

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département Ecologie et environnement

Laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturels



MÉMOIRE

Présenté par

BENLADGHEM AHLEM

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Ecologie

Thème :

**Etude de l'activité antifongique de l'extrait d'*Urtica dioïca* et
Ruta chalepensis vis-à-vis la pourriture bleu des Agrumes**

Soutenu le, devant le jury composé de :

Présidente	Mme Damerdji Amina	Professeur	Université ABB Tlemcen
Encadrante	Mme Tabti Leila	MCA	Université ABB Tlemcen
Examinatrice	Mme Kassemi Naima	MCB	Université ABB Tlemcen

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Ce mémoire n'aurait pas pu être ce qu'il est, sans l'aide **d'ALLAH** qui m'a donné la force afin de l'accomplir.

En premier lieu, je tiens à adresser toute ma reconnaissance à mon encadrante

M^{me} Tabti Leila, Maitre de conférences au Département Ecologie et Environnement, Faculté SNVSTU, Université de Tlemcen pour avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup de compétence.

Mes plus vifs remerciements vont à **M^{elle} DAMERDJI Amina** professeur au Département Ecologie et Environnement, Faculté SNVSTU, Université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury.

À **M^{me} KASSEMI Naima** Maitre de conférences Au Département Ecologie et Environnement, Faculté SNVSTU, Université de Tlemcen, d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Aussi Mr **ABOURA Réda** ; Mr **Baba Ali Ibrahim** et Mr **BELYAGOUBI Larbi** de m'avoir aidé et pour toutes les informations et les conseils qu'il m'a donné durant la période de la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ce qui m'est chère

"Ma chère mère"

La plus belle créature que Dieu a créée sur terre,

Cette source de tendresse, de patience et de générosité,

Aucune dédicace ne pourra exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération

pour les sacrifices qu'elle a consenti pour mon instruction et mon bien être

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous m'avez apportés depuis mon

enfance et

J'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours que dieu, le très haut vous accorde

santé, bonheur et longue vie

"Mon cher père"

Qui peut être fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations

pour m'aider à avancer dans la vie, mon père qui m'a toujours poussé et motivé dans mes

études. Tu restes dans mon cœur, que dieu le tout puissant, vous accorde santé, bonheur et

longue vie

A mon cher frère "Azzedine" et ma chère sœur "Iness"

A toute ma famille

A tous mes amis "Rajae, Meriem, Farah , Rachida , Fatima, Nouran , Assia"

Et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à cette idéale recherche.

Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces	II
Table des matières	III
Liste Des Abréviations	VI
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Introduction	
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique.....	5
1. Généralités sur les plantes étudiées	Erreur ! Signet non défini.
1.1. <i>Ruta chalepensis</i>	6
1.1.1. Description botanique	6
1.1.2. Répartition géographique	6
1.1.3. Systématique de <i>Ruta chalepensis</i> :	7
1.1.4. Propriétés biologiques et thérapeutiques	7
1.1.5. Composition chimique	8
1.2. <i>Urtica dioïca</i>	8
1.2.1. Descriptions botanique et écologique de la grande ortie.....	8
1.2.2. Répartition géographique	8
1.2.3. Systématique de la plante	9
1.2.4. Composition chimique	10
1.2.5. Propriétés biologiques et thérapeutiques	10
2. Généralité sur les huiles essentielles	10
2.1. Propriétés biologiques et thérapeutiques des huiles essentielles	11
2.2. Mode d'extraction des huiles essentielles	11
3. Généralités sur les agrumes.....	12
3.1. Systématique	13
3.2. Caractéristiques des agrumes	14
3.2.1. Système racinaire	14
3.2.2. Le système aérien	14
3.3. Les variétés d'oranger :.....	17
3.4. Exigences pédoclimatiques:.....	19
3.5. Cycle végétatif annuel des agrumes.....	20

Table des matières

3.6.	Problèmes phytosanitaires des agrumes.....	21
3.7.	Pathologies chez les agrumes.....	25
3.7.1.	Maladies causées par bactéries.....	25
3.7.2.	Maladies cryptogamiques.....	26
Partie 02 : Matériels et Méthodes		29
.1	Présentation de la zone d'étude.....	30
1.1.	Situation géographique de la wilaya de Tlemcen	30
1.2.	Situation géographique de la région Fellaoucene	30
1.3.	Aspect physique	31
1.3.1.	Pédologie.....	31
1.3.2.	Reliefs.....	31
1.3.3.	Hydrologie.....	31
1.4.	Etude climatique de la région d'étude	31
1.4.1.	Choix de la station météorologique.....	31
1.5.	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	33
1.6.	Quotient pluviométrique d'Emberger	34
2.	Préparation des extraits végétaux.....	35
2.1.	Matériel végétal.....	36
2.2.	Matériel biologique	36
2.3.	Milieu de culture	36
2.4.	Identification des moisissures	37
2.5.	Préparation des extraits hydrométhanolique	37
2.6.	Rendement d'extraction	38
2.7.	Extraction des huiles essentielles.....	38
2.8.	Principe de l'extraction	38
2.9.	Détermination du rendement d'extraction	39
2.10.	Préparation de l'inoculum.....	40
2.11.	Activité antifongique des extraits	40
Chapitre 03 : Résultats et Discussions.....		42
1.	Préparation des extraits hydrométhanolique et huiles essentiels	43
1.1.	Rendement d'extrait hydrométhanolique.....	43
1.2.	Rendement d'extraction HE.....	44
2.	Identification des moisissures isolées :	46
3.	Test de l'effet antifongique	46

Table des matières

3.1. Effet d'extrait hydrométhanolique de <i>R. chalepensis</i> et <i>U. dioïca</i> sur <i>Aspergillus niger</i> et <i>Aspergillus sp.</i>	47
3.2. Effets de l'HE de <i>R. chalepensis</i> et <i>U. dioïca</i> sur <i>Aspergillus niger</i> et <i>Aspergillus sp.</i> 47	
3.3. Effets de l'HE de <i>R. chalpensis</i> sur <i>A. niger</i>	49
3.4. Effets de l'HE de <i>R. chalpensis</i> sur <i>Aspergillus sp.</i>	49
3.5. Effets de l'HE d' <i>U. dioïca</i> sur <i>Aspergillus niger</i>	50
3.6. Effets de l'HE d' <i>U. dioïca</i> sur <i>Aspergillus sp.</i>	50
Conclusion	52
Références	54

Liste Des Abréviations

C° : Degré Celsius

CMI : Concentration minimale inhibitrice

DMSO: Dimethylsulfoxyde

Ext hydr méth : extrait hydrométhanologique

HE : Huile essentielle

INPV : Institut National de Protection des Végétaux

ITAF : Institut de Techniques de l'Arboriculture Fruitière

K : Kelvin

m/V : Masse à Volume

mg : milligramme

ml : millilitre

mm : millimètre

O.N.M : Office National Météorologique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

P : Précipitations

PDA : dextrose de pomme de terre

T° : Température

V/V : Volume à Volume

µl : microlitre

Liste des figures

Figure 1 : <i>Ruta chalepensis</i> (Originale).....	7
Figure 2 : <i>Urtica dioïca</i> (Originale)	9
Figure 3 : Arbre d'oranger(Originale)	14
Figure 4 : Différentes formes des feuilles d'agrumes.....	15
Figure 5 : Schéma de la fleur des agrumes (Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996).....	16
Figure 6 : Coupe transversale (A) et coupe longitudinale (B) d'une clémentine (Site N° :01)	17
Figure 7 : Différentes variétés de l'oranger (Site N° :02)	18
Figure 8 : Puceron noir sur agrumes (site 03)	22
Figure 9 : (A) fruit, (B) feuilles d'agrumes attaqué par cochenille noire de l'oranger (Site N° :04 et 05)	23
Figure 10 : Mineuse des agrumes <i>Phyllocnistis citrella</i> (Site N° : 06)	24
Figure 11 : Fruits d'agrumes attaqué par la mouche méditerranéenne (Site N° :07).....	25
Figure 12 : Les symptômes du <i>Xanthomonas. axonopodis</i> au niveau de la feuille,	26
Figure 13 : fumagine sur les feuilles des agrumes (site 09)	28
Figure 14 : Situation géographique de la commune de Fellaoucene par rapport à la wilaya de Tlemcen	30
Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de station Zenâta (1991-2020).....	34
Figure 16 : Climagramme pluviométrique de quotient d'Emberger (Q2) de station Zenâta (1991-2020).....	35
Figure 17 : Extraction par macération	38
Figure 18 : Montage d'Hydrodistillation	39
Figure 19: Résultats du rendement d'extraction Hydrométhanolique et HE <i>R. chalepensis</i> et <i>U. dioïca</i>	45
Figure 20 : Observation macroscopique et microscopique GX 40 des moisissures isolées (A : <i>Aspergillus niger</i>), (B : <i>Aspergillus</i> sp).....	46
Figure 21 : Résultats du test antifongique de l'HE d' <i>U. dioïca</i> sur <i>Aspergillus</i> sp. (à gauche) et <i>A. niger</i> (à droite)	48
Figure 22 : Résultats du test antifongique de l'HE de <i>Ruta chalpensis</i> sur <i>Aspergillus</i> sp. (À gauche) et <i>A. niger</i> (à droite)	48
Figure 23 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'HE de <i>R. chalpensis</i> sur <i>A.niger</i>	49

Liste des figures

Figure 24 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'HE d'*U. dioïca* sur *Aspergillus* sp. . 50

Liste des tableaux

Tableau 1: Systématique de <i>Ruta chalepensis</i>	7
Tableau 2: Systématique de <i>l'Urtica dioïca L.</i>	9
Tableau 3 : Systématique des agrumes	13
Tableau 4 : Caractéristiques de la station de Zenâta.	32
Tableau 5 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station de Zenâta (1991-2020) Source : (infoclimat.fr).....	32
Tableau 6: Moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Zenâta (1991-2020) (infoclimat.fr).....	32
Tableau 7 : Amplitude thermique de la station de Zenâta.....	33
Tableau 8 : Application numérique avec les données de la station Zenâta.....	35
Tableau 9 : Caractéristiques des plantes	36
Tableau 10 : Résultats de rendement en extrait Hydrométhanolique de <i>R. chalpensis</i> ; <i>U. dioïca</i>	43
Tableau 11 : Propriétés organoleptiques des huiles des plantes testées.	44
Tableau 12 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des HEs de <i>R. chalpensis</i> et <i>U. dioïca</i>	47

Introduction

Introduction

L'agriculture a toujours joué un rôle crucial dans l'histoire de l'humanité et elle a été à l'origine de révolutions socio-économiques à travers le monde. Parmi les différentes cultures fruitières et leur importance socio-économique à l'échelle mondiale, l'agrumiculture occupe une place prépondérante. En termes de volume de production, elle se classe parmi les trois premières productions fruitières mondiales, dépassant les groupes des bananes et du raisin (**Loeillet, 2008**).

Les agrumes jouent un rôle économique significatif dans de nombreux pays, et l'Algérie ne fait pas exception. En Algérie, les agrumes offrent une source d'emploi et d'activité économique importante, tant dans le secteur agricole lui-même que dans diverses industries connexes telles que le conditionnement, l'emballage, la transformation, le transport, etc.) (**Ferhat et al., 2010**).

Selon **Biche (2012)**, une grande partie de la production d'agrumes est destinée à l'autoconsommation, ce qui représente le principal entraîné de l'agrumiculture. Au cours des trente dernières années, la proportion de la production totale destinée à l'autoconsommation est restée stable, autour de 60 %, sans connaître une progression significative.

Les agrumes sont vulnérables aux attaques de différents agents phytopathogènes, ce qui peut entraîner des maladies et des ravageurs qui endommagent les fruits et/ou les arbres (**Ghelamallah, 2005**). Ces maladies des plantes sont causées par divers agents pathogènes tels que les virus, les phytoplasmes, les bactéries, les champignons, les protozoaires, etc. Ces parasites sont infectieux car ils envahissent l'hôte et se multiplient, et ils sont également contagieux, se transmettant d'une plante infectée à une autre saine. Les champignons phytopathogènes sont responsables d'environ la moitié des maladies cryptogamiques connues.

Alors notre étude c'était sur les *Aspergillus* qui se considèrent comme une maladie peuvent causer des dommages importants chez l'homme ainsi que chez les espèces végétales (**Dorrance et al., 2004**). Les produits chimiques sont généralement utilisés pour remédier à ces problèmes, mais ce traitement présente rapidement des limites en raison de divers inconvénients tels que la pollution, la phytotoxicité, le déséquilibre biologique et les risques pour la santé humaine.

Dans la recherche de nouvelles molécules bioactives, l'exploration des ressources naturelles, en particulier les plantes médicinales, apparaît comme une piste prometteuse. En raison de leur biodiversité, les plantes médicinales constituent une vaste réserve de substances

Introduction

actives (Scherrer et al., 2005). Elles sont facilement accessibles et largement utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter différentes affections (Sardi et al., 2011). Les plantes médicinales offrent ainsi une source inépuisable de substances naturelles pouvant être utilisées dans le développement de nouveaux agents antifongiques tels que *Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca* (Cannas et al., 2014).

Actuellement, les huiles essentielles (HEs) attirent de plus en plus l'attention des chimistes, biologistes et médecins en raison de leur utilisation potentielle dans le traitement de certaines maladies infectieuses. En effet, avec la diminution de l'efficacité des antibiotiques synthétiques, les HEs offrent une alternative prometteuse. De plus, elles sont également étudiées pour leur capacité à préserver les aliments contre l'oxydation, constituant ainsi une alternative aux produits chimiques de synthèse couramment utilisés à cette fin (Ouis, 2015).

Dans cette optique, une étude a été entreprise afin d'évaluer l'effet des extraits de ces plantes médicinales sur deux champignons phytopathogènes à savoir *Aspergillus niger* et *Aspergillus sp*. Ces deux derniers sont largement répandus à travers le monde, mais ils sont plus fréquemment associés aux régions caractérisées par un climat chaud (Castegnaro et Pfohl-Leszkowicz, 2002). Ces champignons se développent sur la matière organique en décomposition, tels que le sol, le compost, les denrées alimentaires et les céréales. (Morin, 1994).

La lutte contre ces maladies en utilisant des pesticides dans les sols peut entraîner une pollution de l'environnement, des eaux souterraines et la résistance des souches pathogènes. Par conséquent, les méthodes de lutte chimique ne sont pas toujours satisfaisantes. Les approches de lutte biologique peuvent offrir une alternative en contournant ces problèmes. Le contrôle biologique, réalisé à l'aide de microorganismes bénéfiques, permet d'augmenter le rendement et d'améliorer la qualité des cultures en éliminant directement les agents pathogènes ou en induisant la résistance des plantes. Ce procédé de bio-protection, qui n'est pas polluant, permet de réguler efficacement les attaques des champignons pathogènes, sans effets néfastes sur la santé humaine ou l'environnement.

Ainsi, ce travail a pour objectif l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles et des extraits hydrométhanoliques, de deux plantes médicinales *Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca* vis-à-vis des espèces fongiques en milieu gélosé.

Introduction

L'approche est effectuée en Cinq parties :

- Un premier chapitre comprend une synthèse de données bibliographiques générales sur les plantes médicinales et sur les agrumes et les problèmes phytosanitaires ;
- Un deuxième chapitre représente l'étude de milieu qui comporte : présentation de la région d'étude, aspect physique, étude bioclimatique, le matériel et la méthodologie du travail ;
- Un troisième chapitre consacré à l'interprétation des résultats obtenus et une discussion ;
- A la fin une conclusion et perspectives.

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

1. Introduction

Les plantes médicinales sont couramment utilisées dans la médecine traditionnelle, et leur composition chimique complexe confère une valeur thérapeutique significative. Les produits naturels dérivés des plantes offrent ainsi un potentiel prometteur pour la découverte de nouveaux ingrédients actifs et/ou de médicaments.

