



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biotechnologie et protection des végétaux

Thème

**Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques
des extraits de la plante *Ruta chalepensis* de la région de
Bordj Bou Arreridj**

Présenté par : Nour el houda Charif
Hanane Allou

Devant le jury :

Président : M^r TOUFIK ALIAT MAA Université de Bordj Bou
Arreridj

Encadreur : M^{me} SABAH BOUMERFEG MCA Université de Bordj Bou
Arreridj

Examineur : M^{me} Amina ZERROUG MAA Université de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2014/2015

REMERCIEMENT

Avant toutes choses, je remercie **Dieu**, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

Nous exprimons nos profondes gratitudee à nos parents pour leurs soutiens, leurs encouragements et pour les sacrifices qu'ils ont enduré.

Nos plus vifs remerciements vont également à tous les membres de jury qui ont accepté de juger ce modeste travail.

Nous exprimons mes profonds remerciements à **Dr. Sabah Boumerfeg** pour avoir encadré et dirigé ce travail malgré ses lourdes responsabilités, nous le remercions pour sa disponibilité, ses conseils et pour les efforts qu'il avait consentis durant la réalisation de ce mémoire.

Un remerciement spécial aux personnels du laboratoire de biochimie appliquée universitaire de Sétif pour leur aide, en particulier Pr A. Baghiani et Pr L. Arrar.

Nos remerciements vont également aux enseignants du département de science de la nature et de la vie pour leur dévouement et leur générosité.

Nous adressons mes sincères remerciements à M^{elle} Aicha aissat et M^{elle} Sanaa Aouacheria pour leur aide et encouragement.

Aux personnels du laboratoire de microbiologie et biochimie pour leur aide, surtout M^{elle} Sabrina et M^r Abdel ghani.

À toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail.

Merci à tous

Nour el houda

Hanane

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail au Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de vie,
et qui ma donné la force pour réaliser ce travail*

*A mes très chers Parents : Vous qui avez toujours cru en moi et su me redonner
confiance lorsque la motivation n'était plus au rendez-vous. Acceptez ce travail
comme le témoignage de mon profond amour et mon attachement fidèle*

A mon très cher mari : Charef

A mes chères sœurs : Hanane et Halima

A mes chers frères : Salah edin et Abdel badie

A ma très proches amie Farah et Loubna

A mes chères grandes mères et mes chers grands pères

A mes oncles et mes tantes

*A mes amies que j'ai vécu avec elles de bons moments au cours de mon parcours à
l'université: Djamila, Hanane, Asma, Hakima, Widade Sans oublier :Lamia, Louiza,
Raouia, Wafa, Fatiha, Sara et khadija*

*A mes camarades de la promotion du master de Biotechnologie et protection des
végétaux*

A ceux qui me connaissent de près ou de loin

Nour el houda

Je dédie ce mémoire à ...

A ma mère Mili Nedjma

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mon Père Mohamed chérif

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes très chères tous les sœurs

A mes très chers tous les frères

A tous les membres de ma famille, petits et grands.

A mes chères amies Imane Amina Houda Assia Djamila Asma Widad Louisa

Ahlem Samia lamia

Hanane

LISTE DES ABREVIATIONS

AAR%: pourcentage de l'activité antioxydante relative

AlCl₃: Trichlorure d'aluminium

BHA: Butylhydroxyanisole

BHT: Butylhydroxytoluène

DMSO: Dimethyl sulfoxyde

DPPH: Diphenyl picryl- hydrazyle

E.N.S: Ecole Normale Supérieure

EAG: Equivalent d'acide gallique

EBr: Extrait brut

EQ: Equivalent de quercetin

ERO: Espèce réactive d'oxygène

F.c: *Fusarium culmorum*

H₂O₂: peroxyde d'hydrogène

I %: pourcentage d'inhibition

IC₅₀: concentration inhibitrice de 50 %

LBSM: Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens

Na₂CO₃: Carbonate de sodium

NO: Monoxyde d'azote

O₂⁻: Radical superoxyde

OH: Radical hydroxyl

ONOO⁻: Peroxynitrite

PDA: Potato-dextrose-agar

Pn: *Penicillium*

SOD: Superoxyde dismutase

LISTE DES FIGURES

Figure 1: <i>Ruta chalepensis</i>	3
Figure 2 : Caractères du thalle de genre <i>Penicillium</i>	11
Figure 3 : Caractéristiques de <i>Fusarium culmorum</i>	12
Figure 4 : Procédure d'extraction des composés phénoliques du <i>Ruta chalepensis</i>	15
Figure 5 : Droite d'étalonnages de l'acide gallique.....	21
Figure 6 : Droite d'étalonnages de la quercétine.....	22
Figure 7 : Cinétique de blanchissement du β -carotène à 490 nm en absence et en présence des extrait brut (EBr) de <i>Ruta chalepensis</i> , du BHT, MeOH ; DMSO et H ₂ O.....	24
Figure 8 : Activité antioxydante de l'extrait brut (EBr) de <i>Ruta chalepensis</i> ; du BHT et des véhicules à 24 h, dans le système de β -carotène / acide linoléique.....	24
Figure 9 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.....	25
Figure 10: Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations des standards et l'extrait brut de <i>Ruta chalepensis</i>	26
Figure 11 : Le pouvoir anti-radicalaire de l'extrait brut (EBr) de <i>Ruta chalepensis</i> et des standards.....	27
Figure 12 : Pouvoir antifongique d'extrait de <i>Ruta chalepensis</i> sur la croissance de <i>Fusarium culmorum</i> et <i>Penicillium</i> sp après 5.....	29
Figure 13 : l'activité antifongique de l'extrait brut de <i>Ruta chalepensis</i>	30

Résumé

Notre travail porte sur l'étude phytochimique et activités antioxydant et antifongique d'extrait brut (EBr) de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* de la région de Bordj Bou Arreridj.

Ruta chalepensis est une plante aromatique, appartenant à la famille des Rutacées, appelée communément par la population locale « Fidjel ». Elle est spontanée, largement répandue en Afrique du nord, particulièrement en Algérie. Elle est encore utilisée dans la médecine traditionnelle comme anti-inflammatoire, antispasmodique et pour le traitement des pathologies cutanées.

L'extraction des composés phénoliques de la partie aérienne de la plante a été effectuée en utilisant le méthanol avec l'eau distillé par double macération. Les résultats montrent que l'extrait brut présent un rendement de 20,83%.

L'estimation quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes par la méthode de Folin-Ciocalteu et la méthode de trichlorure d'aluminium, respectivement montre que l'extrait brut est riche en ces composés ($160,21 \pm 7,29$ μg EAG/mg d'extrait et $17,97 \pm 0,05$ μg EQ /mg d'extrait respectivement)

L'inhibition de l'oxydation couplée de l'acide linoléique β -carotène a été évaluée par le test de blanchissement du β -carotène qui a montré une activité antioxydante puissante avec un pourcentage d'inhibition de 65.72 ± 1.96 %. Pareillement l'extrait brut a montré un pouvoir remarquable de piégeage du radical libre DPPH (IC_{50} égale à $0,155 \pm 0,00115$ mg/ml). L'évaluation du pouvoir antifongique de l'extrait par la méthode de contact direct a révélé une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des champignons *Fusarium culmorum* et *Penicillium* sp pour les concentrations 100, 50 et 25 mg/ml.

D'après les résultats obtenus dans ce travail, on peut dire que la plante étudiée possède des activités biologiques considérables.

Mots clés : *Ruta chalepensis*, Polyphénols, Activité antioxydante, Activité antifongique, Bordj Bou Arreridj.

الملخص

الهدف من هذه العمل هو الدراسة الكيميائية النباتية و النشاطية المضادة للأكسدة و النشاطية المضادة للفطريات للمستخلص الخام للجزء الهوائي لنبتة *Ruta chalepensis* التي هي عبارة عن نبات عطري ينتمي إلى عائلة Rutacées و التي يطلق عليه السكان المحليون اسم الفيجل هذا الاخير ينتشر بشكل واسع في شمال إفريقيا و الجزائر و يستخدم في الطب التقليدي في كثير من البلدان كمضاد للالتهاب, مضاد للتشنج و لعلاج الأمراض الجلدية. تم استخلاص المركبات الفينولية للجزء الهوائي للنبتة باستعمال الميثانول و الماء المقطر بواسطة النقع المزوج بمرود مساوي ل 20,83%.

بينت نتائج التقدير الكمي لعديدات الفينول الكلية بطريقة Folin-Ciocalteu و الفلافونويدات بطريقة ثلاثي كلوريد الألمنيوم أن المستخلص الخام غني بهذه المركبات (21, 160 ± 29, 7 ميكرو غرام مكافئ لحمض الغاليك/ مغ من المستخلص و 17,97 ± 0,05 ميكرو غرام كيرسيتين / مغ من المستخلص على الترتيب).

كما أظهرت نتائج النشاطية المضادة للأكسدة باستعمال اختبار β - carotène- acide linoléique أن نسبة تثبيط أكسدة حمض اللينولييك كانت عالية 1.96 ± 65.72 % كما ابدى المستخلص قدرة ملحوظة على ازاحة الجذر الحر DPPH بتركيز IC 50 مساوي ل $0,00115 \pm 0,155$ مغ/مل.

من جهة أخرى بينت نتائج تقييم نشاطية المستخلص المضادة للفطريات بطريقة الاحتكاك المباشر أن للمستخلص الخام نشاط مضاد للفطريات جيد ضد الفطر *Fusarium culmorum* و *Penicillium sp* عند التراكيز (25 و 50 و 100 مغ/مل).

من خلال النتائج المحصل عليها من هذه الدراسة يمكن القول ان نبات *Ruta chalepensis* يملك نشاطية بيولوجية معتبرة **الكلمات المفتاح :** *Ruta chalepensis* ، النشاطية المضادة للفطريات، النشاطية المضاد للأكسدة، عديدات الفينول ، برج بوعريج.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
REUV BIBLIOGRAPHIQUE	
1. La plante <i>Ruta chalepensis</i>	3
1.1. Description botanique.....	3
1.2. Systématique.....	4
1.3. Composition chimique.....	4
1.4. Usage et toxicité.....	5
2. Les métabolites secondaires	5
2.1. Les polyphénols.....	5
2.1.1. Les acides phénoliques.....	6
2.1.2. Les flavonoïdes.....	6
2.1.3. Les tanins.....	6
2.2. Les terpènes.....	7
2.3. Les alcaloïdes.....	7
3. Activités biologiques des polyphénols	7
3.1. Activité antioxydant des polyphénols.....	7
3.1.1. Les radicaux libres.....	7
3.1.2. Les conséquences moléculaires du stress oxydatif.....	8
3.1.3. Les antioxydants.....	8
3.1.3.1. Les antioxydants enzymatiques.....	8
3.1.3.2. Les antioxydants non enzymatiques.....	9
3.1.3.3. Les antioxydants synthétiques.....	9
3.2. Activité antifongique des polyphénols	9
3.2.1. Facteurs d'altération de blé tendre.....	9
3.2.1.1. Les moisissures.....	10
3.2.1.1.1. Le genre <i>Penicillium</i>	10
3.2.1.1.2. Le genre <i>Fusarium</i>	11
4. Les Méthodes de lutte contre les agents pathogènes	13
4.1. La lutte culturale.....	13

4.2. La lutte chimique.....	13
4.3. La lutte génétique.....	13
4.4. La lutte biologique.....	13

MATERIELS ET METHODES

1. Matériels.....	14
1.1. Matériel biologique.....	14
1.1.1. Matériel végétal.....	14
1.1.2. Souches de moisissures.....	14
1.2. Appareils et produits chimiques.....	14
2. Méthodes.....	15
2.1. Extraction des polyphénols.....	15
2.2. Dosage des polyphénols et flavonoïdes.....	16
2.2.1. Dosage des polyphénols.....	16
2.2.2. Dosage des flavonoïdes.....	16
2.3. Test de blanchissement du β -carotène.....	16
2.4. Détermination de l'activité antiradicalaire d'extrait de <i>Ruta chalepensis</i> par la méthode de DPPH (effet scavenger).....	17
2.5. Méthode d'étude du pouvoir antifongique d'extrait de <i>Ruta chalepensis</i>	18
2.6. Etude statistique.....	18

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Extraction des polyphénols.....	20
2. Analyse phytochimique.....	20
2.1. Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes.....	20
3. Tests in vitro de l'activité antioxydante.....	22
3.1. Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait brut de <i>Ruta chalepensis</i> par le Test de blanchissement du β -carotène.....	23
3.2. Evaluation de l'activité antioxydante d'extrait brut de <i>Ruta chalepensis</i> par le Test DPPH	24
4. Evaluation d'activité antifongique d'extrait de <i>Ruta chalepensis</i>	28
CONCLUSION	32

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction

Introduction

L'Algérie possède une richesse floristique considérable, ce potentiel de plantes médicinales comporte des milliers d'espèces présentant divers intérêts et constituent un axe de recherche scientifique et plus particulièrement dans le domaine des substances naturelles (**Aberkane, 2006**). En fait, leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence des milliers de composés naturels bioactifs appelés: les métabolites secondaires notamment les polyphénols. Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) (**Boizot et Charpentier, 2006**). Ils constituent une grande classe chimique qui disposent un extrême variété de structures et d'activités biologiques (**Queiroz-Monici et al., 2005**), les plus représentés sont les anthocyanes, les flavonoïdes et les tannins (**Boizot et Charpentier, 2006**).

