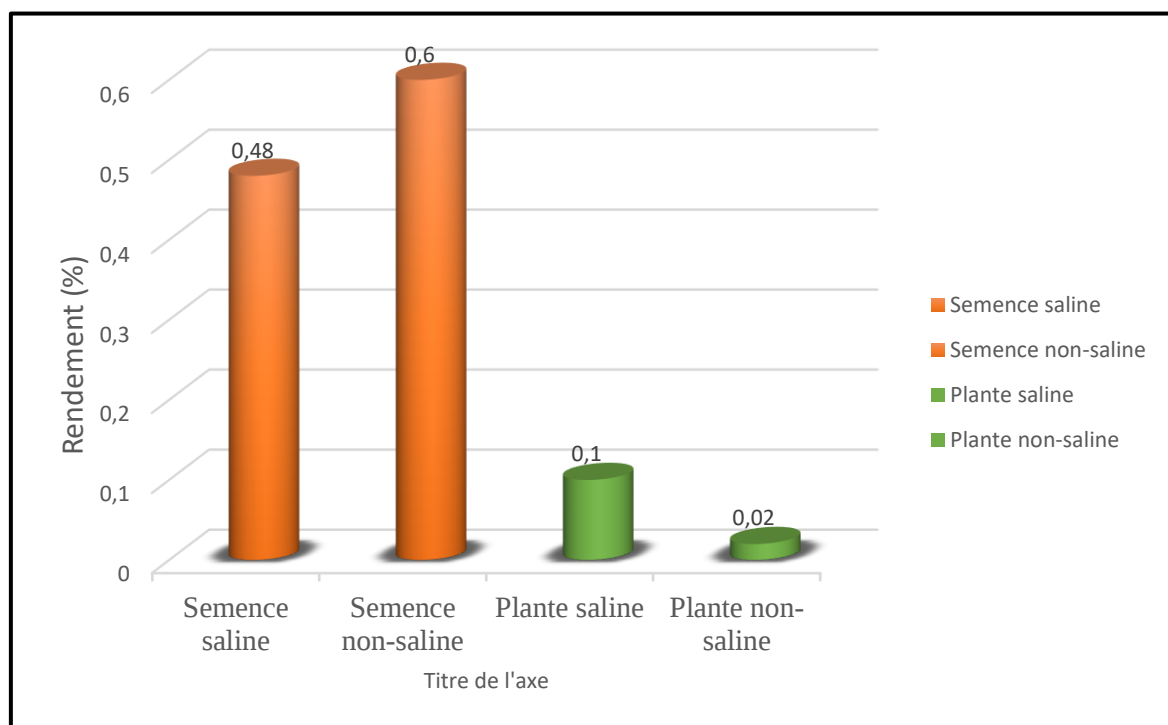


Fig. 30 : Rendement en huiles essentielles de différents échantillons de l'aneth.

6.2.4. Caractérisation des huiles essentielles de l'aneth par la GC-MS

Composition de l'huile essentielle

L'identification des composés chimiques par GC/MS que renferment les huiles essentielles extraites de l'aneth cultivée dans les conditions normales et salines du sol, a montré une diversité de composition des différents échantillons d'aneth. Les composés et leur quantité ont été indiqués ci-dessous dans la figure n°31, tableau n°09 et figure n°32, tableau n°11. Il est à noter que cette analyse a été effectuée au niveau du laboratoire de la chimie des pesticides et toxicologie à l'université National de Hankyong en Corée de Sud.

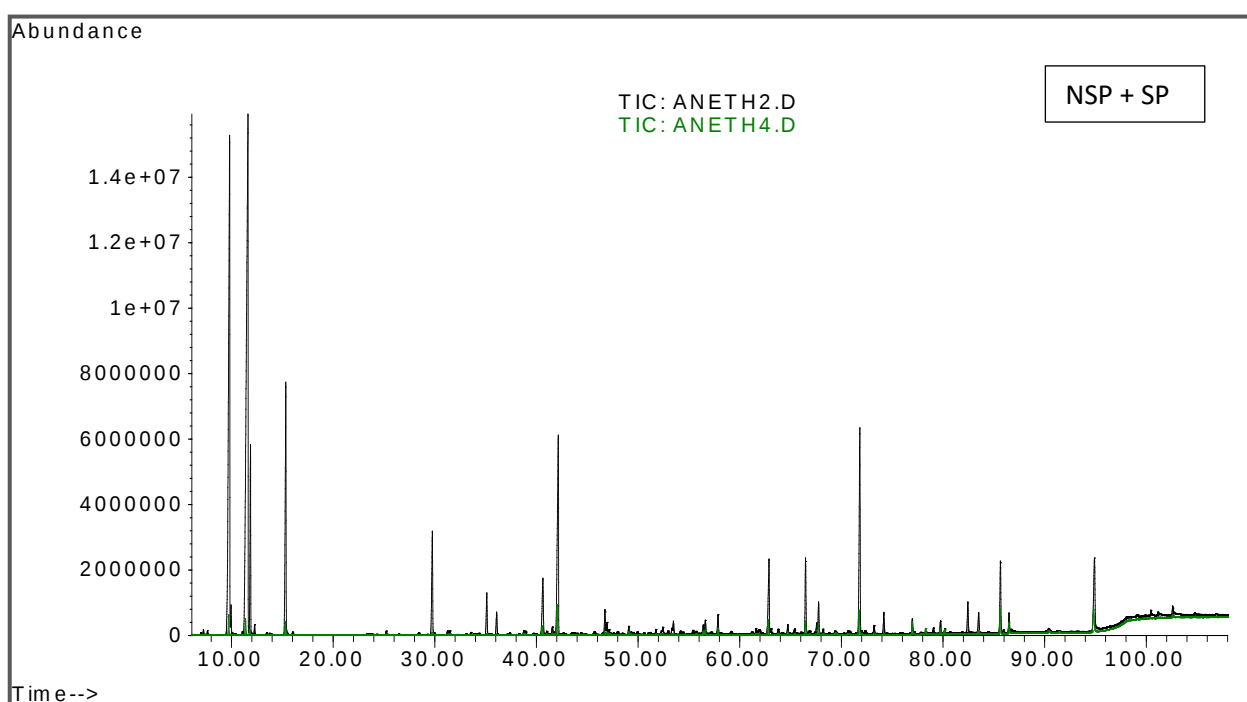


Fig. 31 : Superposition du spectre GC-Ms de l'huile essentiel de la plante l'aneth.

Tableau n°09 : Composition chimique de l'huile extraite de la plante d'aneth

Temps de rétention	Indice de rétention	Composé	Aire (%)	
			Plante Saline	Plante Non-Saline
6.97	936	β terpinène	0.201	-
9.84	1021	α phelladrène	0.626	2.238
11.37	1066	Limonène	27.179	1.994
11.80	1078	Sabinène	16.646	0.659
11.91	1081	Thujène	0.294	-
15.32	1246	o-cymène	6.342	1.780
16.09	1238	p-cymène	2.911	1.307
25.27	1410	o- allyltoluène	-	0.160
29.70	1481	Éther d'aneth	4.166	-
35.18	1575	isodihydrocarvone	0.588	-
36.11	1591	dihydrocarvone	0.241	-
38.79	1638	Carvotanacétone	0.165	-
40.56	1676	germacatriène	-	3.165
40.60	1670	germacrène	1.926	-
41.53	1686	pipéritone	1.234	-
42.13	1697	Carvone	6.534	5.176
46.81	1784	α phelladrène epoxide	2.777	0.583
53.50	1914	neophytadiène	4.414	-
62.937	2108	Hexahydrofarnesyl acétone	4.848	8.52

Chapitre VI. Résultats et discussion

64.84	2151	Acide nonanoïque	-	0.682
66.48	2190	carvacrol	-	2.342
67.41	2210	Iso-myristicine trans	-	0.456
67.68	2216	Myristicine	1.352	-
71.77	2308	dillapiole	8.165	2.88
76.95	2435	apioline	-	0.130
77.01	2437	apiole	-	6.904
79.76	25.03	Acide laurique	-	1.997
82.38	2567	octadécène	0.754	-
86.47	2676	Acide myristique	3.46	2.074
95.04	2894	Acide cétylique	3.767	5.32
		Total	98,23	53,71

*- : absence du composé.

Les huiles essentielles de l'aneth caractérisées par la GC/MS révèlent des composés chimiques, cette dernière change en fonction de la partie de la plante analysée (plante entière, semences) et en fonction de la nature du sol (salin ou non-salin) ; ainsi, certains composés sont identifiés dans l'aneth soumise au stress salin, qui sont absents ou à des doses faibles dans l'aneth soumise aux conditions normales, nous citons comme exemple : le limonène qui représente le composé majoritaire de l'aneth saline (27%) alors qu'il ne représente que 1,994% chez l'aneth non-saline, suivi par le sabinène avec 16,646% et 0,659% respectivement, puis le dillapiole à 8,165% et 2,8% respectivement ; et enfin le carvone 6,434% et 5,176% respectivement.

Cependant, 11 composés sont présents dans l'aneth saline et absent dans l'aneth non-saline et qui sont : β -terpinène (0,201%), thujène (0,294%), éther d'aneth (4,166%), isodihydrocarvone (0,588%), dihydrocarvone (0,241%), carvotanacétone (0,165%), germacrène (1,926%), pipéritone (1,234%), neophytadiène (4,414%), myristicine (1,352%), octadécène (0,754%).

Par ailleurs, il semble que les composés majoritaires de l'huile essentielle extraite de l'aneth plante non-saline enregistrant des valeurs plus ou moins faibles par rapport à celle enregistrées chez l'aneth plante saline, à raison de 5,176% de carvone ; hexahydrofarnesyl (8,52%), apiole (6,904%), α -phélladrène (2,238%), limonène (27,179%).

En parallèle, d'autres composés sont identifiés dans l'H.E de l'aneth non-saline, et qui sont absent dans l'aneth saline, nous citons comme exemple : o-allyltoluène (0,160%), germacratriène (3,165%), carvacrol (2,342%).

Le tableau ci-contre n°12 indique la répartition des composés identifiés dans les huiles essentielles extraites de la plante d'aneth en fonction des classes terpénoïdiques.

Tableau n°10 : Classement des composés chimiques identifiés dans l'H.E extraite de la plante d'aneth

Huile essentielle Classement des Composés	Aneth saline		Aneth non-saline	
	Pourcentage Total (%)	Nombre des composés	Pourcentage Total (%)	Nombre des composés
Hydrocarbures Monoterpènes	37,553	6	7,479	5
Hydrocarbures oxygénés Monoterpènes	15,705	7	8,101	3
Hydrocarbures Sesquiterpènes	1,926	1	3,165	1
Hydrocarbures oxygénés Sesquiterpènes	/	/	/	/

Il est à noter, l'abondance des monoterpènes par 6 composés pour la plante saline et 5 composés pour la plante non-saline, à l'égard de l'absence des sesquiterpènes oxygénés.

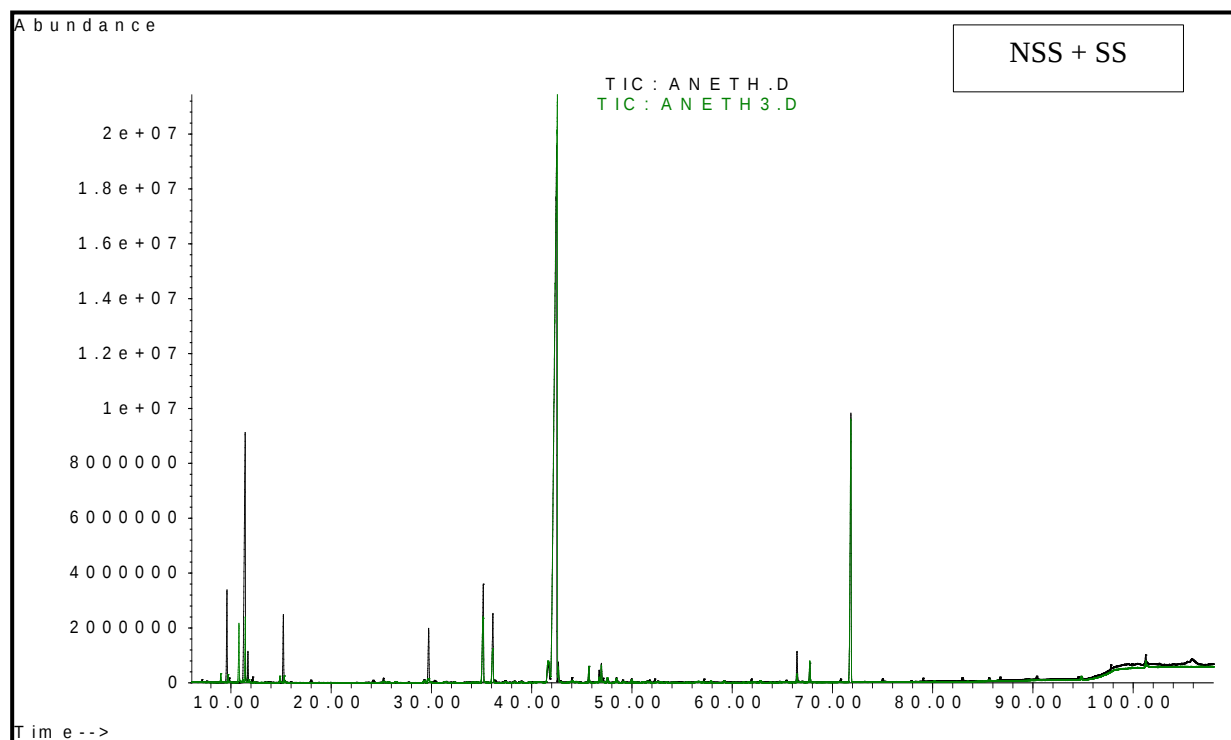


Fig. 32 : Superposition du spectre GC-MS de l'huile essentielle de la semence d'aneth.

Tableau n°11 : Composition chimique de l'huile essentielle extraite de la semence d'aneth

Temps de rétention	Indice de rétention	Composé	Aire (%)	
			Semence saline	Semence non-saline
9.06	998	Carène	-	0.215
9.84	1021	α phelladrène	0.173	0.188
11.37	1066	Limonène	2.136	3.388
11.72	1076	Thujène	9.533	-
14.87	1239	p-cymène	0.05	0.121
15.32	1246	o-cymène	6.342	1.780
29.28	1475	Camphre	1.619	-
29.70	1481	Éther d'aneth	0.146	-

Chapitre VI. Résultats et discussion

35.23	1576	Trans- dihydrocarvone	3.511	0.412
36.11	1591	dihydrocarvone	2.411	4.755
41.65	1688	pipéritone	1.582	2.109
42.56	1705	Carvone	50,490	66,316
42.70	1707	dihydrocarvéol	1.043	-
44.05	1732	carhydrine	0.05	-
45.78	1765	Isolimonène trans	-	1.042
46.77	1783	α phelladrène epoxide	0.377	-
46.98	1787	p-menth-2-en-1- ol	0.530	0.699
47.5	1797	Cis iso- pipériténone	0.244	0.202
49.96	1844	Carvéol	0.402	-
51.53	1874	3-methyl-6- phenylcyclohex- 2-en-1-one	0.10	-
66.55	2191	Thymol	1.722	1.051
67.77	2219	Myristicine	0.598	0.712
71.77	2308	dillapiole	9.018	0.034
95.83	2890	Acide cétylique	-	10.399
		Total	92,08	93,423

*- : absence du composé.

Nous rappelons que les composés majoritaires de l'huile essentielle extraite de la semence d'aneth non-saline enregistrant des valeurs plus importantes par rapport à celle enregistrées chez la semence saline, à raison de 66,316% de carvone ; limonène (3,388%), dihydrocarvone (4,755%).

Certains composés sont identifiés dans la semence d'aneth soumise au stress salin, et qui sont absents ou aux faibles doses dans la semence d'aneth soumise aux conditions normales, et qui sont: le thujène qui est parmi les composés majoritaires de la semence saline (9,533%) alors qu'il est absent chez la semence non-saline, suivi par le o-cymène avec 6,342% et 1,780% respectivement, puis le camphre à 1,619%, éther d'aneth à 0,146, dihydrocarvéol à raison de 1,043% , carhydrine à 0,05%, α phelladrène epoxide à 0,377%, carvéol à 0,402%, et enfin le 3-méthyl-6-phenylcyclohex-2-en-1-one à 0,10% .

Cependant, 3 composés sont présents dans la semence non-saline et absent dans la semence saline et qui sont : carène, iso-limonène trans, et acide cétylique.

Le tableau ci-dessous n°12 indique la répartition des composés chimiques identifiés dans les huiles essentielles extraites de la semence d'aneth en fonction des classes terpéniques.

Tableau n°12 : Classement des composés chimiques identifiés dans l'H.E extraite de la semence d'aneth

Huile essentielle Classement des Composés	Aneth saline		Aneth non-saline	
	Pourcentage Total (%)	Nombre des composés	Pourcentage Total (%)	Nombre des composés
Hydrocarbures Monoterpènes	18,061	4	6,546	5
Hydrocarbures oxygénés Monoterpènes	64,077	12	75,544	7
Hydrocarbures Sesquiterpènes	/	/	/	/
Hydrocarbures oxygénés Sesquiterpènes	/	/	/	/

Nous rappelons que les sesquiterpènes sont absents dans l'huile essentielle extraite de la semence d'aneth, ainsi les monoterpènes sont majoritaires par 12 composés dans la semence saline et 7 composés pour la semence non-saline.

Nous déduisons que, le rendement en H.E et la variation en composés chimiques sont belle et bien condensés au niveau de la semence de l'aneth ; il est à signaler aussi qu'au niveau de cette dernière la salinité du sol, reste un facteur abiotique, potentiel, influençant le rendement en H.E. Alors que pour la plante entière, une différence significative a été constaté chez les plantes du sol salin par rapport au sol normal.

Golezani *et al.* (2008, 2011) ont signalé que la salinité à un niveau de 12 dS m⁻¹, a élevé le rendement en huile essentielle des feuilles, des fleurs et des fruits de l'aneth, mais uniquement en raison de l'augmentation de la matière sèche. En comparaison, Udagawa (1995) a signalé une baisse de rendement de l'huile essentielle avec la salinité, s'il atteindre 3,6 dS m⁻¹.

L'étude de Tsamaidi *et al.*, 2017 a révélé que l'analyse qualitative des huiles essentielles contenues dans les feuilles d'aneth a montré que la teneur en α -phellandrène a augmenté dans les traitements de salinité avec 4 et 6 dS m⁻¹, tandis que l'éther d'aneth a diminué. Cela peut entraîner une certaine modification du profil aromatique des feuilles, bien que cela ne soit pas détectée de manière macroscopique. Dans l'ensemble, la salinité ne semble donc pas être significativement un facteur influençant soit la quantité d'huile dans les feuilles, soit sa qualité. Alors que l'augmentation de la salinité a entraîné une diminution des concentrations relatives au α -phellandrène et d'aneth éther, il y a eu une augmentation concomitante de la carvone, qui est un composé très important dans l'huile essentielle de l'aneth.

Selon Achraf *et al.*, 2015, l'huile essentielle d'*A. graveolens* L. sauvage de sud-ouest de l'Algérie cas de Bechar, a été analysée par la chromatographie (GC-MS) ; 15 composés, représentant 98,93% de la teneur totale en huile essentielle d'*A. graveolens* L., ont été identifiés. Les composants les plus importants étaient l'apiol (32,78%) et la carvone (31,04%), suivis du limonène (31,04%). (21,26 %), la pipéritone (6,11 %) et α -phellandrène (3,28 %). Ils constituent 94,47% du total de l'HE.

6.2.5. Résultats du dosage des composés phénoliques

Les résultats des teneurs en phénols sont présentés dans le tableau (09), la salinité du sol, augmente et stimule la synthèse des composés phénoliques comme il a été prouvé dans notre expérimentation sur le rendement de chaque fraction ou famille de ces composés phénoliques ; nous devons aussi signaler que ces derniers sont condensés beaucoup plus dans les semences que dans l'appareil végétatif (plante entière).

Tableau n°13 : Teneurs en composés phénoliques des extraits de l'aneth en mg/g de poids sec.

	Semence saline	Semence non-saline	Plante saline	Plante non-saline
Polyphénols (mg/g p.s)	138 ± 4,71	133,06 ± 3,95	103,88 ± 2,17	111,44 ± 4,80
Flavonoïdes (mg/g p.s)	92,72 ± 5,15	102,36 ± 6,51	57,96 ± 4,54	59,03 ± 1,57
Flavonols (mg/g p.s)	39,62 ± 0,61	35,57 ± 1,32	41,62 ± 0,99	26,14 ± 0,60
Tanins (mg/g p.s)	12,92 ± 0,74	12,71 ± 1,68	11,21 ± 1,36	11,63 ± 1,29

Ainsi, nous constatons que, les semences récoltées, que ce soit du site de S.B.A ou celui de Mohammadia, renferment une quantité importante en phénols totaux (133,06 ± 3,95 ; 138 ± 4,71 mg/g p.s), respectivement par rapport à celle extraite de la plante entière, à raison de (114 ± 4,80 ; 1033,88 ± 2,17 mg/g p.s), avec une différence non significative.

La même constatation a été faite pour la fraction des flavonoïdes, qui révèle une teneur plus importante dans les semences (issue du sol salin et du non-sol salin) que celle dans les plantes entière (102,36 ± 6,51 ; 92,72 ± 5,15 mg/g p.s) et (57,95 ± 4,54 ; 59,03 ± 1,57 mg/g p.s), avec une différence significative.

Pour les flavonols, nous constatons une condensation appréciable au niveau des graines issues du site de Mohammadia (sol salin), à raison de $39,62 \pm 0,61$ mg/g p.s, mais aussi au niveau de la plante entière récoltée du même site, la teneur en flavonols est vraiment remarquable ($41,62 \pm 0,99$ mg/g p.s). Tandis que la teneur de la même fraction, reste plus ou moins importante au niveau de l'appareil végétatif (plante entière) et au niveau des semences récoltées du site de Sidi bel Abbes (sol non-salin), ($26,14 \pm 0,60$; $35,57 \pm 1,32$ mg/g p.s) avec une différence significative.

La teneur des tanins, ne présente pratiquement aucune différence significative, et on enregistre des valeurs plus ou moins semblables, quel que soit la partie de la plante et quel que soit la nature du sol ; elle est de (semence, plante) pour le site de Sidi bel Abbes et de (semence et plante) du site de Mohammadia.

Les travaux de recherche de Saloua *et al.* (2017) et de Amrita *et al.* (2017) sur l'aneth d'origine indienne, montrent que la teneur en composés phénoliques est beaucoup moins importante que celle obtenue chez l'aneth cultivée dans nos sols algériens.

Il est à noter aussi que l'aneth sauvage ou spontané, renferme une teneur en composé phénoliques (phénols totaux, flavonoïdes) au niveau de la partie aérienne moins considérables que celle révélée dans l'aneth cultivée (Ksouri *et al.* 2015).

6.3. Résultats des activités biologiques

6.3.1. Résultat de l'activité antioxydante

Tous les organismes aérobies ont des systèmes de défense antioxydants pour compenser les effets néfastes des radicaux libres. En cas de défaillance du système de défense antioxydant, les antioxydants doivent être complétés par des sources extérieures. Les antioxydants peuvent être trouvés naturellement dans les aliments (Kedare & Singh, 2011). La plupart des antioxydants naturellement présents dans les plantes se trouvent dans les structures phénoliques et surtout dans les structures flavonoïdes.

Nous rappelons, que dans la présente étude l'activité antioxydante a été mesurée par trois méthodes différentes ; le piégeage du DPPH, le piégeage du ABTs et le piégeage par le pouvoir chélateur des métaux.