1.1. *Ruta chalepensis*

1.1.1. Description botanique

La rue d'Alep, C'est une espèce méditerranéenne, relativement commune dans toute l'Algérie septentrionale (**Baba Aissa, 1999**) au nord-est de l'Afrique, sud de l'Europe et le sud-ouest de l'Asie (**Mioulane, 2004**).

Ruta chalepensis L. est une plante aromatique vivace à fleurs jaunes, caractérisée par un feuillage léger et glanduleux qui dégage une forte odeur fétide. Elle possède une tige ligneuse à la base et peut atteindre une hauteur de 80 cm. Les feuilles de cette plante sont très larges, ce qui lui a valu le synonyme *Ruta macrophylla*, signifiant « Rue à grandes feuilles ». Les feuilles sont composées, avec les feuilles inférieures prenant la forme de stipules et étant pétiolulées. Chaque feuille est divisée en plusieurs segments qui sont ensuite subdivisés en de plus petites folioles ovales-oblongues (**Couplan, 2012**)

Les feuilles de cette plante ont une longueur de 6 à 12 cm et dégagent une odeur agréable. Elles sont de forme ovale, larges et d'un bleu-vert vif. Les feuilles présentent de nombreux lobes qui sont oblongs, lancéolés ou aborales. Pendant la saison estivale, la plante produit des fleurs en forme de coupe d'un diamètre d'environ 1 à 2 cm. Ces fleurs sont d'un jaune foncé et présentent quatre ou cinq pétales ornés de longs poils frangés. Les fleurs sont regroupées en grappes lâches. (**Mioulane, 2004**).

1.1.2. Répartition géographique

Ruta chalepensis L. est une plante originaire du Sud-Est de l'Europe, notamment de pays tels que l'Ukraine, l'Albanie, la Bulgarie et l'ex-Yougoslavie. Elle est largement rédigée dans toute l'Europe et en Afrique du Nord. Cette espèce méditerranéenne est bien connue en Algérie septentrionale, où elle pousse à l'état sauvage dans les rocailles et les zones arides du Tell. On la trouve également dans toute la région méditerranéenne et elle

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

est cultivée à l'ouest de l'archipel indonésien, au Mexique, en Amérique centrale et en Amérique du Sud (Mille Spiga, 2016).

1.1.3. Systématique de *Ruta chalepensis* :

Tableau 1: Systématique de *Ruta chalepensis* (Bourouis N. et Merazka F., 2018).

Règne	Plantea
Sous règne	Tracheobionta (plantes vasculaires)
Super division	Spermatophyta (plantes à graine)
Division	Magnoliophyta (plantes à fleurs)
Sous division	Angiospermae
Classe	Magnoliopsida (Eudicot)
Ordre	Sapindales
Famille	Rutaceae
Genre	<i>Ruta</i>
Espèce	<i>Ruta chalepensis</i>



Figure 1 : *Ruta chalepensis* (Benladghem A.,2023)

1.1.4. Propriétés biologiques et thérapeutiques

La plante *Ruta chalepensis* L. possède des propriétés médicinales elle est utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays. Elle est réputée pour ses effets laxatifs, anti-inflammatoires, analgésiques, antispasmodiques et abortifs. De plus, elle est

utilisée comme traitement contre l'épilepsie, pour favoriser les règles et pour traiter diverses affections cutanées. (**Merghache et al., 2009**)

1.1.5. Composition chimique

Genre *Ruta* L. a été largement élargi, ce qui a permis d'identifier de nombreux métabolites secondaires appartenant à une grande variété de classes chimiques, couvrant évidemment tous les types de composés caractéristiques de la famille des Rutaceae, à l'exception des substances amères de type tétranotriterpénoïde.

Les espèces de *Ruta* ont ainsi été isolées et étudiées pour la présence d'huiles essentielles (HE), d'alkaloïdes, d'amides, de coumarines, de lignanes, de flavonoïdes et de triterpénoïdes, reflétant ainsi la diversité des métabolites secondaires dans la famille des Rutacées (**Tabti B. et al., 2009**).

1.2. *Urtica dioïca*

1.2.1. Descriptions botanique et écologique de la grande ortie

La **grande** ortie, *Urtica dioïca* L., est une plante herbacée originaire d'Eurasie. Appartenant à la famille des Urticaceae, la grande ortie est l'une des espèces les plus courantes du genre *Urtica*. Elle présente une tige habillée pouvant atteindre 2 mètres de hauteur. Sa floraison se produit de juin à septembre (**Cecchini et al., 2008**).

Upton (2013) a démontré que la grande ortie est un excellent exemple de plante dioïque, avec des pieds mâles et d'autres femelles, portant ainsi des fleurs unisexuées. Ces fleurs sont polonisées par le vent (anémophile) et leurs graines sont dispersées par le vent (anémochores).

Urtica dioïca L. peut pousser sur différents types de sols, qu'ils soient argileux, sablonneux, calcaires ou siliceux. Cependant, ces sols doivent être riches en azote (plante nitrophile) et humides (plante hydrophile). La grande ortie est une plante rudérale très envahissante (**Bertrand, 2000**).

1.2.2. Répartition géographique

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

L'ortie est une plante largement répartie dans les régions tempérées de tous les continents et elle est originaire d'Eurasie (Camille et Christine, 2009). Elle est présente à l'échelle mondiale, y compris dans les régions montagneuses situées jusqu'à une altitude de 2400 mètres (Draghi, 2005). Elle est présente en Afrique, en Asie occidentale, en Amérique du Sud et en Europe. (Zhang et al., 2005).

En Algérie, on peut le trouver dans les ravins frais des montagnes de l'Atlas de Blida et du Djurdjura, ainsi qu'à proximité des habitations, des jardins, des fossés, des ruines et en lisière des bois (Bertrand, 2002).

1.2.3. Systématique de la plante

Selon Cabi (2018), la position systématique d'*Urtica dioïca* L. est la suivante

Tableau 2: Systématique de l'*Urtica dioïca* L

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Ordre	Urticales
Famille	Urticacées
Genre	Urtica
Espèces	<i>Urtica dioïca</i>



Figure 2 : *Urtica dioïca* (Benladghem A., 2023)

1.2.4. Composition chimique

Depuis la seconde moitié du 19^e siècle, de nombreuses études ont été adaptées sur la composition chimique des différentes parties de l'Ortie dioïque, y compris les feuilles, les fruits, les racines et les poils.

Depuis le début du 20^{ème} siècle, les avancées des techniques de séparation et des méthodes spectroscopiques ont accéléré la reconnaissance de l'importance médicinale de l'Ortie dioïque. Les extraits de racines et de feuilles de cette plante sont largement utilisés en médecine traditionnelle dans de nombreuses régions du monde. Près de cinquante composés de la fraction lipophile de l'Ortie dioïque, tels que les stérols, les acides triterpéniques, les coumarines, les phénols, les lignines, les céramides et les acides gras, ont leur structure chimique connue et se répartissent dans les différents organes de la plante.

(Bennouar Y. et Chekakta S., 2017)

1.2.5. Propriétés biologiques et thérapeutiques

L'ortie suscite un intérêt à la fois scientifique et commercial en raison de sa capacité à fournir de nombreux produits naturels à valeur ajoutée, en exploitant toutes les parties de la plante, notamment la tige, les feuilles, les racines et les graines. **(Di virgilio, 2014)**.

La plante a de nombreuses utilisations dans différents domaines, notamment dans le textile pour la fabrication de cordes, filets de pêche, tissus, papiers, et pour produire des colorants naturels et des bio composites. En médecine, elle est utilisée pour traiter diverses affections telles que l'anémie, le rhumatisme, l'eczéma, la rhinite allergique, l'arthrite, etc., grâce aux extraits de feuilles, de graines et de racines. Elle est également utilisée dans les cosmétiques pour la fabrication de savons, shampoings et lotions pour la peau, Elle peut également être utilisée comme culture fourragère pour les volailles **(Di Virgilio et al., 2015)**.

Elle est réputée pour ses effets antioxydants, anti-inflammatoire, action antifongique, antimicrobienne et antivirale (**Habenda A. et Merouani kh. ,2020**).

2. Généralité sur les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances volatiles, odorantes et huileuses produites par les plantes aromatiques. Elles sont extraites à l'aide de différentes méthodes, telles que

l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro-distillation. Pour un chimiste, une huile essentielle est un ensemble de molécules, tandis qu'un parfumeur la considère comme un arôme et qu'un alchimiste y voit la quintessence ou l'esprit d'une plante. **(Iserin et al .2007)**

En réalité, une huile essentielle englobe tous ces aspects, car elle est à la fois un produit odorant et une composition complexe. Elle est obtenue à partir d'une matière végétale spécifique définie botaniquement, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est généralement séparée de la phase aqueuse par un procédé physique qui n'entraîne pas de changement significatif dans sa composition **(Clarke. 2008)**.

2.1. Propriétés biologiques et thérapeutiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles jouent différents rôles physiologiques dans le règne végétal. Elles utilisent comme mobilisateurs d'énergie lumineuse et régulateurs thermiques pour les plantes, en absorbant les rayons ultraviolets grâce à leurs composants insaturés **(Lograda, 2010)**. Elles contribuent également à maintenir l'humidité des plantes dans les climats désertiques et peuvent favoriser ou repousser les insectes pour favoriser la pollinisation **(Bouhddouda, 2016)**.

En pharmacie, ont diverses utilisations. Elles sont efficaces comme anti-catarrhales, aidant à réduire l'inflammation des muqueuses et l'excès de sécrétion **(Nouioua, 2012)**. Elles possèdent des propriétés irritantes et anesthésiantes, utilisées pour soulager les douleurs rhumatismales, et elles peuvent également agir sur le système nerveux central en exerçant des effets relaxants, déstressant et sédatifs **(Attou, 2011)**. Les HEs ont des propriétés antiseptiques pour les poumons et les reins, peuvent être utilisées comme bain de bouche, ont des effets cicatrisants et stimulants sur l'utérus, et peuvent avoir des effets abortifs en cas d'intoxication **(Labioud, 2016)**.

2.2. Mode d'extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont extraites principalement par des méthodes parmi lesquels **(Samir H., 2009)**

- L'hydrodistillation ;
- L'entraînement à la vapeur de l'eau ;
- micro-onde ;

- par des solvants organiques (soxhlet) ;
- Au CO₂ supercritique

L'hydro distillation est la méthode la plus simple et la plus ancienne utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. Elle repose sur les principes de la distillation hétérogène, en faisant appel aux lois physiques de Dalton et de Raoult.

Le processus d'hydrodistillation implique d'immerger la matière première végétale dans un ballon, que ce soit lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel. Ce récipient est rempli d'eau et placé sur une source de chaleur. La chaleur appliquée provoque la rupture des cellules végétales, permettant ainsi la libération des molécules odorantes qu'elles contiennent. Ces molécules aromatiques se mélangent à la vapeur d'eau, formant un mélange azéotropique.

Les vapeurs produites pendant le processus d'hydro distillation sont ensuite condensées à l'aide d'un réfrigérant. Les huiles essentielles se séparent de l'eau en raison de leur différence de densité. En effet, les huiles essentielles, étant moins denses que l'eau, flottent à sa surface, ce qui facilite leur séparation et leur récupération.

Dans un contexte de laboratoire, le dispositif le plus couramment utilisé pour l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation est le dispositif de Clevenger. Ce dispositif est spécialement conçu pour cette méthode d'extraction. Il comprend un ballon dans lequel la matière végétale est placée, ainsi qu'un réfrigérant et un système de séparation qui permettent de collecter les huiles essentielles extraites (**Mehani M.,2015**). L'hydrodistillation reste une méthode largement utilisée, notamment pour les petites échelles de production ou dans le cadre de travaux de recherche en laboratoire. Cependant, d'autres méthodes plus modernes et efficaces, telles que la distillation à la vapeur d'eau ou l'extraction par solvant, ont été développées pour répondre aux besoins spécifiques de l'industrie des huiles essentielles. (**Mehani M., 2015**)

3. Généralités sur les agrumes

Le mot agrume est d'origine italienne désignant les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent appartenant au genre *Citrus* (**Loussert, 1985**). Ce genre inclus également d'autres fruits tels que les mandarines, les clémentines et les satsumas, les citrons jaunes et verts ainsi que les pamplemousses. (**Loussert, 1987**). Le principal produit transformé à partir d'agrumes est le jus d'orange

Les agrumes sont originaires des pays du Sud-Est Asiatique (Ollitrault et al., 1997). Leurs cultures se confondent avec l'histoire des civilisations chinoises. En effet, c'est avec l'évolution de la civilisation chinoise et Indoue que la culture des agrumes, s'est propagée à l'ensemble des pays du Sud-Est Asiatique, le Sud du Japon et l'archipel de Malaisie (Loussert, 1989).

3.1. Systématique

D'après Praloran (1971), la position taxonomique des agrumes, selon Swingl34 est :

Tableau 3 : Systématique des agrumes

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Sous /embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicotes
Ordre	Geraniales
Famille	Rutaceae
Sous /Famille	Aurantoideae
Tribu	Citreae
Sous tribu	Citrinae
Genre	<i>Fortunella, Poncirus, Citrus</i>

- a) **Le genre *Poncirus*** : Contient une seule espèce: *Poncelus trifogliata*. Cette espèce est essentiellement utilisée comme base. Son fruit est immangeable (Loussert, 1989).
- b) **Le genre *Fortunelle*** : Contient six espèces, mais seulement deux d'entre elles font l'objet de certaines cultures. C'est de *Fortunera Marguerite*. Les fruits produits par les espèces *Fortunella* portent le nom commercial : Kumquat (Loussert, 1989).
- c) **Le genre *Citrus*** : Avec ses 145 espèces dénombrées, le genre le plus important. C'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées qui sont :
- les orangers (*Citrussinensis*), les mandariniers (*C.reticulata*), les clémentiniers (*C.climontia*), les citronniers(*C.limon*), les pomelos(*C.paradisi*), les cédratiers (*C.medica*), le bigardier (*C.aurantium*) (Loussert, 1989).

3.2. Caractéristiques des agrumes

Les agrumes sont des petits arbres ou arbustes, dont la taille peut varier de 2 à 10 mètres de haut suivant les espèces. Leur frondaison est généralement dense et leurs feuilles sont persistantes, à l'exception des *Poncirus*. Leurs fruits, constitués de quartiers remplis de petites vésicules très juteuses, constituent leur principale originalité. Les botanistes lui ont donné un nom particulier: hesperidium, du nom du jardin des Hespérides de la mythologie (**Bénédicté et Bachès M., 2002**).



Figure 3 : Arbre d'oranger (Benladghem A., 2023)

3.2.1. Système racinaire

Selon **Bénédicté et Bachès 2002** en dehors du *Poncirus*, qui a des racines pivotantes profondes, les racines sont superficielles et s'étendent jusqu'à 6-7 m au-dessus du sol. Il recherche l'eau et les nutriments à la base des arbres. Ce trait explique la grande sensibilité des agrumes à la sécheresse.

3.2.2. Le système aérien

a) Le tronc

Les espèces composant les agrumes présentant habituellement un seul tronc presque cylindrique ; mais on observe parfois, sur des arbres non transplantés, de fortes cannelures donnant au tronc l'aspect de colonnes soudées entre elles (**Parloran, 1971**).

Le tronc est de couleur verte lorsqu'il est jeune et gris verdâtre lorsque les arbres sont adultes .C'est au niveau de tronc que se situe la ligne de greffe résultant de l'association de la variété et du porte-greffe. (Loussert, 1987)

b) feuilles et branches

En général, les agrumes ont tendance à se ramifier naturellement, et les feuilles sont denses. Il y a plusieurs poussées de végétation dans l'année, la plus importante étant au printemps, dès que la température dépasse 12 °C. (Bénédicte et Bachè, 2002).

Les feuilles d'agrumes sont persistantes, trifoliées, mais ce dernier caractère n'est apparent que chez les *Poncirus* qui, en revanche, est le seul, parmi les agrumes ; à avoir des feuilles caduques. Les genres *Fortunella* et *Citrus* représentent l'aboutissement d'une évolution au cours de laquelle les deux folioles de base ont disparu (Parloran, 1971).