La capacité antioxydante est le principal rôle physiologique attribué aux polyphénols (**Navarro et al., 2008**). L'intérêt accru des antioxydants d'origine naturelle dans le but d'augmenter la conservation des aliments s'explique par le fait que certains antioxydants synthétiques présentent des risques de cancérogénicité (**Velioglu et al, 1998**).

Les polyphénols sont des composés principaux antimicrobiens des plantes, ayant des modes d'action diverses et des activités inhibitrices et létales vis-à-vis d'une grande catégorie de microorganismes procaryotes et eucaryotes (bactéries et champignons) (**Cowan, 1999**). La majorité des polyphénols ont une activité antifongique très puissante.

L'incorporation de ces substances dans la gestion de l'agriculture peut réduire l'utilisation de fongicides ; aussi diminuer la pollution de l'environnement (**Hablaoui et Hakkoum, 2013**).

En agriculture, les maladies fongiques sont l'une des contraintes les plus importantes pour la production de blé. Parmi ces maladies, la fusariose, qui affecte les rendements mais aussi la qualité sanitaire de la récolte par la présence de toxines dans les grains (**Miedaner, 1996**).

L'espèce *Ruta chalepensis* est connue par ses propriétés antifongiques (**Oliva et al, 2003**), anti-inflammatoire; antiseptique; antipyrétique et antiparasitaire (**Duke et al, 2008**). L'extrait aqueux de *Ruta chalepensis* a une activité hypotensive par un effet direct sur le système cardiovasculaire (**Duke et al, 2008**). Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche dont le but principal est d'étudier les activités antioxydantes et antifongiques de l'extrait brut de *Ruta chalepensis*

- Le présent travail a pour objectif d'extraire les molécules bioactives, avec la détermination de la concentration de certains groupes, comme il vise à tester les activités biologiques surtout l'activité antioxydante par deux méthodes, le test de blanchissement du β -carotène et DPPH plus l'étude de l'activité antifongique par la méthode de contact direct sur les souches fongiques *Fusarium culmorum* et *penicillium* sp.

Revu bibliographique

1. La plante *Ruta chalepensis*

1.1. Description botanique

Ruta chalepensis est une espèce méditerranéenne, relativement commune dans toute l'Algérie septentrionale (**Baba iassa, 1999**), au Nord-est de l'Afrique, Sud de l'Europe et le Sud-ouest de l'Asie (**Mioulane, 2004**).

Ruta chalepensis est une plante herbacée à tige ligneuse à la base, pouvant atteindre 1 m (**Baba aissa, 1999**). Les feuilles de 6 à 12 cm de long, sont aromatiques, ovales, larges, pennatiséquées, bleu-vert, elles présentent de nombreux lobes oblongs, lancéolés ou aborales. En été, s'épanouissent des fleurs de 1 à 2 cm de diamètre, en coupe, de couleur jaune foncé, portant quatre ou cinq pétales frangés de longs poils. Elles sont réunies en cymes lâches (**Mioulane, 2004**) (**Photo1**).



Photo 1: *Ruta chalepensis* (**Duke et al, 2008**).

1.2. Systématique

Règne : *Plantae*

Sous règne : *Tracheobionta* (plantes vasculaires)

Super division : *Spermatophyta* (plantes à graine)

Division : *Magnoliophyta* (plantes à fleurs)

Sous division : *Angiospermae*

Classe : *Magnoliopsida* (dicotylédons)

Sous classe : *Rosidae*

Super ordre : *Rutanae*

Ordre : *Sapindales*

Famille : *Rutaceae*

Genre : *Ruta*

Espèce : *Ruta chalepensis* (Bonnier, 1999; Wiart, 2006; Takhtajan, 2009)

1.3. Composition chimique de *Ruta chalepensis*

1.3.1. Les Alcaloïdes

- **Furoquinoline alcaloïdes:** skimmianine, gamma-fagarine, dictamnine, kokusaginine, pteleine
- **Acridine alkaloids:** arborinine- 2-arylquinoline, rutacridone, Gravacridiol (Waterman, 1975), choloridone [4,5-dioxymethylene-11-methylfuro (2,3-c) acridin-6 (11H)-on] (Ulubelen et Terem, 1988).
- **Quinazoline alcaloïdes :** comme l'arborine
- **Quinoline alcaloïdes:** parmi eux: graveoline, graveolineine (Waterman, 1975).

1.3.2. Les Huiles volatiles

Le rendement en huiles essentielles diffère selon le lieu de récolte mais généralement les composés les plus rencontrés sont le 2-nonanone et le 2-undecanone (Merghache et al, 2009, Mejri et al, 2010).

1.3.3. Les Flavonoïdes

Le composant majoritaire est la rutine (2-5%) (Fleming et al, 2000).

1.3.4. Les Coumarines (Milesi et al, 2001)

- **Hydroxy-coumarines:** umbelliferone, herniarin, gravelliferon, rutacultin.
- **Furo-coumarines:** bergapten, psoralen, xanthotoxin, chalepensis, isopimpinellin, isoimperatorin, rutarin, rutaretine.

➤ **Pyrano-coumarines:** parmi eu: xanthyletine.

1.3.5. Les lignans : Savinine, helioxanthine (Fleming et al, 2000).

1.4. Usage traditionnel et médicinal

Ruta chalepensis est une plante ornementale des jardins, sa présence éloigne les vipères (Le moine, 2001). Les feuilles fraîches, quoique très amères, sont comestibles, elles sont utilisées pour aromatiser le fromage blanc et dans la préparation d'un beurre aux herbes. Elle aromatisé aussi certaines boissons alcoolisées (Bilderback, 2007). Sa sève irrite les peaux sensibles. Les feuilles soignent les phlébites et les varices. Son utilisation est déconseillée pour les femmes enceintes (Le moine, 2001). Elle est aussi utilisée contre la gale et les parasites de la tête (Bonnier, 1999).

Autres activités sont citées par Duke et al, (2008) ; Analgésique; Anti fertilité; Anti-inflammatoire; Antiseptique (contre : *Bacillus*, *Candida*, *Escherichia*, *Microsporium*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*) ; Antispasmodique ; Bactéricide; Candidicide; Cardiotonique; Insectifuge; Molluscicide; Stomachique; Sudorifique; Vermifuge; Vulnéraire ; antipyrétique, antiparasitaire et l'extraits aqueux de la rue a une activité hypotensive par un effet direct sur le système cardiovasculaire.

2. Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes, ils sont divisés principalement en trois grandes familles: Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes (Lutge et al., 2002 ; Abderrazak et Joël., 2007). Ils interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes -animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents allélopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (Judd et al ; 2002).

Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, il existe plus de 200000 métabolites secondaires classés selon leur appartenance chimique (Vermerris, 2006).

2.1. Les polyphénols

Les composés phénoliques, constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus (Lugasi et al ., 2003). La couleur et l'arome, ou l'astringence des plantes dépendent de la concentration et des transformations des phénols. Ces composés représentent 2 à 3% de la matière organique des plantes et dans certains cas jusqu'à 10% (Walton et Brown, 1999).

Les fonctions principales attribuées à ces composés chez les végétaux sont la protection contre les pathogènes et les herbivores ainsi que la limitation des dommages dus aux radiations UV (**Lebham, 2005**).

Les principales classes de composants phénoliques sont: les acides phénoliques, les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins, et les coumarines (**King et Young., 1999**).

2.1.1. Les acides phénoliques

Ils présentent des propriétés biologiques intéressantes : anti-inflammatoires, antiseptiques urinaire, antiradicalaires...etc. (**Bruneton, 1999**). On distingue :

- Les dérivés de l'acide benzoïque (constitués d'un squelette à sept carbones).
- Les dérivés d'esters hydroxycinnamiques (constitués d'une structure de type C6-C3)

(**Barboni, 2006**).

2.1. 2. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels (**Seyoum et al., 2006**), ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. A l'état naturel les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides (**Bruneton, 1999 ; Ghestem et al., 2001**). Plus particulièrement, les flavonoïdes sont impliqués, chez les plantes, dans le transport d'électrons lors de la photosynthèse et ils jouent un rôle de protection contre les effets néfastes des rayons ultraviolets en agissant comme antioxydant (**Havsteen, 2002**).

La famille des flavonoïdes se divise en six classes qui diffèrent par leurs structures chimiques : flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanidines (**Medic Sanic et al, 2004**).

2.1. 3. Les tanins

Les tanins se trouvent dans l'ensemble des végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.). Ils ont la capacité de former des complexes avec des macromolécules (les protéines) et des liaisons entre les fibres de collagènes, d'où leur viennent la plupart de leurs propriétés (**Paolini et al., 2003**).

Leur structure chimique est particulièrement variable, mais comporte toujours une partie polyphénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Paolini et al., 2003**).

2.2. Les terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte (**Hernandez-Ochoa, 2005**). Ils constituent le principe odoriférant des végétaux. Cette odeur est due à la libération des molécules très volatiles contenant 10, 15, 20 atomes de carbones. Les extraits de ces molécules sont employés comme condiment (girofle) ou comme parfum (rose, lavande). Nombre d'entre eux possèdent des propriétés antiseptiques (**Klaas et al., 2002**).

2.3. Les alcaloïdes

Il n'existe pas de définition simple et précise des alcaloïdes et il est parfois difficile de situer les frontières qui séparent les alcaloïdes et d'autres métabolites azotés naturels. Il est admis qu'un alcaloïde est un composé organique d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, de distribution restreinte et doué à faible dose (**Bruneton, 1999**).

3. Activités biologiques des polyphénols

Les polyphénols constituent une grande classe chimique. Ils disposent d'une extrême variété de structures et d'activités biologiques (**Queiroz-Monici et al., 2005**).

3.1. Activité antioxydante des polyphénols

La capacité antioxydante est le principal rôle physiologique attribué aux polyphénols (**Navarro et al., 2008**). L'action antioxydante d'un composé phénolique peut être issue d'une combinaison d'événements chimiques, dont l'inhibition enzymatique, la chélation de métaux ou encore la donation d'hydrogène et l'oxydation en un radical stable (**Parr et Bolwell, 2000**).

Des récentes études ont montré l'effet bénéfique d'un apport de 200 mg d'extrait de thé vert, soit 100 mg de polyphénols, retarde efficacement le stress oxydant ainsi que augmente la lipolyse (**Kao et al., 2002**).

3.1.1. Les radicaux libres

Un radical libre est défini comme toute molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés (**Jacques et André., 2004**), cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (**Martinez-Cayuela, 1995**).