A) Piégeage du DPPH

Le DPPH est largement utilisé pour l'évaluation de piégeage des radicaux libres en raison de sa facilité et de sa disponibilité. Le DPPH accepte un électron ou un radical hydrogène pour devenir une molécule diamagnétique stable. La capacité de réduction du radical DPPH est déterminée par la diminution de l'absorbance induite par les antioxydants des plantes. Dans la présente étude, les extraits de l'aneth (plante entière, semence) dans le site de mohamadia et le site de sidi bel abbes ont montré une activité de piégeage du DPPH assez importante et les résultats sont rapportés dans le tableau n°14 indiquant le taux d'inhibition du DPPH et la concentration inhibitrice à 50%.

Nous rappelons que, l'activité antioxydante a été déterminée par l'extrait brut alcoolique, que ce soit pour la plante entière de l'aneth ou pour les semences issues des plantes cultivées dans les deux types du sol (Sidi Bel Abbes et Mohammadia).

Tableau n°14 : Résultats de l'activité antioxydante de divers extraits d'*A. graveolens* et du standards, mesurée par le piégeage de la DPPH (mg/ml).

	Taux inhibition du DPPH (%)	IC50 (mg/ml)
Semence Saline	83,50 ± 0,19	1,94 ± 0.05
Semence Non-saline	81,08 ± 0,73	2,51 ± 0.06
saline Plante	82,65 ± 0,22	2,96 ± 0.15
Plante Non-saline	79,16 ± 0,02	3,01± 0.05
Acide ascorbique	87,56 ± 0,56	0,12 ± 0.02

Le taux d'inhibition est compris entre 79,16 ± 0,02% (plante non-saline) et 83,50 ± 0,19% (semence saline), ces valeurs sont significativement inférieures au taux d'inhibition enregistré par l'acide ascorbique (87,56 ± 0,56%), le standard utilisé dans cette méthode.

La concentration inhibitrice à 50% est la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration initiale de 50%, elle est inversement liée à la capacité antioxydante. Les résultats obtenus, indiquent que l'extrait brut de l'aneth (plante entière) cultivée dans le sol normal de Sidi Bel Abbès, révélé une activité plus ou moins réduite par rapport à celle de l'extrait de l'aneth cultivée dans le sol salé de Mohammadia, avec $79,16 \pm 0,002\%$ et $82,65 \pm 0,22\%$ du taux d'inhibition du DPPH, respectivement.

La même remarque a été relevée pour les extraits brut des semences, avec un taux d'inhibition du DPPH, de $83,50 \pm 0,19\%$ pour les semences issues du sol salin et $81,08 \pm 0,73\%$ pour les semences issues du sol non-salin.

La concentration inhibitrice (CI50) la plus élevée est rapportée dans les graines de l'aneth soumise au stress salin ($1,94 \pm 0,05$ mg/ml), mais elle reste significativement inférieur à la concentration inhibitrice de l'acide ascorbique (standard) qui a enregistré une IC50 de $0,12 \pm 0,02$ mg/ml, les travaux réalisés par Yung-Shin *et al.*, 2008 indiquent que cette valeur est inférieure à celle trouvée dans les extraits de la graine d'aneth originaire de la Chine : extrait méthanoïque (CI50= $0,30$ mg/ml), extrait de dichlorométhane CI50 de $0,46$ et extrait hexanoïque donnant une valeur de $0,95$ mg/ml.

Des études antérieures sur l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique des feuilles d'aneth originaire de l'Inde enregistrent les valeurs : ($1,93 \pm 0,53$ mg/ml), ($4,75 \pm 1,35$ mg/ml) pour l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique respectivement (Kaur *et al.*, 2018 ; Isbilir, 2011).

B) Piégeage de l'ABTs

Les résultats des tests d'inhibition de l'absorbance du radical ABTS⁺•, par les extraits de la plante entière et les semences d'*Anethum graveolens* L., sont présentés dans le Tableau 15.

Tableau n°15 : Résultats de l'activité antioxydante de divers extraits d'*A. graveolens* et standard mesurée par le piégeage d'ABTs ($\mu\text{M/g}$).

	Inhibition d'ABTs (%)	IC50($\mu\text{M/g}$)
Semence saline	93,81 $\pm$ 0,30	0,14 $\pm$ 0,05
Semence non-saline	92,52 $\pm$ 0,35	1,71 $\pm$ 0,11
Plante saline	92,04 $\pm$ 0,43	1,87 $\pm$ 0,01
Plante non-saline	90 $\pm$ 0,80	2,19 $\pm$ 0,14
Trolox	94,14 $\pm$ 0,29	0,02 $\pm$ 0,01

Le taux d'inhibition des extraits d'aneth du radical ABTs, est égal ou supérieur à 90% : dont la semence saline a donné le taux le plus élevé et qui est très proche de celui enregistré par le standard (Trolox) utilisé dans cette méthode, à raison de 93,81 $\pm$ 0,30%.

Il reste que le piégeage d'ABTs par les extraits des semences non-saline, est moins remarquable, à raison de 92,52 $\pm$ 0,35%. Par contre le taux d'inhibition ou piégeage d'ABTs par les extraits des plantes d'aneth (plante entière), reste considérablement faible surtout celle cultivée sur sol non-salin (90 $\pm$ 0,80%) et 92,04 $\pm$ 0,43% sur le sol salin.

En parallèle, (Amrita *et al.* 2016) ayant travaillé sur l'aneth originaire de l'Inde indique que, la valeur de l'IC50 de l'extrait de feuille était de 66,61 $\mu\text{g/ml}$. Les résultats obtenus dans cette étude ont révélé une forte activité de piégeage d'ABTs par l'extrait de la semence d'aneth et les extraits de la plante, en particulier pour les extraits issus des plantes sous stress salin.

C) Chélation des métaux

Les résultats du pouvoir chélateur exprimés en pourcentage, sont compris entre 85,59% et 90,31%, dont tous les extraits ont un pouvoir chélateur inférieur à celui du standard (EDTA). Le tableau ci-contre n°14, présente les valeurs obtenues.

Tableau n° 16 : Résultats de l'activité antioxydante de divers extraits d'*A. graveolens* et de standard mesuré par le pouvoir chélatant des métaux ($\mu\text{M/g}$).

	Pouvoir de chélation (%)	IC50($\mu\text{M/g}$)
Semence Saline	90,31 $\pm$ 0,15	0,23 $\pm$ 0,03
Semence non-saline	85,59 $\pm$ 0,36	0,38 $\pm$ 0,16
Plante saline	86,10 $\pm$ 0,26	0,93 $\pm$ 0,01
Plante non-saline	87,87 $\pm$ 0,18	1,88 $\pm$ 0,13
EDTA	91,92 $\pm$ 0,22	0,12 $\pm$ 0,01

Le pouvoir chélateur d'*Anethum graveolens* L. a montré que la plante non-saline a une concentration inhibitrice significativement inférieure ($1,88 \pm 0,13 \mu\text{m/g}$) aux autres extraits de l'aneth, et la valeur la plus élevée est enregistrée chez la semence saline avec une IC50 de $0,23 \pm 0,03 \mu\text{M/g}$ légèrement inférieure à l'EDTA (standard). Nous déduisons que les 04 extraits testés ont montré un pouvoir chélateur important. Les concentrations inhibitrices enregistrées dans la semence d'aneth est significativement supérieur à celles enregistrées dans la plante entière de l'aneth.

En outre, la concentration efficace repérée dans l'étude de Yung-Shin *et al.* (2008), a montré que le pouvoir chélateur des extraits des fleurs, des feuilles et des graines d'aneth originaire de la Chine, était significativement inférieur à l'EDTA, alors que l'extrait éthanolique de fleurs d'aneth a une activité antioxydante plus élevée que les extraits correspondants aux feuilles et aux graines d'aneth.

6.3.2. Résultats de l'activité antiarthritique

Le tableau n°17 montre les résultats de l'activité anti-inflammatoire in vitro des extraits bruts d'*Anethum graveolens* qui consiste à évaluer les pourcentages d'inhibition de la dénaturation de sérum albumine bovine (BSA).

Tableau n°17 : Résultats de l'activité antiarthritique de différents extraits d'aneth.

Inhibition de la dénaturation des protéines (%)	
Semence Saline	90,032 ± 0,005
Semence non-saline	82,737 ± 0,155
Plante Saline	79,848 ± 0,155
Plante non-saline	80,642 ± 0,077

Nous constatons que, l'extrait des semences salines enregistrent un taux d'inhibition de la dénaturation des protéines plus élevé que celui enregistré par l'extrait des semences non-saline, à raison de 90,032 % et 80,737%, respectivement et donc une activité antiarthritique plus remarquable ; la même constatation a été faite aussi pour l'extrait des plantes non-saline qui révèlent un taux d'inhibition légèrement supérieurs par rapport à celui enregistré par l'extrait des plantes salines.

Il paraît que la salinité représente un facteur stimulant de la synthèse des composés ayant une bonne activité antiarthritique.

De la même manière que pour les travaux réalisés par Carvalho *et al.* (2013), qui ont mené une étude sur les plantes aromatiques notamment les apiacées, ont confirmé que ces derniers renferment un nombre important des espèces antiarthritiques utilisées dans la médecine traditionnelle.

6.3.3. Résultats de l'activité antidiabétique

Le tableau n°16, ci-dessous montre les résultats de l'activité antidiabétique des différents extraits brut de l'aneth.

Tableau n°18 : Résultats de l'activité antidiabétique de différents extraits d'aneth par inhibition de l' α -Amylase en %.

Extraits brut	Concentrations				
	25µg/ml	50µg/ml	100µg/ml	150µg/ml	200µg/ml
Semence saline	44,84 ± 0,53	55,16 ± 0,34	55,38 ± 0,2	55,54 ± 0,34	56,96 ± 0,35
Semence non-saline	38 ± 0,2	42,87 ± 0,53	52,6 ± 0,4	53,41 ± 0,7	55,50 ± 0,7
Plante saline	31,4 ± 0,72	32,33 ± 0,53	33,6 ± 0,35	33,83 ± 0,2	34,64 ± 0,34
plante non-saline	36,38 ± 0,91	38,12 ± 0,7	39,51 ± 0,34	46,51 ± 0,91	54,11 ± 0,69

Le taux d'inhibition de l' α -Amylase, accrois avec l'augmentation de la concentration de l'extrait brut de l'aneth, la concentration 200µg/ml a montré un taux d'inhibition le plus élevé compris entre 34,64 ± 0,34% et 56,96 ± 0,35%.

Nous remarquons que les semences de l'aneth révèlent une activité antidiabétique plus considérable que les plantes entières, quel que soit la nature du sol, ainsi, l'extrait des semences soumises au stress salin, enregistre une valeur de 56,96% d'inhibition de l' α -amylase et l'extrait des semences soumises au conditions normales note une teneur de 55,50% d'inhibition de de l' α -amylase.

Une baisse de ce taux d'inhibition a été constaté pour les extraits des plantes soumises aux conditions salines ou non-saline, à raison de 34,64% et 54,11%, respectivement.

Nous déduisons que la semence de l'aneth à démontrée une activité antidiabétique prononcée et significative par rapport à la plante entière, et que le stress salin a augmenté l'activité antidiabétique dans la semence et la diminué dans la plante de l'aneth.

Des études in-vivo sur la plante d'aneth, ont montré une activité antidiabétique très importante, comme celle démontré dans l'étude de Madani *et al.*, (2005) par l'augmentation du taux de lipoprotéines de haute densité (HDL) dans le traitement du

diabète induit par l'alloxane modèle de rat, Ahmadi *et al.* (2016) ont signalé l'utilisation de l'aneth en décoction pour traiter le diabète en médecine traditionnelle.

6.3.4. Résultats de l'activité antifongique

a) Croissance mycélienne

Un jour après l'incubation du champignon dans le milieu de culture (PDA) sans extraits, *P. tritici-repentis* est poussé à 4 mm (figure 33), alors que, la croissance de *R. secalis* étant relativement lente avec 2 mm, la croissance des deux champignons dans les différents extraits bruts de la semence et de la plante entière de l'aneth sont illustrés dans les figures (34 à 41). La figure n°33 illustre la croissance du *Pyrenophora tritici-repentis* après sept jours de l'incubation (pour plus de photos, voir annexe).

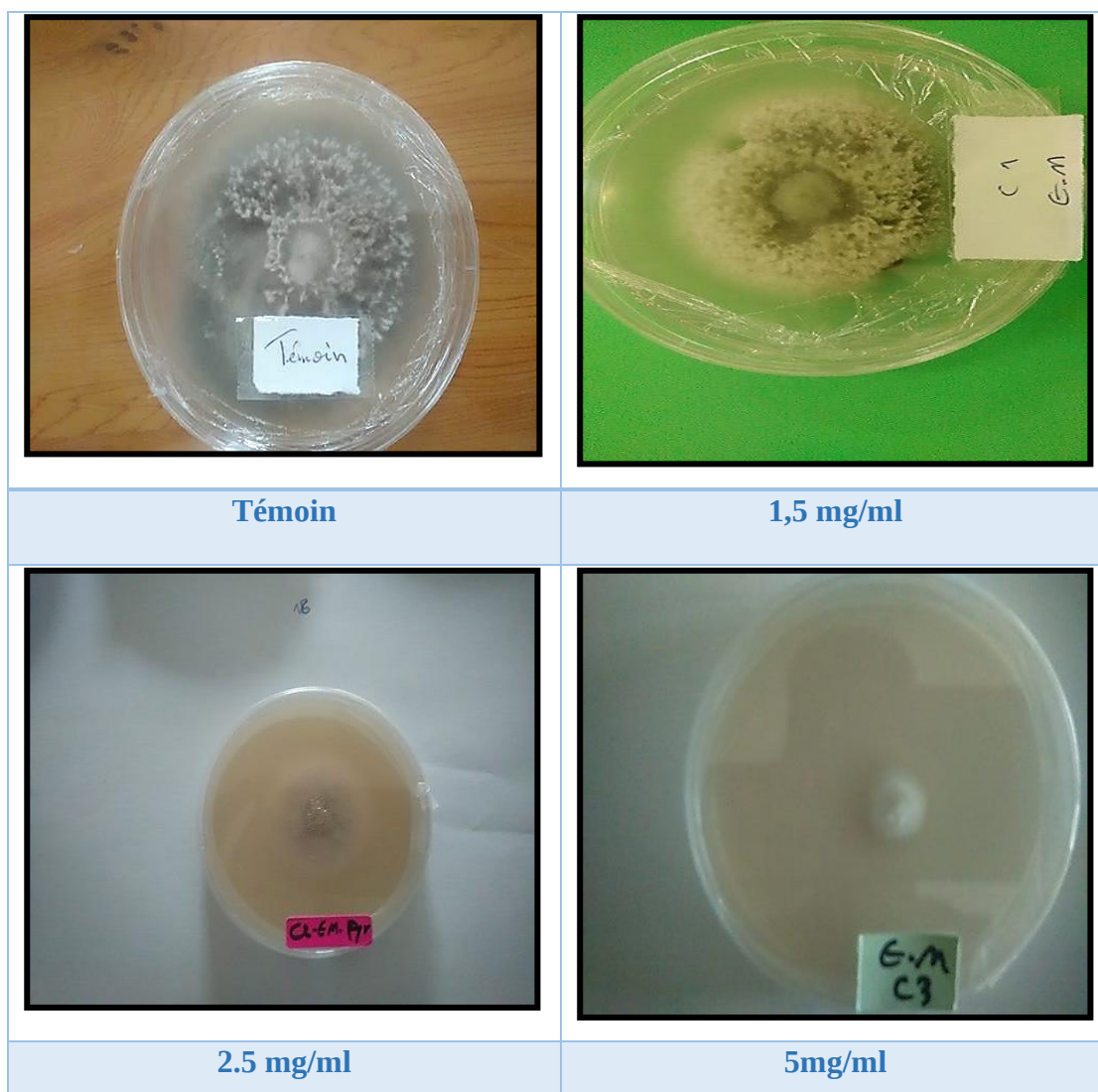




Fig. 33 : Croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au 7^{ème} jour en présence d'extrait méthanoïque de la plante d'aneth dans les conditions non-saline (photo personnelle, 2017).

Les résultats de cette activité indiquent que la croissance mycélienne est considérablement réduite avec l'augmentation de la concentration des extraits brut d'*A. graveolens* : tandis que leur croissance augmentait avec le temps d'incubation. Sur les figures (34-37), l'extrait de la plante a réduit la croissance mycélienne de *P. tritici-repentis* de 5 mm pour une concentration de 10 mg/ml d'extrait hexanoïque de plante non saline, suivi de l'extrait aqueux (7 mm), puis l'extrait méthanoïque avec 9 mm et 13 mm pour l'extrait éthanolique , Pour l'extrait de plante saline, l'extrait hexanoïque a réduit la croissance mycélienne à 3 mm à la concentration (10 mg/ml), alors qu'à la même concentration, l'extrait aqueux a stoppé la croissance à 4 mm sachant que, la croissance mycélienne la plus prononcée est enregistrée par l'extrait méthanoïque à 7mm. Par contre les extraits des semences non saline ont montré la meilleure inhibition de la croissance mycélienne, à la concentration 10 mg/ml de l'extrait hexanoïque (5mm), suivie par l'extrait aqueux (7mm), nous déduisons que, les extraits de semences salines ont réduit la croissance mycélienne subséquemment que les extraits bruts de semences non salines pour l'extrait hexanoïque (3,5mm), tandis que pour les extraits éthanoliques et

méthanoïque, l'inhibition de la croissance mycélienne est légèrement supérieur à celle de la semence non-saline avec 5 mm et 4,5 mm respectivement.

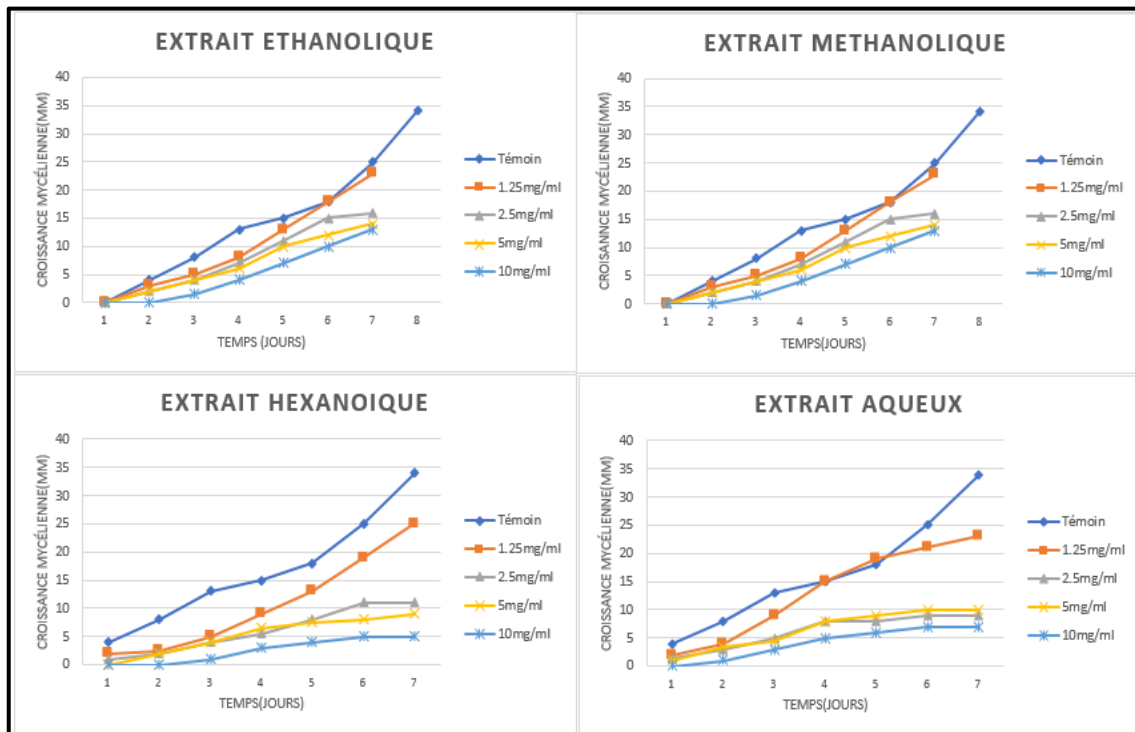


Fig.34 : Croissance mycélienne de *Pyrenophora tritici-repentis* dans les extraits de plante non-saline

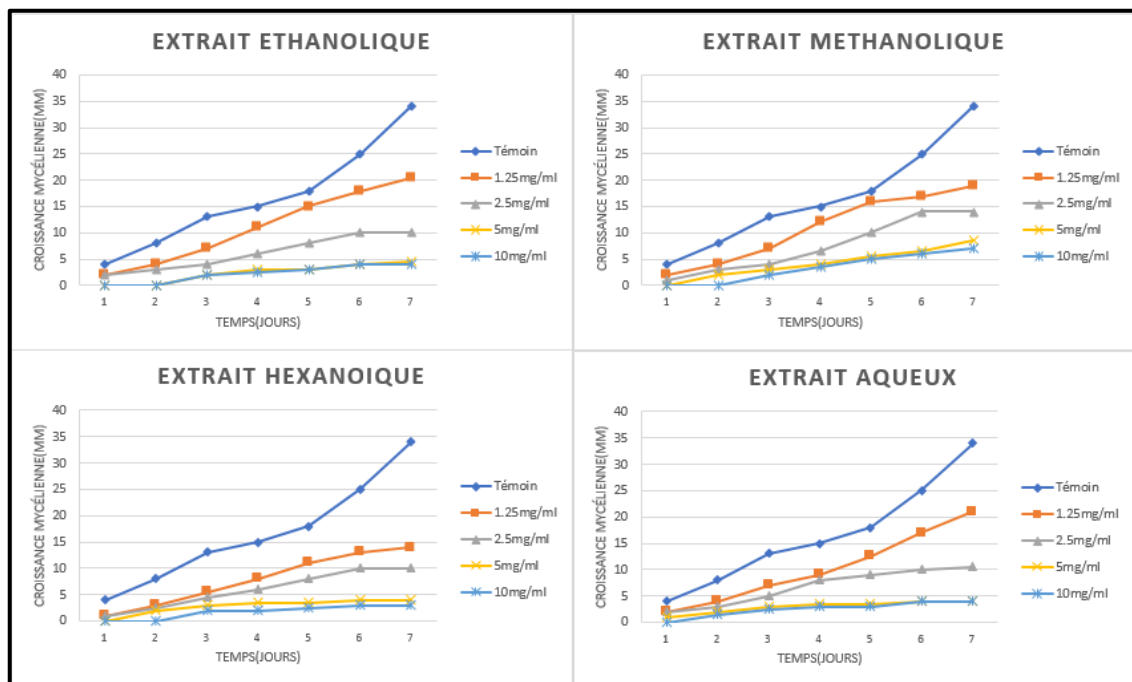


Fig. 35 : Croissance mycélienne de *Pyrenophora tritici-repentis* dans les extraits de plante saline

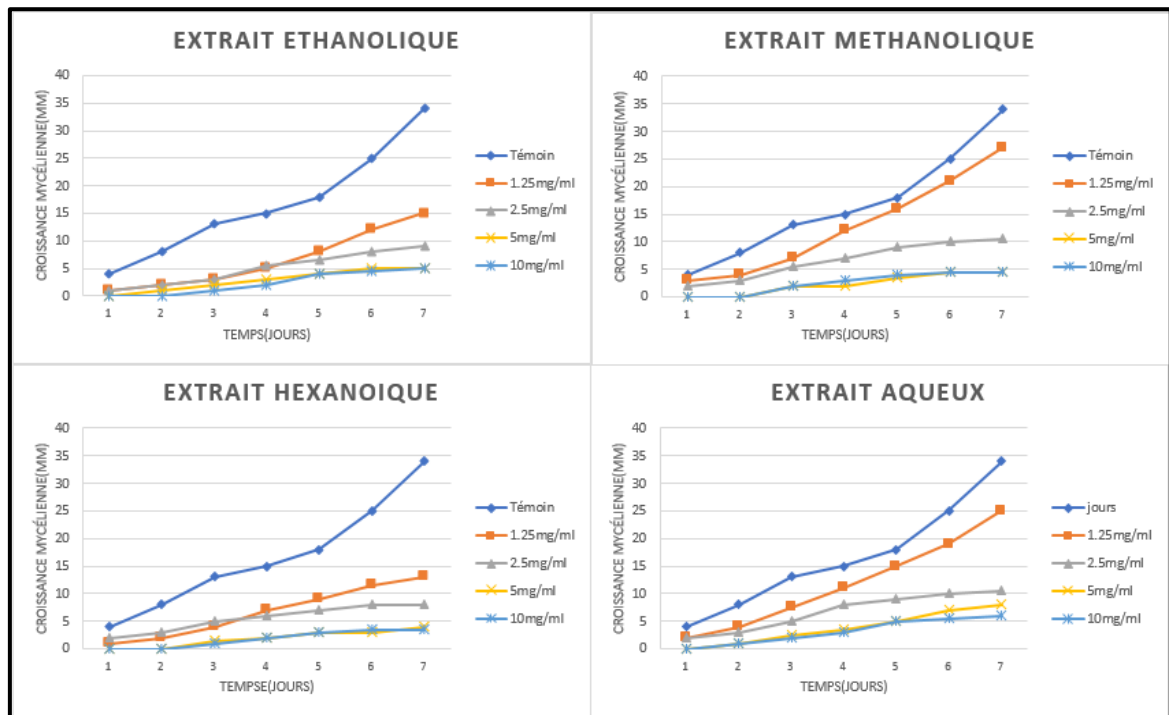


Fig.36 : Croissance mycélienne de *Pyrenophora tritici-repentis* dans les extraits de semence Non-saline.