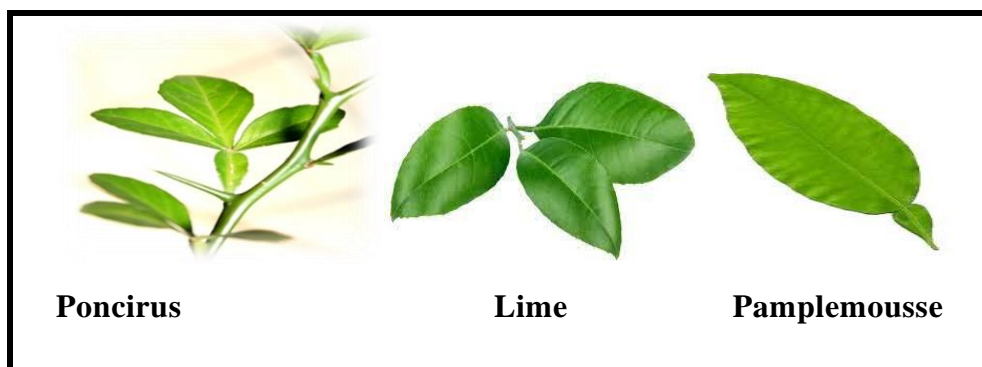


Figure 4 : Différentes formes des feuilles d'agrumes (Site web N°01)

c) Fleurs

Les fleurs s'épanouissent toute l'année, sont très parfumées et se composent de 3 à 5 sépales verts, de 4 à 8 pétales lavés blancs ou rougeâtres, eux-mêmes pourvus de glandes pétrolifères, à filaments disposés en groupes, de 20 à 40 étamines soudées entre elles par 6 à 14 ovaires. Cellules surmontées de style (Lieutaghi, 2004).

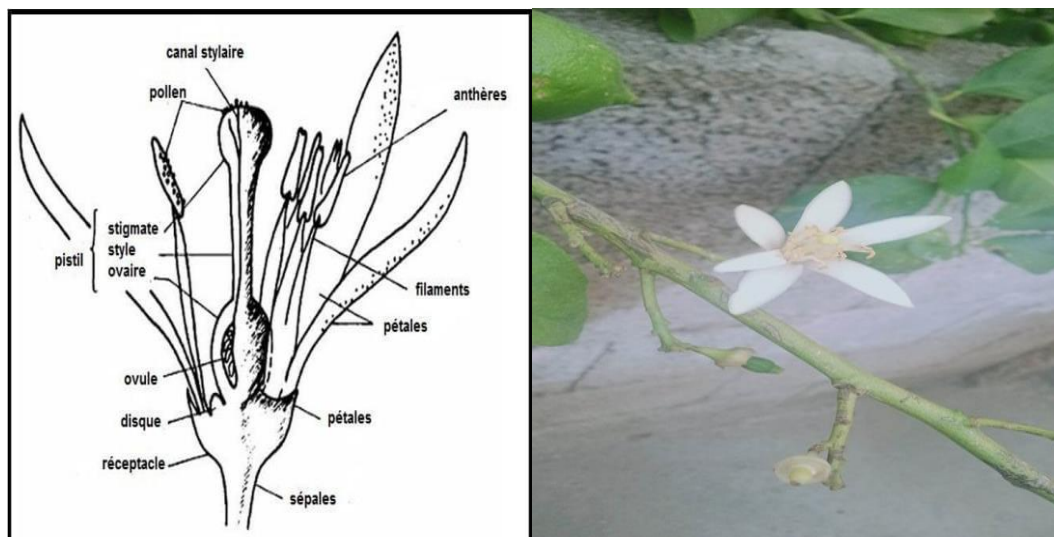


Figure 5 : Schéma de la fleur des agrumes (**Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996**)

d) Fruits et grains

Selon **Bachès (2011)** tous les fruits de *Citrus* sont identiques dans la structure sauf quand il s'agit des dimensions, de la forme et de la couleur.

Le fruit est composé de deux parties: la peau également appelée péricarpe et la pulpe appelée aussi endocarpe. Le péricarpe est constitué de la peau externe correspondante. Mésocarpe correspondant au flavédo et à l'albédo (**Ladanyia, 2008**). Flavédo est la partie extérieure colorée (vert, jaune, orange...) contenant des glandes à huile essentielle. L'albédo décrit l'intérieur de la peau, qui est composé de tissu spongieux de couleur blanchâtre. Au milieu de l'endocarpe se trouve l'axe central du fruit (columelle) entouré de segments. Ce dernier est constitué de sachets de jus (**Salunkhe et Kadam, 1995 ; Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996 ; Ladanyia, 2008**).

Les grains sont selon les variétés inexistantes ou très nombreuses. Leur quantité varie en fonction des différentes plantes en présence lors de pollinisation (**Bénédictte et Bachès, 2011**).

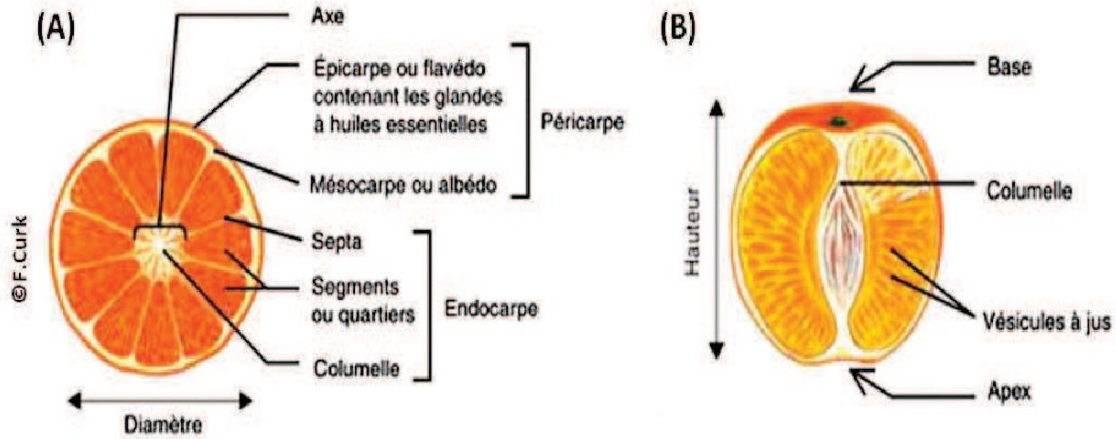


Figure 6 : Coupe transversale (A) et coupe longitudinale (B) d'une clémentine

(Site Web N° :02)

3.3. Les variétés d'oranger :

Il existe de nombreuses variétés d'oranges, mais quelques-unes se partagent le marché

a) Thomson

La production de cette variété s'échelonne de la mi-Novembre à Janvier. D'une part cette dernière fait partie des oranges blondes naval, d'autre part sa maturation est précoce. Aussi une peau fine lisse et brillante. Ses fruits ont une chair plus grossière et moins juteuse. (Mioulane, 1996).

b) Washington

Selon (Loussert, 1989) la peau de cette variété est d'épaisseur moyenne (5mm), et sa chair est croquante, fine et sans pépins.

c) Moro (Sanguine)

Ce dernier se distingue de la Blonde Orange par les points suivants : Présence de pigments qui colorent l'épiderme Viande colorée qui tend vers le rouge sang, sa coloration rouge-sang progresse de façon centripète avec la maturation, et récolte à partir de février Mars (Loussert, 1989).

d) Salustiana

C'est une variété à chair non sanguine est se distingue par des feuilles nettement lancéolées semblables à celle des autres variétés d'orange.

Est un arbre vigoureux, plutôt dressé de taille moyenne à grande, le fruit est de forme sphérique sans pépin et très riche en jus (Chapot et Huet, 1963).

e) Oranger doux

Comme tous les agrumes, l'oranger possède un feuillage persistant, luisant qui lorsqu'on le frotte répand des essences d'agrumes. Les rameaux sont plus ou moins épineux. La floraison blanche ou rosâtre extrêmement odorante a lieu en mars avril. Les fruits sont de taille moyenne et de coloration variable (**Frély, 2015**).

f) Valencia late

La Valencia late est l'une des variétés d'oranges tardives. C'est une orange de taille moyenne, à la peau, ferme et résistante, a une épaisseur de 4mm. Ce qui protège le fruit des chocs lors des manipulations. Ses fruits sont de forme arrondie. Valencia est récoltée d'Avril-Mai jusqu'à Juin-Juillet (**Loussert, 1989**).

g) Maltaise

C'est une variété demi-sanguine, sa forme légèrement ovale, sa peau plus ou moins lisse, de couleur orange et rouge sanguine. Elle arrive à maturité fin Janvier jusqu'à début Avril, (**Hassainya, 2009**).



Figure 7 : Différentes variétés de l'oranger (Site Web N° :03)

3.4. Exigences pédoclimatiques:

a) Le climat

Les climats les plus adaptés aux agrumes sont les climats tropicaux et subtropicaux Humide. On dit que les meilleurs agrumes proviennent de climats subtropicaux humides ou les régions plus arides (climat méditerranéen) (**Rieger, 2002**)

b) La température

Généralement, les agrumes ne peuvent être cultivés de manière extensive qu'en pleine terre sans protection, avec des températures hivernales douces. Ailleurs, ils ont souvent besoin d'être protégés en hiver (**Polese, 2008**).

Les agrumes entrent en dormance lorsque la température descend en dessous de 12°C ou 35°C. Cependant, ces arbustes sont très sensibles aux basses températures et apprécient également le froid relatif pour porter les meilleurs fruits (**Courboulex, 2010**)

c) Les précipitations

Les moyennes annuelles de précipitations adéquates pour les agrumes sont comprises entre 1000 et 1200mm (**Rebour, 1966**), est nécessaire au bon déroulement du cycle dans le bassin méditerranéen. Cette dernière est sensible à la salinité, l'eau et les inondations entraînant l'étouffement des racines et maladie des gommoses pour les porte-greffes sensibles (**Loussert, 1989**).

b) Le sol

Comme tous les arbres et arbustes, les agrumes peuvent pousser dans de nombreux types de sols différents. (**Purseglove, 1968**).

Les agrumes poussent bien dans un sol léger, bien drainé, profond et sain. Contrairement aux sols calcaires, le pourcentage de calcaire actif ne doit pas dépasser 12 %. Le pH du sol doit être voisin de la neutralité. En pH alcalin, l'absorption des oligo-éléments, devient déficiente et les agrumes manifestent des carences en ces éléments (**Loussert, 1989**).

e) L'humidité

Une humidité élevée améliore la qualité gustative du fruit. Cependant, les agrumes **s'adaptent** mal à une forte humidité et deviennent victimes de parasites et champignons. Par contre, en atmosphère trop desséchante, on peut constater des brûlures sur les feuilles et même sur le fruit (Courboulex, 2010)

3.5.Cycle végétatif annuel des agrumes

Selon Praloran (1971) et El Hari (1992) dans Er-Raki (2007), le cycle des agrumes peut être divisé en six périodes principales :

- a) **Pousse végétative** : On trouve trois pousses végétatives chez les agrumes :
 - 1) Pousse de printemps : Commence fin février et se termine début mai. C'est la pousse la plus importante, non seulement à cause du nombre et de la longueur des rameaux émis, mais aussi parce que c'est la pousse florifère.
 - 2) pousse d'été : Commence en Juillet et se termine en Août.
 - 3) pousses d'automne : Commence en octobre et se termine fin octobre, Cette pousse assure le renouvellement des feuilles.
- b) **Floraison** : Elle a lieu en printemps (fin mars à début mai). Le nombre de fleurs que porte un arbre est très important. Elle est estimée à 60 000 sur un oranger mature (Loussert, 1987).
- c) **Pollinisation et la fécondation** : Le pollen est transporté par le vent et les insectes, ce qui rend le temps plus humide et plus frais pour les insectes. Les pollinisateurs sont moins actifs dans l'initiation de la pathogenèse des fruits.

La germination des graines de pollen dans la fleur joue un rôle d'excitateur qui entraîne la fécondation complète et le développement de l'ovaire en fruit Quant à la fécondation les graines de pollen attachées au stigmate des fleurs développent des tubes polliniques et germent dans le style, ensuite l'anthérozoïde qui accompagne le tube pollinique sera ainsi acheminé jusqu'à l'oosphère, et enfin - La fusion de deux gamètes, l'anthérozoïde et l'oosphère, qui est la dernière étape de la fécondation.

- d) **Nouaison** : Elle vient après la fécondation. C'est la première étape de développement du fruit qui suit la fécondation.

- e) **Grossissement du fruit:** Après la nouaison, le grossissement du fruit est rapide (mai-juin), Il dépend de l'âge de l'arbre, des conditions climatiques et de l'alimentation.
- f) **Maturation:** Pendant l'été, le fruit continue de pousser jusqu'en octobre son calibre ultime .La maturation des fruits se caractérise par des modifications de la couleur de l'épiderme et la qualité du jus contenu dans sa pulpe.

3.6.Problèmes phytosanitaires des agrumes

Les agrumes souffrent de diverses maladies et ravageurs qui peuvent affecter gravement le rendement en détruisant les fruits et/ou les arbres (**Ghelamallah, 2005**).

1) Les ravageurs :

Ce sont des organismes animaux qui attaquent les plantes cultivées, ou les récoltes stockées ; en causant un préjudice économique au détriment des agriculteurs (**Chapot et Vittorio, 1996**).

Les ravageurs provoquent des dégâts directs où elles piquent et sucent la sève qui provoque la déformation de leur hôte, ou indirectes, ces sueurs irritantes provoquent la transmission virale et le dépôt de Miellat sur les feuilles. (**Biche, 2012**)

A) Acariens : les acariens responsables des dégâts sur les agrumes (**Loussert, 1989**)

a) L'araignée rouge

Selon **Colombo (2004)** cet acarien tétranychidés favorise ses attaques lorsque le temps est particulièrement chaud et humide, il provoque l'apparition des cloques et une chute importante des feuilles et des fruits.

b) L'acarien des bourgeons (*Aceria sheldoni*)

C'est un phytopte qui attaque les citronniers et les organes fructifères, aussi les fruits montrent des déformations et donnent des fruits monstrueux (**Loussert, 1989**).

B) Nématodes : Le nématode des Citrus, *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, est un nématode semi-endoparasite sédentaire inféodé aux racines de *Citrus*. Ce nématode provoque plusieurs dégâts, principalement une attaque est localisée sur les racines et les radicelles sur lesquelles se manifestent des nécroses. (**Paraloran, 1971**).

a) **Insectes** : Il existe de nombreux insectes qui se développent sur les organes des arbres et qui peuvent causer des dommages importants tout en propageant des maladies virales et bactériennes. Certains des insectes les plus importants de cette classe comprennent :

C) Les pucerons

Selon (**Biche, 2012**) les pucerons sont responsables des dommages directs et indirects sur les plantes. Les dommages directs sont causés par leur action de succion de la **sève**, ce qui peut entraîner des déformations sur les jeunes feuilles et les parties tendres de la plante. Les dommages indirects sont causés par leur rôle de vecteur de maladies virales, qui peuvent se propager rapidement dans toute la plante et causer des dommages graves. De plus, les pucerons produisent du miellat, un liquide sucré qui peut provoquer les insectes nuisibles et les champignons, qui peuvent endommager davantage la plante.



Figure 8 : Puceron noir sur agrumes (**Site Web N° :04**)

D) Les cochenilles

Les cochenilles sont des insectes qui, lorsqu'ils sont présents en grand nombre, peuvent entraîner le dessèchement des feuilles et des branches de la plante hôte. Comme les pucerons, les cochenilles se nourrissent en suçant la sève de la plante et peuvent injecter une salive toxique qui peut être nocive pour la santé de la plante. Cette salive peut causer des déformations et des taches sur les feuilles, ainsi que la croissance de champignons nuisibles. Si l'infestation de cochenilles n'est pas contrôlée à temps, cela peut éventuellement entraîner la mort de la plante (**Bruno, 2012**).