Parmi les espèces radicalaires les plus intéressantes se trouvent les espèces réactives de l'oxygène (ERO) qui dérivent de la molécule d'oxygène, par addition d'un électron. Les principales

espèces réactives de l'oxygène sont: le radical superoxyde (O_2^{*-}), le radical hydroxyle (OH^*), le monoxyde d'azote (NO^*), et aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tels que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et le Peroxynitrite ($ONOO^-$) (Gutteridge,1993 ; Jacques et André., 2004).

3.1.2. Les conséquences moléculaires du stress oxydatif

Le stress oxydatif est défini comme étant le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (Boyd *et al.*, 2003).

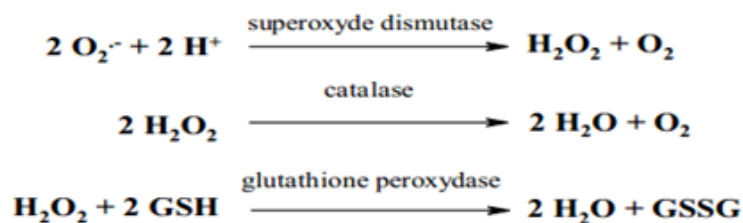
La production excessive des radicaux libres provoque des lésions directes de molécules biologiques : oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides et des glucides, mais aussi des lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés notamment lors de l'oxydation des lipides (Favier, 2003).

3.1.3. Les antioxydants

Pour contourner les dommages causés par les ERO, la cellule fait appel à des systèmes de défense appelés antioxydants. Un antioxydant est défini comme toute substance ayant la capacité de retarder, prévenir ou réparer un dommage oxydatif d'une molécule cible (Halliwell et Gutteridge, 2007).

3.1.3.1. Les antioxydants enzymatiques

Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutase (SOD), de catalase et de glutathion peroxydase (Lehucher-Michel, 2001). Ces enzymes antioxydantes permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes :



3.1.3.2. Les antioxydants non enzymatiques

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydantes, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes (**Dacosta, 2003**).

Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants *in vivo* ont été proposés. Elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, le β -carotène, les composés phénoliques,...etc. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Kohen et Nyska, 2002**).

3.1.3.3. Les antioxydants synthétiques

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tel que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matière de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture (**Lisu et al, 2003**).

3.2. Activité antifongique des polyphénols

Les polyphénols sont des composés principaux antimicrobiens des plantes, ayant des modes d'action diverses et des activités inhibitrices et létales vis-à-vis d'une grande catégorie de microorganismes procaryotes et eucaryotes (bactéries et champignons) (**Cowan, 1999**).

La majorité des polyphénols ont une activité antifongique très puissante. **Orturno (2005)** a démontré l'activité des flavanones glycosides et des polyméthoxyflavones de *Citrus parasidi*, et de *Citrus sinensis* sur *Penicillium digitatum*. Aussi, les flavonoïdes de *Conyza aegyptica L.* ont une action fongicide et fongistatique sur différents agents de mycoses: *Microsporium canis*, *M.gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Candida zeylanoïdes* (**Batawita, 2002**).

3.2.1. Facteurs d'altération de blé tendre

Les graines de céréales constituent, depuis toujours, la principale ressource alimentaire de l'homme et de l'animal et possèdent un pouvoir nutritionnel important (**Pfohl-leszkowicz, 1999**).

Dans la plupart des cas, la production des céréales est assurée par une seule récolte dans l'année alors que la consommation est prolongée toute au long de l'année, d'où la nécessité du stockage. Malheureusement, de nombreux agents de détériorations (vertébrés, insectes, moisissures, acariens,...) sont la cause de la perte d'une grande partie des récoltes de céréales. Les moisissures et

leurs métabolites secondaires entraînent, à l'échelle mondiale, des pertes de céréales et leurs dérivées estimées de 5 à 10% (**Pfohl-leszkowicz, 1999**).

Ils existent plusieurs facteurs d'altérations du blé tendre ; altérations d'origine enzymatiques (des hydrolases telle que les lipases et les amylases), altération d'origine mécanique ou physique (les rayons gamma et les rayons ultra-violet) (**Afnor, 1986**) et altération d'origine biologique (les insectes, les acariens, les bactéries, les moisissures, etc.) (**Magan et al., 2003**).

3.2.1.1. Les moisissures

Plus de 150 espèces de moisissures filamenteuses ont été trouvées sur les grains de céréales comme contaminants extérieurs. Les graines sont naturellement en contact avec des spores fongiques avant, pendant et après la récolte, durant le transport et le stockage. La croissance fongique est régie par de nombreux paramètres physico-chimiques, notamment la quantité d'eau libre, la température, la présence d'oxygène, la nature du substrat et le pH (**Jouany et Yiannikouris, 2002**).

3.2.1.1.1. Le genre *Penicillium*

Ce genre réunit des champignons filamenteux, appartenant au phylum des Ascomycètes. Ce genre comprend environ 227 espèces définies essentiellement d'après les caractères du thalle, des pénicilles et des spores. Les *Penicillium* sont des champignons pour la plupart très communs dans l'environnement, polyphage, pouvant être responsables de nombreuses dégradations (**Pitt, 1988**).

Ils ont pour habitat naturel le sol, les denrées alimentaires, les matières organiques en décomposition, le compost, les céréales.

➤ Caractères cultureux généraux :

Les *Penicillium* se développent rapidement et facilement sur les milieux de culture utilisés en routine (géloses au malt, Sabouraud). Ils se développent à des températures modérées de l'ordre de 20-27°C. Après 2 jours d'incubation, on observe des petites colonies plates, formées de courts filaments aériens, habituellement blancs. Après 3-4 jours d'incubation, la sporulation va conférer aux colonies leur teinte, le plus souvent dans les tons vert, vert bleu, vert-gris, vert-jaune, gris-bleu mais aussi, pour certaines espèces, jaune, orange, chamois, rose, ou rouge. Cette couleur permet une première orientation dans l'identification d'espèces (**Botton et al., 1990**).

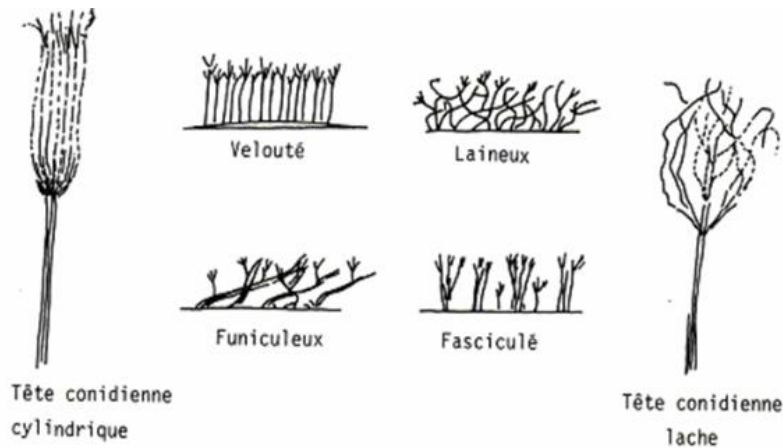


Figure 2 : Caractères du thalle de genre *Penicillium* (Botton et al., 1990).

➤ **Potentiel toxigène :**

La majorité d'espèces du genre *Penicillium* sont capables de produire des mycotoxines: l'acide cyclopiazonique (*Penicillium chrysogenum*), l'acide pénicillique (*Penicillium cyclopium*) ; la patuline ou la clavacine (*Penicillium expansum*, *Penicillium griseofulvum*), la citrinine (*Penicillium expansum*), l'ochratoxine A (*Penicillium verrucosum*) (Pitt, 2000).

3.2.1.1.2. Le genre *Fusarium*

Ce genre inclue des champignons imparfaits appartenant à la classe des Deutéromycètes. Les formes parfaites ou téléomorphes de quelques espèces de *Fusarium* sont connues, et appartiennent à la classe des Ascomycètes. Le genre comprend près de 40 espèces souvent largement répandues (Nelson et al., 1983).

Sur le plan économique le genre *Fusarium* est très important parce qu'il regroupe beaucoup d'espèces phytopathogènes, susceptibles d'induire des maladies (fusarioses) chez de nombreuses plantes. Il est considéré parmi les champignons telluriques les plus agressifs, causant des flétrissements et des pourritures sur de nombreuses espèces végétales cultivées, (Benhamou et al., 1997).

Les espèces du genre *Fusarium* peuvent ainsi attaquer les céréales (maïs, blé, orge, avoine), des légumes, les plantes ornementales et beaucoup d'arbres fruitiers. La majorité des espèces de *Fusarium* sont susceptibles de produire des mycotoxines et sont ainsi impliquées dans des intoxications chez les animaux d'élevage (Tabuc, 2007).

Les principales espèces de *Fusarium*, compte tenu de leur fréquence dans les différents substrats, notamment les céréales, de leur potentiel toxigène et de leur pouvoir pathogène, sont : *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum* et *F. verticilloides* (*F. moniliforme*) (Tabuc, 2007).

Fusarium culmorum et *Fusarium graminearum* sont les agents pathogènes de la maladie des pourritures racinaires qui se manifeste aussi bien sur blé dur et tendre que sur l'orge. Cette maladie

apparaît particulièrement dans les zones semi-arides et durant les années à faible pluviométrie (Ezzahiri, 2001).

Le genre *Fusarium* comprend des espèces capables de produire de nombreuses mycotoxines, parmi lesquels la zéaralénone qui est produit par l'espèce *Fusarium culmorum* (Pitt, 2000).

- L'espèce *Fusarium culmorum*

Le thalle est à croissance rapide, d'abord blanc à jaunâtre ou rose puis rouge brunâtre avec un revers rouge à pourpre. Les microconidies sont absentes. Les phialides sont courtes et larges formées sur le mycélium aérien ou groupées en sporodochies. Les macroconidies sont fusiformes, courbes, septées, à cellule apicale courte et pointue. Les chlamydozspores sont intercalaires ou terminales, formées par le mycélium ou par les conidies, subglobuleuses, brunâtres, lisses ou verruqueuses (Botton *et al.*, 1985), (Photo 3)

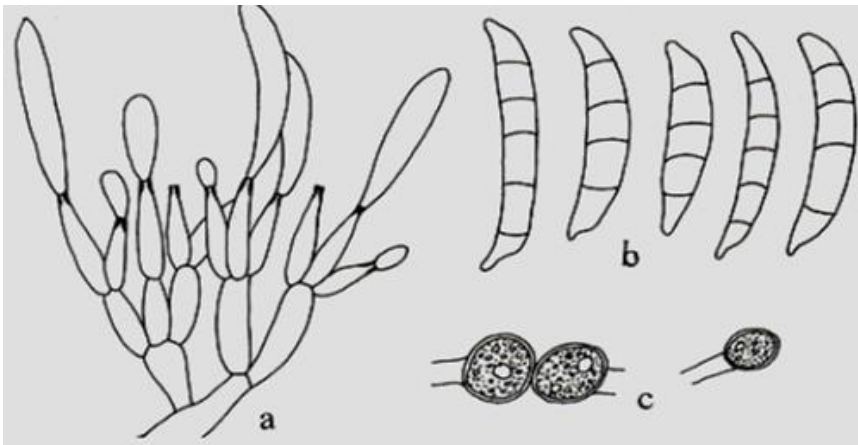


Figure 3 : Caractéristiques de *Fusarium culmorum* (Botton *et al.*, 1985), (x750) .

a- macrophialides et macroconidies ; b- macroconidies ; c- chlamydozspores

4. Les Méthodes de lutte contre les agents pathogènes

La recherche de nouvelles stratégies de prévention contre les infections et les maladies d'origine fongique, comporte un intérêt majeur, d'une part pour la sécurité sanitaire des aliments et la santé du consommateur et d'autre part, pour la protection de l'économie du pays.

4.1. La lutte culturale

C'est un ensemble de mesures visant à prévenir les maladies et limiter les risques d'infection. Ces mesures consistent à l'arrachage et la destruction des débris et des plantes hôtes, à l'utilisation des semences indemnes, à la rotation des cultures, à maintenir une fertilisation équilibrée et à appliquer une densité de semis adéquate (**Sanou, 2004**). Le nettoyage du champ après la récolte et avant le début de la saison réduit considérablement l'inoculum primaire dans le champ (**Marley et al., 2005**).