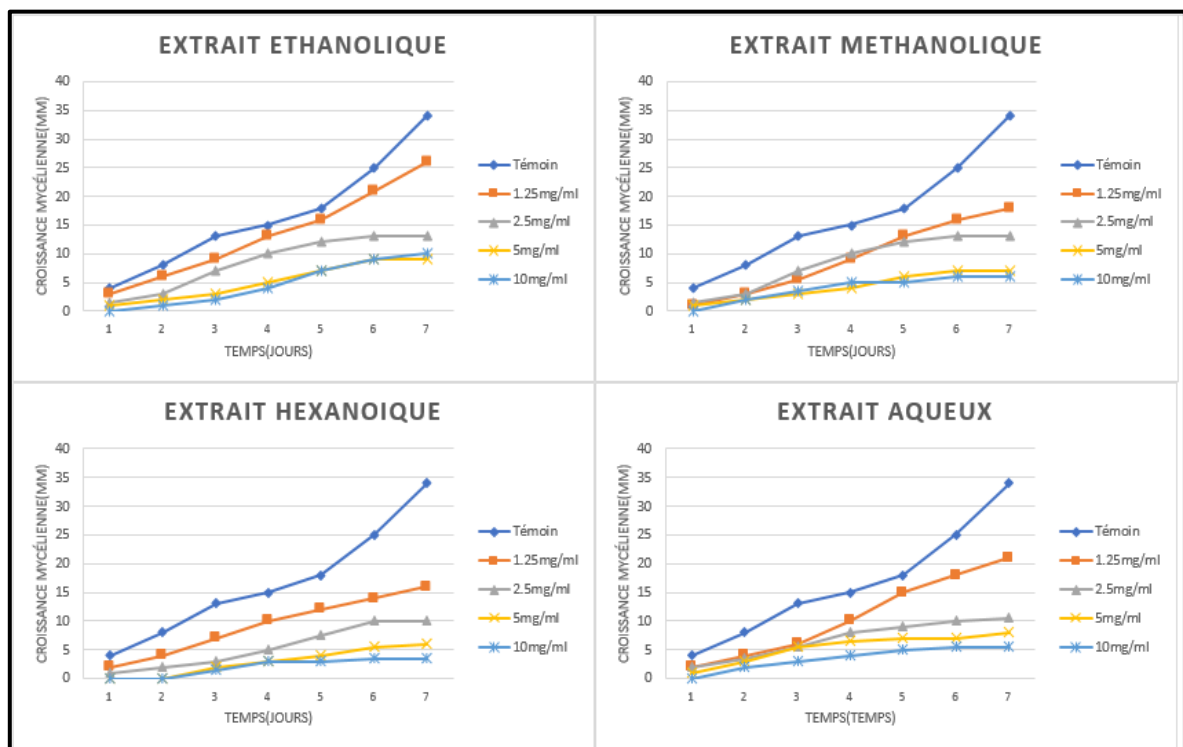


Fig.37 : Croissance mycélienne de *Pyrenophora tritici-repentis* dans les extraits de semence saline.

En parallèle, la baisse de la croissance mycélienne de *Rhynchosporium secalis* est illustré dans les figures (38, 39, 40, 41). La croissance a été arrêtée à 3,5 mm pour l'extrait éthanolique et à 4,5 mm pour l'extrait hexanoïque et aqueux de la plante non saline, alors qu'elle a été réduite à 2,5 mm pour l'extrait méthanoïque de la plante saline avec la même concentration de 10 mg/ml. Les extraits méthanoïque, hexanoïque et aqueux de graines non salines ont montré une diminution identique de la croissance mycélienne à 10 mg/ml avec 6,5 mm. Ainsi les extraits des graines salines à la même concentration réduisent la croissance à 2,5 mm pour l'extrait aqueux et à 3 mm pour l'extrait éthanolique.

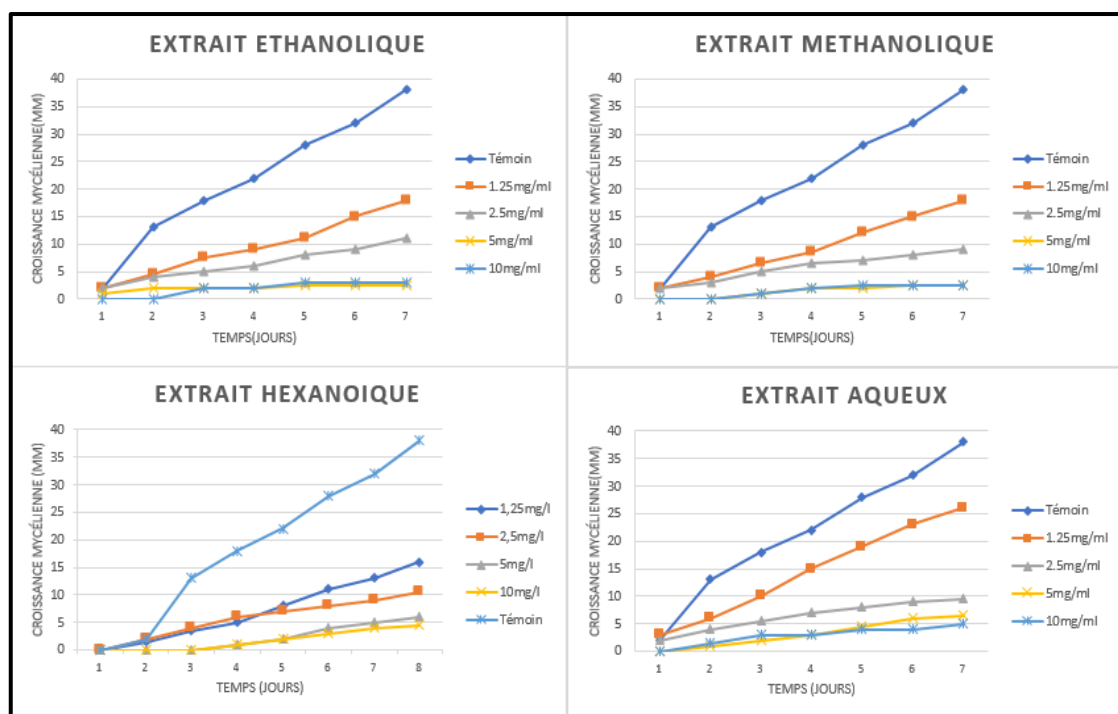


Fig.38 : Croissance mycélienne de *Rhynchosporium secalis* dans les extraits de plante saline

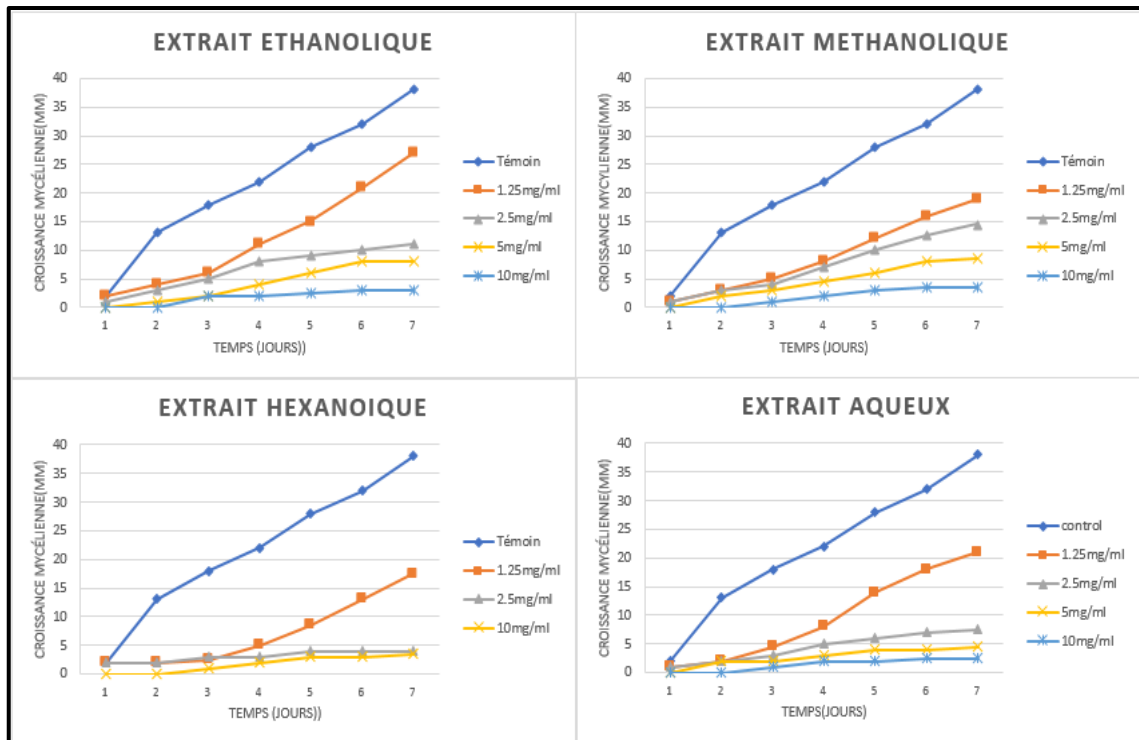


Fig.39 : Croissance mycélienne de *Rhynchosporium secalis* dans les extraits de semence saline.

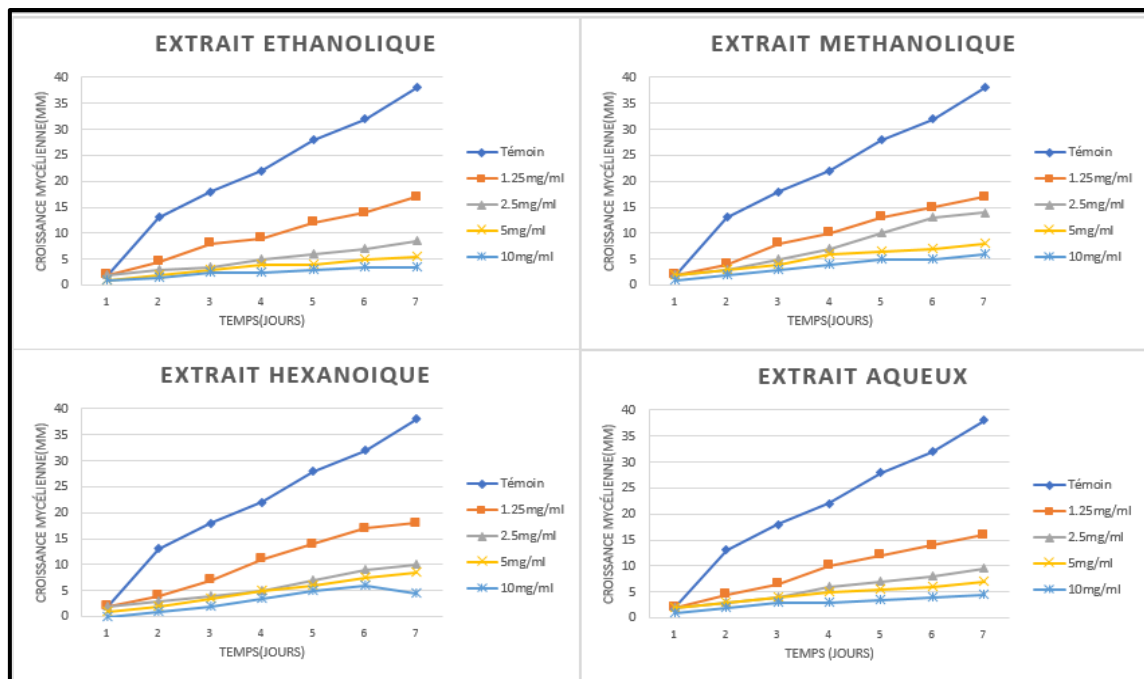


Fig.40 : Croissance mycélienne de *Rhynchosporium secalis* dans les extraits de la plante non-saline.

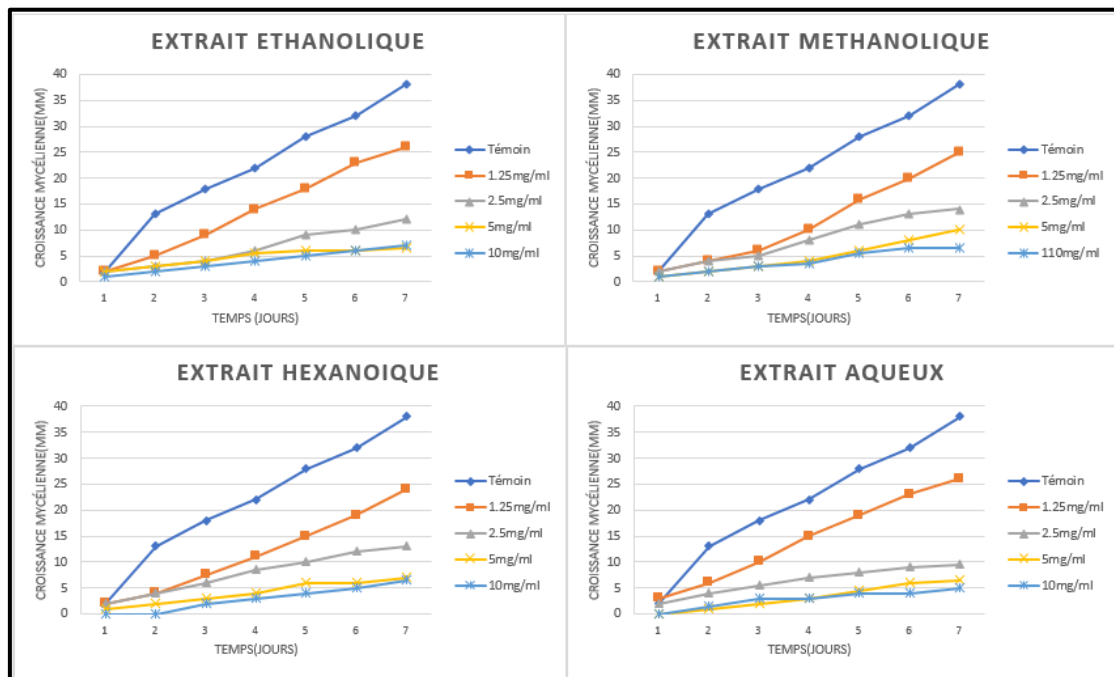


Fig.41 : Croissance mycélienne de *Rhynchosporium secalis* dans les extraits de la semence non-saline.

b) Taux d'inhibition

Nous rappelons que les résultats du taux d'inhibition qui sont pris en considération sont ceux du septième jour à une concentration de 10mg/ml.

Le taux d'inhibition de *P. tritici-repentis* (Figure 42, a) est compris entre 61,76 et 91,17% pour les extraits de la plante entière et entre 70,58 et 89,70% pour les extraits de semence. La plante entière issue de la région de Sidi bel Abbes a enregistré des taux d'inhibition de l'ordre de 61,76% par l'extrait éthanolique, 73,52% par l'extrait méthanoïque, l'extrait hexanoïque a montré significativement le taux d'inhibition le plus élevé (85,29%) et l'extrait aqueux par 79,41%. Alors que la semence issue de la région de Sidi bel Abbes a donné un taux d'inhibition de 70,58% pour l'extrait éthanolique, 82,35% pour l'extrait méthanoïque, 89,70% pour l'extrait hexanoïque et 83,82% pour l'extrait aqueux.

La plante entière issue de la région de Mohammadia a enregistré un taux d'inhibition de la croissance de *P. tritici-repentis*, de 88,23% par l'extrait éthanolique, 79,41% par l'extrait méthanoïque, 91,17% par l'extrait hexanoïque et 88,23% par l'extrait aqueux. Cependant, les extraits de la semence provenant de la région de Mohammadia (sol salin) ont donné les valeurs suivantes : 85,29% par l'extrait éthanolique, 86,76% par l'extrait méthanoïque, 89,70% par l'extrait hexanoïque et 82,35% par l'extrait aqueux.

La Figure (42, b) montre le taux d'inhibition des extraits d'aneth sur *R. secalis* qui a fluctué entre 84,21 et 93,10% pour les extraits de la plante ; et entre 81,57 et 93,42% pour les extraits de la graine.

La plante entière issue du sol non-salin (normal) a montré des taux d'inhibition de *R. secalis* variant selon les solvants utilisés ; 90,78% le par l'extrait éthanolique (le taux d'inhibition significativement le plus élevé), 84,21% par l'extrait méthanoïque, 88,15% par l'extrait hexanoïque et 88,15% par l'extrait aqueux. Ainsi la semence non-saline a donné les valeurs suivantes ; 81,57% par l'extrait éthanolique, 82,89% par l'extrait méthanoïque, la même valeur a été enregistrée par l'extrait hexanoïque (82,89%) et l'extrait aqueux (82,89%).

La plante entière provenant du sol salin (salinité modérée) a montré un taux d'inhibition contre le *R. secalis* de 92,10% par l'extrait éthanolique, 93,42% par l'extrait méthanoïque, 88,15% par l'extrait hexanoïque et 86,84% par l'extrait aqueux. Ainsi la semence saline (sol salin), a enregistré les valeurs subséquentes : 92,10% par l'extrait éthanolique, 9,78% par l'extrait méthanoïque et l'extrait hexanoïque, et 93,42% par l'extrait aqueux.

Récemment, la demande mondiale pour des produits efficaces, sûrs et naturels sans produits chimiques de synthèse pour contrôler les cultures a été élevée. Les produits aromatiques volatils issus des métabolites secondaires des plantes ont constitué la base de nombreuses applications dans les industries des arômes alimentaires et de la conservation (Singh *et al.*, 2005, Rahman and Kang, 2009).

Dans notre étude, les différents extraits d'*A. graveolens* ont montré une efficacité antifongique prononcée contre les deux champignons testés. On a constaté que la croissance du mycélium diminuait avec l'augmentation des concentrations de l'extrait. Toutefois, à 10 mg/ml, la colonie fongique de *P. tritici-repentis* a été réduite de manière significative par l'extrait hexanoïque de tous les extraits.

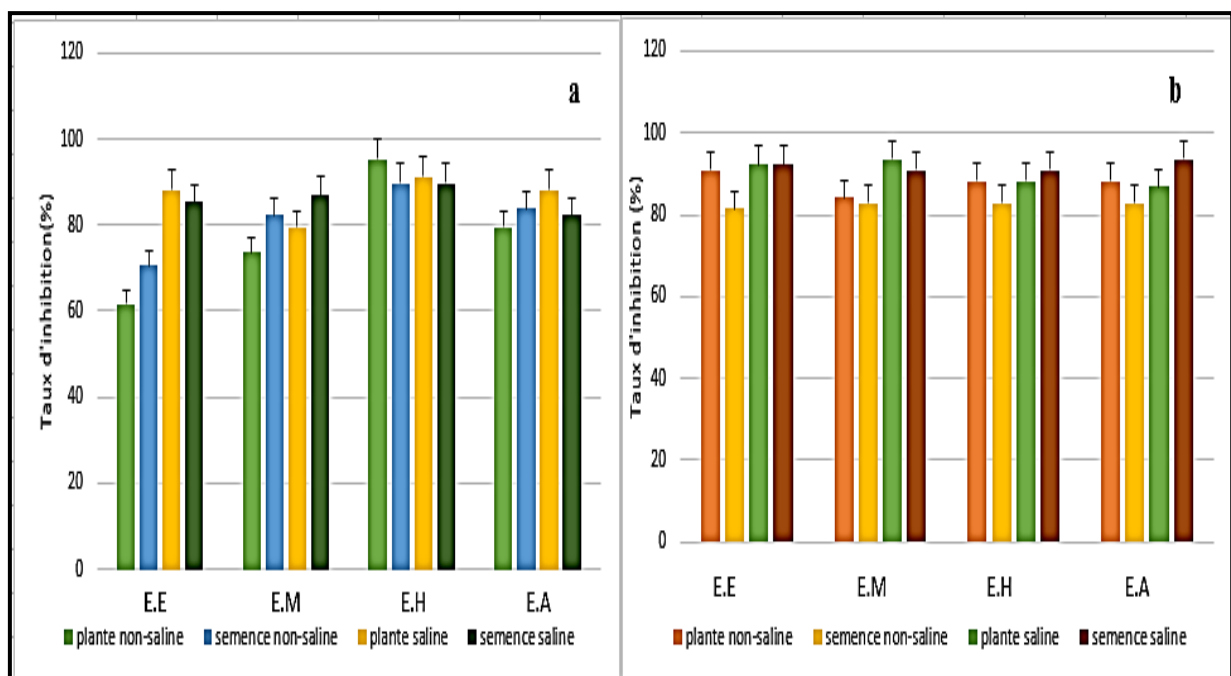


Fig.42 : Taux d'inhibition des champignons dans différents extraits d'aneth des plantes et des graines salines et non salines : (a) *Pyrenophora tritici-repentis*, (b) : *Rhynchosporium secalis*.

Singh *et al.*, (2005) ont rapporté que l'huile de la semence d'aneth s'est avérée très efficace pour contrôler la croissance de *A. niger* et *A. flavus* à des doses de 6 ml par des techniques d'empoisonnement alimentaire.

En revanche, *R. secalis* a été plus affecté par l'extrait éthanolique que ce soit pour la plante ou les semences issus du sol salin, les extraits provenant du sol salin ont montré une activité antifongique sur les deux champignons significativement supérieurs à celle des extraits obtenus du sol non salin.