(A)

(B)

Figure 9 : (A) fruit, (B) feuilles d'agrumes attaquées par cochenille noire de l'oranger (Site Web N° :05et 06)

G) Mineuse des feuilles (*Phyllocnistis citrella*) :

C'est un lépidoptère qui appartient à la famille des *Gracillidae* et à la sous-famille des *Phyllocitinae* (Balachowsky, 1996).

Cet insecte cible principalement les jeunes pousses des arbres, contenu à l'extérieur de la ramure. Les larves pondent leurs œufs à l'intérieur des feuilles en formant des galeries argentées, où elles se nourrissent du sucre présent dans les feuilles. Cela peut entraîner un ralentissement de la photosynthèse de la plante, car une partie de la sève produite par la photosynthèse est utilisée par l'insecte. Ces galeries argentées peuvent également rendre les feuilles plus fragiles et plus sujettes aux déchirures, ce qui peut affaiblir davantage la plante (Courboulex, 2010).

Après avoir attaqué les feuilles en formant des galeries argentées et en se nourrissant du sucre des feuilles, les tissus de la plante peuvent se nécroser, c'est-à-dire mourir progressivement. Cette nécrose peut entraîner dans la plupart des cas la chute des feuilles, car la plante ne peut plus les nourrir en nutriments et en eau.

La chute prématurée des feuilles peut affaiblir la plante et la rendre plus vulnérable à d'autres maladies ou parasites (Aubert, 1994).



Figure 10 : Mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* (Site Web N° : 07)

- **Aleurodes:**

Ce sont des homoptères dont leurs larves qui sont d'une taille minuscule de l'ordre de 0.8 à 1mm de diamètre (**Piguet, 1960**).

L'Aleurode peut transmettre des virus à travers les plantes qu'il infeste. Si l'insecte est infecté par un virus, celui-ci peut se propager à la plante hôte et contaminer d'autres organismes qui se nourrissent de celle-ci. Elles représentent des attaques caractérisées par une forte sécrétion de miellat sur la face inférieure des feuilles, suivi de la formation d'une couche visqueuse et blanche d'une épaisseur pouvant dépasser 1mm. Ce miellat attire rapidement un grand nombre de champignons de fumagine, qui se développent en abondance sur cette substance collante (**Loussert, 1989**).

- ***Ceratitis capitata* :**

Selon **Praloran (1971)**, c'est un diptère, l'adulte mesure 4,5 mm d'envergure et 4 à 5 mm de long. La larve de ce diptère possède une paire de crochets robustes comme armature buccale, ce qui lui permet de déchirer la pulpe des fruits.

Cela entraîne la formation de taches chlorotiques isolées qui se transforment rapidement en points mous bruns qui pourrissent. L'attaque de cette mouche des fruits entraîne souvent une maturation prématurée des fruits, suivie de leur chute (**Piguet, 1960**).



Figure 11 : Fruits d'agrumes attaqué par la mouche méditerranéenne (Site Web N° :08)

3.7.Pathologies chez les agrumes

Les agrumes sont en effet vulnérables à un certain nombre de maladies causées par des champignons, des bactéries et des virus qui peuvent affecter diverses parties de la plante, notamment les feuilles, les racines, les fruits et le xylème. Voici quelques exemples de maladies courantes qui utilisent les agrumes :

3.7.1. Maladies causées par bactéries

a) Chancre bactérien des agrumes

Il s'agit du "Chancre citrique", une maladie causée par la bactérie *Xanthomonas campestris* pv. *Citrumelo*. Qui affecte les agrumes tels que les oranges, les citrons et les pamplemousses. Cette maladie est considérée comme très grave car elle peut entraîner des pertes économiques importantes pour les producteurs d'agrumes.

Cette maladie infecte toutes les parties aériennes de la plante. Elle provoque des symptômes qui se manifestent par - Des petites taches translucides et des lésions des feuilles, des tiges et des fruits des arbres. - Développement de pustules brunes et liégeuses sur la tige des plantules. - Éruptions verticalement et horizontalement, formant des plaquettes rectangulaires (**Gottwald et al., 2002**).



Figure 12 : Les symptômes du *Xanthomonas Axonopodis* au niveau du feuille, fruit et rameau (Site webN° :09)

b) Bactériose des agrumes

Il s'agit de la maladie appelée "bactériose", qui est causée par la bactérie *Pseudomonas syringae*. Les symptômes de cette maladie se manifestent généralement sur la partie de la fronde la plus s'expose au vent, souvent sur la face nord. Les symptômes de la bactériose se caractérisent par des taches brunes aqueuses qui partent de l'aisselle du pétiole et se dessèchent, entraînant un flétrissement et un enroulement de la feuille sur elle-même, bien qu'elle reste solidement attachée avant de se dessèche complètement. Cette maladie peut également causer des taches brunes allant jusqu'à ceinturer le rameau. Les conditions environnementales qui empêchent l'évolution de *Pseudomonas syringae* sont l'humidité combinée à des températures basses. La pénétration de la bactérie dans les feuilles est favorisée par les petites plaies causées par le vent ou les faibles gelées (Jacquemond et al., 2013).

3.7.2. Maladies cryptogamiques

Les agrumes sont vulnérables à de nombreuses maladies cryptogamiques, qui peuvent affecter toutes les parties de la plante, y compris les racines, le tronc, les branches, les rameaux, les organes floraux, les feuilles et les fruits. (Benoufella-Kitous, 2005).

a) Gommose à *Phytophthora* :

Il est possible que le champignon soit responsable de ces symptômes soit le *Phytophthora*, un genre de champignons qui peut infecter les agrumes et causer la pourriture des racines, la gommose, la mort subite de l'agrume, et d'autres

maladies. Le *Phytophthora* peut se développer dans des sols mal drainés et excessivement humides, et peut se propager à travers l'eau d'irrigation ou des pluies abondantes. Lorsque le *Phytophthora* infecte les racines d'un arbre, il provoque un craquellement de l'écorce et une exsudation de gomme à la base des charpentières, ainsi qu'un flétrissement progressif des feuilles et des branches. À moyen et long terme, cette maladie peut entraîner la mort de l'arbre. (ITAFV, 2012).

b) Pourriture verte :

Il s'agit d'une maladie post-récolte des agrumes causés par le champignon *Penicillium digitatum*. Cette maladie peut se développer à toutes les étapes de la chaîne de production et de distribution, de la récolte à la consommation, et est responsable de pertes économiques significatives dans le monde entier.

La pourriture verte est facilement détectable grâce à sa couleur caractéristique vert-gris sur l'écorce des fruits infectés. Au début de l'attaque, l'écorce du fruit s'éclaircit et devient molle. Ensuite, un duvet blanc se forme, suivi de l'apparition de spores vertes. À mesure que la maladie progresse, le mycélium du champignon se développe et produit de plus en plus de spores, ce qui entraîne la destruction du fruit. (Bancroft et al., 1984 ; Eckert & Eaks, 1989).

c) Pourriture noire du Fruit :

La pourriture noire du fruit est causée par le champignon *Alternaria citri*, qui est un pathogène de blessures. Ce champignon peut pénétrer dans les fruits d'agrumes par les ouvertures naturelles telles que l'ombilic, la cicatrice stylaire ou les craquelures de base du pédoncule. Il peut également pénétrer par des lésions accidentelles telles que des grattages d'épiderme ou des plaies de coupe du pédoncule.

La pourriture noire du fruit provoque une décoloration noire des graines et des taches brunes circulaires qui s'agrandissent et fusionnent, entraînant la pourriture des fruits. Cette maladie est peu visible à l'extérieur du fruit, car le champignon s'installe en profondeur et nécrose la pulpe. (Isshiki et al., 2001)

d) Fumagine :

La fumagine n'est pas un parasite direct des agrumes, mais plutôt un groupe de champignons qui se développe sur le miellat sécrété par certains insectes

ravageurs tels que les cochenilles, les aleurodes, les cicadelles et les pucerons. Le miellat est un liquide sucré excrété par ces insectes lorsqu'ils se nourrissent de la sève des plantes.

Parmi les champignons responsables de la fumagine, on peut citer *Capnodium citri*, qui est l'un des plus communs sur les agrumes. La fumagine se présente sous forme de dépôts noirs et poudreux sur les feuilles, les tiges et les fruits, ce qui peut nuire à la photosynthèse et à la croissance des agrumes. **(Jacquemonde et al., 2013).**



Figure 13 : fumagine sur les feuilles des agrumes (Site Web N° :10)

e) **Le Mal secco (*Deuterophoma tracheiphila*)**

également connu sous le nom de dessèchement infectieux, est une maladie causée par le champignon *Deuterophoma tracheiphila* (ACTA, 1990). L'excès de sel dans le sol est un facteur de risque majeur pour le développement de cette maladie **(Jamoussi, 1955).**

Les symptômes du Mal secco peuvent en effet varier en fonction du stade d'infection de l'arbre. Les premiers signes peuvent inclure une légère chlorose, qui est une décoloration jaunâtre des feuilles, qui peut apparaître de manière inégale sur certaines parties de l'arbre. Les rameaux infectés peuvent également présenter une coloration jaune à châtain, tandis que le bois de l'arbre peut prendre une teinte jaune marron. **(Passinetti, 1952).**

Chapitre 02 : Matériels et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique de la wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen se trouve sur la côte nord-ouest de l'Algérie et s'étend sur une longueur de 120 km le long de la mer Méditerranée. Elle partage une frontière avec le Maroc et couvre une superficie totale de 9017,69 km². La ville de Tlemcen, qui est le chef-lieu de la wilaya, est située à 432 km à l'ouest de la capitale, Alger. Notre région d'étude est comprise entre la latitude 34°25' et 35°25' nord et la longitude 0°55' et 2°30' ouest. Elle est géographiquement bordée : Au nord par la mer Méditerranée ; Au nord-est par la wilaya d'Ain Témouchent ; À l'est par la wilaya de Sidi Bel-Abbès ; À l'ouest par la frontière algéro-marocaine ; Au sud par la wilaya de Naâma.

1.2. Situation géographique de la région Fellaoucene

Nous avons mené notre étude dans la commune de Fellaoucene, qui se trouve dans la wilaya de Tlemcen et est géographiquement limitée :

Au nord et au nord-est par Beni Ouarsous Au nord-ouest par Ain Kebira ; au sud et au sud-est par Ouled Riyah ; à l'est par Zenâta ; à l'ouest et au sud-ouest par Ain Fatah. (**Figure : N°14**)



Figure 14 : Situation géographique de la commune de Fellaoucene par rapport à la wilaya de Tlemcen
(<https://www.google.com/maps>.)

1.3.Aspect physique

1.3.1. Pédologie

En règle générale, la wilaya de Tlemcen est connue pour ses sols de couleur rouge et brune de type fersialitique ainsi que pour ses sols calcaires. (**Kaid Slimane, 2000**).

1.3.2. Reliefs

Selon **Kazi Tani (1996)** notre région d'étude, Fellaoucene, est située dans les montagnes de Traras, également connues sous le nom de Monts de Traras. Dans la partie Nord-Ouest de cette zone, on trouve une chaîne côtière de montagnes densément peuplées.

Les forêts sont rares et les zones de reboisement se concentrent principalement autour de Djbel Fellaoucene, tandis que le reste de la région est principalement utilisé pour l'agriculture. Bien que la pluviométrie soit relativement faible pour une région montagneuse et côtière, le climat doux permet la culture de primeurs. Le socle rocheux affleure au nord de Nedroma, notamment dans le Djebel Fellaoucen qui culmine à 1081 m d'altitude. Ailleurs, on trouve surtout des collines marneuses qui sont très sensibles à l'érosion.

1.3.3. Hydrologie

Selon **Kazi Tani (1995)** les cours d'eau de la région de Tlemcen se caractérisent par des écoulements irréguliers et des fluctuations hydrologiques brutales. Le déficit en eau pendant la période estivale entraîne un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau. Les besoins en irrigation sont assurés par les barrages, tels que les barrages d'El Mafrouche, de Sidi El Abdeli, de Beni Bahdel et de Boughrara, qui ont pour origine les deux principaux cours d'eau de la région : le Tafna et l'Isser.

1.4.Etude climatique de la région d'étude

1.4.1. Choix de la station météorologique

Nous avons utilisé les données météorologiques fournies par l'Office National de la Météorologie de Zenâta(**ONM**), la station météorologique la plus proche de notre zone d'étude. Cette station se situe au sud-ouest de la Daïra de Remchi, à une altitude de 285 mètres, avec des coordonnées géographiques de 35°-01 longitude de nord et 01°-25 de latitude

Tableau 4 : Caractéristiques de la station de Zenâta.

STATION	Longitude	Latitude	Altitude
Zenâta	35°-01	1° 25'	285

1.4.1.1. Précipitations

Ramade (2003) souligne que les précipitations sont un facteur écologique crucial qui joue un rôle fondamental dans la fonction et la répartition des écosystèmes terrestres, et qui a également une incidence sur certains milieux aquatiques.

Tableau 5 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station de Zenâta (1991-2020) Source : (infoclimat.fr)

Moins	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
P mm	50.4	37.8	41.9	41.0	29.5	6.8	2.8	18.2	19.2	32.3	48.2	41,5

D'après le tableau N°05, on peut constater que le mois de Juillet est le plus sec enregistré à la station météorologique de Zenâta. En revanche, les mois de Janvier et Novembre sont les plus pluvieux de la région, d'après les données fournies par cette même station.

1.4.1.2. La température

La température est un paramètre physique fondamental qui joue un rôle essentiel dans les écosystèmes et qui est un élément clé pour la croissance et la distribution des plantes.

Tableau 6: Moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Zenâta (1991-2020) (infoclimat.fr)

Mois	Jan	févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Tempe. moyenne (C°)	11.2	12.0	14.1	16.0	19.3	23.0	26.4	27.1	23.8	20.2	15.4	12.5

1.4.1.3. Amplitude thermique moyennes ou indice de continentalité

L'amplitude thermique se définit par la différence entre les moyennes des maximums extrêmes d'une part, et des minimums extrêmes d'autre part, sa valeur est écologiquement importante à connaître.

La continentalité est définie par rapport à l'amplitude thermique moyenne (M-m) elle permet à son tour de préciser l'influence maritime ou au contraire continentale d'une région donnée.

Debrach (1953) a défini le climat en fonction des écarts thermiques (M-m), selon cet auteur, les climats retenus sont :

- Climat insulaire : $M-m < 15\text{ C}^\circ$
- Climat littoral : $15\text{ C}^\circ < M-m < 25\text{ C}^\circ$
- Climat semi-continentale : $25\text{ C}^\circ < M-m < 35^\circ$
- Climat continental : $M-m > 35\text{ C}^\circ$

Tableau 7 : Amplitude thermique de la station de Zenâta

Station	Période	M (C°)	m(C°)	(M-m) (C°)	Etage bioclimatique
Zenâta	1991-2020	27.1	11.2	15.9	Climat littoral

1.5.Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gausсен (1953)** est un outil utilisé pour représenter graphiquement les variations mensuelles des éléments climatiques tels que la température et les précipitations d'une région donnée. Il permet également de mettre en évidence la durée de la période sèche de cette région. C'est un type particulier de diagramme climatique qui aide à visualiser les variations saisonnières du climat d'une zone géographique spécifique.

Le diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gausсен (1953)** permet de représenter les variations mensuelles de la température et de la précipitation d'une région, ce qui permet de mettre en évidence la durée de la période sèche. La période sèche est définie lorsque la pluviométrie mensuelle (p) est inférieure au double de la température moyenne (T) exprimée en degrés Celsius ($p < 2T$). Pour mieux illustrer cette caractéristique, les échelles sont établies de telle manière que 20 mm de précipitations correspondent à 10°C de température, et la courbe des températures est située au-dessus de la courbe des précipitations. La période sèche est donc représentée sur le graphique par la distance entre ces deux courbes : plus cette distance est grande, plus la période sèche est longue.