4.2. La lutte chimique

La lutte chimique est la méthode la plus employée parce qu'elle permet d'avoir des résultats spectaculaires (**Sanou, 2004**). Cependant, l'utilisation des produits de synthèse a des conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine.

4.3. La lutte génétique

L'utilisation de variétés résistantes constitue la méthode la plus recommandée qui donne de meilleurs résultats parce que la plante est habilitée à lutter contre les champignons sans l'aide d'une autre substance (**Garrier, 2009**).

4.4. La lutte biologique

La lutte biologique par l'utilisation des antagonistes ou des substances naturelles connaît un regain d'intérêt grandissant en raison des risques potentiels de la lutte chimique sur l'environnement et les perspectives nouvelles qu'offre cette approche pour la culture biologique (**INRA, 2005**).

Matériels et Méthodes

MATERIELS ET METHODES

1. Matériels

1.1. Matériel biologique

1.1.1. Matériel végétal

La plante a été récoltée durant le mois de novembre 2014, à Ouaressen (35 Km au sud de la wilaya de Bordj Bou Arreridj, Algérie). La plante a été identifiée par le Pr. Rachid Gharzoli, université Farhat Aabas, Sétif.

Les différents organes du matériel végétal (feuilles, tiges) ont été séchés à l'ombre et à l'abri de l'humidité à température ambiante pendants quelque jours. Une fois séchées les deux parties de la plante ont été réduites en poudre puis soumises à l'extraction.

1.1.2. Souches de moisissures

La souche fongique *Fusarium culmorum* (F.c) et la souche fongique *Penicillium sp* ont été obtenue au près du le laboratoire de biologie des systèmes microbiens (LBSM) de l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S) de Kouba (Alger) et du laboratoire de phytopathologie de l'Université de Bordj Bou Arreridj, respectivement.

1.2. Appareils et produits chimiques

Parmi l'appareillage utilisé ; Rota-vapeur (Germany, BÜCHI461), Agitateur magnétique (GP SELECTAS ACE), Bain marie (Memmert), Etuve (Memmert), Autoclave, Spectrophotomètre visible. Bec benzène, Balance à précision (Kern), la hote (EQUIPLABO), Vortex (Top Mix).

Plusieurs réactifs chimiques ont été utilisés ; 2,2'-diphenyl-1 picrylhydrazyl (DPPH), Quercétine, acide gallique, butylhydroxytoluene (BHT), $AlCl_3$, β -carotène, acide linoléique, Tween 40 (Sigma-Aldrich), l'eau physiologique, l'eau distillé, Méthanol, chloroforme (Prolabo). Le milieu de culture est préparé au niveau du laboratoire de microbiologie, université de BBA.

2. Méthodes

2.1. Extraction des polyphénols

Le protocole d'extraction des polyphénols à partir de poudre de *Ruta chalepensis* est basé sur la méthode décrite par **Markham (1982)**. Il s'agit d'une double macération, le premier se fait selon le rapport 1:10 (solide /liquide) qui consiste à immergé 100 g de poudre (solide) dans 1000 ml du solvant (liquide) contenant 85% de méthanol et 15% d'eau distillée pendant une nuit sous agitation à 4°C. Le mélange a été filtré sur l'aine de verre, puis sur un papier filtre pour obtenir le premier filtrat.

Les résidus mise à une deuxième macération dans un solvant préparé selon le rapport 1:1 correspondant de 50% du méthanol avec 50% d'eau distillée pendant 4h sous agitation à 4°C. Les deux filtrats obtenus sont combinés puis soumis à une évaporation rotative à 45 °C pour éliminer le méthanol afin d'obtenir l'extrait brut (EBr) (**Figure 4**).

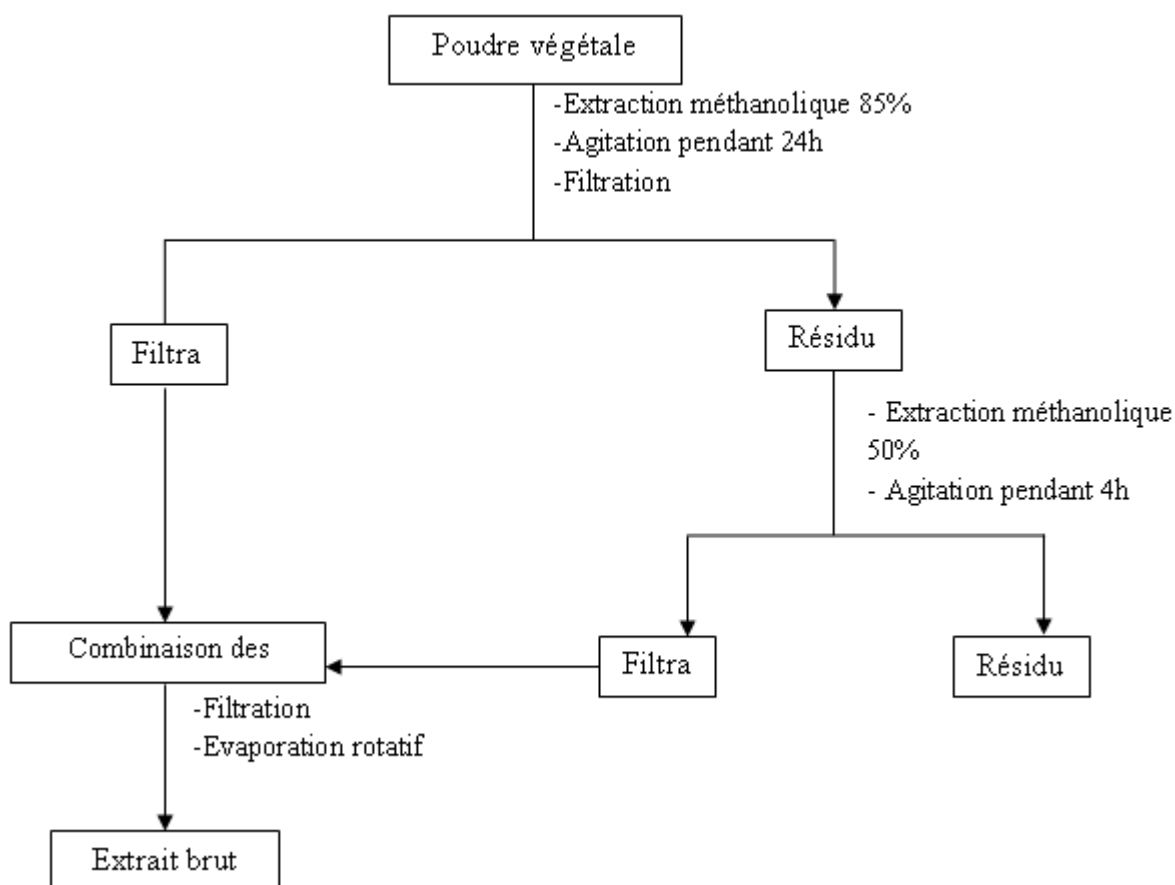


Figure 4 : Procédure d'extraction des composés phénoliques du *Ruta chalepensis* (**Markham, 1982**).

2.2. Dosage des polyphénols et flavonoïdes

2.2.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux de l'extrait brut des feuilles et des tiges de *Ruta chalepensis* a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Li et al., 2007). Une quantité de 100µl de l'extrait est mélangé avec 0,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué). Après 4 minutes, 400µl de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5% sont ajoutés.

L'ensemble est incubé à température ambiante et à l'obscurité pendant 2 h et la lecture est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm. La concentration des polyphénols totaux a été calculée à partir de l'équation de régression de la droite d'étalonnage établie avec l'acide gallique préparée dans le méthanol (20-140 µg/ml).

Le résultat est exprimé en microgrammes équivalent d'acide gallique par milligrammes du poids d'extrait (µg EAG / mg).

2.2.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode de trichlorure d'aluminium (Bahorun et al., 1996) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans EBr de *Ruta chalepensis*. 1 ml d'échantillon ou standard (préparés dans le méthanol) est ajouté à 1 ml de la solution d' $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (2% dans le méthanol). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm. La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (1-40 µg/ml) et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (µg EQ/mg d'extrait).

2.3. Test de blanchissement du β-carotène des extraits de *Ruta chalepensis*

Dans ce test la capacité antioxydante des extraits de *Ruta chalepensis* est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydatif du β-carotène (décoloration) par les produits d'oxydation de l'acide linoléique selon la méthode décrite par Aslan et ses collaborateurs (2006).

L'émulsion de β-carotène /acide linoléique est préparée par solubilisation de 0,5 mg de β carotène dans 1 ml du chloroforme, 25 µl de l'acide linoléique et 200 mg de Tween 40 sont additionnés, le chloroforme est complètement évaporé, par la suite 100 ml d'eau distillée saturée en oxygène sont ajoutés, l'émulsion résultante est agitée vigoureusement. 350 µl de solution d'extraits ou d'antioxydants standard (BHT) solubilisé dans le méthanol (2 mg/ml) sont additionnés à 2,5 ml de l'émulsion précédente.

La cinétique de décoloration de l'émulsion en présence et en absence d'antioxydant (contrôle négatif dans lequel l'échantillon est remplacé par 350 µl de méthanol) est suivie à 490 nm à des

intervalles de temps réguliers pendant 48 heures. Le pourcentage de l'activité antioxydante relative des extraits (AAR%) est calculé selon l'équation suivante :

$$AA\% = \text{Abs (échantillon)} / \text{Abs (Blanc)} * 100$$

2.4. Détermination de l'activité antiradicalaire des extraits de *Ruta chalepensis* par la méthode de DPPH

L'activité antiradicalaire des différents extraits de *Ruta chalepensis* est évaluée, in vitro, par le test de DPPH. Cette méthode spectrophotométrique utilise le radical DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl) de couleur violette comme réactif, qui vire au jaune, en présence de capteurs de radicaux libres, et se réduit en 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazine (Cuendet *et al.*, 1997). Ceci permet de suivre la cinétique de décoloration à 517 nm. Pour cela, 50 µl de chacune des différentes concentrations des extraits ont été incubés avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH à 0.004 %. Après une période d'incubation de 30 minutes, les absorbances à 517 nm ont été enregistrées. Les résultats obtenus pour chaque extrait testé ont été exprimés par rapport à ceux obtenus pour le BHT pris comme antioxydant de référence. Le pourcentage d'inhibition (I %) du radical DPPH par les extraits de *Ruta chalepensis* a été calculé comme suit:

$$I \% = [(A_C - A_E) / A_C] \times 100$$

A_C: absorbance en absence de l'inhibiteur (contrôle négatif)

A_E: absorbance en présence de l'inhibiteur (échantillon)

La concentration inhibitrice de 50 % de l'activité du DPPH (IC₅₀) de chaque extrait a été par la suite calculée à partir de l'équation qui détermine le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'inhibiteur. Elle a été exprimée en µg / ml et comparée avec celle du BHT.

2.5. Méthode d'étude du pouvoir antifongique d'extrait de *Ruta chalepensis*

La méthode de contact direct est utilisée en vue de déterminer les extraits actifs en évaluant les taux d'inhibition (**Fandohan et al., 2004**).

Un volume de 500 µl de l'extrait méthanolique est incorporé séparément dans des tubes contenant 20ml du milieu PDA maintenu en surfusion. Chaque tube est homogénéisé instantanément par agitation manuelle puis son contenu est coulé dans une boîte de Pétri. Un disque mycélien de diamètre de 6mm prélevé de la culture jeune du mycète a été inoculé.

La lecture des résultats a été faite après 5jours d'incubation à (25±2) °C par mesure du diamètre des zones de croissance.

Parallèlement, le diamètre de la zone de croissance des mêmes souches fongiques en absence d'extrait ont été déterminé.