Des études *in vitro* sur *A. graveolens* illustrent son potentiel en tant qu'agent antifongique idéal contre les champignons. Par conséquent, les résultats actuels démontrent clairement que l'extrait différent d'*A. graveolens* réduit considérablement le développement de deux champignons pathogènes pour le blé et l'orge, qui sont une culture très importante dans le monde entier et en Algérie particulièrement. L'expérience *in vivo* montre que le contact du produit avec les vapeurs peut persuader d'une confrontation inférieure au défi fongique (Tzortzakis, 2009). Néanmoins, des concentrations plus élevées des extraits de plantes, sont essentielles au plein champ qu'au laboratoire, peuvent être mise à disposition pour des conditions favorables au développement des champignons (Farbood, 1976).



CONCLUSION GENERALE



Conclusion générale

La salinité des sols est l'un des plus graves problèmes environnementaux qui affecte l'agriculture dans le monde. L'étude que nous avons réalisée s'inscrit dans le cadre de la valorisation des plantes condimentaires cultivées à l'Ouest Algérien cas d'*Anethum graveolens* L. sous le stress salin.

En premier lieu nous avons évoqué une étude physiologique de l'aneth, pour estimer l'impact de la salinité modérée du sol sur le cycle végétatif de la plante. Cette étude a révélé que la durée de levée est retardée par sept jours, ainsi, la hauteur de l'aneth au stade de la floraison est influencée par la salinité dont la plante sous le stress salin a atteint une hauteur de 170cm tandis que dans les conditions du sol normal, la hauteur n'a pas dépassé les 152cm. En parallèle, le rendement de l'aneth en graine et en matière fraîche est aussi augmenté sous le stress salin par 150qx/ha de biomasse et 12qx/ha de semence. Il est important de noter que la qualité de semence sous le stress salin est diminuée d'une façon significative sans affecter le pouvoir germinatif.

En deuxième lieu, l'étude phytochimique par le billet d'un screening phytochimique a démontré la richesse de l'aneth (plante entière et semence) par les composés phénoliques et les terpénoïdes.

Le dosage des composés phénolique a révélé que la teneur en polyphénols est augmentée sous le stress salin surtout dans la semence par 138mg/g de poids sec, les flavonoïdes sont diminués légèrement dans la plante et les grains issues du sol salin (région de Mohammadia). Cependant, la teneur en flavonols a montré une augmentation sous le stress salin, surtout pour la plante entière avec une valeur de 41,62mg/g de poids sec.

En troisième lieu, la caractérisation de l'huile essentielle de l'aneth a montré que la salinité du sol a provoquée l'apparition de quelques composés et l'absence des autres, on cite par exemple : la présence de β terpinène dans la plante saline et son absence dans la plante issue des conditions du sol normal, germacratriène est absent dans la plante provenant du sol salin et présent dans la plante non-saline. La caractérisation a révélé aussi, que la semence d'aneth est très riche en Carvone ; la semence issue du sol normal

enregistre un taux de 66,31%, ce composé est très reconnu par ses utilisations dans l'industrie agro-alimentaire.

En dernière partie, la valorisation des différentes activités biologique de l'aneth a prouvé l'impact de la salinité du sol dans l'amélioration des activités biologique de cette plante. Les activités sont testées in vitro, l'activités antioxydante par trois méthodes a montré que la semence de l'aneth présente un pouvoir antioxydant très élevé surtout sous le stress salin par un taux d'inhibition égale à 83,50% de DPPH, 93,81% de ABTs et 90,31% de chélation de métaux.

La salinité du sol a augmenté aussi l'activité antiarthritique de l'aneth, notamment de la semence par un taux de dénaturation des protéines de 90%. La même chose est constatée pour l'activité antidiabétique par 56,54% à la concentration de 200µg/ml.

Néanmoins, l'activité antifongique flagrante d'*Anethum graveolens* L. qui a dépassé 90% d'inhibition des souches fongiques, fait ressortir l'importance de l'exploitation des principe actifs de l'aneth dans la fabrication des bio-fongicides, qui devient une nécessité pour le concept de préservation de l'environnement et de la santé humaine. L'aneth pourrait être l'un des meilleurs fongicides respectueux de l'environnement.

Le stress salin modéré du sol peut être exploité pour augmenter la quantité et/ou la qualité des substances naturelles des plantes médicinales, qui sont très importantes dans plusieurs domaines, tels que les industries pharmaceutiques, cosmétiques et agricoles, afin de réduire l'énorme investissement nécessaire pour remédier la salinité des sols et la rendre rentable.

En perspective, la valorisation de l'aneth sous différents niveaux de salinité du sol est strictement nécessaire surtout avec les changements climatiques et l'augmentation du taux des sol salin en Algérie. Dans le même cadre la détermination de la marge de tolérance de cette plante.

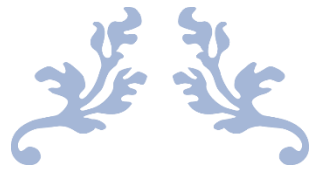
La caractérisation des composés naturels renfermés dans l'extrait alcoolique de l'aneth peut aider énormément dans l'utilisation de l'aneth dans les industries ; cosmétique, pharmaceutique et agro-alimentaire et ceux-ci peut présenter un intérêt

majeur surtout avec l'orientation du pays vers la valorisation des plantes aromatique et médicinales sous le nom filière des PAM.

L'exploitation des activités biologiques testés dans cette étude ou même d'autres par in-vivo peut confirmer plus les vertus pharmaceutiques de l'aneth.

Fractionnement ou isolement des composés majeurs de l'huile essentielle de l'aneth ainsi les utilisés pour tester des activités biologiques est strictement important pour mieux valoriser cette plante.

En dernier, une étude de potentialité de l'aneth comme un aliment de bétail favorisant la production du lait est aussi recommandé.



REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques

- Achraf Khaldi, Boumedien Meddah, Abdellah Moussaoui, Pascal Sonnet and Moulay M'hammed Akerny, (2015). Chemical composition and antifungal activity of essential oil of (*Anethum graveolens* L.). from South-western Algeria (Bechar), *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(9):615-620.
- Agence National de développement de l'investissement (ANDI), (2020). <http://www.andi.dz/index.php/fr>.
- Ahmad, H., Khan, S. M., Ghafoor, S. and Ali, N. (2009). Ethnobotanical study of upper Siran. *J. Herbs Spices Med. Plants*, 15, 86–97.
- Aiyelaagbe, O. O. and Osamudiamen, P. M. (2009). Phytochemical screening for active compounds in *Mangifera indica* leaves from Ibadan, Oyo State. *Plant Sci. Res.*, 2, 11-13.
- Ameen, G., Kariyawasam, G., Shi, G., Friesen, T. L., Faris, J. D., Ali, S., Rasmussen, J. B. and Liu, Z. (2017). Molecular manipulation of the mating-type system and development of a new approach for characterizing pathogen virulence in *Pyrenophora tritici-repentis*. *Fungal Genetics and Biology*, 3, 1-37.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. and Çelik, S. E. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 160(4) , 413–419.
- Applebaum, S. W., Marco, S. and Birk, Y. (1969). Saponins as possible factors of resistance of legume seeds to the attack of insects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 17 (3), 618–622.
- Aura industries (2018). <http://alambic-inox.com/informations/rendements.html>. last seen on 28/10/2018.
- Babri, R. A., Khokhar, I., Mahmood, Z. and Mahmud, S. (2012). Chemical composition and insecticidal activity of the essential oil of *Anethum graveolens*. *Sci Int.*, 24(4), 453- 55.
- Baharvand-Ahmadi, B., Bahmani, M., Tajeddini, P., Naghdi, N. and Rafieian-Kopaei, M. (2016). An ethno-medicinal study of medicinal plants used for the treatment of diabetes. *J. Nephrothol*, 5(1) , 44–50.
- Bahramikia, S. and Yazdanparast, R. (2009). Efficiency of different fractions of *Anethum graveolens* leaves on serum lipoproteins and serum and liver oxidative status in

- experimentally induced hypercholesterolaemic rat models. *Am. J. Chin Med.*, 37(4), 685–699.
- Bajaj, Y. P. S. (1995). Biotechnology in Agriculture and forestry. *Medicinal and Aromatic plant VIII*. Springer-verlag, Berlin Heidelberg, New York, 481pp. ISBN, 3-540-58298-3.
- Baslas, R. K., Gupta, R. and Baslas, K. K. (1971). Chemical examination of essential oil from plants of genus *Anethum* (Umbelliferae), Oil of seed of *Anethum graveolens*. (*Pt I*) *Flavour Ind.*, 2(4), 241-5.
- Beenen, O. H., Pfaffendorf, M. and Van Zwieten, P. A. (1996). Influence of the low thyroid state in diabetes mellitus on cardiac function and inotropic responsiveness to alpha 1-adrenoceptor stimulation, Comparison with the role of hypothyroidism alone. *J. Cardiovas Pharmacol*, 28, 553-557.
- Blank, I. and Grosch, W. (1991). Evaluation of potent odorants in dill seed and dill herb (*Anethum graveolens* L) by aroma extract dilution analysis. *J. Food Sci.*, 56, 63-67.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidants determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181 (4617), 1199–1200.
- Bohnert, H. J., Nelson, D. E. and Jensen, R. G. (1995). Adaptations to environmental stresses. *The Plant Cell*, 7, 1099-1111.
- Brewer, D. (1960). Studies in Asochytipiri. *Canadian Journal of botanic*, 38, 705-717.
- Brewer, M. S. (2011). Natural antioxidants, sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 221-247.
- Carter, P. (1971). Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram level with a new reagent (ferrozine). *Analytical Biochemistry*, 40(2), 450-458.
- Chandrasekar, R. and Chandrasekar, S. (2017). Natural Herbal Treatment For Rheumatoid Arthritis -A Review. *IJPSR*, 8, Issue 2. E-ISSN, 0975-8232; P-ISSN, 2320-5148.
- Choochote, W., Chaithong, U., Kamsuk, K., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Tuetun, Champakaew B., and Pitasawat D., B. (2007). Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*. *Fitoterapia*, 78(5), 359–364.

- Christensen, L. P. and Brandt, K. (2006). Bioactive polyacetylenes in food plants of the Apiaceae family, Occurrence, bioactivity and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(3), 683–693.
- Dahiya, P. and Purkayastha, S. (2012). Phytochemical analysis and antibacterial efficacy of dill seed oil against multi-drug resistant clinical isolates. *Asian J. Pharm Clin. Res.*, 5(2), 62-64.
- Daker, M., Abdullah, N., Vikineswary, S., Goh, P. C. and Kuppusamy, U. R. (2008). Antioxidant from maize and maize fermented by *Marasmiellus* sp. As stabiliser of lipid-rich foods. *Food Chemistry*, 107, 1092-1098.
- David, U., Bassat, M., Putievsky, E., Weinstein, V. and Ikan, R. (1987). Isolation and determination of optically active Carvone from caraway (*Carum carvi* L.) dill (*Anethum graveolens* L.) spearmint (*Mentha spicata* L.) and *Mentha longifolia* (L) Huds. *Flavour Fragrance J.*, 2, 95-97.
- De Carvalho, C. C., Machado, K. M., Ferreira, P. M. P., Pessoa, C., Fonseca, T. H. S., Gomes, M. A. and Nascimento, A. M. (2013). Biological screening of extracts of Brazilian Asteraceae plants. *African journal of pharmacy and pharmacology*, 7(28), 2000-2005.
- Denys J. Charle (2013). *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer, New York, Heidelberg Dordrecht, London, 588pp. ISBN 978-1-4614-4309-4 ISBN 978-1-4614-4310-0 (eBook).
- Department of Health. (1993). British pharmacopoeia. *HMSC*, London.
- Derridj A. ; Ghemouri G. ; Meddour R. et Meddour-Sahar O. (2009) : Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (Wilaya Tizi-Ouzou, Algérie). Proceeding of the International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM 2012. *Acta-Horticulturae*, Number 997: 4255-433.
- Deweert, C., Yaguiyan, A., Muchembled, J., Sahmer, K., Dermont, C. and Halama, P. (2013). In vitro evaluation of dill seed essential oil antifungal activities to control *Zymoseptoria tritici*. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci.*, 78(3), 489-95.
- Dinis, T. C. P., Madeira, V. M. C. and Almeida, L. M. (1994). Action of phenolic derivatives (acetoaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of

- Direction des services Agricoles (DSA) (2005, 2015, 2016), Mascara et Sidi Bel Abbes.
- Djahed Benyounes. (2008). Evaluation du risque Ecotoxicologique de la pollution atmosphérique sur la santé à sidi Bel Abbés, *IJSAEA*,6.
- Djaouidi Lydia, Messaoudene Wassila. (2017). Exploitation de la filière des quatre (4) plantes médicinales (Fenugrec, Camomille, Eucalyptus, Thym) à des fins thérapeutiques. P8.
- Douaoui A., Hartani T., (2007). Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chéliff. Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du troisième atelier régional du projet Sirma, 5p.
- Ebadollahi, A., Ganbalani, G. N., Hoseini, S. A. and Sadeghi, G. R. (2012). Insecticidal activity of essential oils of five aromatic plants against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera, Bruchidae) under laboratory conditions. *J. Essent Oil Bear Pl.*, 15(2), 256- 262.
- Egwaikhide, P. A., Okeniyi, S. O. and Gimba, C. E. (2007). Screening for antimicrobial activity and phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *Adv. Biological Res.*, 1, 155-158.
- Egyptian Pharmacopoeia*. (2005). the English Text of Arab Republic of Egypt, Ministry of Health and Population, 4th edition. Central Administration and Pharmaceutical Affairs Ministry of Health and population, pp. 1295, Cairo, Egypt.
- Eleiwa, N. Z. and El-diasty, E. M. (2014). Antifungal activity of dill essential oil (*Anethum graveolens* L.) in minced meat. *VRI Phytomedicine*, 2(1), 6- 12.
- F.A.O., (2005). Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils. Rome, Italy: FAO Land and plant nutrition management service. (<http://www.fao.org/ag/aql/agll/spush>).
- Farbood, M. L., MacNeil, J. H. and Ostovar, K. (1976). Effect of rosemary spice extract on growth of microorganisms in meats. *Journal of Milk and Food Technology*, 39, 675-679.
- Flowers, T. J. (2004). Improving crop salt tolerance. *J. Exp. Bot.*, 55, 307-19.
- Fred Magdroff, Ray Weil, (2004). Soil organic matter in sustainable agriculture, CRC, Taylor & Francis, 412.

- Fukuoka, M., Yoshihira, K., Natori, S., Sakamoto, K., Iwahara, S., Hosaka, S. and Hirono, I. (1980). Characterization of mutagenic principles and carcinogenicity of dill weed and seeds. *J. Pharmacobiodyn*, 3(5), 236-44.
- Gaussen H, Bagnouls F, (1952). Indice Xérothermique (communication). *Bulltein de l'association de géographes Français*, 222-223.
- Goldring, S. R. and Goldring, M. B. (2006). Clinical aspects, pathology and pathophysiology of osteoarthritis. *J. musculoskelet, Neuronal*, 6(4), 376-378.
- Golezani Ghassemi, K., Andalibi, B., Zehtab-Salmasi, S., Saba, J., (2008). Effects of water stress during vegetative and reproductive stages on seed yield and essential oil content of dill (*Anethum graveolens* L.). *J. Food. Agric. Env.* 6 (3,4), 282-284.
- Golezani Ghassemi, K., Zehtab-Salmasi, S., Dastborhan, S., (2011). Changes in essential oil content of dill (*Anethum graveolens*) organs under salinity stress. *J. Med. Plants Res.* 5 (14), 3142-3145.
- Gupta, R. (1976). Studies in cultivation and improvement of dill (*Anethum graveolons* L.) in India (Part III). *Indian Perfum*, 20(A & B), 85-9.
- Gupta, R. (1982). Studies in cultivation and improvement of dill (*Anethum graveolons*) in India. In *Cultivation and Utilization of Aromatic Plants*. Eds. C.K. Atal and B.M. Kapur, Regional Research Laboratory, Jammu, pp. 545–8.
- Gupta, R., Bajpai, K. G., John, S. and Saxena, A. M. (2008). An, overview of Indian novel traditional medicinal plants with antidiabetic potentials. *African J. Trod. Comp. Alt. Med.*, 5(1), 1–17.
- Gupta, R., Ratan, A., Rajesh, C., Chen, R., Kim, H. L., Burhans, R., Miller, W., Santhosh, S., Davuluri, R. V., Butte, A. J., Schuster, S. C., Seshagiri, S. and Thomas, G. (2010). Sequencing and analysis of a South Asian-Indian personal genome. *BMC Genomics*, 1-14.
- Gupta, S. K. and Goyal, M. R. (2017). *Soil Salinity Management In Agriculture. Technological Advances and Applications*, Apple Academic press Inc. Taylor & Francis, USA. ISBN, 13,978-1-77188-443-3.
- Gururaja Rao, G., Nayak, A.K., Chinchmalatpure, A.R., (2001). Growth and yield of dill (*Anethum graveolens* L.) on saline black soils of different unirrigated farm sites of Bhal area in Gujarat State. *Indian J. Agric. Sci.* 71 (11), 712-714.

- Hajhashemi, V. and Abbasi, N. (2008). Hypolipidemic activity of *Anethum graveolens* in rats. *Phytother Res.*, 22(3), 372-375.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. (2007). Free Radicals in Biology and Medicine. 4th edition, Oxford, *Oxford University Press*, 888p.
- Harborne, J. B. (1998). Phytochemical methods, a guide to modern techniques of plant analysis. (3rd Edn.) London, *Chapman & Hall*, 302pp. ISBN, 0-412-57270-2.
- Harris, D. C. (1987). Quantitative chemical analysis. New York, *W.H. Freeman and Company, USA*, 7th Ed. 828pp. ISBN: 0-7167-7041-5.
- Henning, S. M., Zhang, Y., Seeram, N. P., Lee, R. P., Wang, P., Bowerman, S. and Heber, D. (2011). Antioxidant capacity and phytochemical content of herbs and spices in dry, fresh and blended herb paste form. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 62(3), 219–225.
- Henry, B. S (1982). Composition and characteristics of dill: a Review. *Perfume Flavorist*, 7, 39-44.
- Huopalahti, R., Lahtinen, R., Hiltunen, R. and Laakso, I. (1988). Studies on the essential oils of Dill herb, *Anethum graveolens*. *Flavour Fragrance*, J3, 121-125.
- Hussein, A. H., Said-Al, A., Atef, M. S., Abou, D. M., Abou-Zeid, N., Mohamed, S. A., Nabila, Y. N. and Magda, A. (2015). Essential oils of *Anethum graveolens* L., Chemical composition and their antimicrobial activities at vegetative, flowering and fruiting stages of development. *Int. J. Plant Sci. Ecol.*, 1(3), 98-102.
- Indian Pharmacopoeia*. (1996). PDGHS 83, 20,000-1996 (DSK II). Vol. 1, t.p. Includes index, New Delhi. ISBN8190065807.
- Institut National Des Sols, D'irrigation Et Drainage (INSID), (2008). Les sols salins en Algérie (<http://www.insid.dz/realisation/autres%20activites/A8.pdf>).
- Integrated Taxonomic information System. last Access (ITIS), (2018). <https://www.itis.gov>.
- Isbilir, S. S. and Sagiroglu, A. (2011). Antioxidant potential of different dill (*Anethum graveolens* L.) leaf extracts. *Int. J. Food Prop.*, 14(4), 894-902.
- Jana, S. and Chakhwat, G. S. (2010). *Anethum graveolens*: An Indian traditional medicinal herb and spice. *Pharmacogn Review*, 4(8), 179–184.
- Jassen, P. C. M. (1981). Species, condiments and medicinal plants in Ethiopia: their Taxonomy and Afgricultural significance. PUDOC, 327p. Wageningen, The Netherlands.

- Jeffrey L. Ullman, (2013). Soil Salinity in Agricultural Systems: The Basics (communication). University of Florida, 36.
- Karnick, C. R. (1994). Pharmacopoeial standards of herbal products. *Vol. II, Indian medicinal science series no. 36*, Sri Satguru Book Center, Indian Book Center, New Delhi, 151pp. ISBN : 8170304121.
- Kaur, G. J. and Arora, D. S. (2009). Antibacterial and phytochemical screening of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi*. *BMC Complement Altern. Med.*, 6, 9-30.
- Kaur, N., Chahal, K. K., Singh, R. and Urvashi. (2018). Phytochemical screening and antioxidant activity of *Anethum graveolens* L. seed extracts. *The Pharma Innovation Journal*, 7(6), 324-329.
- Kazemi, M., Rostami, H. and Shafiei, S. (2012). Antibacterial and antifungal activity of some medicinal plants from Iran. *J. Plant Sci.*, 7, 55-66.
- Kedare, S. B. and Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *J. Food Sci. Technol.*, 48, 412–422.
- Khalaf, A. F. (2004). Enzyme activity in the flesh fly *Parasarcophaga dux* Thomson in fluenced by dill compounds, myristicin and apiol. *J. Egypt Soc. Parasitol*, 34(1), 255-264.
- Khani, A. and Basavand, F. (2013). Chemical composition and insecticide activity of essential oil from dill seeds. *Int. J. Agric.: Res. and Rev.*, 3(3), 489-94.
- Kokate, C. K. (1999). Practical pharmacognosy (4th ed.). New Delhi, India, *Vallabh Prakashan Publication*.
- Koppula, S. and Choi, D. K. (2011). *Anethum graveolens* (Umbelliferae) extract attenuates stress-induced urinary biochemical changes and improves cognition in scopolamine induced amnesic rats. *Trop J. Pharm Res.*, 10(1), 47-54.
- Kordali, S., Cakir, A., Zengin, H. and Duru, M. E. (2003). Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia*, 74, 164-167.
- Kovats, E. (1958). Gaz-chromatographische Charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1, Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone. *Helvetica Chimica Acta*, 41, 1915–1932.
- Ksouri, A., Dob, T., Belkebir, A., Lamari, L., Krimat, S. and Metidji, H. (2015). Total Phenolic, Antioxidant, Antimicrobial Activities and Cytotoxicity Study of Wild

- Anethum graveolens* L. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 7(6), 1025-1032.
- Kumar, P. A. and Bandhu, D. A. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants, a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324–349.
- Lawrence, B. M. (1980). New trends in essential oils. *Perfumer & Flavourist*, 5(4), 6-16.
- Lawrence, B. M. (1981). Progress in essential oils. *Perfumer & Flavourist*, 6(1), 37–41.
- Le Strange, R. (1977). A History of herbal Plants. *Arco Publishing Company*, New York, 304 pp. ISBN 0 668 04247 8.
- Leach, C. M. (1962). The quantitative and qualitative relationship ultraviolet and visible radiation in the induction of reproduction in *Asochytapisi*. *Canadian Journal of botanic*, 40, 1577-1602.
- Li, W. L., Zheng, H. C., Bukuru, J. and De Kimpe, N. (2004). Natural medicine used in the traditional Chinese medical system for the therapy of diabetes. *J. Ethanopharmacol*, 92, 1–21.
- Madani, H., Mahmoodabady, N. A. and Vahdati, A. (2005). Effects of hydroalcoholic extract of *Anethum graveolens* (Dill) on plasma glucose and lipid levels in diabetes induced rats. *Iran J. Diabetes Lipid Disord*, 5, 13-15.
- Makkar, H. P. S. (2003). Quantification of tannins in tree and shrub foliage, A laboratory Manual. Dondrecht. The Netherlands, *Kluwer academic press*, 116 p.
- Malhotra, S. K. (2006). Minor seed spices, Aiowan, dill, celery, aniseed. In, Ravindran, P. N., Babu, K. N., Shiva, K. A., KallupuracIal, J. A., *In Spires Researrh*. Agrobios, Jodhpur, India, pp 785-801.
- Marcar, N. (1987). Salt tolerance in the genus *Lolium* (ryegrass) during germination and growth. *Aust. J. Agric. Res.*, 38, 297-307.
- Marcum K.B., (2006). Use of saline and non-potable water in the turf grass industry: Constraints and developments. *Agri. Water Manag.* 80 : 132-146.
- Megharbi B.A, (2003). Ecodéveloppement de la culture du blé dur dans la Wilaya de Sidi Bel ABBES. Magistère. SBA. 34-48.
- Mehr, Z. S., Khajeh, H., Bahabadi, S. E. and Sabbagh, S. K. (2012). Changes on proline, phenolic compounds and activity of antioxidant enzymes in *Anethum graveolens* L. under salt stress. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, vol (3). 710-715.