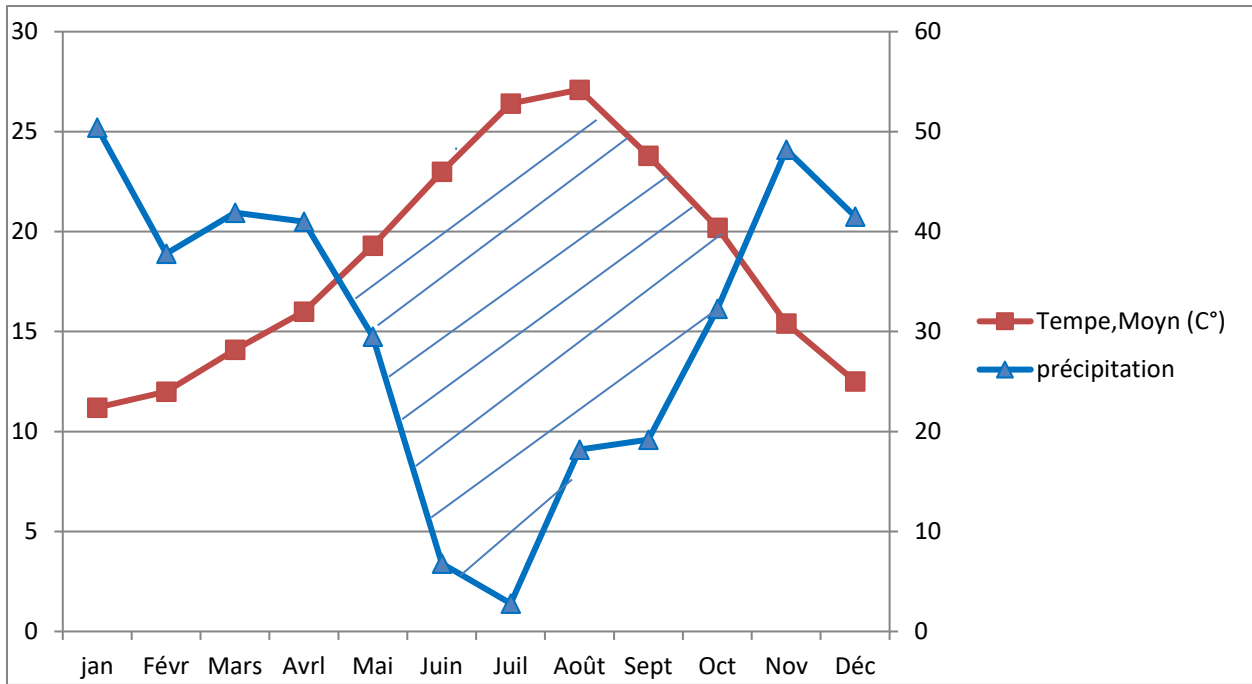


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de station Zenâta (1991-2020)

En comparant les deux diagrammes établis, on constate que la région d'étude se caractérise par une période de sécheresse plus prononcée, illustrée par une surface plus importante entre les deux courbes. Cette période sèche s'étend sur 6 mois, de mai à novembre).

1.6. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le diagramme d'Emberger permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond.

Le quotient pluviométrique d'**Emberger (1930)** Q2 est calculé grâce à la formule suivante :

$$Q2 = \frac{2000 P}{(M^2 - m^2)}$$

P : la moyenne des précipitations annuelles exprimée en mm ;

M : la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimée en K ;

m : la moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en K.

$$T\text{ K} = t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}\text{C}$$

Tableau 8 : Application numérique avec les données de la station Zenâta

Station	Période	P (mm)	M(C°)	m (C°)	Q2
Zenâta	1991-2020	370	27.1	11.2	79.65

Les données de Q2 ont été représentées sur le climagramme d'Emberger, où les valeurs de Q2 ont été placées sur l'axe des ordonnées. L'axe des abscisses représente la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, exprimées en degrés Celsius.

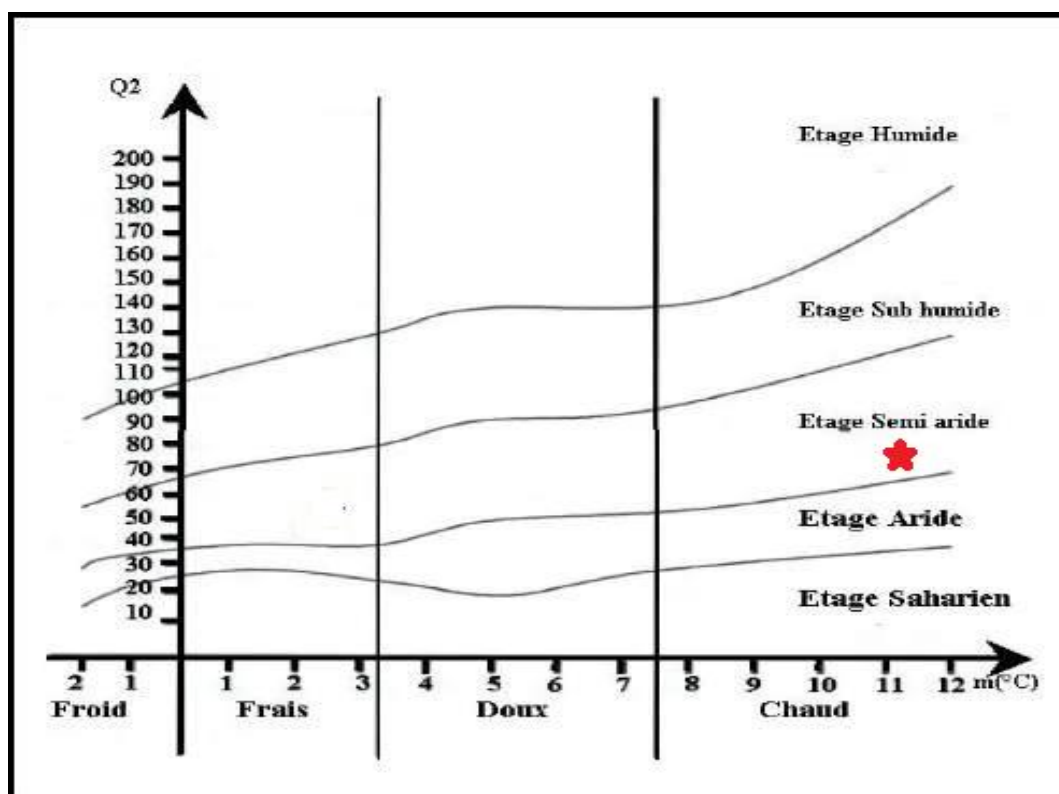


Figure 16 : Climagramme pluviométrique de quotient d'Emberger (Q2) de station Zenâta (1991-2020)

D'après les valeurs de Q2 et le climagramme d'Emberger, la station Zenâta (1991-2020) la station d'étude se positionne sur l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud.

2. Préparation des extraits végétaux

Ce travail a été effectué dans *le laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturels*. Dans ce travail, nous allons essayer de mettre en évidence l'activité antifongique des HEs et des extraits hydrométhanoliques de deux plantes *Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca* vis-

à-vis deux champignons *Aspergillus niger* et *Aspergillus* Sp. isolés à partir des fruits de *Citrus sinensis* de la variété *Washington navel*.

2.1. Matériel végétal

Les feuilles, les tiges et les racines de *Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca* ont été récoltés dans la région de Sidi issa (Wilaya de Tlemcen) durant le mois de Février (tableau N°09). La matière végétale est séchée dans un endroit sec, aéré et à l'abri de la lumière. Les différentes parties des plantes étudiées sont broyées à l'aide d'un broyeur jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Ces deux espèces sont choisies par rapport à leur propriété antifongique et leurs densités dans cette région.

Tableau 9 : Caractéristiques des plantes

Nom scientifique	Nom vernaculaire français	Nom vernaculaire arabe	Lieu de récolte	Parties utilisés
<i>Ruta chalepensis</i>	<i>La rue</i>	الفيجل	Sidi Issa	Les feuilles, Fleurs, racines, tiges
<i>Urtica dioïca</i>	<i>L'ortie</i>	القراص (الحريقة)	Sidi Issa	Les feuilles, Fleurs, racines, tiges

2.2. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué de deux champignons (*Aspergillus Niger*) et (*Aspergillus* sp) isolées à partir de l'écorce des oranges (*w.Navel*) qui ont été récoltés et prélevés au hasard dans la région de Fellaoucene (Wilaya de Tlemcen). Les souches fongiques ont été ensuite, incubées sur gélose PDA dans une étuve à 30°C pendant une semaine en vue de favoriser la croissance mycélienne.

2.3. Milieu de culture

Étant donné que les champignons sont des organismes hétérotrophes qui ont besoin d'une source de carbone. Le milieu PDA (Agar Pomme de Terre Dextrose) a été choisi en raison de sa composition favorable à la croissance des champignons. Pour préparer un litre de ce milieu de culture, les ingrédients suivants sont nécessaires :

- Pomme de terre 200 g.
- Agar agar 20g.
- Glucose 20 g.
- Eau distillé 1000 ml

La préparation du milieu de culture PDA nécessite plusieurs étapes. Tout d'abord, il convient d'éplucher, de laver et de couper en petits morceaux les pommes de terre. Ces morceaux sont ensuite cuits dans de l'eau pendant 15 à 20 minutes. Le filtrat obtenu a été mélangé avec de l'agar agar et du glucose. Le pH du liquide est ensuite ajusté à 5,8. Le milieu de culture est placé par la suite dans un autoclave et stérilisé à 120°C pendant 20 minutes. Après cette étape, le milieu PDA est prêt à être utilisé pour la culture des champignons.

2.4. Identification des moisissures

Identification des genres de moisissures repose sur des caractères cultureux (macroscopique): vitesse de croissance, couleur et texture du thalle,... et les observations microscopiques réalisées par la méthode de microculture (**Hans, 1989**) ou de scotche et en se référant au manuel de **Barnett & Hunter, 1972** et **Breton in Larpent, 1990**; cette méthode consiste à:

Ensemencer les souches sur des morceaux de PDAac. Porter sur des lames stériles. Ces morceaux sont coupés à partir d'une boîte coulée en couche épaisse pour éviter la déshydratation ; ensuite une lamelle est déposée sur l'inoculum les lames sont déposées dans une enceinte tapissée avec du papier imbibé avec de l'eau.

Après 2 à 3j d'incubation à $28 \pm 4^\circ\text{C}$, sur des nouvelles lames stériles, on dépose 2 à 3 gouttes de lactophénol ou bleu de coton pour permettre le gonflement du mycélium et faciliter l'observation microscopique des mycéliums collés sur la lamelle enlevée des morceaux de PDAac. ; L'observation se fait x 40 (**Belyagoubi L., 2007**).

2.5. Préparation des extraits hydrométhanolique

10g de la matière végétale des différentes parties de *Ruta chalepensis* et *Urtica dioica* sont mises en contact avec 100 ml d'un mélange Eau/Méthanol (30/70 ; v/v). La solution est laissée macérer pendant 24 heures à température ambiante et à l'abri de la lumière (**SENHAJI, 2005**). La solution est filtrée à travers d'un papier filtre. Ensuite, le filtrat est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif sous pression réduite pour éliminer le solvant

(méthanol), le reste est distribué dans des cristallisoirs et mis dans une étuve à 40°C afin d'éliminer la fraction aqueuse. Les extraits obtenus sont conservés dans des flacons hermétiques à l'abri de la lumière jusqu'à son utilisation ultérieure.

2.6. Rendement d'extraction

Le rendement d'une extraction est la mesure de la quantité d'extrait obtenue après évaporation du solvant, exprimée en pourcentage de la masse initiale de la plante qui a été utilisée pour l'extraction. Cela permet de quantifier l'efficacité de l'extraction et d'évaluer la qualité de l'extrait obtenu. La formule utilisée pour calculer le rendement des extractions (eau, méthanol), telle que décrite par (Boubekri ; 2014), est la suivante :

$$R \% = M1/M2 \times 100$$

R % : rendement en pourcentage

M1 : masse de l'extrait sec en gramme ;

M2 : masse de la matière végétale en gramme.



Figure 17 : Extraction par macération

2.7. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles des deux plantes *Ruta chalapensis* et *Urtica dioica* l'extraction des huiles essentielles a été effectuée par Hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger.

2.8. Principe de l'extraction

L'Hydrodistillation consiste à porter à ébullition un mélange {eau + matière végétale}. Puis, les vapeurs qui se dégagent seront liquéfiés à l'aide d'un réfrigérant à eau afin

de récupérer les huiles essentielles. En effet, les espèces chimiques odorantes que renferment des nombreuses plantes sont faites de molécules peu ou pas solubles dans l'eau mais souvent volatiles. Initialement mélangées à de l'eau, elles se vaporisent par chauffage en même temps que l'eau et sont entraînées par la vapeur d'eau vers un réfrigérant où elles se liquéfient (ainsi que l'eau). A la sortie du réfrigérant, on recueille un liquide, le distillat ou hydro distillat. Il est en général formé de 2 liquides non miscibles :

- **La phase aqueuse** : La plus abondante, est constituée d'eau dans laquelle sont dissoute très peu d'espèces odorantes
- **La phase organique** :(l'huile essentielle) : est constituée des espèces odorantes



Figure 18 : Montage d'Hydrodistillation

2.9.Détermination du rendement d'extraction

Les huiles essentielles extraites ont été pesées afin de calculer leur rendement, le rendement en huile essentielle(RHE) est défini par le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après l'extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M). Le rendement est exprimé en pourcentage, il est donné par la formule suivante :

$$\text{RHE (\%)} = M'/M \times 100$$

Où :

RHE : Rendement en huile essentielle en %.

M' : Masse d'huile essentielle en gramme.

M : Masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme.

2.10. Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture jeune des souches fongiques sur milieu PDA, nous avons prélevé quelques colonies mycéliennes que nous avons placées dans un tube à vis contenant 10 ml d'eau physiologique 0.9 %. La concentration cellulaire de la solution est ensuite ajustée à une concentration de 10^6 Cellule/ml.



Figure N°19 : Préparation de l'inoculum

2.11. Activité antifongique des extraits

Les extraits ont été testés pour leur activité antifongique par la méthode de diffusion sur gélose. Les solutions mères des extraits à tester sont préparées de telle façon à avoir des concentrations égales à 50 mg/ml. Des disques stériles de 6 mm sont imprégnés par 250 μ l de l'extrait hydrométhanolique (50 mg/ml) et 2.5, 5, 10, 20, 40 et 60 μ l des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca* sont placés à l'aide d'une pince sur gélose PDA

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

préalablementensemencée par 1ml de suspension fongiques. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 30°C pendant 7 jours. Les diamètres des zones d'inhibition (mm) sont mesurés, y compris le diamètre des disques.

Chapitre 03 : Résultats et Discussions

1. Préparation des extraits hydrométhanolique et huiles essentiels

1.1. Rendement d'extrait hydrométhanolique

Après l'extraction et l'élimination de toute trace de solvant, le rendement est calculé Selon la formule ci-dessous :

$$R \% = M1/M2 \times 100$$

Le rendement en extrait Hydrométhanolique obtenu à partir des parties aériennes (feuilles + fleurs + tige) est de 7.2% pour *Urtica dioïca* et 11.5% pour *Ruta chalepensis*. Les résultats sont représentés dans le (tableau N°10).

Tableau 10 : Résultats de rendement en extrait Hydrométhanolique de *R. chalepensis* ; *U. dioïca*

Plantes	Extrait	R%	Colleur	Aspect
<i>Ruta chalepensis</i>	Hydrométhanolique	11,5%	Vert clair	Poudre
<i>Urtica dioïca</i>	Hydrométhanolique	7,2%	Vert foncé	Poudre

Ce résultat est inférieur à celui trouvé par **Chikh Benchaib B., (2020)** qui ont travaillé sur la partie aérienne *Urtica dioïca* où ils ont trouvé d'une part un rendement de l'extrait aqueux le plus élevé (20%) suivi par celui de l'éthanol (9%) d'autre part une élévation d'extrait de dichlorométhane (6%).