L'effet antimicrobien de nos extraits sur la croissance des souches filamenteuses est déterminé par la mesure du taux d'inhibition de la croissance en utilisant la formule d'Ebbot (**Motiéjunaité et Peiculyté, 2004**) :

$$T = (Dk - D0) / Dk \times 100$$

Dk : Diamètre de la colonie fongique du témoin (en mm).

D0 : Diamètre de la colonie fongique en présence de l'extrait (en mm).

T : Taux d'inhibition de la croissance du mycélium en pourcentage.

L'extrait est dit :

- ✓ Très actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 75 et 100 %, la souche fongique est dite très sensible.
- ✓ Actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 50 et 75 %, la souche fongique est dite sensible.
- ✓ Moyennement actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 25 et 50%, la souche est dite limite.
- ✓ Peu ou pas actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 0 et 25%, la souche est dite peu sensible ou résistante (**Alcamo, 1984**).

2.6. Etude statistique

L'analyse statistique a été réalisée par logiciel Microsoft Excel 2007. Toutes les expériences ont été faites en triples. Les résultats ont été représentés par la moyenne avec son standard de déviation calculée sur la moyenne de trois répétitions pour l'activité antioxydante et pour le dosage des polyphénols et des flavonoïdes.

Le coefficient de corrélation R^2 entre les densités optiques et les concentrations pour les étalons est calculé à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2007.

La détermination de taux de signification est effectuée par test ANOVA et du test de Student, les valeurs de $p \leq 0.05$ sont considérées significatives.

Les valeurs de la concentration inhibitrice à 50% (IC_{50}) sont calculées par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe de pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration.

Résultats et Discussion

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Extraction des polyphénols

L'extraction des composés phénolique de *Ruta chalepensis* a été effectuée par un solvant organique polaire en pourcentage avec l'eau distillé par double macération selon la méthode de **Markham (1982)**. Cette extraction a permis d'obtenir un extrait brut méthanolique.

Les résultats obtenus montrent que le rendement en extrait brut de la partie aérienne (feuilles et tiges) de notre plante est de 20,83%.

Selon une étude mener par **Mansour el Saïd et al en 1990** sur la même espèce, où ont réalisé l'extraction méthanolique de la partie aérienne de la plante par soxhlet, le rendement en extrait brut est de 3.75%. Rendement nettement inférieure à celui obtenu en utilisant la méthode de Markham (20.83%).

Il est important de souligner que la méthode utilisée (le choix des solvants), ainsi que les conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée (à chaud ou à froid), affectent tous le contenu total en phénols et flavonoïdes, et par conséquent affecte les activités biologiques médiées par ces métabolites (**Lee et al., 2003**).

Selon **Attou (2011)**, Les rendements en extraits bruts (en %) des différentes parties de la plante de *Ruta chalepensis* sont variables selon la région, les stations et la partie de la plante étudiée

2. Analyse phytochimique

Les composés phénoliques forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes (**Beta et al., 2005**) et comme la majorité des effets biologiques des plantes dû à ces substances, et qui sont l'un des principaux contributeurs à l'activité antioxydante et antifongique (**Harbone et Williams, 2000**), le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes d'extrait brut de *Ruta chalepensis* a été effectué.

2.1. Teneur en polyphénols totaux et en Flavonoïdes

La teneur en polyphénols totaux des extraits a été estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu (**Li et al., 2007**), qui a été choisie pour les raisons suivantes :

- C'est une méthode qui satisfait aux critères de faisabilité et de reproductibilité.
- La méthode est bien standardisée.
- La grande longueur d'onde (765nm) d'absorption du chromophore permet de minimiser les interférences avec la matrice d'échantillon qui est souvent coloré.

- C'est un test largement pratiqué dans les laboratoires de recherche à travers le monde (Huang et al., 2005).

La courbe d'étalonnage obtenue montre une linéarité de l'absorbance en fonction des concentrations (Figure 5). La quantité de polyphénols a été exprimée en µg EAG / mg d'extrait et déterminés par l'équation de type : $y = ax + b$.

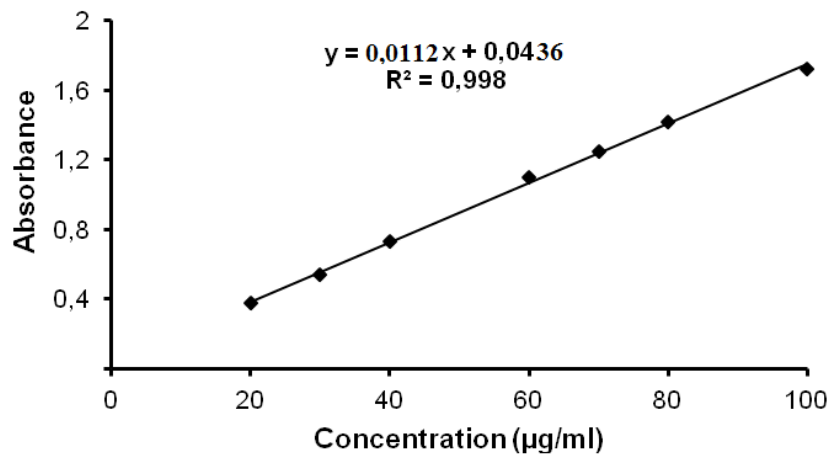


Figure 5 : Droite d'étalonnages de l'acide gallique (moyenne ± SD de trois essais).

L'extrait brut de *Ruta chalepensis* montre une teneur élevée en polyphénols (Tableau 1)

Tableau 1 : Teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes dans les extraits de la plante *Ruta chalepensis*.

Extrait	Teneur en polyphénols µg EAG/mg d'extrait.	Teneur en flavonoïdes µg EQ/mg d'extrait	Les valeur s
EBr	160,21± 7,29	17,97± 0,05µg	représe ntent

la moyenne de 3 mesures ± SD.

Les flavonoïdes sont des polyphénols naturels les plus importantes (Djeridane et al., 2010). La détermination quantitative des flavonoïdes totaux par la méthode du trichlorure d'aluminium (Bahorun et al., 1996), méthode simple, peu coûteuse et offrent une sensibilité ce qui le rend plus pratique dans le contrôle de qualité et les laboratoires d'analyse. En outre, cette méthode permet de déterminer la teneur totale en flavonoïdes même en présence d'autres composés polyphénoliques qui ne forment pas des complexes avec $AlCl_3$ (Matyushchenko et Stepanova, 2003).

La teneur en flavonoïdes est exprimée en équivalent microgramme de quercétine par milligramme d'extrait ($\mu\text{g EQ}/\text{mg}$ d'extrait) (**Figure 6**).

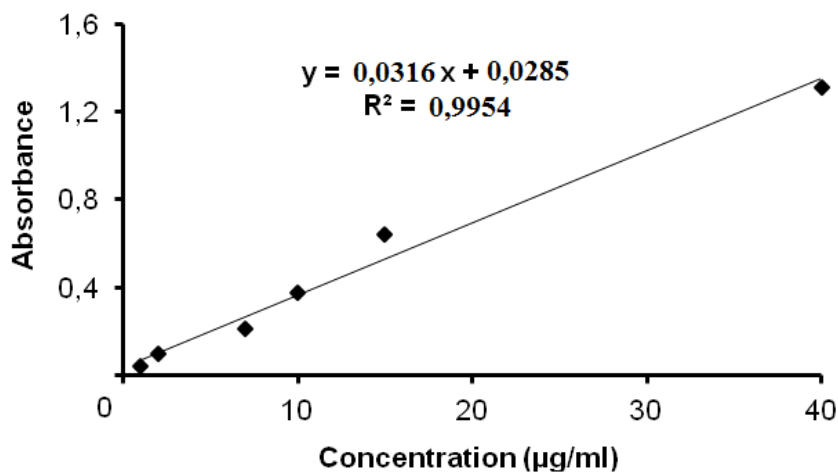


Figure 6 : Droite d'étalonnages de la quercétine (moyenne \pm SD de trois essais).

Les résultats ont montré que EBr de *Ruta chalepensis* représente une teneur considérable en flavonoïdes de $17,97 \pm 0,05 \mu\text{g EQ}/\text{mg}$ d'extrait.

Il est important de souligner que l'utilisation d'espèce de plante, d'origine géographique et climatique distinctes ainsi que des méthodes d'extraction et de dosage différentes réduisent la fiabilité d'une comparaison entre les différentes études.

3. Tests in vitro de l'activité antioxydante

Dans notre étude l'activité antioxydante de EBr de *R.chalepensis* a été évaluée *in-vitro* par deux méthodes différentes :

- Test de blanchissement du β -carotène
- Test de DPPH.

Il est nécessaire de préciser qu'un résultat observé lors de l'évaluation d'un extrait brut ou d'une fraction enrichie est la composante de deux paramètres : l'activité essentielle d'un produit, d'une part, et d'autre part, sa quantité relative dans l'extrait. Ainsi, l'activité marquée d'un extrait peut tout aussi bien provenir d'une faible quantité de constituants très actifs, que d'une grande quantité de constituants peu actifs. De plus, il se peut qu'une activité observée résulte de la somme d'activités de plusieurs constituants (Cavin, 2007 ; Sokol-Letowska et al., 2007).

3.1. Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait brut de *Ruta chalepensis* par le Test de blanchissement du β -carotène

L'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes, ces radicaux libres vont par la suite oxyder le β carotène entraînant ainsi la disparition de sa couleur rouge, qui est suivie spectrophotométriquement à 490 nm. Cependant la présence d'un antioxydant pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du β carotène (**Kartal et al., 2007**).

Dans ce test, la capacité antioxydante d'extrait est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydatif du β carotène (disparition de sa couleur) par les produits d'oxydation de l'acide linoléique selon la méthode décrite par **Aslan et ses collaborateurs (2006)**.

La cinétique de blanchissement du β carotène en absence et en présence de l'extrait de *Ruta chalepensis*, de l'antioxydant standard (BHT), sont représentées dans la **Figure 7**.

D'après les résultats, le BHT et l'extrait brut testé inhibent d'une manière significative ($p \leq 0.001$) l'oxydation couplée de l'acide linoléique et du β carotène par rapport au blanc au temps 0 qui représente 0 % de la peroxydation. Selon **Liyana-Pathriana (2006)**, un extrait qui inhibe ou retarde le blanchissement du β carotène peut être décrit comme un piègeur de radicaux libres et comme un antioxydant primaire.

L'EBr de *Ruta chalepensis* montre une activité inhibitrice importante avec une AA de 68.72 ± 1.96 % mais cette valeur d'activité reste inférieure à celle du contrôle positif BHT qui représente $92.11 \pm 7,54$ % d'activité inhibitrice (**Figure 8**).

L'activité antioxydante enregistré de EBr est en corrélation avec son teneur élevé en composés phénoliques, ce qui est en accord avec les résultats trouvés par **Baghiani et ses collaborateurs (2010)** et **Boumerfeg et ses collaborateurs (2012)** plus la teneur en polyphénols est élevée, plus l'activité antioxydante est élevée. Selon l'étude de **Ratheesh et al, 2010** sur une espèce proche, *Ruta graveolens* révèle aussi une activité antioxydante remarquable.