- Mehta, K. G. and Patel, R. H. (1981). Genotypic and phenotypic variability in Ajawain (*Anethum graveolens* L.). *J. Plantation Grops*, 11, 101-104.
- membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315(1), 161–169.
- Menglan, S. and Watson, M. E. (2018). *Anethum graveolens* L., *Flora of China*. 14,1.2005:http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200015349.
- Meyer-Warnod, B. (1984). Natural essential oils, extraction processes and application to some major oils. *Perfume. Flavorist*, 9, 93-104.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. and Van Beek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85, 231–237.
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31, 426–428.
- Mokkadem A. (1988). Situation actuelle des plantes condimentaires en Algérie et perspectives de recherche et développement. *Ann. Inst. Agro. El Harrach*. (12) :1. 584.
- Muthukumarasamy, M., Gupta, S. D. and Pannerselvam, R. (2000). Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutase activities by triadimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L. *Biol. Plant.*, 43, 317-320.
- Nair, V., Sing, S. and Gupta, Y. K. (2010). Anti-arthritis and disease modifying activity of *Terminalia chebula* Retz. In experimental models. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 62(12), 1801-1806.
- Nakano, Y. (1998). Antiproliferative constituents in Umbelliferae plants screening for polyacetylenes in some Umbelliferae plants and isolation of panaxynol and falcarindiol from the root of *Heracleum moellendorffii*. *Biol Pharm Bull*, 21(3), 257-61.
- Naseri, G. M. K. and Heidari, A. (2007). Antispasmodic effect of *Anethum graveolens* fruit extract on rat ileum. *Int. J. Pharma*, 3(3), 260-64.
- Naseri, M., Mojab, F., Khodadoost, M., Kamalinejad, M., Davati, A., Choopani, R., Hasheminejad, A., Bararpour, Z., Shariatpanahi, S. and Emtiazy, M. (2012). The study of anti-inflammatory activity of oil-based dill (*Anethum graveolens* L.) extract used topically in formalin-induced inflammation male rat paw. *Iran J. Pharm Res.*, 11 (4), 1169-74.

- National institute of standards and technology (NIST), (2018): <https://webbook.nist.gov/chemistry/gc-ri/>.
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C. and Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chem.*, 96, 66-73.
- Neffati M. Et Sghaier M. (2014). Developpement Et Valorisation Des Plantes Aromatiques Et Medicinales (Pam) Au Niveau Des Zones Desertiques De La Région Mena (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc Et Tunisie). Projet Mena-Delp. 152p.
- Nelson, D. E., Rammesmayer, G. and Bohnert, H. J. (1998). Regulation of cell-specific inositol metabolism and transport in plant salinity tolerance. *Plant Cell*, 10,753-764.
- Ngara, R., Ndimba, R., Borch-Jensen, J., Jensen, O. N. and Ndimba, B. (2012). Identification and profiling of salinity stress-responsive proteins in Sorghum bicolor seedlings. *Journal Of Proteomics*, 75, 4139 – 4150.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2018. Le diabète : <https://www.who.int>.
- Orhan, I. E., Senol, F. S., Ozturk, N., Celik, S. A., Pulur, A. and Kan, Y. (2013). Phytochemical contents and enzyme inhibitory and antioxidant properties of *Anethum graveolens* L. (dill) samples cultivated under organic and conventional agricultural conditions. *Food Chem. Toxicol*, 59, 96-103.
- Panda, S. (2008). The effect of *Anethum graveolens* L. (dill) on corticosteroid induced diabetes mellitus, involvement of thyroid hormones. *Phytother Res.*, 22(12),1695–1697.
- Parida, A. K. and Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol Environ. Saf.*, 60(3), 324–349.
- Petrovska, B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Review*, 6(11), 1-6.
- Pillai, S. T. V. (1992). Dictionary of medicine. *Chemistry, Botany and Allied sciences*, Vol. 3, Rev. Ed., 1770.
- Prior, R. L., Wu, X. and Schaich, K. (2005). Standard methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4290–4302.
- Rafii, F. and Shahverdi, A. R. (2007). Comparison of essential oils from three plants for enhancement of antimicrobial activity of nitrofurantoin against enterobacteria. *Chemotherapy*, 53, 21-25.

- Rahman, A. and Kang, S. C. (2009). In vitro control of food-borne and food spoilage bacteria by essential oil and ethanol extracts of *Lonicera japonica* Thunb. *Food Chemistry*, 116, 670-675.
- Ramalingam, K., Mathiyalagan, A., Subramanian, S. and Bharati, R. U. D. (2009). Musculo-skeletal joint inflammatory diseases-new vistas from animal model studies-An overview. *J. Biochem. Tech.*, 1(4), 108-113.
- Rasheed, E. M., Hamudi, M. and Kreem, M. R. (2010). Antimicrobial activity and the median lethal dose of dill (*Anethum graveolens*) extract. *Diyala Agric. Sci. J.*, 2(1), 16-27.
- Ravindran, P. N. (2017). The Encyclopedia of Herbs and Spices. *Boston CAB*, volume I, 1128pp. ISBN: 978 1 78639 114 8.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.
- Rekha, M. N., Yadav, R. A., Dharmesh, S., Chauhan, A. S. and Ramteke, R. S. (2010). Evaluation of antioxidant properties of dry soup mix extracts containing dill (*Anethum sowa* L.) leaf. *Food Bioprocess Tech.*, 3, 441-49.
- Rezaee-Asl, M., Bakhtiarian, A., Nikoui, V., Sabour, M., Ostadhadhi, S., Yadavar-Nikraves, M. S. and Giorgi, M. (2013). Antinociceptive properties of hydro alcoholic extracts of *Anethum graveolens* L. (dill) seed and aerial parts in mice. *Clin. Exp. Pharmacol*, 3(2), 100-22.
- Saeid zehtab-salmasi, (2008). Effects of salinity and Temperature on Germination of Dill (*Anethum graveolens* L.). *plant sciences Research* 1(1):27-29.
- Sahib, A. S., Mohammed, I. H. and Al-Gareeb, A. I. A. (2012). Effects of *Anethum graveolens* leave powder on lipid profile in hyperlipidemic patients. *Spatula DD*, 2(3), 153-58.
- Saiga, A. I., Tanabe, S. and Nishimura, T. (2003). Antioxidant activity of peptides obtained from porcine myofibrillar proteins by protease treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(12), 3661-3667.
- Sairam, R. K. and Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Curr. Sci.*, 86, 407-21.

- Salehiarjmand, H., Ebrahimi, S. N., Hadian, J. and Ghorbanpour, M. (2014). Essential oils main constituents and antibacterial activity of seeds from Iranian local landraces of dill (*Anethum graveolens* L.). *J. Hort Forestry Biotechnol*, 18(2), 1-9.
- Salmasi, S. Z. (2008). Effects of Salinity and Temperature on Germination of Dill (*Anethum graveolens* L.). *Plant Sciences Research*, 1 (1), 27-29.
- Saloua, K., Lella, O. A., Ouafae, E. Y., Amal, S., Bahia, B., Ali, Q. and Rachid, B. (2017). Quantitative study of root the plant (*Anethum graveolens*) and evaluation of their antioxidant activity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 2735-2740.
- Satyanarayana, S., Sushruta, K., Sarma, G. S., Srinivas, N. and Subba-Raju, G. V. (2004). Antioxidant activity of the aqueous extracts of spicy food additives – evaluation and comparison with ascorbic acid in in-vitro systems. *J. Herb Pharmacother*, 4(2), 1–10.
- Seo, S. M., Kim, J., Lee, S. G., Shin, C. H., Shin, S. C. and Park, I. K. (2009). Fumigant antitermitic activity of plant essential oils and components from Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Allspice (*Pimenta dioica*), caraway (*Carum carvi*), dill (*Anethum graveolens*), Geranium (*Pelargonium graveolens*), and Litsea (*Litsea cubeba*) oils against Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). *J. Agric. Food Chem.*, 57(15), 6596–6602.
- Shah, C. S., Quadri, J. S. and Chauhan, M. G. (1972). Dillapiole-free Indian dill. *Indian J. of Pharm*, 34(5), 77–8.
- Shannon, M. C. and Grieve, C. M. (1999). Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. *Scientia Horticulturae*, 78, 5-38.
- Sharopov, S. F., Wink, M., Gulmurodov, I. S., Isupov, S. J., Zhang, H. and Setzer, W. N. (2013). Composition and bioactivity of the essential oil of *Anethum graveolens* L. from Tajikistan. *Int. J. Med Arom Plants*, 3(2), 125-30.
- Shattat, G. F. (2014). A Review article on hyperlipidemia, Types, treatments and new drug targets. *Biomed Pharm J.*, 7(2), 399-409.
- Sherwani, S. K., Bokhari, T. Z., Sualeh, M., Kausar, R., Muhammad, H., Nangyal, H., Sarwar, M. I. and Kazmi, S. U. (2013). Anti-Arthritic and Insecticidal Property of Crude Aqueous *Camellia sinensis* (Green Tea) Infusion and Decoction: Study by Two In vitro Methods. *Global Journal of Pharmacology*, 7 (3), 360-364.

- Shyu, Y. S., Lin, J. T., Chang, Y. T., Chiang, C. J. and Yang, D. J. (2009). Evaluation of antioxidant ability of ethanolic extract from dill (*Anethum graveolens* L.) flower. *Food Chem.*, 115, 515–21.
- Singh, G., Kapoor, I. P., Pandey, S. K., Singh, U. K. and Singh, R. K. (2002). Studies on essential oils, part 10; antibacterial activity of volatile oils of some spices. *Phytother Res.*, 16(7), 680–682.
- Singh, G., Maurya, S., De Lampasona, M. P. and Catalan, C. (2005). Chemical constituents, antimicrobial investigations, and antioxidative potentials of *Anethum graveolens* L. essential oil and acetone extract : part 52. *Journal of Food Science*, 70, 208-215.
- Singh, G., Maurya, S., Marimuthu, P., Murali, H. S. and Bawa, A. S. (2007). Antioxidant and antibacterial investigations on essential oils and acetone extracts of some spices. *Nat. Prod. Radiance*, 6(2), 114-21.
- Singh, U. P., Singh, D. P., Maurya, S., Maheshwari, R., Singh, M., Dubey, R. S. and Singh, R. B. (2004). Investigation on the phenolics of some spices having pharmacotherapeutic properties. *J. Herb Pharmacother*, 4(4), 27–42.
- Sivakumar, M., Chamundeeswari, D. and Susithra, E. (2014). Comparative in vitro anti-arthritic studies on the various extracts of *Glycosmis pentaphylla* DC roots. *Journal of Pharmacy Research*, 8(7), 986-989.
- Slama, I., M'Rabet, R., Ksouri, R., Talbi, O., Debez, A. and Abdelly, C. (2017). Effects of salt treatment on growth, lipid membrane peroxidation, polyphenol content, and antioxidant activities in leaves of *Sesuvium portulacastrum* L. *Arid Land Research and Management. arid land Reasearch and management J.*, 31(4), 404-417.
- Sohm, B., Cenizo, V., Andre, V., Zahouani, H., Pailler-Mattei, C. and Vogelgesang, B. (2011). Evaluation of the efficacy of a dill extract in vitro and in vivo. *Int. J. Cosmet Sci.*, 33(2), 157–163.
- Soliman, W. S. and Abou-Ellail, M. (2016). Growth, Yield, and Biochemicals of Dill (*Anethum graveolens*) and Fennel (*Foeniculum vulgare*) Plants Under Salinity Stress. *J. Plant Production, Mansoura Univ.*, 7 (7), 671 - 675.
- Soliman, W. S. and El-Shaieny, A. A. H. (2014). Effect of saline water on germination and early growth stage of five Apiaceae species. *African J. of Agricultural Research*, 9(7), 713–719.

- Souri, E., Amin, G., Farsam, H. and Andaji, S. (2004). The antioxidant activity of some commonly used vegetables in Iranian diet. *Fitoterapia*, 75(6), 585–588.
- Srivastava, A. K., Kushawaha, D. K. and Watal, G. (2017). Antioxidant And Preliminary Phytochemical Studies Of *Anethum graveolens* Leaves. *Int. J. Pharm Bio Sci.*, 8(2), 364-373.
- Stankevicius, M., Akuneca, I., Jakobsone, I. and Maruska, A. (2011). Comparative analysis of radical scavenging and antioxidant activity of phenolic compounds present in everyday use spice plants by means of spectrophotometric and chromatographic methods. *J. Sep. Sci.*, 34(11), 1261–1267.
- Stavri, M. and Gibbons, S. (2005). The antimycobacterial constituents of dill (*Anethum graveolens*). *Phytother Res.*, 19(11), 938–941.
- Su, H. C. F. (1985). Laboratory study on effects of *Anethum graveolens* seeds on four species of stored product insects. *J. Econ. Entomol*, 78, 451-453.
- Su, H. C. F. (1987). Laboratory study on the long term repellency of dill seed extract to confused flour beetles. *J. Entomol sci.*, 22,70-72.
- Szabolcs I., (1994). Soils and salinization -In M. pessarak eds, *Plant and crop stress*. New york —Basel-Hong kong. 3-11.
- Szabolcs I., (1994). Soils and salinization -In M. pessarak eds, *Plant and crop stress*. New york —Basel-Hong kong. pp. 3-11.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2002). Plant physiology, 3rd ed. *Massachusetts: Sinauer Associates Inc Publishers*, 690p. ISBN: 0878938230.
- Tamilarasi, R., Sivanesan, D. and Kanimozhi, P. (2012). Hepatoprotective and antioxidant efficacy of *Anethum graveolens* L. in carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in albino rats. *J. Chem. Pharm Res.*, 4(4), 1885-1888.
- Tanruean, K., Kaewnarin, K. and Rakariyatham, N. (2014). Antibacterial and antioxidant activities of *Anethum graveolens* L. dried fruit extracts. *Chiang Mai J. Sci.*, 41(3), 649-6460.
- Thi Tam, N., de Guzman, C. C., Jansen, P. C. V., graveolens, in de Guzman, C. C., Siemonsma, J. S. (1999). (eds) plant Resources of South-east Asia. 13 Species, *Backhuys Publisher, Leiden, The Netherlands*, pp. 71-74.
- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., Huang, B. and Wang, Y. (2011). In vitro and in vivo activity of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) against fungal spoilage of cherry tomatoes. *Food Control*, 22, 1992-1999.

- Tsamaidi D, Daferera D, Karapanos I.C, Passam H.C, (2017). The effect of water deficiency and salinity on the growth and quality of fresh dill (*Anethum graveolens* L.) during autumn and spring cultivation. *International Journal of Plant Production* 11 (1), 1735-8043.
- Tuntipopipat, S., Muangnoi, C. and Failla, M. L. (2009). Anti-inflammatory activities of extracts of Thai spices and herbs with lipopolysaccharide-activated RAW 264.7 murine macrophages. *J. Med Food*, 12(6), 1213–1220.
- Tzortzakis, N. G. (2009). Impact of cinnamon oil-enrichment on microbial spoilage of fresh produce. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10, 97-102.
- Udagawa, Y., 1995. Some responses of dill (*Anethum graveolens*) and thyme (*vulgris*), grown in hydroponic, to the concentration of nutrient solution. *Acta Hort.* 396, 203-210.
- Vaithiyar, M. (1989). Payantharum Pachilai Vaiyhiyum. *Rev. Edn*, 25-114.
- Van den Dool, H. and Kratz, P. D. (1963). A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *J. Chromatogr*, 11, 463-471.
- Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B. D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4113–17.
- Wahba, N. M., Ahmed, A. S. and Ebraheim, Z. Z. (2010). Antimicrobial effects of pepper, parsley, and dill and their roles in the microbiological quality enhancement of traditional Egyptian Kareish cheese. *Foodborne Pathog Dis.*, 7(4), 411-418.
- Warrier, P. K., Nambiar, V. P. K. and Ramakutty, C. (1994). Arya Vaidya Sala Kottakkal Madras, India, Orient Longman Limited. *Indian Medicinal Plants*, 1, 153-4.
- Webmaster, (2018): <https://microbenotes.com/potato-dextrose-agar-pda/>
- Weiss EA, (2002). Spice Crops, Agricultural adviser lag Lemont, Australia, CABI, 411.
- Whistler, R. L. and BeMiller, J. N. (1993). Industrial gums; Polysaccharides and their derivatives. London, UK, *Academic Press*, 360 p.
- Williams, K., Donnellan, S., Smyl, C., Scott, L. and Wall work, H. (2003). Molecular variation in *Rhynchosporium secalis* isolates obtained from hotspots. *Australasian Plant Pathology*, 32, 257-262.

- Williams, L. A., O'Connar, A., Latore, L., Dennis, O., Ringer, S., Whittaker, J. A., Conrad, J., Vogler, B., Rosner, H. and Kraus, W. (2008). The in vitro anti-denaturation effects induced by natural products and non-steroidal compounds in heat treated (immunogenic) bovine serum albumin is proposed as a screening assay for the detection of anti-inflammatory compounds, without the use of animals, in the early stages of the drug discovery process. *West Indian Medical Journal*, 57, 327–331.
- Wright, J. (2013). The Herb Society Essential Guide to Dill. *The Herb Society of America, Willoughby, Ohio*, 30 pp.
- Yazdanparast, R. and Alavi, M. (2001). Antihyperlipidaemic and antihypercholesterolaemic effects of *Anethum graveolens* leaves after the removal of furocoumarins. *Cytobios*, 105, 185-191.
- Yung-Shin Shyu, Jau-Tien Lin, Yuan-Tsung Chang, Chia-Jung Chiang, Deng-Jye Yang (2008). Evaluation of Antioxidant Ability of Ethanolic Extract from Dill (*Anethum Graveolens* L.) Flower. *Food Chemistry* (115). 515-521.
- Zarnowski, R., Zarnowska, E. D. and Kozubek, A. (2001). Alkylresorcinols in the family Fabaceae. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 70(1), 25-29.
- Zeng, H., Tian, J., Zheng, Y., Ban, X., Zeng, J., Mao, Y. and Wang, Y. (2011). In vitro and in vivo activities of essential oil from the seed of *Anethum graveolens* L. against *Candida* spp. *Evid Based Complement Alternative Medicine*, 3, 659-704.



ANNEXES





Germination



Binage



Levée et développement



Pleine végétation



Floraison

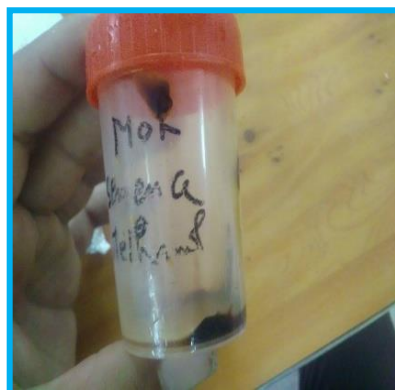


Semence

Annexes

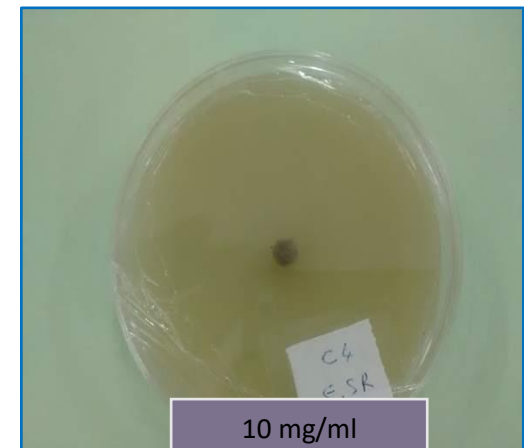
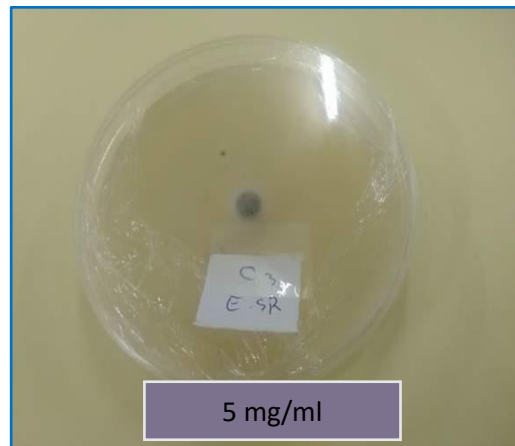
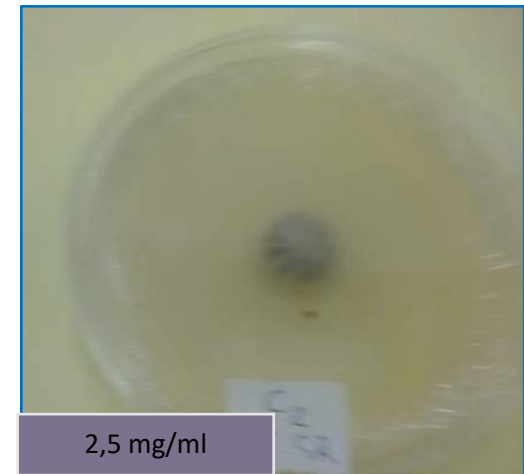
Aspect et couleur des extraits obtenus par sohxe

Extraits	Aspect	Couleur	Rendement (%)
Extrait Ethanolique (plante SBA)	Caramélisé	Vert foncé	19,3831 %
Extrait Méthanoïque (plante SBA)	Caramélisé	Vert foncé	8,1769 %
Extrait Hexanoïque (plante SBA)	Caramélisé	Vert foncé	0,3789 %
Extrait aqueux (plante SBA)	Poudre	Noir	13,9733 %
Extrait Ethanolique (plante Mohammadia)	Caramélisé	Vert foncé	8,2898 %
Extrait Méthanoïque (plante Mohammadia)	Caramélisé	Vert foncé	13,86623 %
Extrait Hexanoïque (plante Mohammadia)	Caramélisé	Vert foncé	1,414 %
Extrait aqueux (plante Mohammadia)	Caramélisé	Vert foncé	17,995 %
Extrait Ethanolique (semence SBA)	Caramélisé	Vert foncé	8,16145 %
Extrait méthanoïque (semence SBA)	Caramélisé	Vert foncé	5.03 %
Extrait Hexanoïque (semence SBA)	Caramélisé	Vert foncé	0,4563 %
Extrait aqueux (semence SBA)	Poudre	Noir	3,95421 %
Extrait Ethanolique (semence Mohammadia)	Caramélisé	Noisette	6,4793 %
Extrait Méthanoïque (semence Mohammadia)	Caramélisé	Vert foncé	8,43922 %
Extrait Hexanoïque (semence Mohammadia)	Caramélisé	Vert foncé	1,3413 %
Extrait aqueux (semence Mohammadia)	Caramélisé	Noir	11,67102 %