Les résultats obtenus dans une autre étude menée en Inde par **Joshi et Uniyal , (2014)** concernant la même espèce, *Urtica dioïca*, diffèrent des nôtres. Ils ont obtenu un rendement de 3,25 % pour l'extrait éthanoïque, 1,95 % pour l'extrait aqueux et 4,5 % pour l'extrait d'acétate de méthyle. Cela peut être due à la polarité des solvants.

Bergheul S., (2018) a constaté que l'extrait méthanolique des feuilles de *R. chalepensis* enregistre un rendement de 1,85 % suivi par l'extrait des feuilles de *R. angustifolia* avec un rendement de 1,51 %.

Cependant, ces résultats sont significativement plus faibles que ceux obtenus par **Attou (2011)**, qui ont rapporté des rendements d'environ 19,81 % pour les feuilles et 5,75 % pour les tiges de *R. chalepensis*. Cette disparité peut probablement être attribuée à la différence dans les méthodes d'extraction utilisées.

1.2. Rendement d'extraction HE

Après l'extraction et l'élimination de toute trace de solvant, le rendement est calculé selon la formule ci-dessous.

$$\text{RHE (\%)} = (\text{MHE} / \text{MS}) \cdot 100$$

Le rendement en huiles essentielles obtenu à partir des parties aériennes (feuilles + fleurs+tige) est de 0.55% pour *Urtica dioïca* et 2.7% pour le *Ruta chalepensis* les résultats sont représentés dans le (tableau N°11)

Tableau 11 : Propriétés organoleptiques des huiles des plantes testées.

	Couleur	Odeur	Aspect	R%
<i>Urtica dioïca</i>	Jaune verdâtre	Forte odeur	Liquide huileux	0.55%
<i>Ruta chalepensis</i>	Limpide, blanche	Forte odeur	Liquide congelable	2.7%

Les résultats obtenus dans notre étude sont inférieurs à ceux trouvés par **Aouadhi et al. (2013)**, **Daoudi et al. (2016)**, et **Ghazghazi et al., (2015)**, qui ont travaillé sur la partie aérienne de *Ruta chalepensis* et ont obtenu des rendements moyens d'extraction de 0,85 %, 1% et 0,9 % respectivement. Cette disparité peut être due à la qualité de la matière végétale collectée ainsi qu'à la région de collecte et aux facteurs climatiques.

Dans une autre étude menée par **Boughendjioua , (2019)**, des échantillons de feuilles séchées de *Ruta chalpensis L.*, collectées dans la région de Souk-Ahras, ont donné un rendement en huile essentielle de l'ordre de 0,65 %.

Semerdjieva et al., (2019) ont obtenu un rendement en huile essentielle de fruits séchés de *R. graveolens* de 0,39 %, et ils ont observé que la majorité de la quantité d'huile essentielle (31 % du total récupéré) est obtenue pendant la période de 30 à 60 minutes de distillation.

D'autre part, **Chikh Benchaib B., (2020)** a travaillé sur la partie aérienne d'*Urtica dioïca* et a obtenu un rendement inférieur à notre résultat, de l'ordre de 0,048 %.

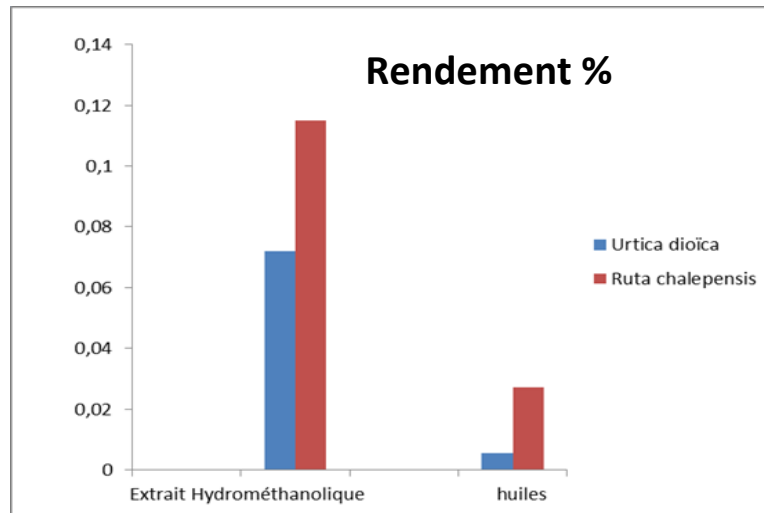


Figure 19: Résultats du rendement d'extraction Hydrométhanolique et HR. *chalepensis* et *U. dioica*

Les résultats d'extractions montrent que l'extrait de *R. chalepensis*(Hydrométhanolique, huiles) représente le rendement le plus élevé que l'extrait d'*U. dioica* (Hydrométhanolique, huiles). le rendement de l'huile essentielle d'*U. dioica* très faible 0.55%.

2. Identification des moisissures isolées :

Afin d'identifier les moisissures isolées à partir des fruits de *Citrus sinensis*, nous nous sommes basé sur l'observation macroscopique de la face et du revers de la boîte de pétri, et microscopique en suivant la méthode de microcultures. Nous notons que l'identification a été réalisée par Mr BELYAGOUBI.

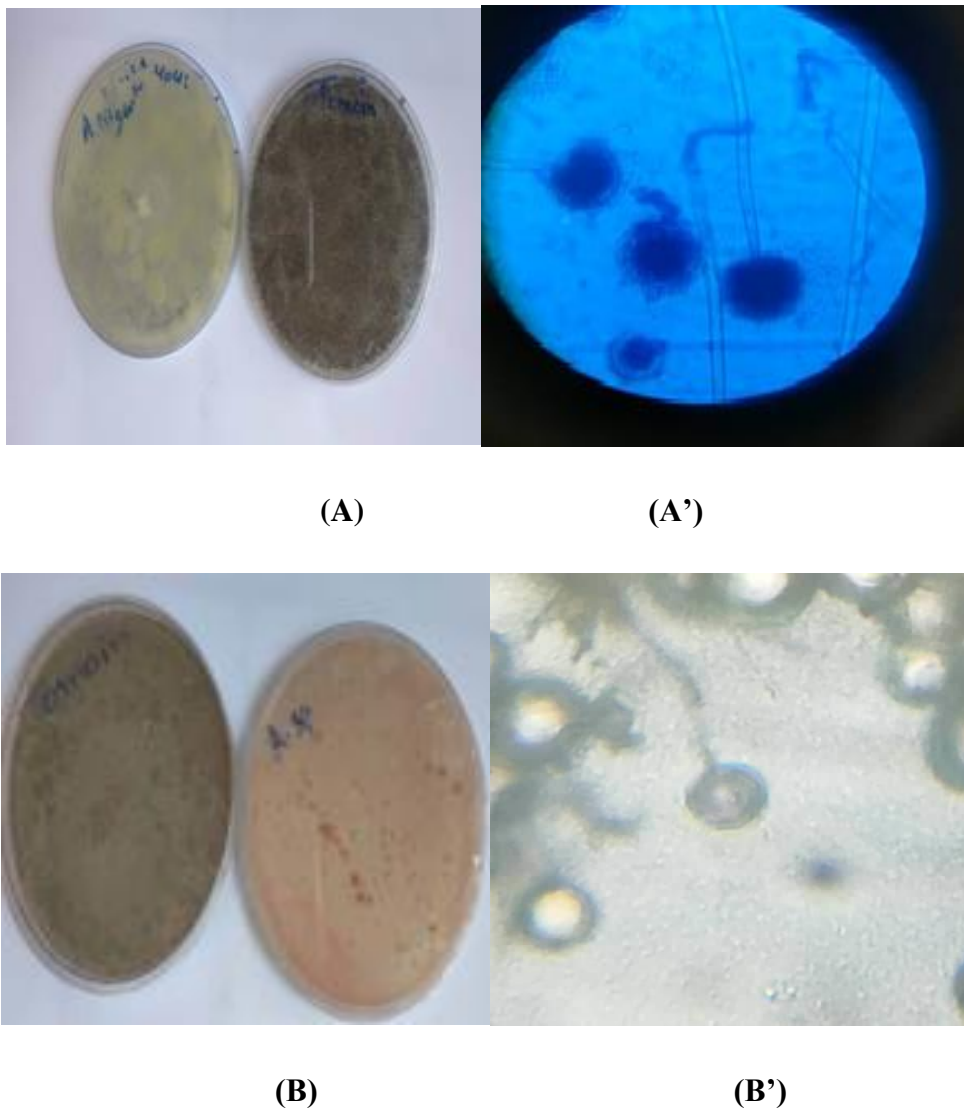


Figure 20 : Observation macroscopique et microscopique GX 40 des moisissures isolées (A : *Aspergillus niger*), (B : *Aspergillus* sp)

3. Test de l'effet antifongique

Le présent travail s'intéresse à l'étude de l'activité antifongique des extraits hydrométhanoliques et des huiles essentielles de deux plantes médicinales récoltées de la willaya de Tlemcen. Il s'agit de la rue (*Ruta chalepensis*) et l'ortie (*Urtica dioïca*), vis-à-vis

deux espèces de champignons. Les plantes utilisées dans ce test sont réputées pour leurs propriétés médicinales largement connues au sein de la population locale. Elles sont couramment utilisées dans la préparation de nombreux remèdes traditionnels et sont également intégrées à diverses préparations culinaires.

3.1. Effet d'extrait hydrométhanolique de *R. chalepensis* et *U. dioïca* sur *Aspergillus niger* et *Aspergillus sp.*

Différentes doses allant de 10µl/ml jusqu'à 250µl/ml ont été testé, mais aucun effet antifongique a été observé pour ces pathogène.

L'extrait aqueux de *R. chalepensis*.L testé par **Magoura M.** et **Moussaoui Z., (2020)** est révélé inactifs contre les souches filamenteuses *Aspergillus niger* et *Aspergillus flavus*.

Une autre étude menée par **Attou A. , (2011)** a démontré que l'extrait alcaloïdique des trois parties de la plante présente des activités antioxydants , les extraits bruts sont généralement les plus actifs, puis les extraits alcaloïdiques et flavoniques et les extraits de fleurs sont les plus actifs comparativement parlant aux extraits de feuilles ou tiges.

3.2. Effets de l'HE de *R. chalepensis* et *U. dioïca* sur *Aspergillus niger* et *Aspergillus sp.*

Les résultats obtenus de l'étude de l'activité antifongique des huiles de ces plantes étudiées sont présentés dans le tableau suivant .

Tableau 12 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des HEs de *R. chalpensis* et *U. dioïca*

	<i>Ruta chalpensis</i>				<i>Urtica dioïca</i>				
Doses (µL)	2.5	5	10	20	5	10	20	40	60
<i>Aspergillus niger</i>	0	69	87.5	90	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus sp.</i>	90	90	90	90	0	0	10	14	30

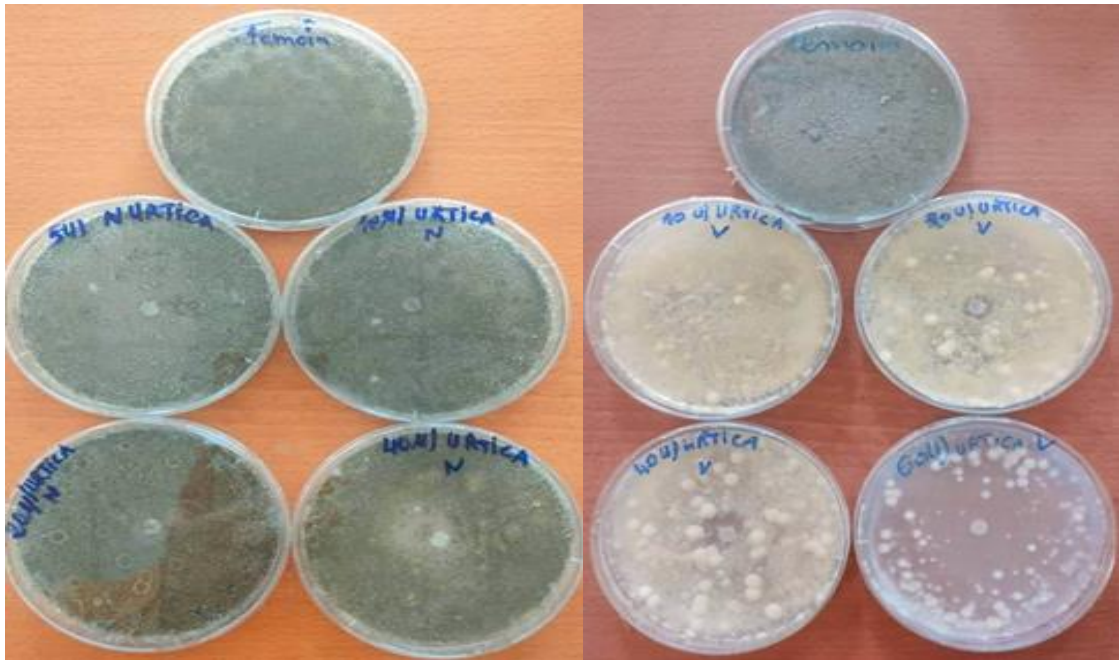


Figure 21 : Résultats du test antifongique de l'HE d'*U. dioïca* sur *Aspergillus sp.* (à gauche) et *A. niger* (à droite)

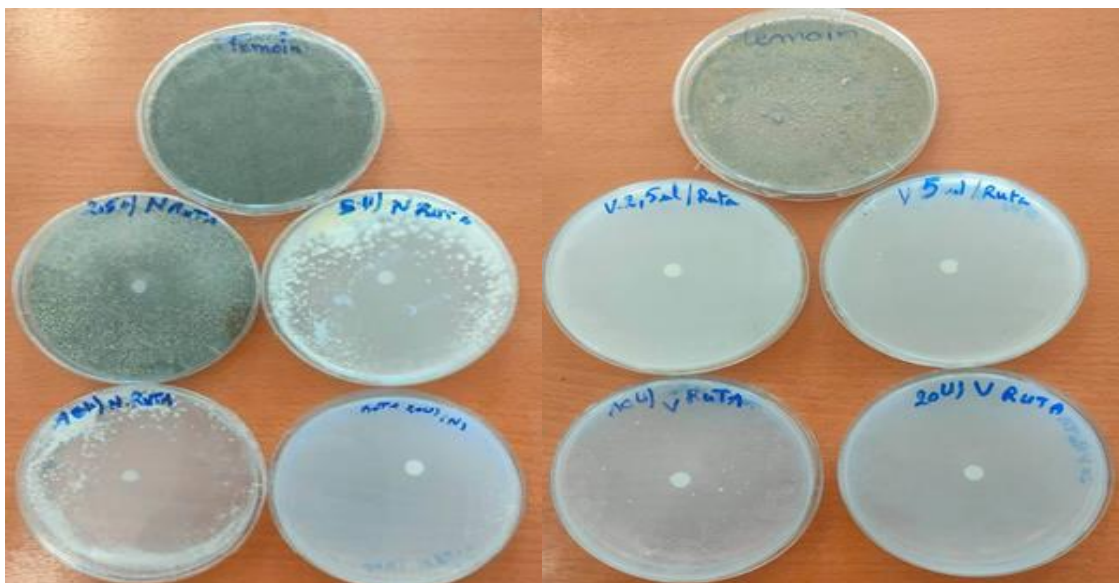


Figure 22 : Résultats du test antifongique de l'HE de de *Ruta chalapensis* sur *Aspergillus sp.* (À gauche) et *A. niger* (à droite)

L'activité de l'extrait de *Ruta chalapensis* est plus importante contre *Aspergillus niger* et *Aspergillus sp*, tandis que *Urtica dioïca* a enregistré un pouvoir antifongique moins efficace.

Les résultats de l'activité antifongique des différents extraits de *Ruta chalapensis* indiquent que la sensibilité d'*Aspergillus niger* et *Aspergillus sp* augmente en fonction de l'augmentation de la concentration d'HE dans le milieu.