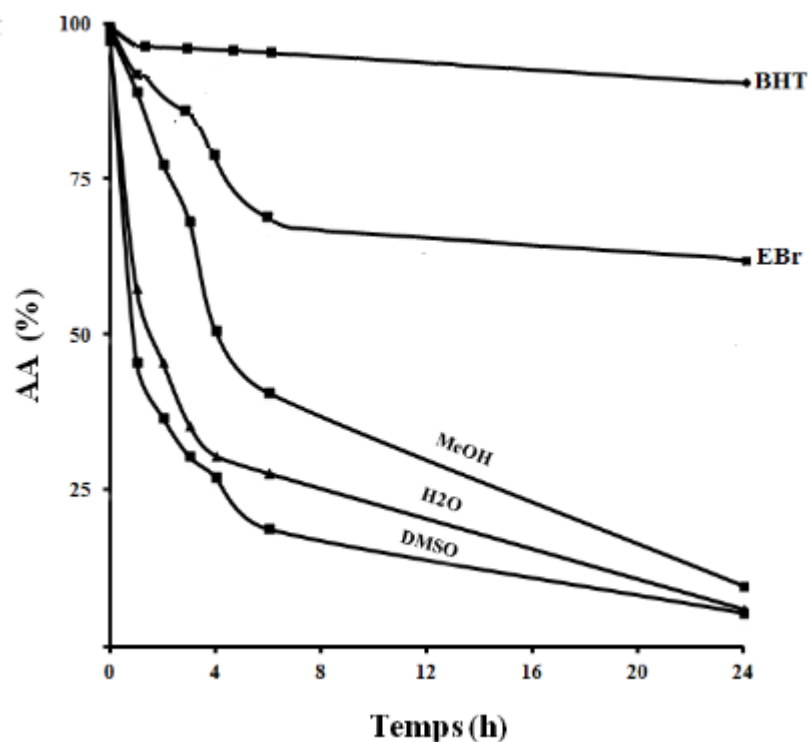


Figure 7 : Cinétique de blanchissement du β -carotène à 490 nm en absence et en présence de l'extrait brut (EBr) de *Ruta chalepensis*, du BHT, MeOH ; DMSO et H₂O. Chaque valeur représente la moyenne \pm SD (n = 3).

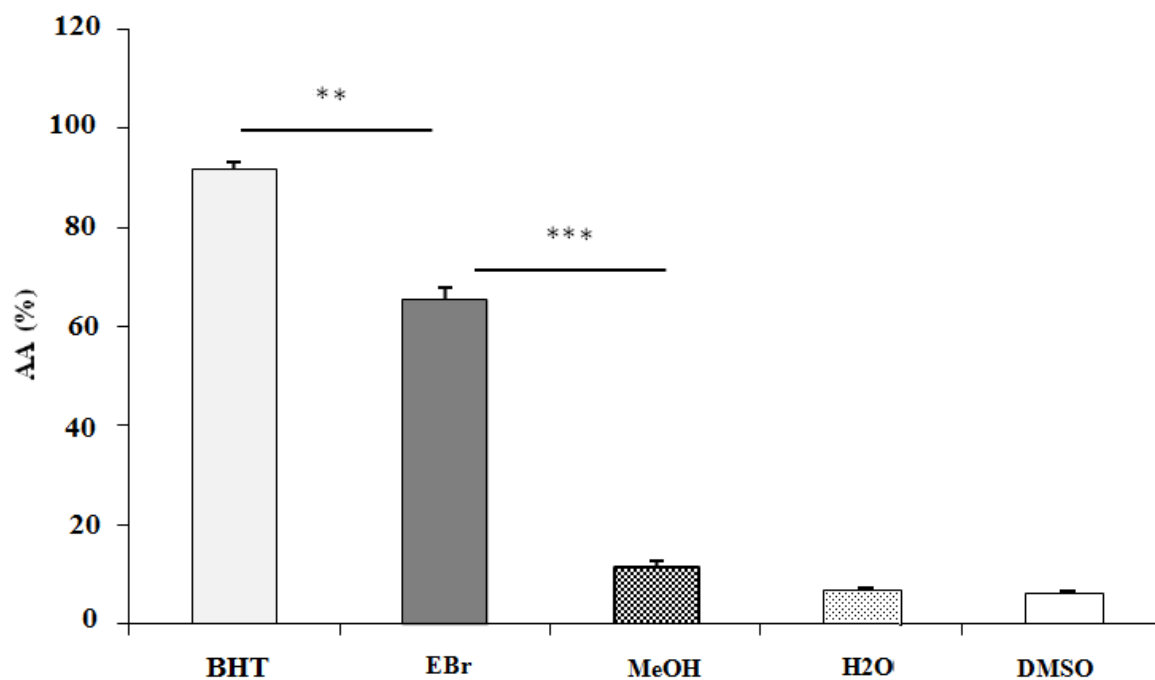


Figure 8 : Activité antioxydante de l'extrait brut (EBr) de *Ruta chalepensis* ; du BHT et des véhicules à 24 h, dans le système de β -carotène / acide linoléique. Chaque valeur représente la moyenne \pm SD (n = 3). ***: $p \leq 0.001$

Plusieurs études ont montré que l'effet antioxydant des sources naturels est dû à leurs teneurs en composés phénoliques (Yang et al., 2002), et que les groupements hydroxyles dans les composés phénoliques et flavonoïdes sont responsables de leurs pouvoirs antioxydants (Heigen et al., 2001 ; Heim et al., 2002). Pour les flavonoïdes, les formes aglycones sont plus actives que les formes glycosylées (Shahidi et Naczk, 2004).

3.2. Evaluation de l'activité antioxydante d'extrait brut de *Ruta chalepensis* par le Test DPPH

L'activité antioxydante de EBr de *Ruta chalepensis* vis à vis le radical DPPH à été évaluée spectrophotométriquement en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 517nm. Cette décoloration est représentative de la capacité des composés phénoliques à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques. Ce test permet alors d'obtenir des informations sur le pouvoir anti-radicalaire direct de différentes substances phénoliques des extraits (Molyneuxs, 2004).

Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron. la forme non radicalaire DPPH-H est formée (Figure 9).

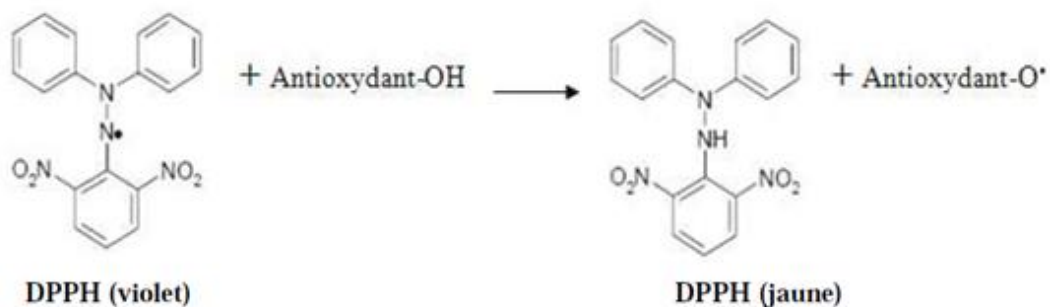


Figure 9 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH

La capacité antioxydante de EBr a été déterminée à partir d'IC50, ce paramètre a été employé par plusieurs groupes de chercheurs pour présenter leurs résultats, il est défini comme la concentration nécessaire pour réduire 50 % du radical DPPH. Plus la valeur d'IC50 est petite, plus l'activité de l'extrait testé est grande (Pokorny et al., 2001) (Figure 10).

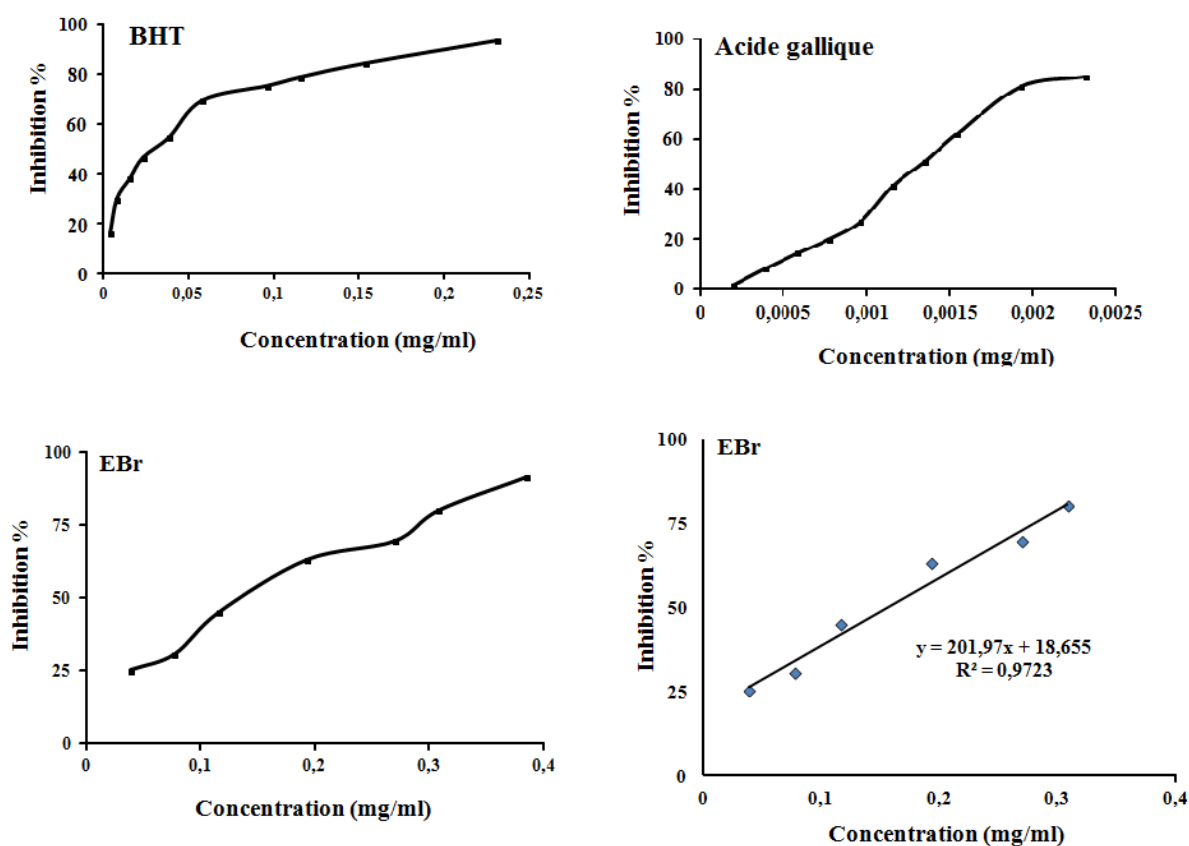


Figure 10: Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations des standards et de l'extrait brut de *Ruta chalepensis*. Chaque valeur représente la moyenne \pm SD (n = 3).

Selon les résultats obtenus, l'EBr de *Ruta chalepensis* est doté d'un pouvoir antioxydant intéressant, son IC_{50} est de $0,155 \pm 0,00115$ mg/ml 2 fois moins actif que le BHT qui présentent un IC_{50} de $0,087 \pm 0,001$ mg/ml

Un autre paramètre exprime la puissance anti-radicalaire a été calculée à partir du premier paramètre noté : "ARP" (pouvoir anti-radicalaire, égale à $1/IC_{50}$). La valeur ARP de notre extrait est non significative par apport BHT ce qui démontre l'efficacité de cet extrait (**Figure 11**).