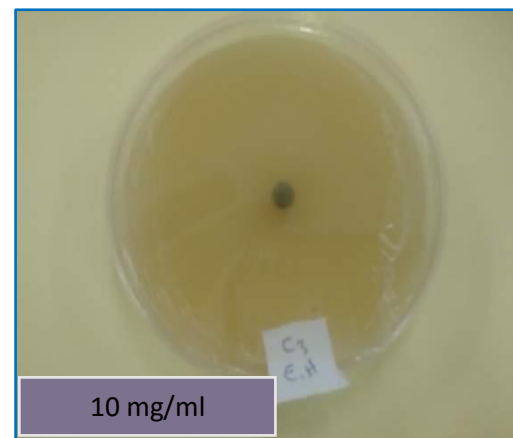
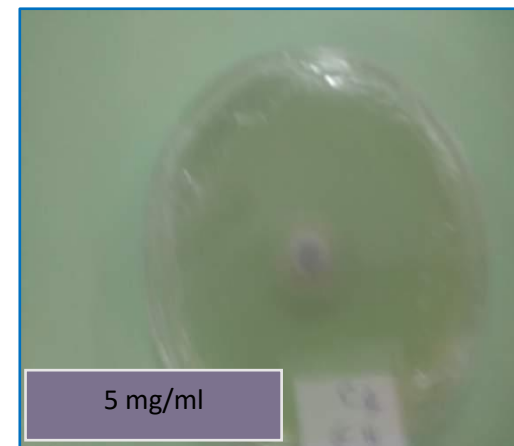
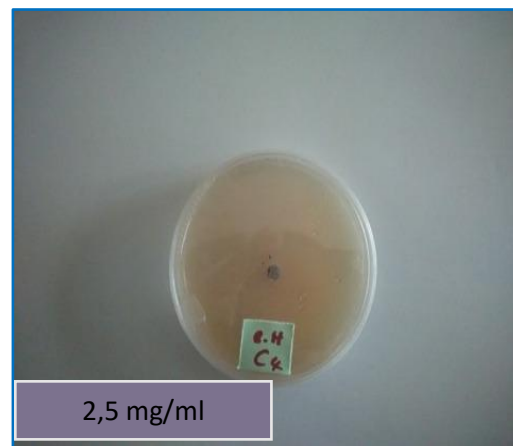
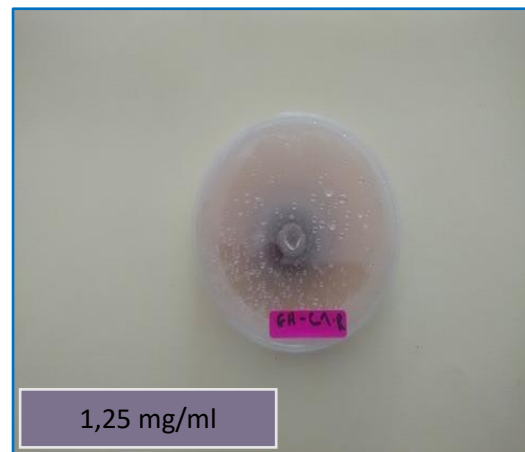
Aspect de quelques extraits

Annexes



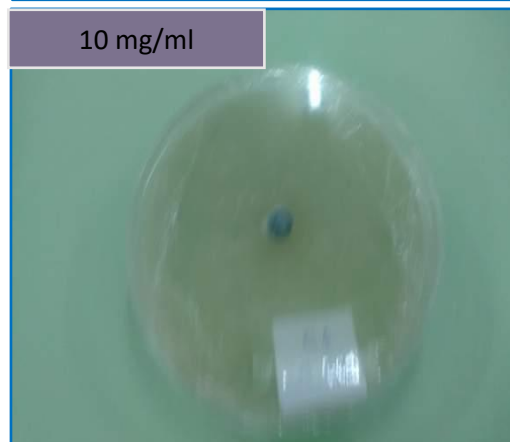
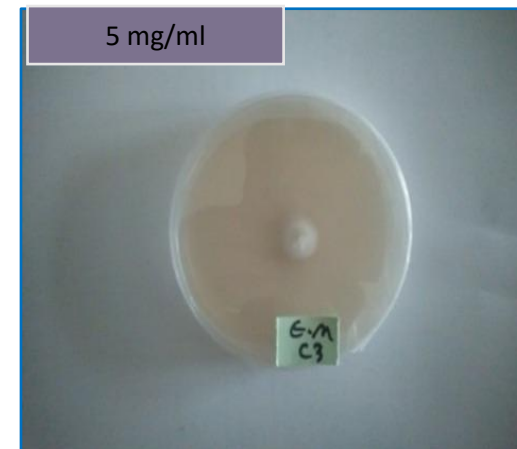
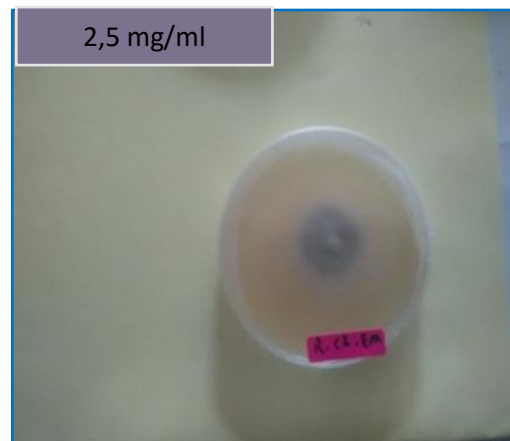
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux d de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia

Annexes



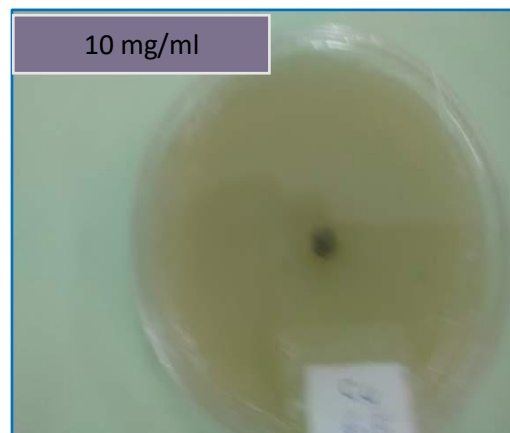
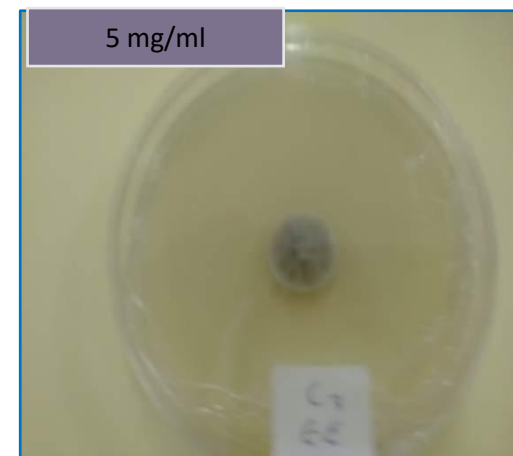
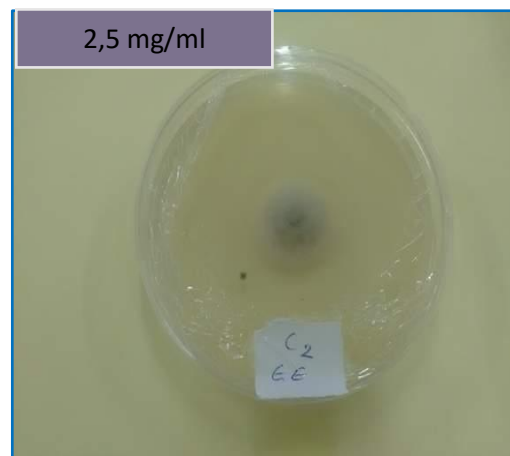
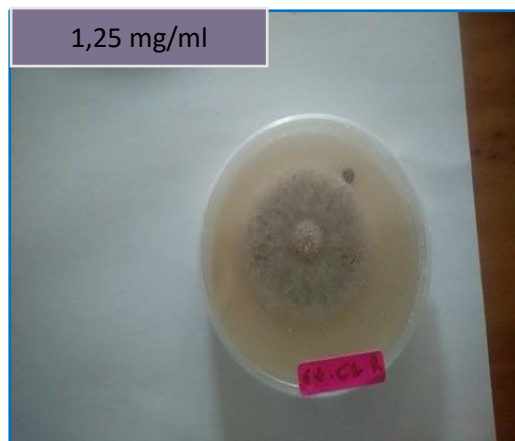
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



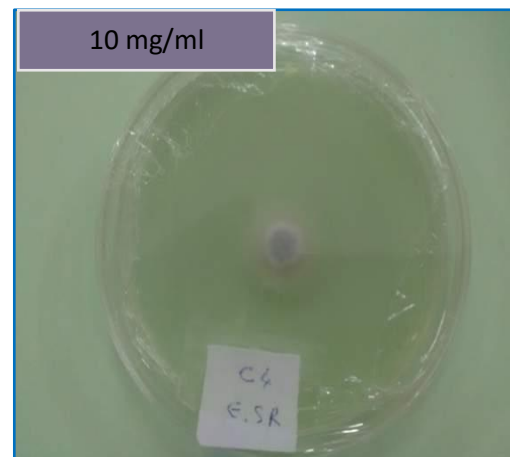
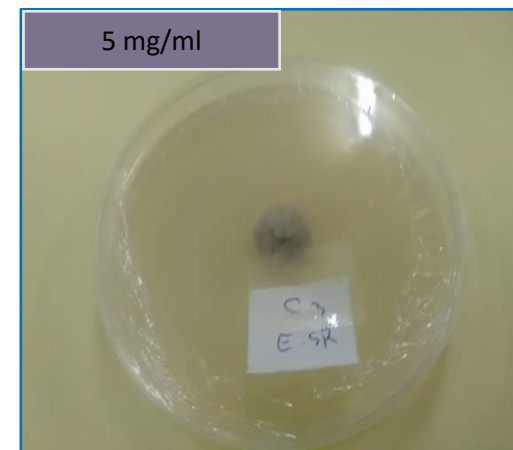
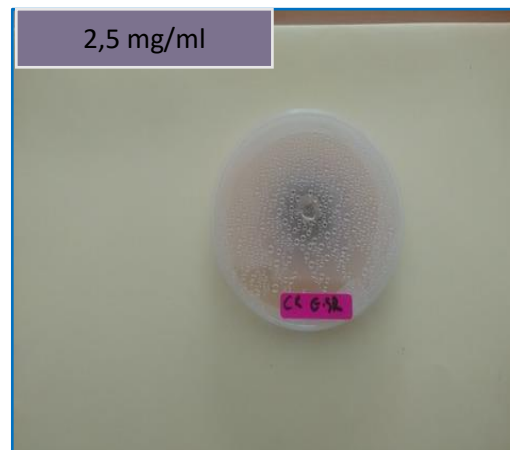
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



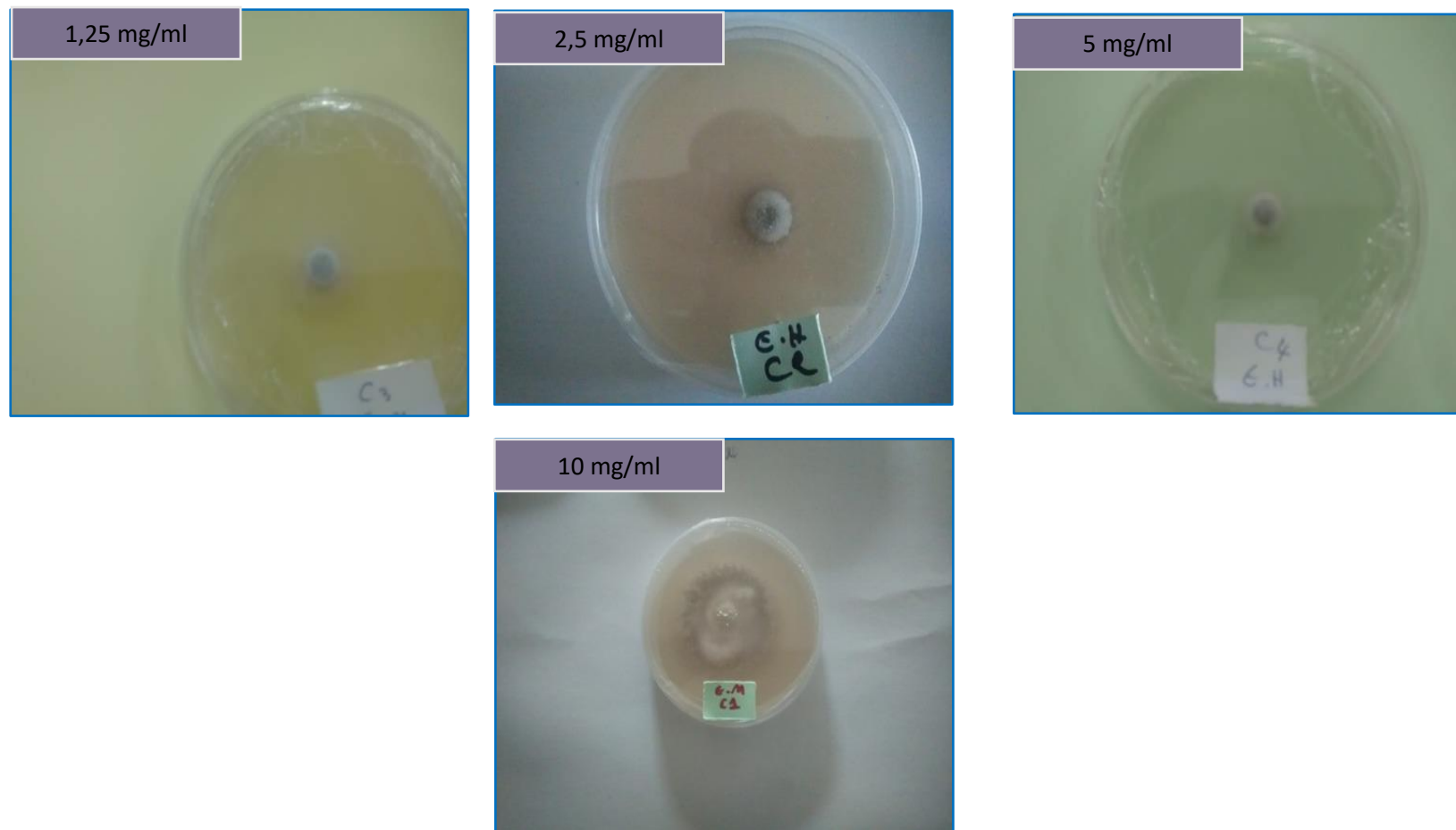
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait éthanolique de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



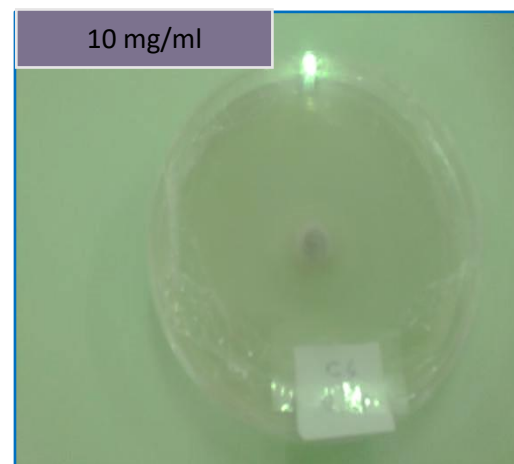
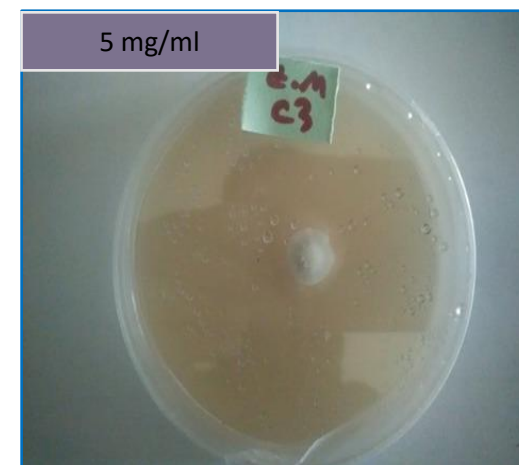
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel abbes.

Annexes



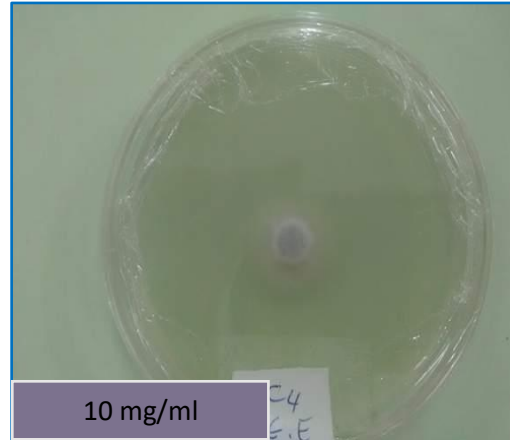
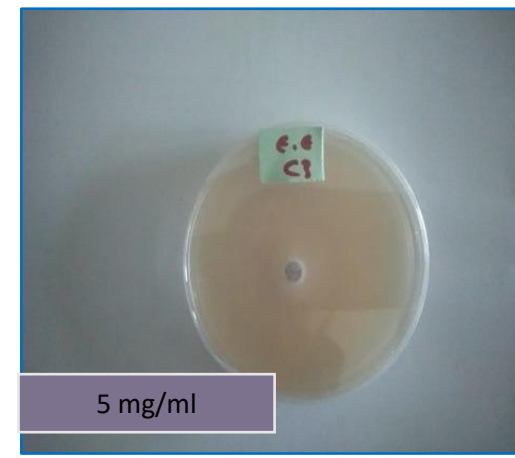
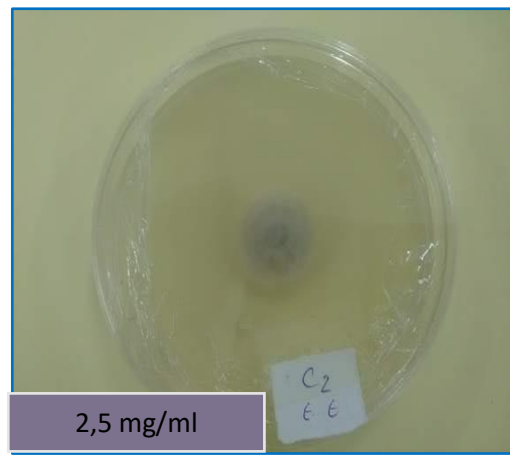
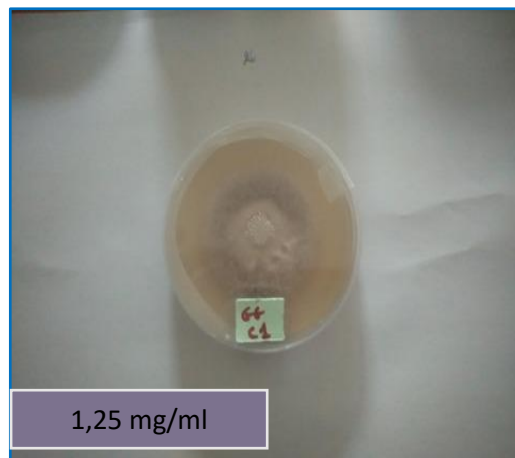
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbès.

Annexes



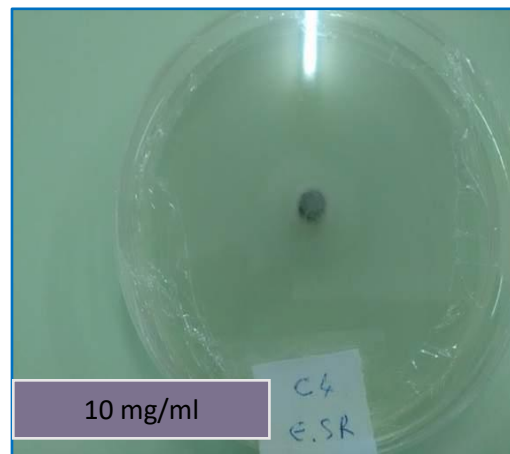
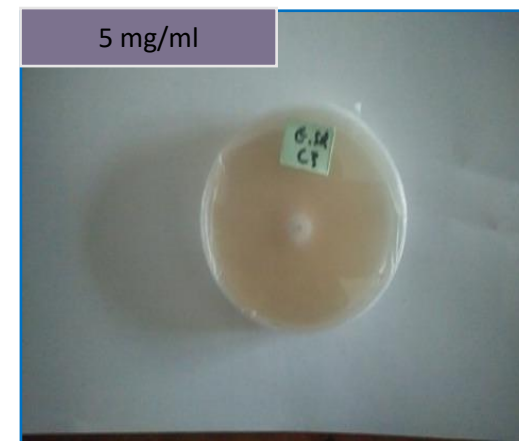
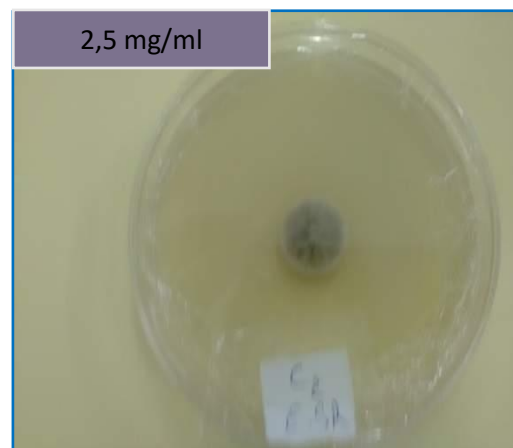
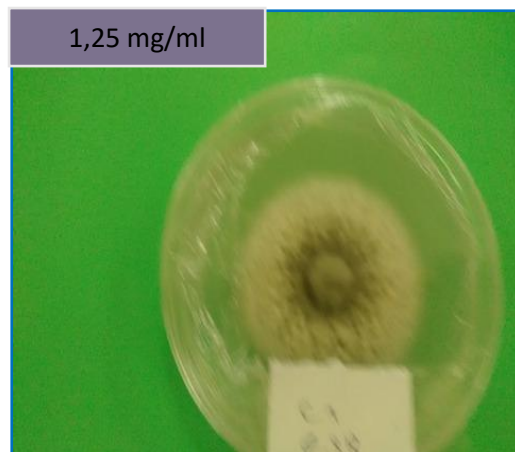
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbes

Annexes



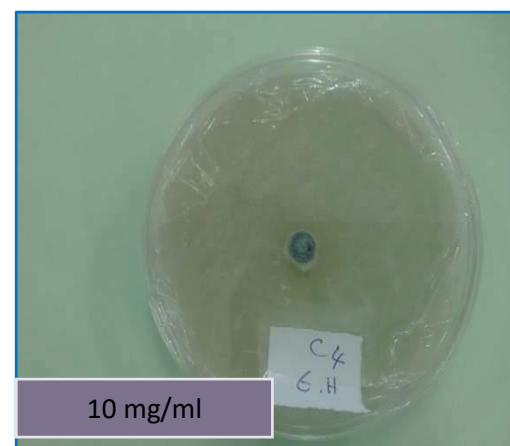
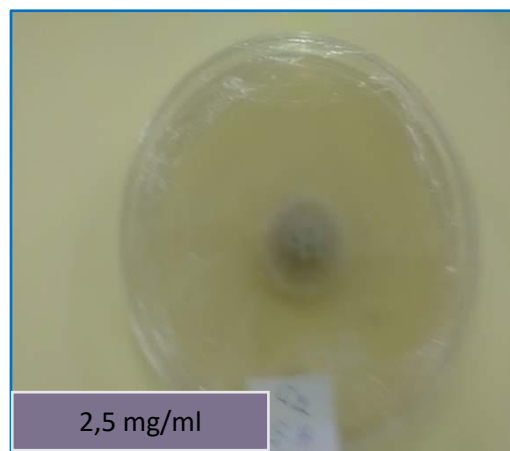
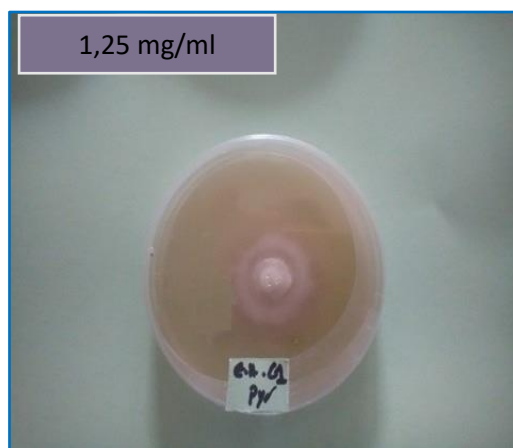
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait éthanolique de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbès.