3.3.Effets de l'HE de *R. chalpensis* sur *A. niger*

L'huile essentielle de *Ruta chalpensis*, a enregistré un pouvoir antifongique plus ou moins modéré, contre *Aspergillus niger*, au volume 2.5µl nous n'avons observé aucun effet contre ce champignon, pour les volumes 5µl, 10µl, on observe des diamètres des zones d'inhibitions de l'ordre de 69mm et 87.5mm, alors que pour le volume 20µl la zone d'inhibition est de l'ordre de 90mm (Aucune croissance n'a été observée)

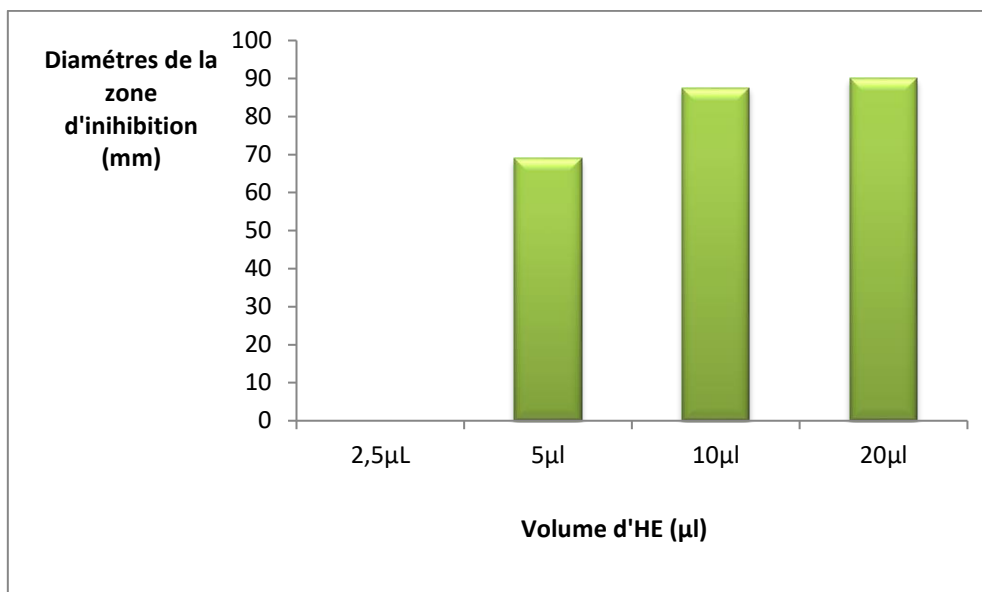


Figure 23 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'HE de *R. chalpensis* sur *A.niger*

3.4.Effets de l'HE de *R. chalpensis* sur *Aspergillus sp*

La figure 22 affiche le résultat du test de l'activité antifongique de l'huile essentielle *Ruta chalpensis* sur *Aspergillus sp*

Aucune croissance n'a été observée pour le champignon *Aspergillus sp.* au contact de l'huile essentielle de *Ruta chalpensis*, et ce pour tous les volumes testés : 2.5µl, 5µl, 10µl, 20µl , avec une zone d'inhibition de 90 mm de diamètre (diamètre de la boîte de Pétri).

Dans le travail d'**Abdi A. ,(2022)** l'huile essentielle de *Ruta graveolens* n'a montré aucune activité de croissance inhibitrice contre le champignon *Aspergillus niger*, indépendamment des volumes testés (5µl, 10µl, 20µl et 40µl). Aucune zone d'inhibition de croissance n'a été observée.

Dans une étude menée par **Nahar et al. (2021)**, des zones d'inhibition de croissance de 12 mm de diamètre ont été observées en présence de l'huile essentielle de *Ruta montana* L. contre le champignon *Aspergillus niger*.

Les résultats de l'activité antifongique des différents extraits de *Ruta montana*, réalisés par **Allouni (2018)**, indiquent que la sensibilité d'*Aspergillus niger* augmente en fonction de l'augmentation de la concentration d'HE dans le milieu.

Les résultats de l'étude menée par **Boumaza A. (2009)** sur l'activité antifongique de l'huile essentielle de *R.chalepensis* L. révèlent une forte action inhibitrice contre *Aspergillus niger*, avec un diamètre de zone d'inhibition de 21 mm, ce qui indique une sensibilité extrêmement élevée du champignon à cette huile essentielle.

3.5.Effets de l'HE d'*U. dioïca* sur *Aspergillus niger*

Notre résultat montre que l'huile *Urtica dioïca* ne présente aucune activité antifongique contre *Aspergillus niger*.

3.6.Effets de l'HE d'*U. dioïca* sur *Aspergillus sp*

La figure 23 affiche le résultat du test de l'activité antifongique de l'huile essentielle *Urtica dioïca* sur *Aspergillus sp*.

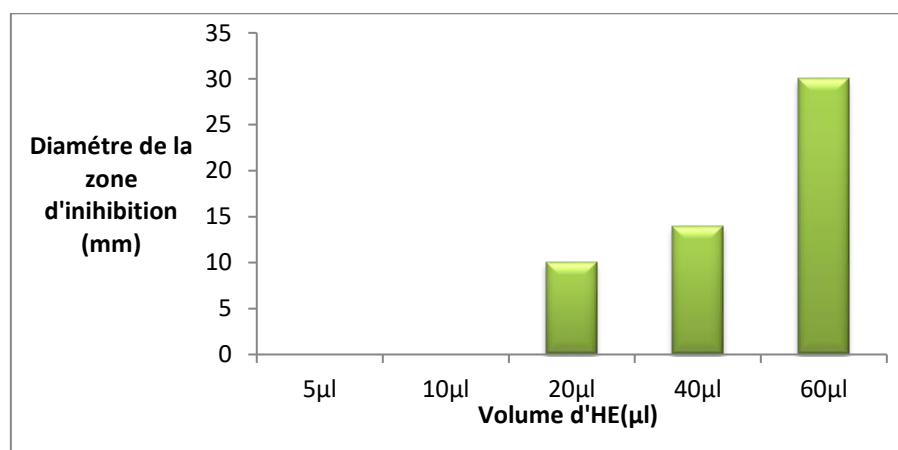


Figure 24 : Diamètres des zones d'inhibition (mm) de l'HE d'*U. dioïca* sur *Aspergillus sp*.

L'huile essentielle d'*Urtica dioïca* n'a enregistré aucun pouvoir antifongique contre *Aspergillus sp* aux volumes 5μl et 10μl. Pour le volume 20μl on observe un diamètre de zone d'inhibition de 10mm, pour 40μl on observe un diamètre de zone d'inhibition de l'ordre 14mm, alors que pour le volume 60μl la zone d'inhibition est de l'ordre 30mm.

Partie 03 : Résultats et discussion

Le résultat de l'activité antifongique des différents volumes d'HE d'*Urtica dioica* indique que la sensibilité d'*Aspergillus* sp augmente en fonction de l'augmentation de la concentration d'HE dans le milieu.

Chikh Benchaib B., (2020) indique que l'huile essentielle de l'*Urtica dioica* présente une activité antioxydant satisfaisante.

Des résultats similaires ont été prouvés par **Bennouar Y.,(2017)** qui a testé *Urtica dioica* contre *Alternaria solani* et *Rhizopus stolonifer*.

Conclusion

Conclusion

Avec l'intensification de la production agricole, le secteur agricole fait face à des problèmes environnementaux et de santé humaine. L'utilisation fréquente de pesticides chimiques a également conduit à la résistance des agents pathogènes à ces produits. Cependant, les plantes médicinales et aromatiques se présentent comme une alternative prometteuse, car elles contiennent des ingrédients actifs reconnus pour leurs propriétés thérapeutiques. En explorant ces plantes, nous pouvons trouver des solutions moins néfastes pour l'environnement et la santé, offrant ainsi une alternative aux molécules chimiques utilisées dans l'agriculture conventionnelle. Nous avons effectué ce travail pour tester le potentiel de deux plantes (*Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca*) qui fournissent des substances pouvant remplacer les fongicides conventionnels utilisés dans la lutte contre *Aspergillus niger* et *Aspergillus* sp des agrumes.

Dans ce cadre, notre travail a été consacré à l'étude de l'activité antifongique d'extrait hydrométhanolique et d'HEs de *Ruta chalepensis* et *Urtica dioïca* contre deux champignons phythopathogènes des oranges. Aussi pour étudier le rendement en extrait hydrométhanolique et en huiles essentielles HE de la rue et l'ortie, collectée de la région de TLEMEN (Est de l'Algérie).

A la lumière des résultats obtenus par l'étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle *Ruta chalepensis*, on constate que cette plante testée possède une activité très importante avec un volume de 20µl contrairement au extrait hydrométhanolique de cette dernière qui ne présente aucune activité antifongique avec une concentration de 250µl /ml. Tandis que l'huile essentielle et l'extrait hydrométhanolique d'*Urtica dioïca* d'une part ne possède aucune activité antifongique contre l'*Aspergillus niger*, d'autre part l'activité antifongique augmente avec l'augmentation de la concentration d'huile essentielle dans le milieu contre *Aspergillus* sp.

Il serait d'augmenter les gammes de concentrations de l'extrait et d'HE d'*U. dioïca*. Pour confirmer ou affirmer son non activité sur les deux moisissures étudiées, et d'estimer les concentrations minimales inhibitrices (CMI), afin de proposer aux agriculteurs une alternative aux produits chimiques pour un environnement sain.

Références

Références

- **Abdi A. ,2022** étude du potentiel de rendement en huile essentielle et de l'activité antifongique de la Rue (*Ruta graveolens* L.) de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie) Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master Département : Ecologie et Génie de l'Environnement Université 8 Mai 1945 Guelma Faculté des Sciences de la Nature et de Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers.
- **Allouni R., 2018.** Etude des aspects morphologique, photochimique et pharmacotoxicologique de la plante *Ruta montana* .thèse de doctorat en sciences, département de biochimie, faculté des sciences de la nature et de vie, université Ferhat Abbas Sétif 1: p 71.
- **Aouadhi H., Ghazghazi, H., Hamrouni, S., Hasnaoui, B., & Maaroufi, A., 2013.** In vitro antifungal activity of the essential oil and the methanolic extract of *Ruta chalepensis*. Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, 90(1-4), 39.
- **Armando G.S., 2005** .Medicinal plants, the leaves and the flowers. México Desconocido.
- **Attou A. ,2011** Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Ruta chalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie .Option : « Produits naturels : Activités biologiques et synthèses». Université ABOU BEKR BELKAID (TLEMCCEN)
- **Baba Aissa, F. 1999.** Encyclopédie des plantes utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb ; ed : Librairie Moderne – Rouiba, p : 243 - 244-
- **Bamett, H. L. and Hunter, B. B. 1972.** Illustred genera of imperfect fungi. Burgess
- **Bancroft, M. N., P.D. Gardner, J.W. Eckert, J. W., and J.L. Baritelle., 1984.** Comparison of decay control strategies in California lemons packinghouses. Plant Dis. 68:24- 28
- **Barbouchi, M., Benzidia, B., Choukrad, M., 2021.** Chemical variability in essential oils isolated from roots, stems, leaves and flowers of three *Ruta* species growing in
- **Belabbas M. ,2020.** Composition chimique et activités biologiques des poly phénols de l'ortie (*Urtica dioica* L). Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Univ. Mostaganem
- **Bénédicte & Bachès M., 2011.** Agrumes comment les choisir et les cultiver facilement. Ed.Ulmer.Paris.127p
- **Bénédicte et Bachès M., 2002.** Agrumes. Ed. Ulmer, Paris, 96 p.

Références

- **Bennouar Y ; et Chekakta S., 2017** Etude phytochimique et biologique chez l'espèce *Urtica dioica* au niveau des deux parties : racinaire et aérienne.
- **Benoufella-Kitous K., 2005.** Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou).Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques. Institut National Agronomiques d'El Harrach,Alger.
- **Bergheul S., 2018** Etude de l'activité antimicrobienne et bioinsecticide de *Ruta chalepensis* L., *R. angustifolia* Pers. Et *Haplophyllum tuberculatum* (Forsk.) A.Juss.vis-à-vis de quelques bioagresseurs de la culture de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem faculté Des Sciences De La Nature et de la vie département d'agronomie.
- **Bertrand B. ,2002.** Les secrets de l'Ortie. 7ème édition Editions de TerraPinelli,
- **BICHE M.2012** Les principaux insectes ravageuses des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. Institut national de la protection des végétaux et le ministère de l'agriculture et du développement durable et FAO, 36 p.
- Bifidogenic effect of dietary fiber and resistant starch from leguminous on the intestinal microbiota of rats. Nutrition, 21: 602-609.
- **Bitar D., Lortholary O., Dromer F., Coignard B. & CHE D., 2013.** Mycoses invasives et France Metropolitaine, PMSI, incidence, létalité et tendances 2001–2010. Bulletin épidémiologique hebdomadaire, 109-114.
- **Boubekri C., 2014.** Etude de l'activité antioxydant des polyphénols extraits de
- **Boughendjioua H., 2019.** Yield chemical composition and antibacterial activity of *Ruta chalepensis* L. essential oil growing spontaneously in Algeria, pharmacy.
- **Bouhaddouda, N. 2016.** Activités antioxydants et antimicrobienne de deux plantes du sol local *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium*. Thèse doctorat. Université, Badji Mokhtar Annaba. P- 21.
- **Boumaza A. ,2009** Effet de l'extrait méthanolique de *zygophyllum cornutum* coss resoxydant associé au diabète sucré et les organes en relation. Thèse biologie cellulaire et moléculaire. Université de Constantine.125 P.
- **Bourouis N et Merazka F., 2018** Etudes des huiles essentielles de *Ruta chalepensis*
- **Bruneton, J. 1999.** Pharmacognosie- Phytochimie -Plantes médicinales. 3e édition Technique & Documentation. 1120 pages.
- **Camille, D, Christine, O., (2009).** L'ortie dioïque *Urtica dioica*. Guide de production sous régie biologique. Filière des plantes médicinales biologiques du Québec.

Références

- **Cannas S., Molicotti P., USAI D., Maxia A. & Zanetti S., (2014).** Antifungal, anti-biofilm and adhesion activity of the essential oil of *Myrtus communis* L. Against *Candida* species. *Natural Product Research*. 28 (23): 2173 – 2177.
- **Castegnaro M. Pfohl-Leszkowicz A.** Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans *La sécurité alimentaire du consommateur*, Lavoisier, Tec &Doc 2002.
- **Cecchini, C., Silvi, S., Cresci, A., Piciotti, A., Caprioli, G., Papa, F., Sagratini, G., Vittori, S., Maggi, F. 2012.** Antimicrobial efficacy of *Achillea ligustica* All. (Asteraceae) essential oils against reference and isolated oral microorganisms. *Chem. Biodivers*, 9, 12–24.
- **Centre For Agriculture Bioscience International (Cabi), 2018-**Invasive Species Compendium : *Urtica dioica* (stinging nettle).
(<https://www.cabi.org/isc/datasheet/55911>)
- **Chapot H. et Vittorio V. (1996)-** Maladie, trouble et ravageurs des agrumes au
- **Chikh Benchaib B. (2020)** Evaluation des composés chimiques par une étude phytochimique et activité antioxydant de l'huile essentielle d'*Urtica dioica* (Ortie dioïque) Institut des Sciences Ain t'émouchant
- **Clarke, S. (2008).** Essential oils; Ed 2: CHURCHILL LIVINGSTONE, ELSEVIER; de fusariumoxysprum f. sp .Rdicis lycopersici Alternariasolina, botrytis cinerea et
- **Clevenger J.F.(1928)** :Les substances de réserve du pin marine :rôle éventuel des métabolites secondaires. *Actuel.Bot.*, 1.25-40.
- **Colombo, A. (2004).** La culture des agrumes. Vecchi S.A, Paris. 8548.133p.
- **Costanzo, R., Serra, A., Speciale, A. (2004).** Protection against murine endotoxemia by treatment with *Ruta chalepensis* L., a plant with anti-inflammatory properties. *J. Ethnopharmacol.* 90, 267–272.
- **Couplin F., (2012),** Lettre d'information n°12, Rencontre avec la lavande
- **Daoudi A., Hrouk H., Belaidi R., Slimani I., Ibijbijen J., Nassiri L., 2016,** Valorisation de *Ruta montana* et *Ruta chalepensis*, Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien Valorization of *Ruta montana* and *Ruta chalepensis*, Ethnobotanical study, phytochemical screening and Antibacterial activity, *J. Mater, Environ, Sci*, p 926-935.
Des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa* 31: 133-146.