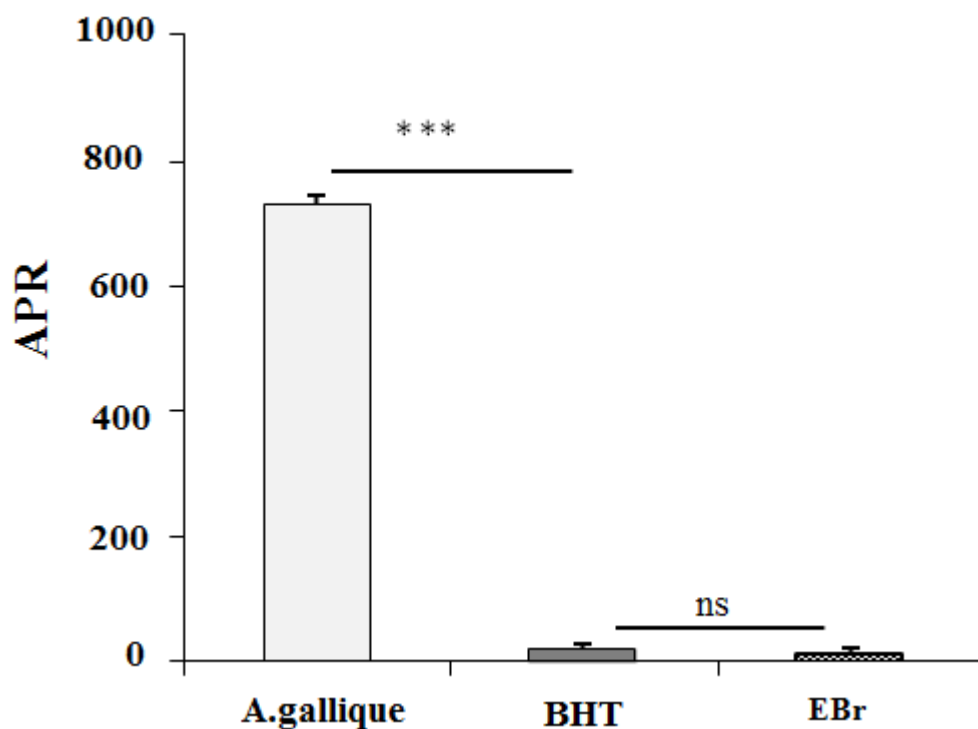


Figure 11 : Le pouvoir anti-radicalaire de l'extrait brut (EBr) de *Ruta chalepensis* et des standards. Chaque valeur représente la moyenne \pm SD (n = 3). ***: $p \leq 0.001$; ns ; non significatif

On peut dire que l'EBr présente une activité antioxydante intéressante. Mais Cette activité reste néanmoins nettement inférieure à celle de l'acide gallique, mais il s'agit d'extrait brut contenant un grand nombre de composés différents. Il est donc très probable qu'ils contiennent des composés qui, une fois purifiés, peuvent présenter une activité comparable à celle de la l'acide gallique. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour identifier, isoler et purifier ces constituants (**Bougandoura.N et Bendimerad.N, 2012**).

De nombreuses études ont établi des relations entre les structures chimiques des composés phénolique et leur capacités antioxydantes, l'activité de ces molécules à piéger les radicaux libres dépend essentiellement de leur structures, les flavonoïdes les plus actifs sont ceux qui renferment des groupements 3'- 4' dihydroxy sur le cycle B et/ou un groupement 3 OH sur le cycle C (**Amic et al.,2003 ; Marfak, 2003 ; Sokol-Letowska, 2007**).

4. Evaluation de l'activité antifongique d'extrait brut de *R.chalepensis*

Aujourd'hui, le dépistage d'agents bioactifs à partir des plantes est l'un des axes les plus intensifs dans la recherche des produits naturels car l'activité des extraits de plantes présente un grand intérêt en particulier contre les souches multi résistantes, mais le domaine est loin d'être épuisé et seulement 10% de toutes les plantes avaient été étudiées en détail pour leur agents bioactifs (**Abdel-ghani et al., 2008**).

Face aux problèmes d'altération du blé tendre par les moisissures, beaucoup de travaux ont été menés sur le pouvoir antimicrobien des produits naturels extraits des plantes. Lors de cette étude, l'action de EBr de *R.chalepensis* vis-à-vis des souches fongiques *F.culmorum* et *Penicillium* sp par la méthode de contact direct a été testée. La photo12, la figure 13 et le tableau 2 rapportent les résultats obtenus.

L'extrait de *R.chalepensis* a exercé une activité inhibitrice vis-à-vis les champignons *F.culmorum* et *Penicillium* sp, où la croissance mycélienne décroît d'une manière dose dépendent.

Le plus grand diamètre de croissance mycélienne de *F.culmorum* et *Penicillium* sp été enregistré à l'absence de l'extrait (témoin) avec un diamètre de croissance de 80 mm et 22 mm respectivement. Les différentes concentrations (25, 50,100 mg/ml) de l'extrait augmentent le pourcentage d'inhibition d'une manière significative ($P \leq 0,05$) où le diamètre de croissance s'est abaissé de 80 mm (témoin) à 55, 36 et 34 mm, qui sont équivalents aux taux d'inhibition de 31.25 %, 55 % et 57.5 % à l'ordre pour *F.culmorum* et de 22mm (témoin) à 15,11 et 10 mm qui sont équivalents aux taux d'inhibition de 31.81%, 50 % et 54.54 % pour *Penicillium* sp (**Figure 13**).

Les résultats montrent que l'extrait brut de *R.chalepensis* est actif vis-à-vis les deux souches fongiques qui sont sensibles pour les concentrations 25, 50,100 mg/ml.

Plusieurs études ont montrés l'efficacité d'autres extraits de rue sur des souches microbiennes tels ; *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus terreus*, *Microsporium canis*, *Paecilomyces lilacinus*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton rubrum* (**Lauk. ,2000**). Ces résultats rejoignent ceux trouvés par **Ivanova et al (2005)** travaillant sur l'activité antimicrobienne des extraits et même des huiles essentielles des espèces proches (*Ruta montana* et *Ruta graveolens*).

Tableau 2 : Résultats du pouvoir antifongique de EBr de *R.chalepensis* sur la croissance de *F.culmorum* et *Penicillium* sp.

[C] d'extrait	Témoin <i>F.c</i>	D.c	% d'inhibition	Témoin <i>Pn Sp</i>	D.c	% d'inhibition
C ₁₀₀ mg/ml		34 mm	57.5 %		10 mm	54.54 %
C ₅₀ mg/ml	80 mm	36 mm	55 %	22 mm	11 mm	50 %
C ₂₅ mg/ml		55 mm	31.25 %		15 mm	31.81 %

D.c : diamètre de croissance de la colonie de champignon.

% d'inhibition : Pourcentage d'inhibition d'extrait.

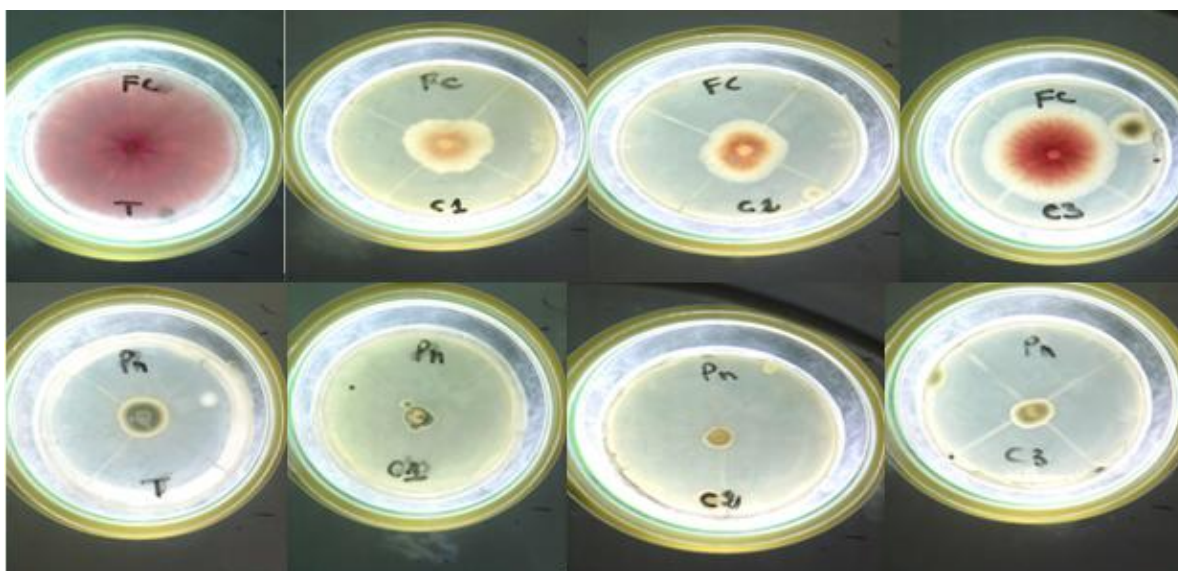


Photo 12 : Pouvoir antifongique de EBr de *R.chalepensis* sur la croissance de *F.culmorum* et de *Penicillium* sp après 5 jours.

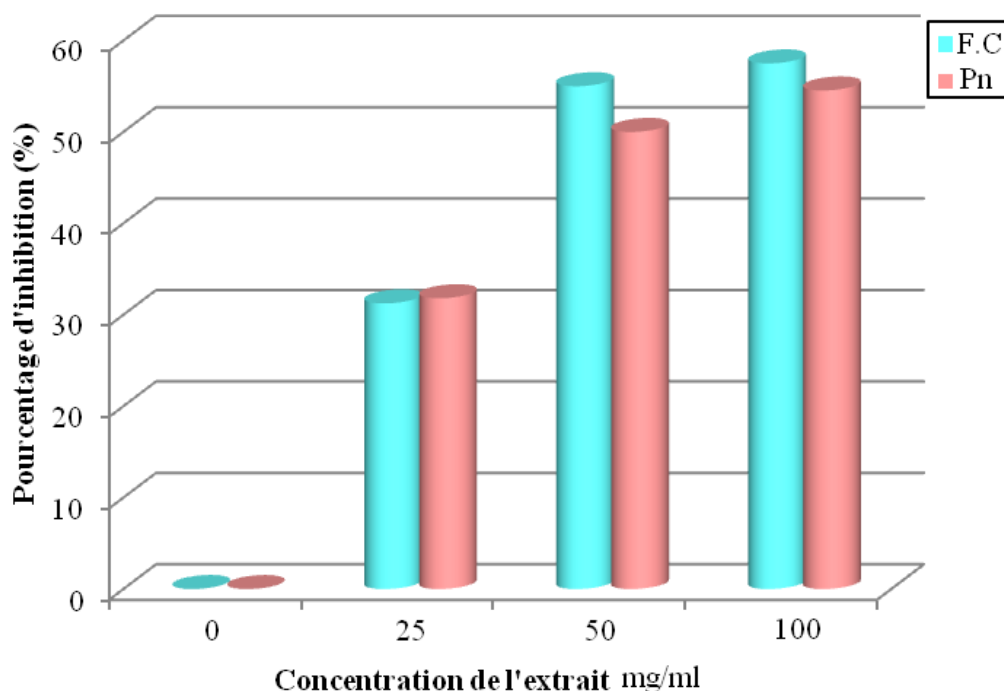


Figure 13 : l'activité antifongique de l'extrait brut de *Ruta chalepensis*. F.C : pourcentage d'inhibition de EBr sur *F.culmorum* ; Pn : pourcentage d'inhibition EBr sur *Penicillium* sp. Chaque valeur représente la moyenne \pm SD (n = 3).

Plusieurs études ont été menées pour comprendre le mécanisme d'action des extraits de plantes. Plusieurs chercheurs attribuent cette fonction aux composés phénoliques. Ces composés peuvent interférer avec les biomembranes en causant des dommages cellulaires et provoquant la fuite de matériaux cellulaires et finalement la mort des microorganismes (**Mshvildadze et al., 2000 ; Veldhuizen et al., 2006 ; Abdel ghani et al., 2008**). C'est un mécanisme possible par lequel la croissance mycélienne peut être réduite ou totalement inhibée par l'effet des extraits en agissant sur la fonctionnalité et la structure de la membrane cellulaire (**Sikkema et al., 1995**).

Selon **Farag et al (1989)**, la présence des groupements OH dans les composés phénoliques est capable de former des liaisons hydrogènes avec les sites actifs des enzymes et d'accroître l'activité antimicrobienne. **Bruneton (1999)**, a montré que les phénols simples, les acides phénoliques et les flavonoïdes possèdent des propriétés antibactériennes et antifongiques, en particulier à l'égard des organismes phytopathogènes. Pareillement, les alcaloïdes renferment un effet détoxifiant et possèdent une très bonne activité antifongique (**Zee-Cheng, 1997**). D'autre part et selon **Sadipo et al (1991)**, les tannins sont responsables de la précipitation des protéines indispensables des micro-organismes.

Les extraits obtenus à partir des parties supérieures de plantes possèdent la capacité de supprimer la croissance des champignons toxigènes et par conséquent, la production des toxines dans les supports synthétiques (**Thanaboripat et al., 1997**). Ils peuvent aussi bloquer entièrement

la biosynthèse des mycotoxines alors que la croissance fongique n'est pas affecté (**Bhatnagar et McCormick, 1988**).