Annexes



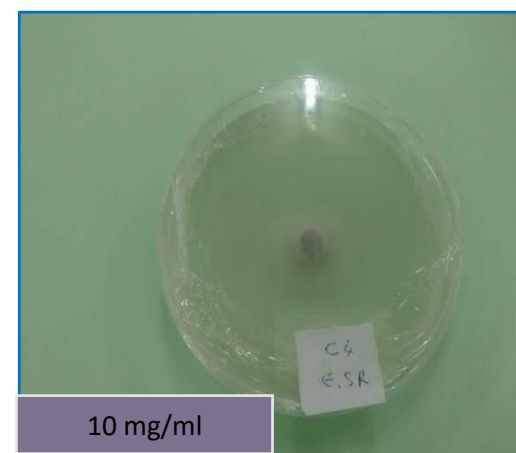
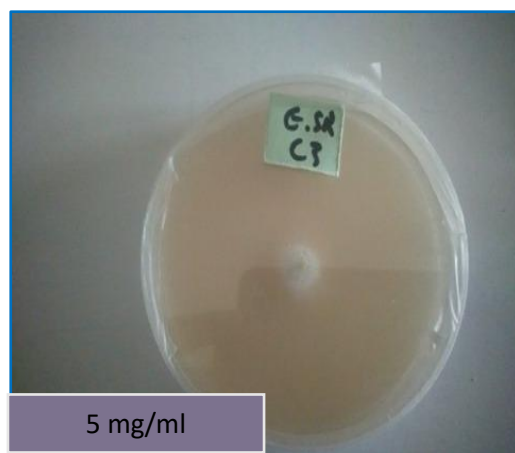
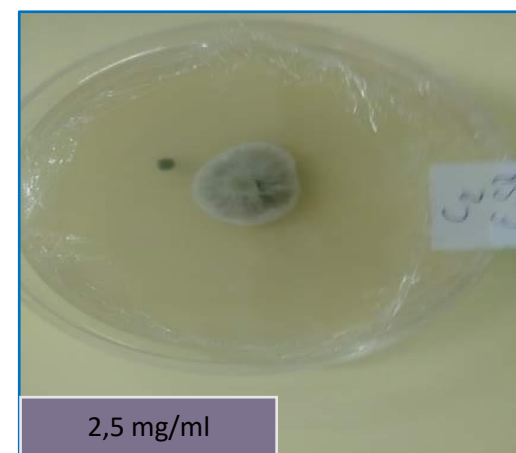
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux de la plante de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



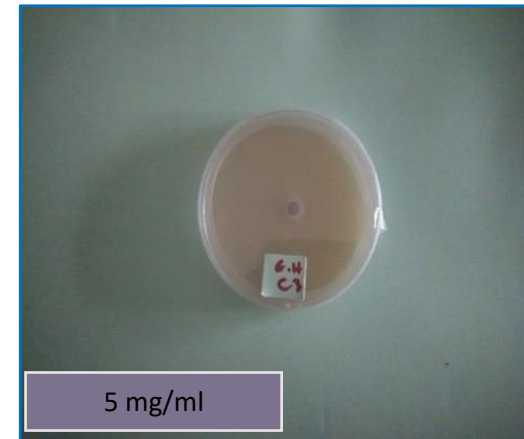
La croissance mycélienne du *Rhynchosporium secalis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la plante de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia

Annexes



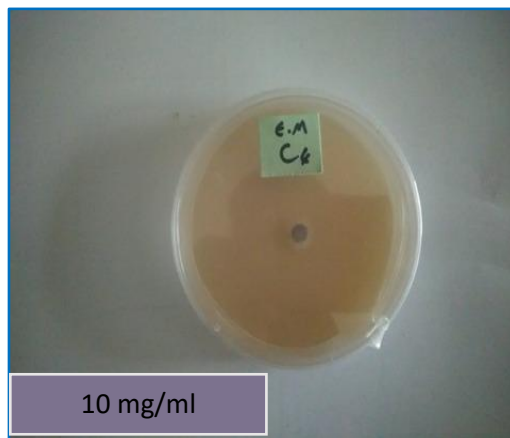
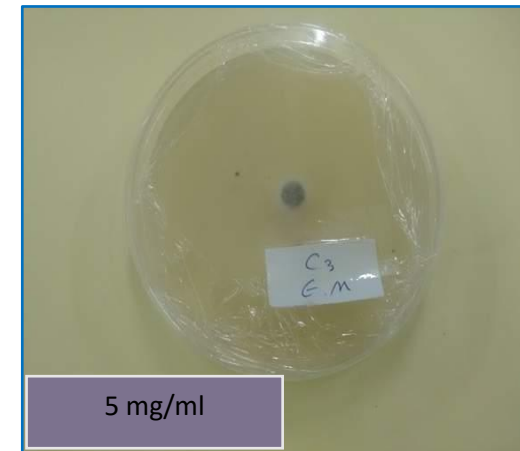
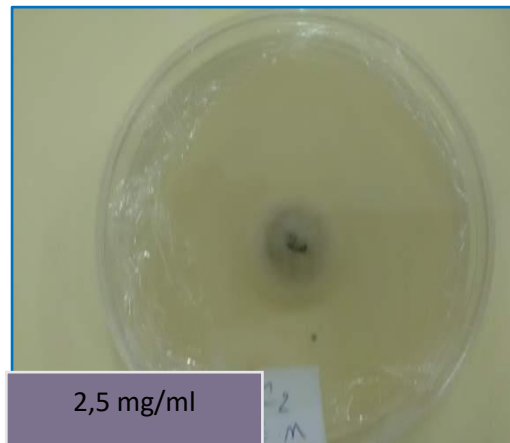
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



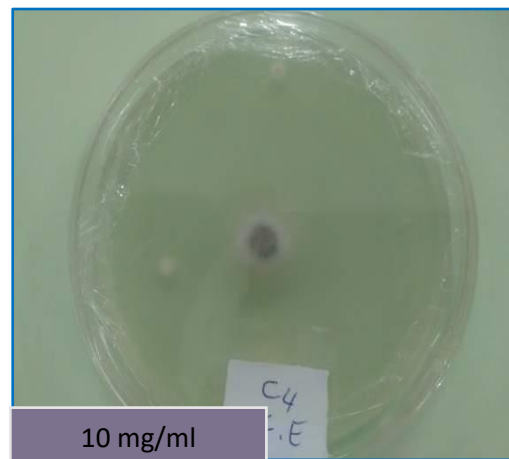
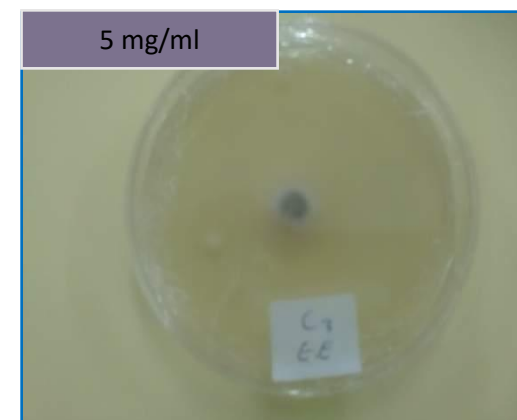
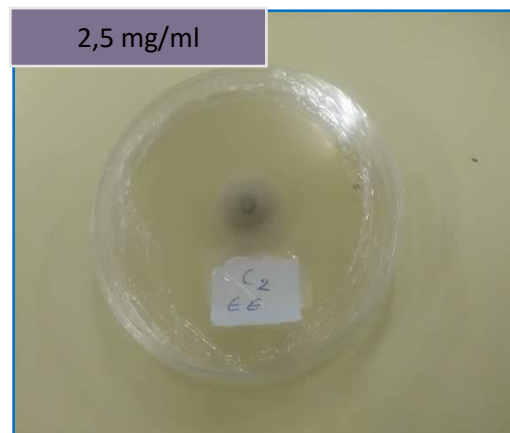
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



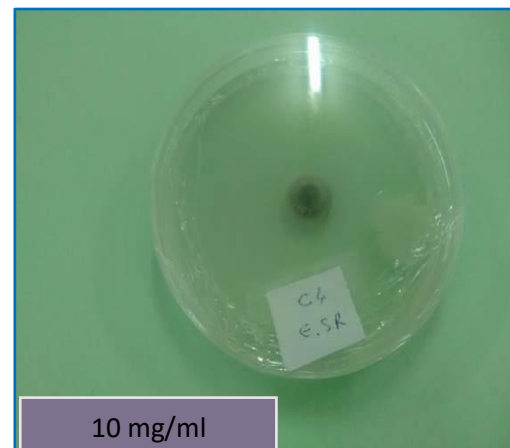
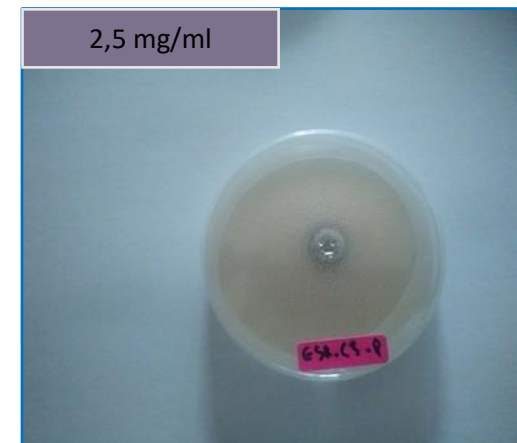
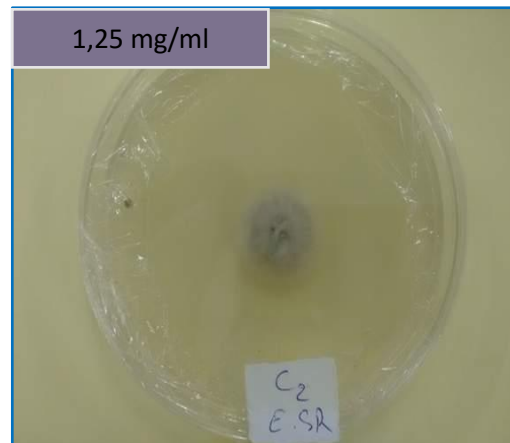
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia

Annexes



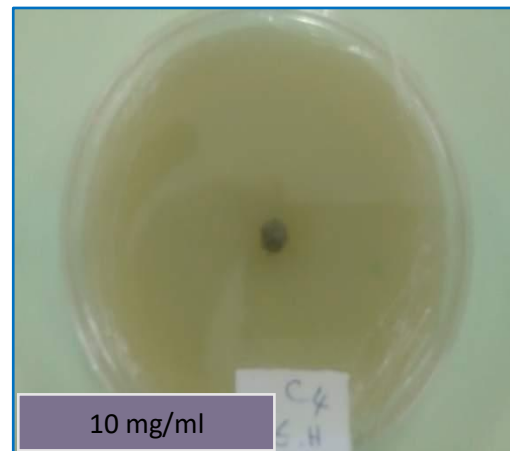
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait éthanolique de la semence de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia

Annexes



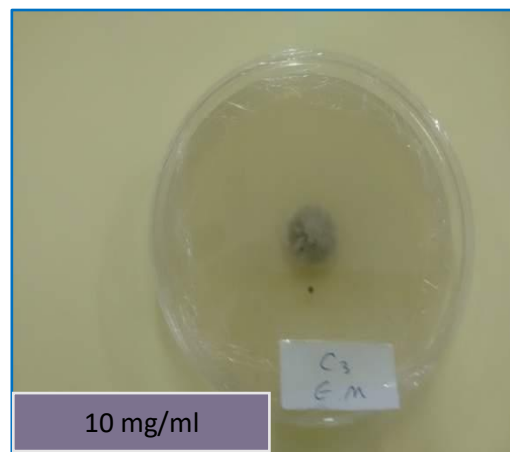
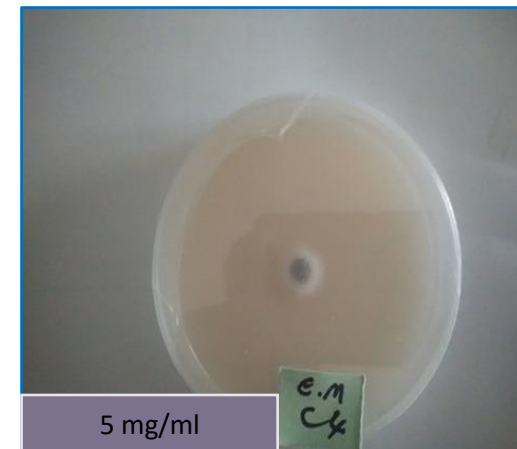
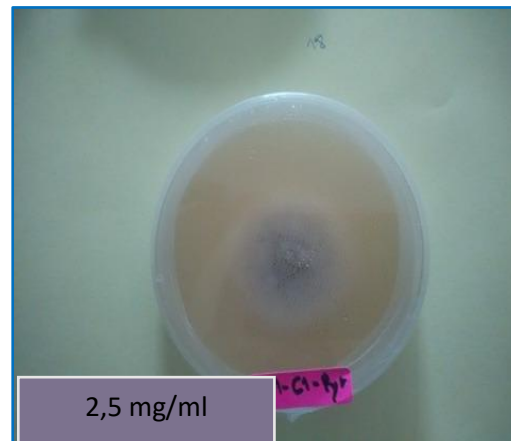
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbes.

Annexes



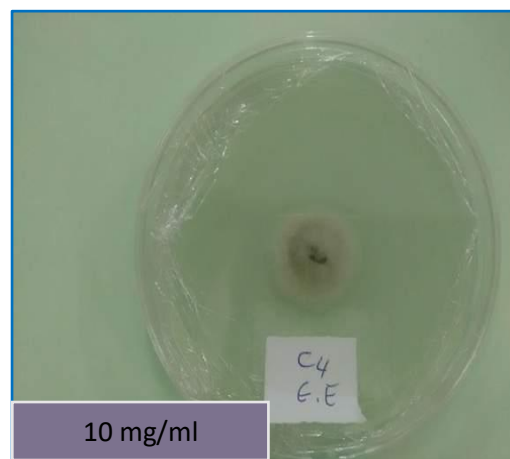
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbès.

Annexes



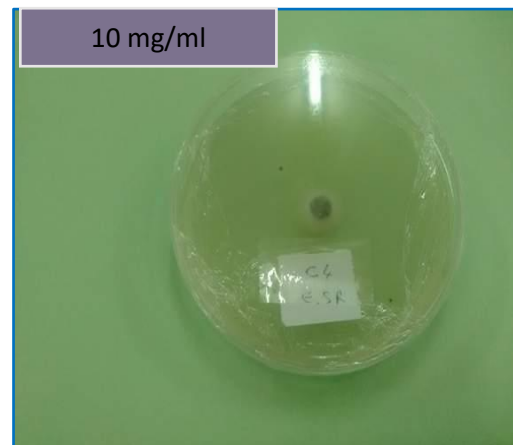
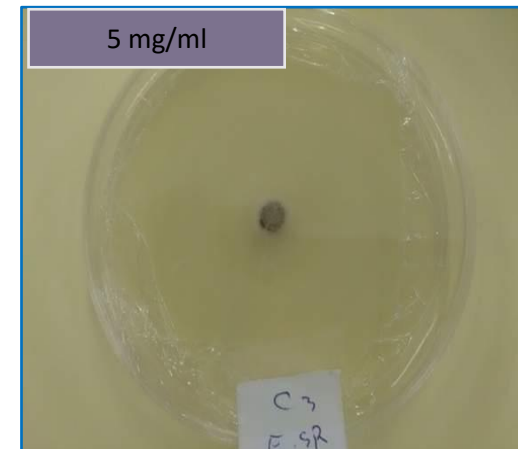
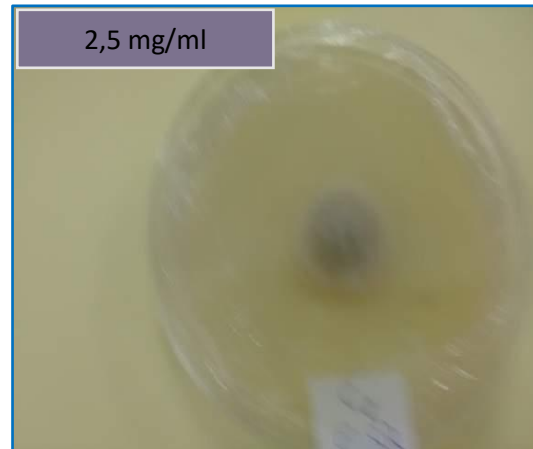
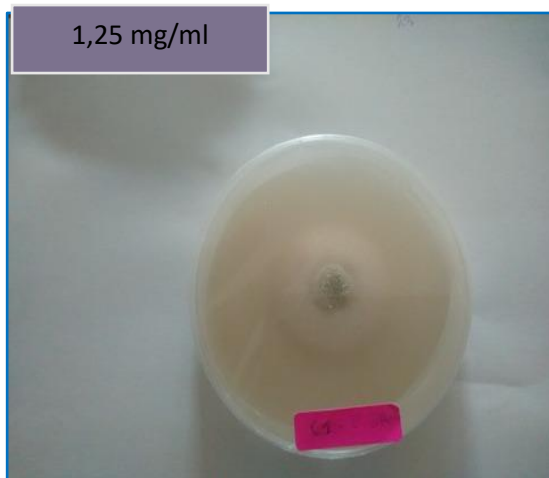
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanoïque de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbès.

Annexes



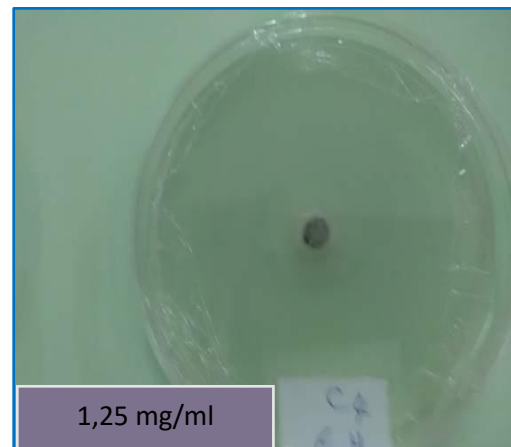
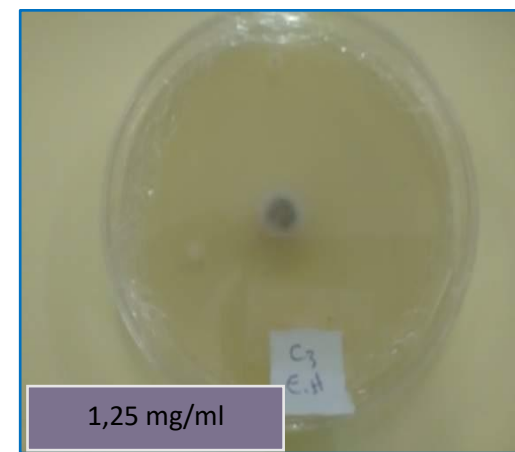
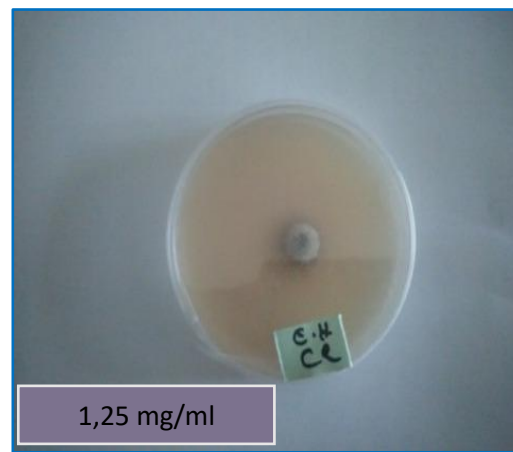
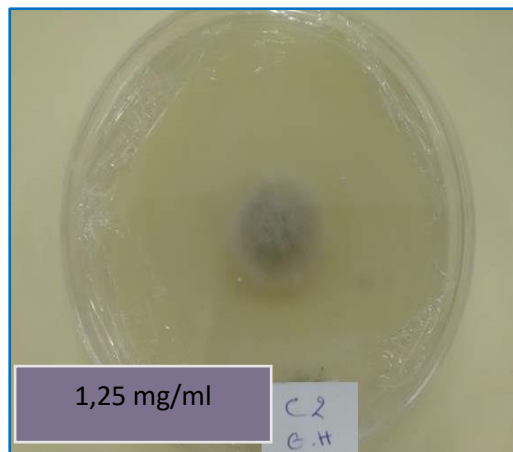
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait éthanolique de la semence de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbes.