Références

- **Di Virgilio, N., Papazoglou, E.G., Jankauskiene, Z., Di Lonardo, S., Praczyk, M., Wielgusz, K., 2015.** The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multiple uses. *Ind. Crop Prod.* 68, 42–49
- **Doerper S.; 2008** ; Modification de la synthèse des furo-Coumarines chez *Ruta graveolens* L. par une approche de génie métabolique ; Thèse de Nancy – Université, INRA ; p : 12 - 34.
- **Dorrance A.E., Berry S.A., Bowen P. & Lipps P.E., 2004.** Characterization of *Pythium* spp. from three Ohio fields for pathogenicity on corn and soybean and metalaxyl sensitivity. *Plant Health Progress*. www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2004/pythium
- **Draghi F., (2005).** L'Ortie dioïque (*Urtica dioica* L.) étude bibliographique. Thèse de Doctorat. Université Henri Poincaré Nancy1. Faculté de Pharmacie.
- **Duke A.J., Duke P.A.K. et Duce J.L. ,2008.** *Duke's Handbook of Medicinal*
- **Eckert, J. W. and I.L. Eaks. 1989.** Postharvest disorders and diseases of citrus fruits. In: *The Citrus Industry Vol. V.* Reuther, W. Calavan, E. C. and Carman, G. E. eds. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 374 pp.
- **Eickhorst K, DeLeo V, Csaposs J., 2007.** Rue the herb: *Ruta graveolens* associated Phytotoxicity. *Dermatitis* 18(1): 52–55
et *Achillea ligustica* et évaluation de leur activité biologique. Université de Med.
- **FAO,(2009).** Food and alimentation organisation. Sur le site FAO-STAT <http://apps.fao.org>.
- **Ferhat M.A, Meklati B.Y et Chemat F., 2010.** Citrus d'Algerie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extraction. Alger: OPU.157p.
- **Ghazghazi, H., Aouadhi, C., Weslati, M., Trakhna, F., Maaroufi, A., & Hasnaoui, B. (2015).** Chemical composition of *Ruta chalepensis* leaves essential oil and variation in biological activities between leaves, stems and roots methanolic extracts. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(3), 570-581.
- **Ghelamallah.A., 2005** : Etude bio écologique du complexe parasitaire inféodé à *Phylocnistis citrella* Stainton dans la région de mostaganem. Mémoire d'ingénieur agronome, spécialité : protection des végétaux. Université de Mostaganem. 65 pages.
- **Gottwald T.R., Graham J.H., Schubert T.S. 2002.** Citrus canker : The pathogen and its impact. Online. *Plant Health Progress* (42). 152-160p.

Références

- **Guinoiseau, E. ,2010.** Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action (Doctoral dissertation, Université de Corse).
- **Habenda A et Merouan kh 2020** Etude de quelque activités biologiques de trois plantes médicinales de la région Biskra.
- **Iauk, L., Mangano, K., Rapisarda, A., Ragusa, S., Maiolino, L., Musumeci, R., Iserin, P. et al. 2007.** Encyclopédie des plantes médicinales ; Ed 2 : LAROUSSE, pp 1-14.
- **Isshiki A., Akimitsu M., Yamamoto M., Yamamoto H (2001):** Endopolygalacturonase Is Essential for Citrus Black Rot Caused by *Alternaria citri* but Not Brown Spot Caused by *Alternaria alternata*. (14), p: 749–757.
- **Itafv,(2012).** La culture des agrumes.
- **Jacquemond C., Curk F., Heuzet M., coord, 2013.** Les clémentiniers et autres petits agrumes.Ed.Quae.France.363p
- **Jean D. 1992.** La culture de la Rue. Ecological agriculture projects. Mc Gill University (Macdonald Campus) SteAnne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9 Canada.
- **Joshi, B.C., M. Mukhija, and A.N. Kalia,** Pharmacognostical review of *Urtica dioica* L. International Journal of Green Pharmacy (IJGP), 2014.
- **Kaid-Slimane., 2000.** Etude de la relation sol-végétation dans la région nord des Monts de Tlemcen (Algérie).Thèse magistère. Département biologie: Université de Tlemcen.120p
- **Kazi Tani C., 1995** Possibilité d'enrichissement par introduction d'essences feuillues dans les monts de Tlemcen. Thèse d'ingénieur d'état en foresterie .Faculté de science. Université de Tlemcen, 93p.
- **Kazi Tani L., 1996.** Esquissepédologique des zones à vocation forestière (Monts des Traras et Monts de Tlemcen).Thèse Ing. Département de foresterie.Université de Tlemcen.
- **Khen Ouissam 2014,** Erosion génétique des espèces agrumicoles dans la wilaya de Skikda: Contraintes de production, Université 20 Août 1955 Skikda.
- **Klotz L. J. et Fawcett H. S. 1952.** Maladies des Citrus, traduit de l'anglais par A. Comelli et J. Lemaître (I.F.A.C.), 152 p., 40 pl. en coul. Société d'édit. Techn. Coloniales.
- **Kukrić, Z., et al.,** Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). Acta periodica technologica, 2012(43): p. 257-272

Références

- **Labioud, R. (2016).** Valorisation des huiles essentielles et des extraits de satureja
- **Larpent, J.P. 1990.** Moisissures Utiles et Nuisibles Importance Industrielle. 2e édition. librairie Moderne Rouiba, p 243 – 244
- **Loeillet, D.,**”Agrumes et jus d’orange”,*Economica*,(2008), P350-354.
- **Lograda, T. (2010).** Études caryologique et phytochimique de six espèces endémiques du genre *Genista* L en Algérie. Thèse doctorat .Université Ferhat Abbas -Sétif. P- 44
- **Loussert R., 1989 :** Techniques agricoles méditerranéennes, les agrumes, l’agriculture Lavoisier, Paris . Vol I et II.
- **Loussert R., 1989.** Les agrumes, production .Ed.Sci.Vol2, Liban.289p
- **Loussert R., 1989.** Les agrumes arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris.113p.
- **Loussert. 1985.**Les agrumes .Ed. Bailliere, Paris, 136p.
- **Loussert. 1987.** Agrumes .vol 1.Ed .science .Univ.109p.
- **Bel Yagoubi Larbi 2007** Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Mémoire de magister université de Tlemcen .
- **Magoura M. et Moussaoui Z. (2020)** Etude comparative de l’efficacité de quelques extraits organiques des espèces de la plante *Ruta* Université Mohamed Boudiaf De M’sila .
- **Mehani M.,2015** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d’*Eucalyptus camendulensis* dans la région de Ouargla.
- **Merghache, S., Hamza, M., Tabti, B., (2009).** Etude physicochimique de l’huile
- **Meziane M., 2013.** Assainissement et régénération des plants d’agrumes par l’embryogenèse somatique à partir de la culture de stigmate et style. Thèse en vue de l’obtention du diplôme de Doctorat en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure d’Agronomie (E.N.S.A), El Harrach , Alger.
- **Mille Spiga Nerdjes 2016,** Effet in vitro de l’extrait méthanolique des feuilles et des
- **Morin O., 1994** Aspergillus et aspergilloses: biologie, Ed. Techniques Encyl. Med.Morocco. Journal of king saud university – Science : 6 p.
multiple uses. *Industrial Crops and Product*, 68: 42-49.
- **Nahar, L., El-Seedi, H.R., Khalifa, S.A.M., Hosseini, M., et Sarker, S.D., (2021).** *Ruta* Essential Oils: Composition and Bioactivities. *Molecules*, 26 (16) : p 16
- **Nouioua, W. (2012).** Biodiversité et ressources phylogénétiques d’un écosystème

Références

- **Ollitrault P., Jacquemond C., Dubois C., Luro F., 1997** - Diversité génétique des plantes tropicales cultivées. ISCN, Montpellier, 66 p.
- **Otto Wilhelm 1885** Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz,
- **Ouis N., 2015.** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de doctorat. Université d'Oran 1, 223p.
- **Piguet P., 1960** - Les ennemis animaux des agrumes. Copyright by Soviete Sheil d'Algérie. P: 49-55
 - **Polese J. M., 2008** La culture des agrumes. Édition artémis. pp 94
 - **Polese J.M., 2008** - La culture des agrumes. Ed. ARTIMES, Paris, 75 p pp: 42- 77□
- **Praloran, J.C., 1971.** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. p. 665 Publishing Company. Minnesota (USA): 3 editions.
- **Queiroz-Monici K-S., Costa G-E-A., Da-Silva N., Reis S-M-P-M. et De-Oliveira A-C., 2005**
- **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie fondamentale, 3eme édition DUNOD. Paris. 690pp.
- **Rieger, M. (2002)** : Mark's Fruit Corps. University of Georgia Horticulture
- **Salhi S., Fadli M., Zidane L., Douira A. 2010.** Etudes floristique et ethnobotanique
- **Samir H.,(2009)** Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthos scoparius* et *Rhantherium adpressum* de la région de Ghardaïa, Ouargla: mémoire de magister, 2009.
- **Sardi J.C., Almeida A.M. & Mendes Giannini M.J., 2011.** New antimicrobialtherapies used against fungi present in subgingival sites a brief review. Archives of OralBiology; 56 (10): 951 – 59.
- **Scherrer A.M., Motti R. & Weckerle C.S., 2005.** Traditional plant use in the areas ofMonte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy). Journal of Ethnopharmacology, 97(1): 129 – 43.
- **Semerdjieva, I., Burducea, M., Astatkie, T., Zheljzkov, V., Dincheva, I., (2019).** Essential Oil Composition of *Ruta graveolens* L. Fruits and Hyssopus officinalis Subsp. aristatus (Godr.) Nyman Biomass as a Function of Hydrodistillation Time, Molecules 24, 4047, Mendeleev 12, 4000 Plovdiv, Bulgaria: p 3.

Références

- **Tabti B., Merghache S., Hamza M.,** Etude physicochimique de *Ruta chalepensis* L. DE Tlemcen, Algérie. Afrique SCIENCE 05(1) (2009) 67 -81 ISSN18 13-548X
tiges de *Ruta chalepensis*, *Ruta angustifolia* et *Aplophyllum tuberculatum* vis-à-vis de *fusariumoxy sprrumf* sp .*Rdicis lycopersici Alternariasolina, botrytis cinerea etperctobacterium cacarotovororum* .Université Abdelhamid IBN Badis Mostaganem p12.
- **Mioulane, P. 2004.** Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins , Larousse , Ed . PROTEA , p 7-50.
- **Toubal, S. 2018.** Caractérisation de la relation chémotypes del'Ortie- bactéries vectorisées associées et évaluation de leurs activité sur *Culex* sp. [Thèse de doctorat en Ecologie des Systèmes Vectoriels. Université M'hamed Bougara-Boumerdas].
- **Volet R. et Bové J.M, 1976.** La nouvelle technique d'indexation de la Cachexie- Xyloporose : son
- **Wielgusz K. 2015.** The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with
- **Zheng G., Kenney P.M., Lam L.K.T., 1992.** Anethofuran, Carvone and Limonene: Potential cancer chemopreventive agents from dill weed oil and caraway oil, *Planta Medica*, vol.58, p.p.339-341.

Références

SITE

Site Web N°01: <http://www.lesarbres.fr/oranger.html>

Site Web N° 02 :

<http://dspace.univ.ghardaia.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/699/1/630.4.42.pdf>

Site Web 03: <https://www.pepinieres-dupouy.com/savoir-faire/>

Site Web 04: <https://maisondesagrumes.com/2019/06/02/le-puceron-noir-des-agrumes/>

Site Web 05: <http://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/la-cochenille-noire-de-loranger/>

Site Web 06: <https://plantix.net/fr/library/plant-diseases/600158/black-parlatoria-scale>

Site Web 07: <https://www.agripedia.nc/conseils-techniques/productions-vegetales/sante-du-vegetal/mineuse-des-agrumes>

Site Web 08: <https://profert.dz/fr/wp-content/uploads/2018/10/Ceratite-00.jpg>

Site web 09 :<https://agronomie.info/fr/les-ennemis-des-agrumes-nematodes-ravageurs-maladies/>

Site web 10:<https://www.planete-agrobio.com/wp-content/uploads/2021/05/traiter-la-fumagine.jpg>

- <https://www.google.com/maps/search/situation+geographique+de+la+region+de+fellaoucen/@35.3937074,-1.8988518,8.75z?entry=ttu>
- (infoclimat.fr)

ملخص:

في هذه الدراسة، قمنا باختبار المستخلصات الميثانولية والزيوت الأساسية لنبات *Ruta chalepensis* و *Urtica dioica* من أجل نشاطها المضاد للفطريات باستخدام طريقة الانتشار القرصي على وسط أجار. أظهرت النتائج أن تحويله هيدرو ميثانول بتركيز 250 ميكرو لتر / مل ، لم يكن له تأثير مضاد للفطريات ضد *Aspergillus niger* و *Aspergillus sp*. في المقابل ، أظهر الزيت الاساسي لنبات *R. chalepensis* بتركيز 20 ميكرو لتر ، نشاطاً مضاداً للفطريات بأقطار تثبيط 90 مم ضد *Aspergillus niger* و *Aspergillus sp*. من المهم ملاحظة أن *Aspergillus sp* أظهرت حساسية أعلى من *Aspergillus niger*. معالي *U. dioica* ، لم يظهر أي نشاط مضاد للفطريات ضد *A. niger*. ومع ذلك ، فقد أظهر نشاطاً مضاداً للفطريات ضد *Aspergillus sp* بتركيز 60 ميكرو لتر ، مع تثبيط قطره 30 ملم.

الكلمات المفتاحية: نشاط مضاد للفطريات، *R. chalepensis*، *U. dioica* ، ، *Aspergillus sp* ، *A. niger*.

Résumé :

Dans cette étude, nous avons testé les extraits hydrométhanoliques et les huiles essentielles de *Ruta chalepensis* et *Urtica dioica* pour leur activité antifongique en utilisant la méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé. Les résultats ont montré que les Ext. Hyd.Méth. à une concentration de 250µl/ml, n'avaient aucune activité antifongique contre *Aspergillus niger* et *Aspergillus sp*. En revanche, l'HE de *R. chalepensis*, à une concentration de 20µl, a présenté une activité antifongique significative avec des diamètres d'inhibition de 90mm contre *Aspergillus niger* et *Aspergillus sp*. Il est important de noter qu'*Aspergillus sp*. a montré une sensibilité plus élevée qu'*Aspergillus niger*. L'HE d'*U. dioica*, n'a présenté aucune activité antifongique contre *A. niger*. Cependant, elle a montré une activité antifongique contre *Aspergillus sp* à une concentration de 60µl, avec un diamètre d'inhibition de 30mm.

Mots clés : Activité antifongique, *R. chalepensis*, *U. dioica*, , , *Aspergillus sp*, *A. niger*.

Abstract:

In this study, we tested hydromethanolic extracts and essential oils of *Ruta chalepensis* and *Urtica dioica* for their antifungal activity using the disk diffusion method on agar medium. The results showed that Ext. Hyd.Méth. at a concentration of 250µl/ml, had no antifungal activity against *Aspergillus niger* and *Aspergillus sp*. In contrast, *R. chalepensis* EO, at a concentration of 20µl, showed significant antifungal activity with inhibition diameters of 90mm against *Aspergillus niger* and *Aspergillus sp*. It is important to note that *Aspergillus sp*. showed a higher sensitivity than *Aspergillus niger*. *U. dioica* EO showed no antifungal activity against *A. niger*. However, it showed antifungal activity against *Aspergillus sp* at a concentration of 60µl, with an inhibition diameter of 30mm.

Key words: Antifungal activity, *R. chalepensis*, *U. dioica*, *Aspergillus sp*, *A. niger*.