Annexes



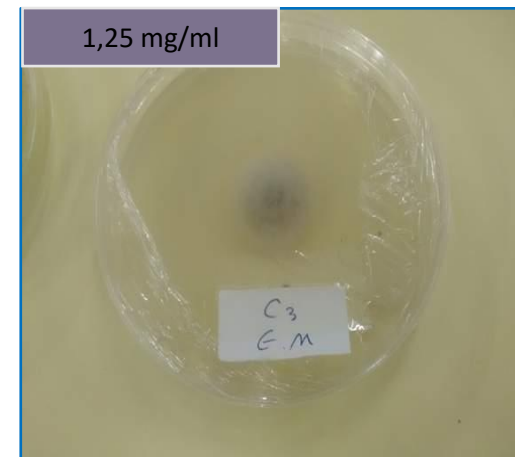
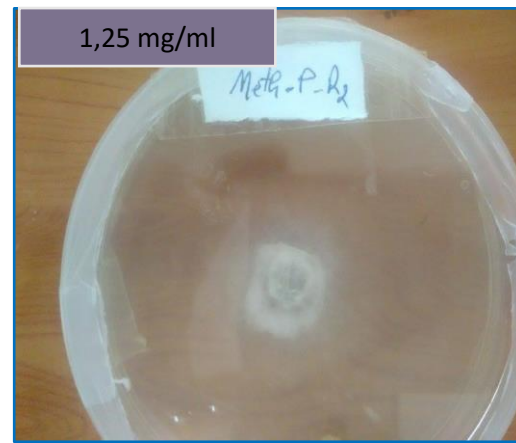
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux de la plante de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



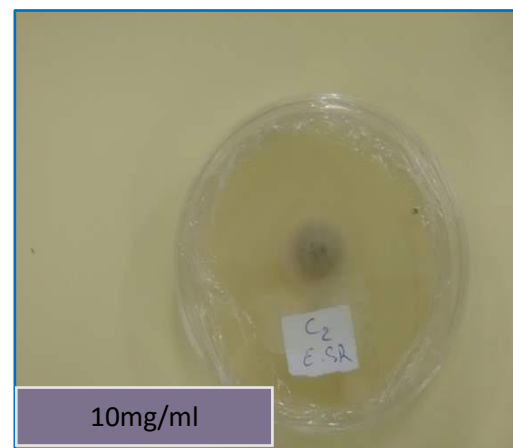
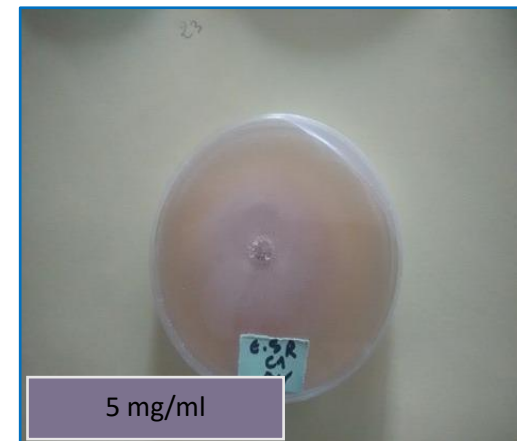
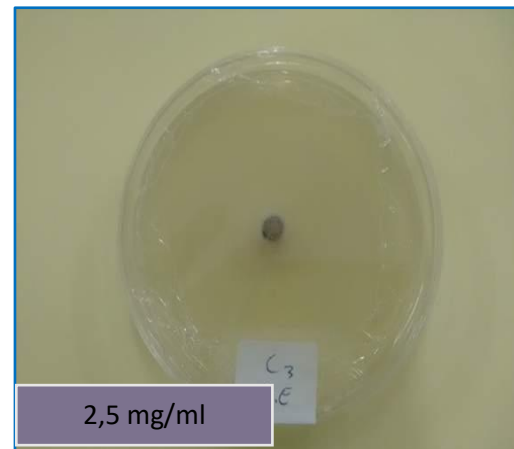
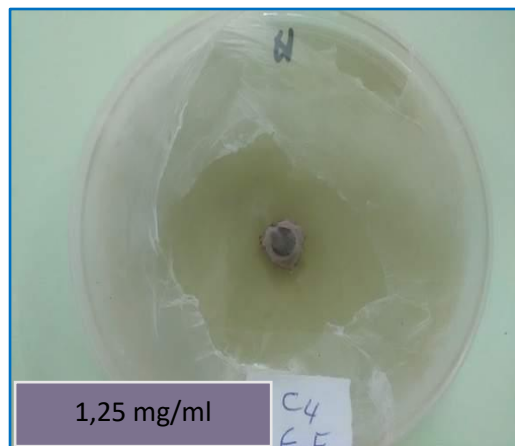
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la plante de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia

Annexes



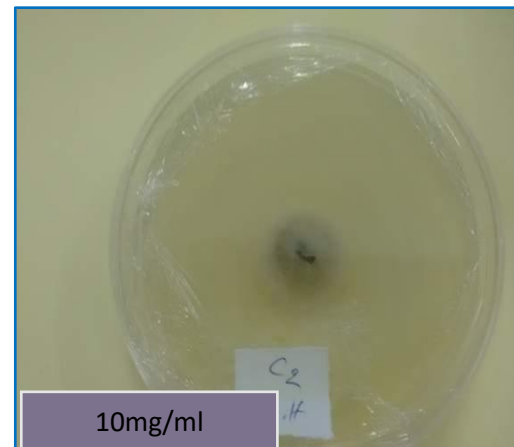
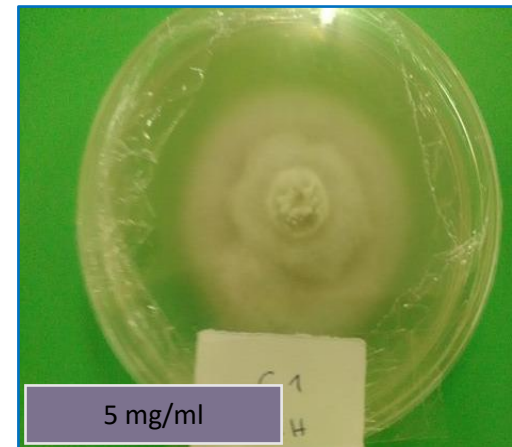
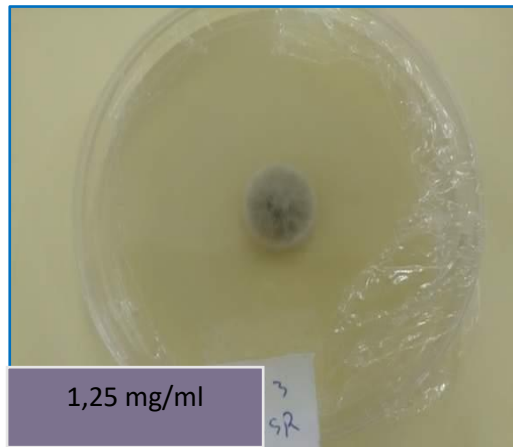
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanoïque de la plante de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia

Annexes



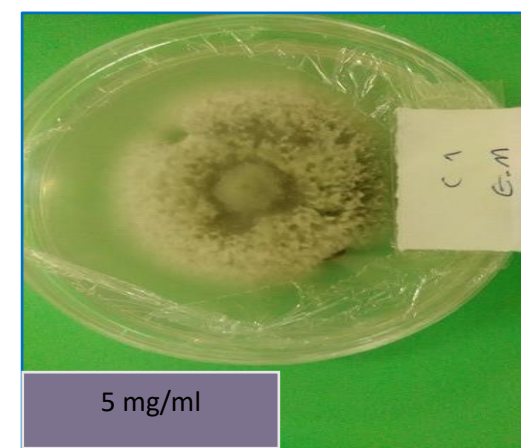
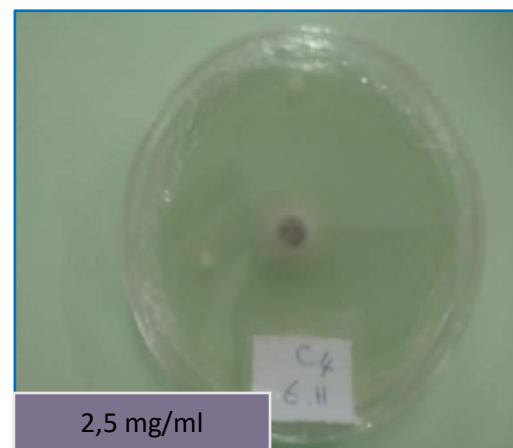
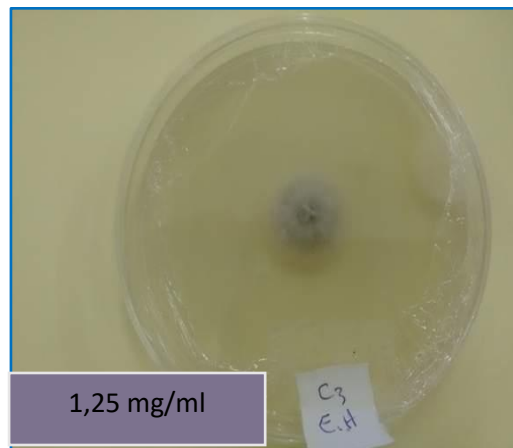
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait éthanolique de la plante de l'aneth Provenant de la région de Mohammadia.

Annexes



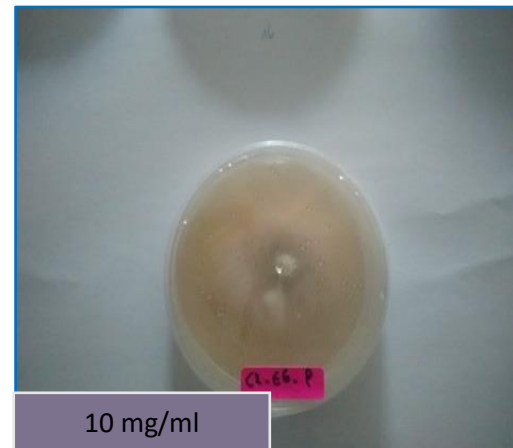
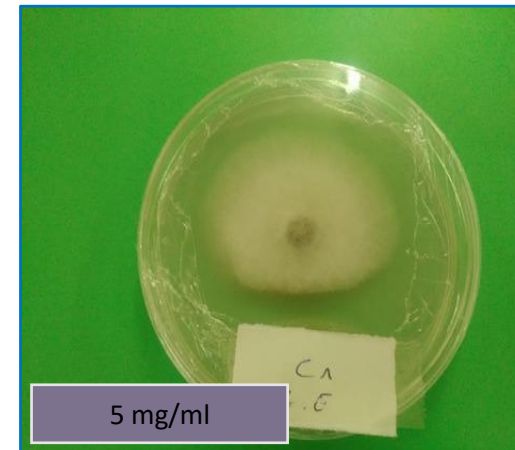
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait aqueux de la plante de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbas

Annexes



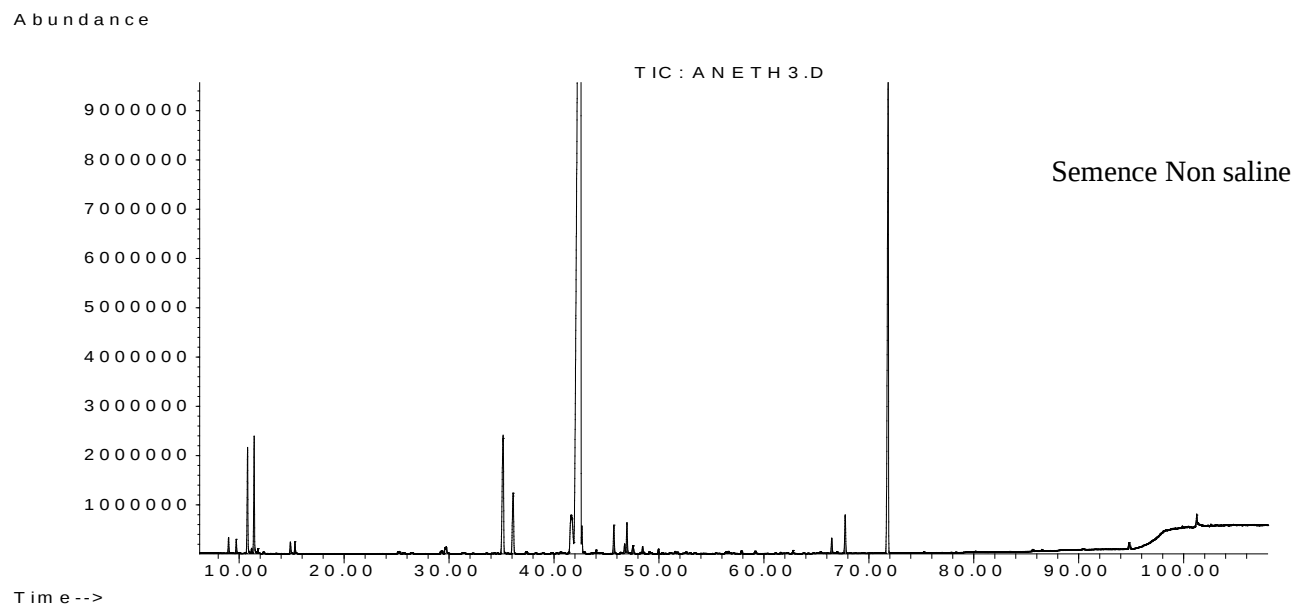
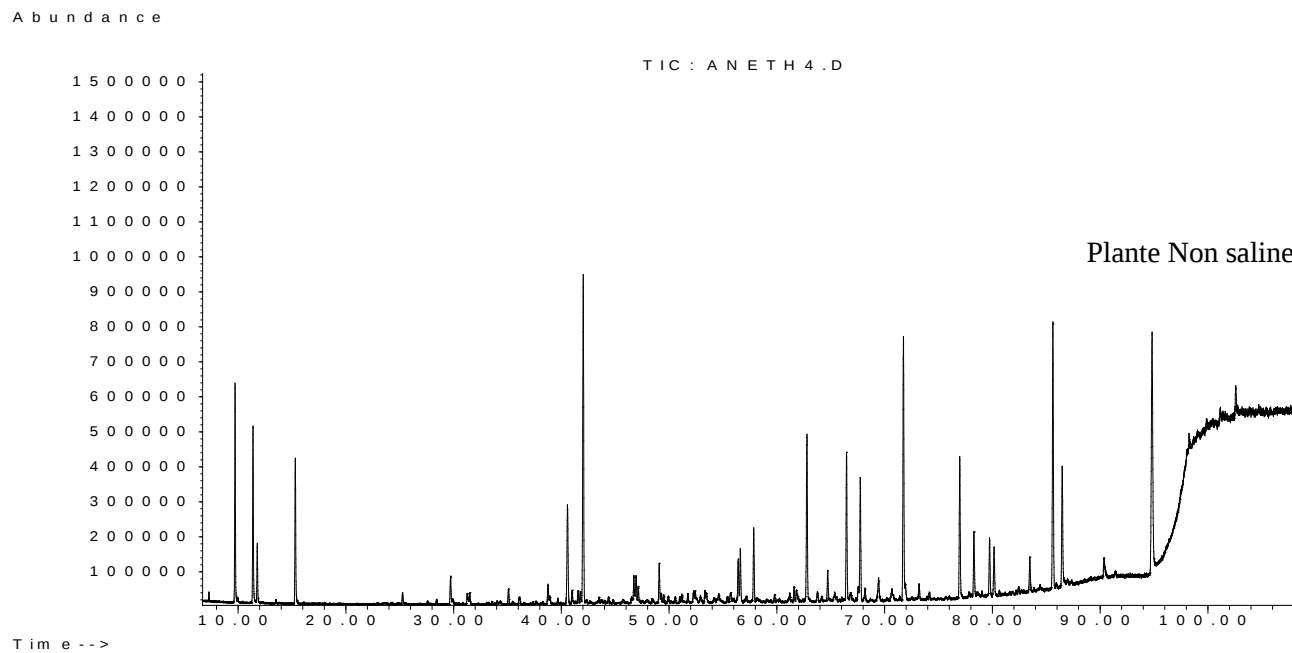
La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait hexanoïque de la plante de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbès

Annexes

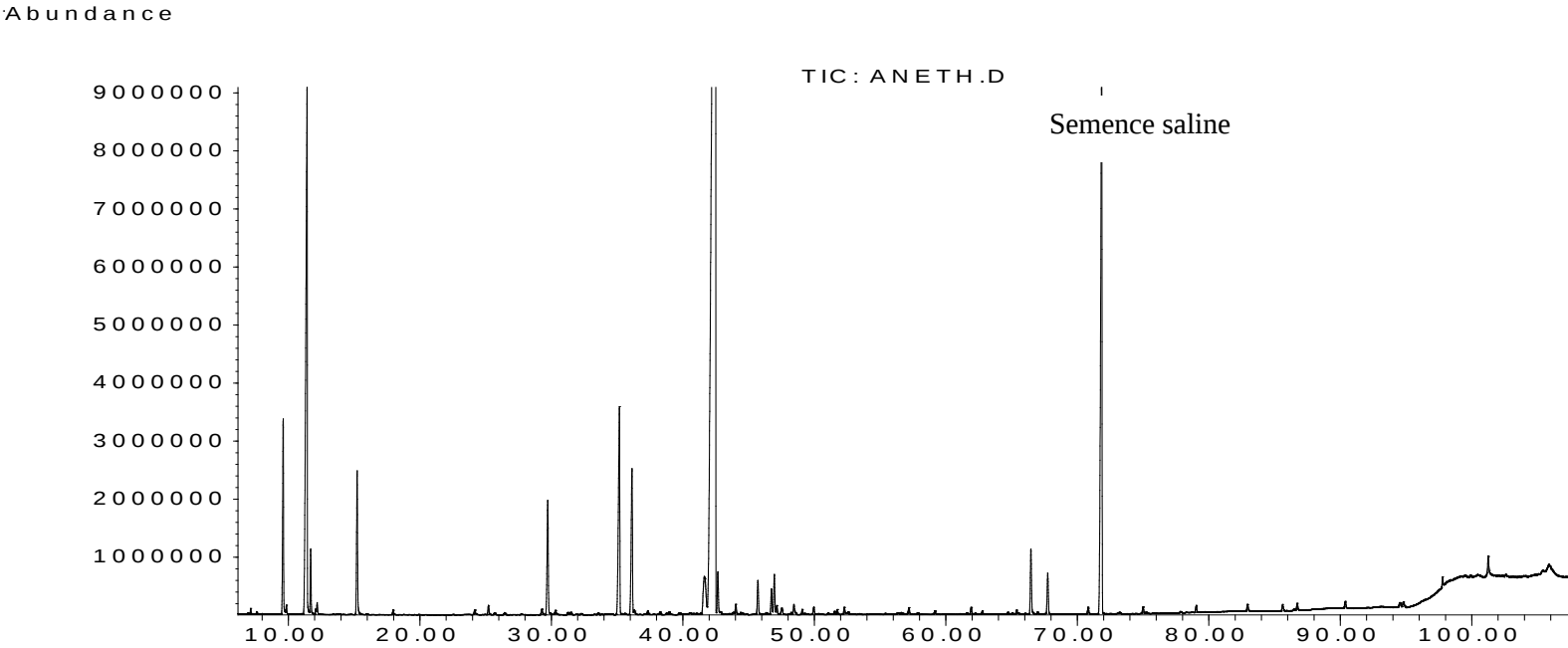
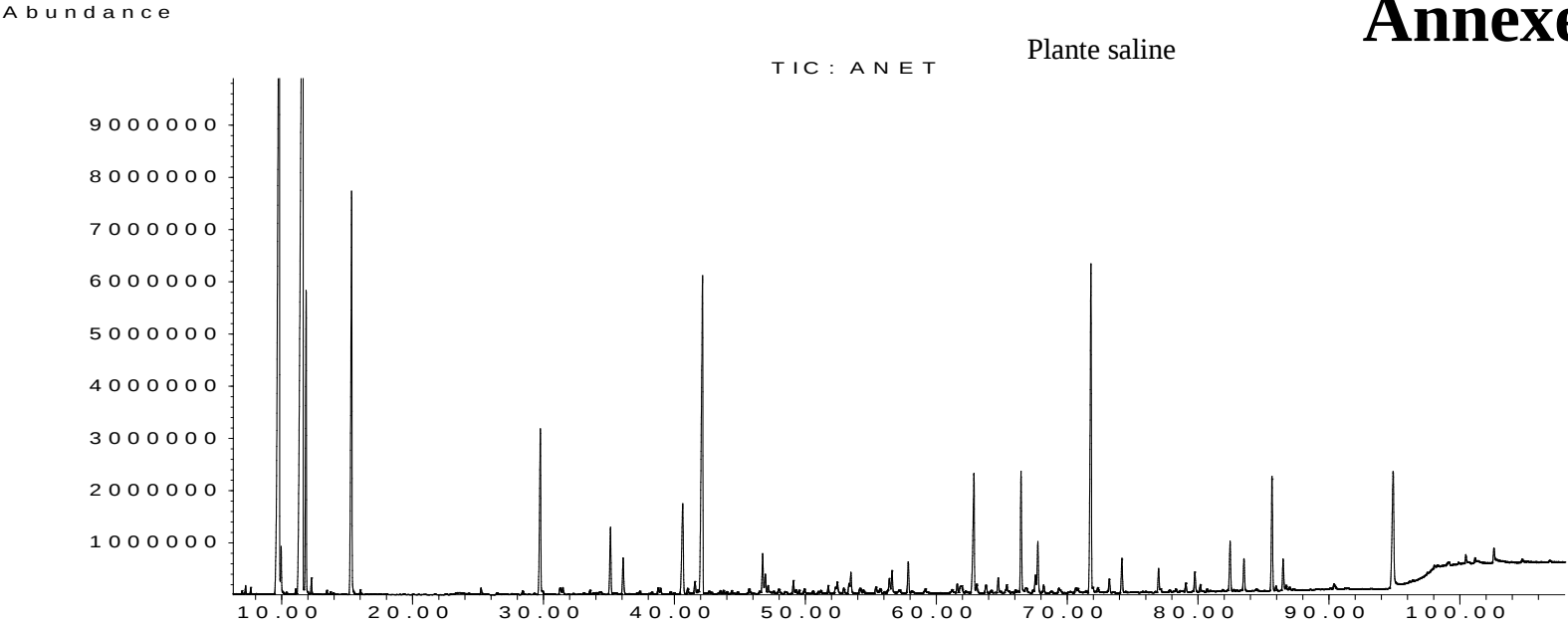


La croissance mycélienne du *Pyrenophora tritici-repentis* au septième jour en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanoïque de la plante de l'aneth Provenant de la région de sidi bel Abbès

Spectre GC-MS de l'huile essentiel de l'aneth



Spectre GC-MS de l'huile essentiel de l'aneth



Time-->

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes condimentaires cultivées dans l'ouest algérien, nous avons choisie (*Anethum graveolens* L.) qui est une plante aromatique de la famille des Apiacées, sa richesse en principes actifs et en substances naturelles lui défère des vertus thérapeutiques, méritant d'être étudiée et valorisée.

Le présent travail a pour but d'étudier l'impact de la salinité du sol sur la culture de cette espèce, dans la région de sidi bel abbés et Mohammadia comme étant un condiment et comme étant une plante médicinale et d'évaluer son potentiel phytochimique et bioactif, notamment l'activité antioxydante, l'activité antiarthritique, l'activité antidiabétique. Ainsi que l'activité antifongique.

L'étude physiologique, a mis en relief l'impact de la salinité du sol sur les différents stades de développement de l'aneth, ainsi que le rendement en biomasse et en semences.

Le screening phytochimique a démontré que l'extrait de la plante étudiée est riche en terpénoïdes, en flavonoïdes, en saponosides et en tanins. Le dosage des composés phénoliques, par la méthode colorimétrique, via la spectrophotométrie, a mis en évidence, des quantités plus ou moins remarquables selon la nature du sol. En effet, les teneurs les plus importantes en polyphénols et en flavonols, ont été révélées dans les extraits alcooliques de la semence récoltée à partir du sol salin, à raison de $138 \pm 4,71 \text{ mg/g}$ et $41,62 \pm 0,9 \text{ mg/g}$ respectivement ; alors que pour les flavonoïdes, les tannins les plus appréciables sont celles obtenues à partir des extraits alcooliques de la semence récoltée à partir du sol non salin, à raison de $102,36 \pm 6,51 \text{ mg/g}$.

Cependant, pour les trois tests d'activité antioxydante, la biomasse de l'aneth a donné une très bonne activité de cette plante alors que l'extrait de semence saline a montré la plus forte inhibition des radicaux ; DPPH de $83,50 \pm 0,19\%$, ABTs de $93,81 \pm 0,30\%$ et chélation des métaux de $90,31\% \pm 0,015$.

Néanmoins, l'activité antiarthritique la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait issu de la semence saline avec un pourcentage d'inhibition de 90 %. L'effet de l'extrait d'aneth sur le diabète n'a pas dépassé les 56% à la concentration de $200 \mu\text{g/ml}$.

La plante sous stress salin a montré une efficacité prononcée contre les souches fongiques : *Pyrenophora tritici-repentis* et *Rhynchosporium secalis*, duquel, 10 mg/ml est la concentration minimale inhibitrice.

La caractérisation de l'huile essentielle par chromatographie de type GC-MS a révélé un nombre plus important de composés chimiques au sein des graines issues du sol modérément salin que les graines semées dans le sol non-salin, avec des composés majoritaires plus ou moins les mêmes et qui sont α -phelladrène, limonène, dill apiole et la carvone.

Mots clés : *Anethum graveolens* L., salinité du sol, extrait alcoolique, activités biologiques, huiles essentielles, caractérisation.