L'avantage des extraits de plantes est donc leur bioactivité, une caractéristique qui les rend attrayants pour la protection des produits stockés tels que les grains de céréales contre l'attaque des champignons et même le blocage de leur écotoxigénèse (**Tripati et Dubey, 2004**).

CONCLUSION

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Le dépistage d'agents bioactifs à partir de ces plantes est l'un des axes le plus intensif dans la recherche des produits naturels aujourd'hui, La plante médicinale *Ruta chalepensis*, espèce spontanée, très abondante en Algérie est parmi les plantes largement utilisées en médecine traditionnelle en Algérie.

Cette étude a pour but de contribuer à l'étude phytochimique et activités biologiques de l'extrait brut de *Ruta chalepensis*, les résultats ont montré que l'extrait brut de cette plante a des activités antioxydante et antifongique intéressantes. L'extraction des composés phénolique a permis d'obtenir un rendement d'extrait brut de 20,83%. Quantitativement, l'évaluation du contenu de l'extrait en polyphénols totaux adoptant la méthode de Folin-Ciocalteu révèle la présence des quantités importantes de polyphénols ($160,21 \pm 7,29$ μg EAG/mg d'extrait). De même le dosage des flavonoïdes par la méthode d' AlCl_3 à montré que l'EBr contient une quantité considérable de flavonoïdes de l'ordre de $17,97 \pm 0,05$ μg EQ /mg d'extrait.

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode du β -carotène, démontre que l'extrait de la plante étudiée a la capacité de prévenir l'oxydation du β - carotène avec une activité inhibitrice importante de 65.72 ± 1.96 %, pas loin de celle du BHT. Le potentiel antiradicalaire de l'extrait a été déterminé par la méthode de DPPH dont les résultats montrent que cet extrait possède une bonne activité ($\text{IC}_{50} = 0,155 \pm 0,00115$ mg/ml) qui est 2 fois moins actif que la capacité du piégeage du BHT ($\text{IC}_{50} = 0,087 \pm 0,001$ mg/ml)

L'EBr de *Ruta chalepensis* a exercé une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des champignons pathogènes d'altération du blé tendre stocké ; *F.culmorum* et *Penicillium* pour les concentrations 25, 50 et 100 mg/ml les taux d'inhibition de 31.25 %, 55 % et 57.5 % à l'ordre pour *F.culmorum* et de 31.81%, 50 % et 54.54 % pour *Penicillium sp.*

Afin de mieux évaluer le pouvoir antioxydant et antifongique de l'extrait brut :

- Il est très important d'extraire et de tester les activités biologiques des huiles essentielles de cette plante.
- Séparer et caractériser les composés bioactives responsables des activités obtenues qui pourront répondre aux différents problèmes.
- De plus, des études comparables *in-vivo* visant d'autres marqueurs biologiques sont également nécessaires.
- Développer des produits à base de plantes qui peut être un alternatif à l'utilisation des produits de synthèse pour lutter contre les agents pathogènes.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdel ghani, S.B., Weaver, L., Zidan, Z.H., Hussein, M.A., Keevil, C.W. & Brown, R.C.D., 2008:** Microwave-assisted synthesis and antimicrobial activities of flavonoid derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* **18**, 518-522.
- **Abderrazak M. et Joël R., 2007 :** La botanique de A à Z. Ed. DUNOD. Paris, 177.
- **Aberkane M.C., 2006 :** Etude phytochimique de la plante *Publicaria laciniata*. Thèse de doctorat. Batna, 163.
- **Afnor., 1986 :** Céréales et produit céréaliers. Recueil de normes françaises, 2emeEd, Lavoisier TEC & DOC, Paris, 250-263.
- **Amic D., Davidovic-Amic D., Beslo D., Trinajstic N., 2003 :** Structure –radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica Chemical Acta*, **76**: 55-61.
- **Aslan A., Güllüce M., Sökmen M., Adigüzel A., Sahin F. and Özkan H., 2006:** Antioxidant and antimicrobial properties of the lichens *Cladonia foliacea*, *Dermatocarpon miniatum*, *Evernia divaricata*, *Evernia prunastri*, and *Neofuscella pulla*. *Pharmaceutical Biology*, **44**: 247-252.
- **Attou Amina., 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 université Abou bekr belkaid Tlemcen.
- **Baba iassa F., 1999 :** Encyclopédie des Plantes Utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb ; Ed : LIBRAIRIE MODERNE – ROUIBA, 243 - 244.
- **Baghiani A., Boumerfeg S., Belkhir F., Khennouf S., Charef N., Harzallah D., Arrar L. and Abdel- Wahhab M., 2010:** Antioxidant and radical scavenging properties of *Carthamus caeruleus* L. extracts grow wild in the Algeria flora. *The Comunicata Scientiae* **1**: 128-136.
- **Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunete C., Dine T., Vasseur J., Gazin J.C., Pinkas M., Luycky M et Gazin M., 1996:** Oxigen species scavenging activity of phenolic extract from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparation. *Arzneimittel-forschung* **46**: 1086-1094.
- **Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunete C., Dine T., Vasseur J., Gazin J.C., Pinkas M., Luycky M et Gazin M., 1996:** Oxigen species scavenging activity of phenolic extract from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparation. *Arzneimittel-forschung* **46**: 1086-1094.
- **Bahorun, T., 1997 :** Substances Naturelles actives: La flore mauricienne une source d'approvisionnement potentielle. Université de Maurice. AMAS, *Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius*, 83.
- **Balch J. F. et Stengler M., 2004:** Prescription for Natural Cures; Ed: JOHN WILEY & SONS, 146.
- **Barboni, T., 2006 :** Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d'incendie. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de Corse, 26.
- **Batawita K., Kokon K., Akpagona K., Koumaglo K. et Bouchet P., 2002 :** Activité antifongique d'une espèce en voie de disparition de la flore togolaise: *Conyza aegyptiiae*. Cité par Akroum S (2006), *mémoire de magister*, université de Constantine, 58.
- **Benhamou, N., Chet, I., 1996:** Parasitism of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum*: ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction. *Phytopathology* (**86**) : 405–416.
- **Beta T., Nam S., Dexter J.E. and Sapirstein H.D.; 2005:** Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and Roller-Milled fractions. *Cereal Chem* **82**: 390-393.
- **Bhatnagar, D. & McCormick, S.P., 1988:** The inhibitory effect of neem (*Azadirachta indica*) leaf extracts on aflatoxin synthesis in *Aspergillus parasiticus*. *Journal of the American Oil Chemical Society* **65**: 1166–1168.

- **Bilderback L., 2007:** Spices and Herbs; Ed: ALPHA BOOKS, 177-178.
- **Boizot, N ., Charpentier, J.P. 2006 :** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, INRA, 79-82.
- **Bonnier G., 1999 :** La Grande Flore en Couleur; Ed : BELIN; Tome 3, 205 - 206.
- **Botton B., Breton A., Fèvre M., Gauthier S., Guy P., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P., 1990 :** Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle, *Ed. Masson*, Paris
- **Botton R., Breton A, Fevre M., Guy PH., Larpent J.P. et Veau P., 1985 :** Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Biotechnologies. Masson, 139 à 145.
- **Boudjouref., 2011 :** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L., 1-9.
- **Bougandoura Nabila et Bendimerad Nassima., 2012 :** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp.Nepeta* (L.) Briq. *Revue « Nature & Technologie »*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 09/ Juin 2013.
- **Boumerfeg S., Baghiani A., Djarmouni M., Ameni D., Adjadj M ., Belkhiri F., Charef N., Khennouf S et Arrar L., 2012:** Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of *Teucrium polium* L. Extracts. *Chinese Medicine* 3: 30-41.
- **Boyd B., Ford C., Koepke M.C., GaryK., Horn E., McAnalley S., and McAnalley B., 2003 :** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé. *Glycoscience & Nutrition*. 4 (6):7
- **Bravo L., 1998:** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr. Rev.*, 56 (1): 317-333.
- **Bruneton J., 1999 :** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Médicales internationales Editions Technique & Documentation, Cachan, 647-673.
- **Bruneton, J., 1999 :** Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3^{ème} Ed Techniques et documentations. Paris, 227-310-312-313-314.494.
- **Cavin A.L., 2007 :** Contribution à la connaissance taxonomique et chimique de fruits africains du genre *Detarium* (Fabaceae-Caesalpinioideae) : *D .microcarpum* Guill. Et Perr. Et des formes comestibles et toxiques de *D. seneegalense* J.F.Gmel. Thèse de doctorat. Genève, 277.
- **Chermette R., Bussieras J., 1993 :** Parasitologie vétérinaire. Mycologie, Edité par le Service de Parasitologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort
- **Cowan M-M., 1999:** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12 (4): 564-582.
- **Dacosta, Y., 2003 :** Les phytonutriments bioactifs. *Ed Yves Dacosta. Paris*, 317 .
- **Djeridane A., Yousfi M., Brunel J.M. et Stocker P., 2010:** Isolation and characterization of a new steroid derivative as a powerful antioxidant from *Cleome arabica* in screening the *in vitro* antioxidant capacity of 18 Algerian medicinal plants. *Food and Chemical Toxicology* 48: 2599-2606.
- **Dodt K. C., 1996:** The Essential Oils Book (Creating Personnel Blends For Mind and Body); Ed: STOREY BOOKS, 21 - 52.
- **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, 12 - 34.
- **Duke A.J., Duke P.A.K. et Ducellie J.L., 2008 :** Duke's handbook of medicinal plants of the bible, Ed: CRC PRESS, 394 – 397.

- **Ezzahiri B., 2001** : Les maladies du Blé Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte (Bultin Mensuel d'information et de liaison du PNTTA) N°77.
- **Fandohan P., Gbenou J., Gnonlofin B., 2004**: Effet of essential oil on the growth of Fumonisin contamination in corn. *J. Agric. Food Chem.*, **52**: 6824-6829.
- **Farag, R.S., Daw, Z.Y., Hewedi, F.M. & El-baroty, G.S.A., 1989**: Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J. Food Protect* **52**: 665–667.
- **Favier A., 2003** : Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108-115.
- **Fleming T. et al., 2000**: PDR for Herbal Medicines; Ed: MEDICAL ECONOMICS COMPANY, 648-649.
- **Foster S. et Tyler V.E., 1999**: A Sensible Guide to the Use of Herbs and Related Remedies; Ed 4: TYLER'S HONEST HERBAL, HAWORTH HERBAL PRESS, 325-326.
- **Garrier E., 2009** : Protection des plantes, fiche privé n°06, version. 1- 4.
- **Ghestem A., Seguin E., Paris M., and Orecchioni A.M., 2001** : Le préparateur en pharmacie dossier 2^{ème} Ed TEC&DOC. Paris, 275. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- **Gutteridge J.M., 1993**: Free radicals in disease processes: a complication of cause and consequence. *Free Radic. Res. Commun.* **19**: 141-158.
- **Hablaoui et Hakkoum., 2013** : L'effet allélochimique des extraits aqueux de quelque mauvaise herbe sur la germination et la croissance de blé, 1.
- **Halliwell B and Gutteridge J M C., 2007**: Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford University Press, Oxford (fourth edition).
- **Harborne J.B. et Williams C.A., 2000**: Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry Journal* **55**: 481-504.
- **Havsteen B.H., 2002**: The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol. Therapeutics*, 96, 67-202.
- **Heignen C.G.M., Haenon G.R.M.M., Vekemans J.A.J.M. et BAST A., 2001**: Peroxynitrite scavenging of flavonoids: structure activity relationship; *Environ. Toxicol. Pharmacol* **10**: 199-206.
- **Heim K.E., Tagliaferro A.R., et Bobilya D.J., 2002**: Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationship; *Journal. Nutr. Biochem.* **13**: 572-584.
- **Hernandez-Ochoa L.R., 2005** : Substitution de solvants et matières actives de Synthèse par combiné « Solvant/ Actif ». D'origine végétale. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechniques de Toulouse. France.
- **Huang D., Ou B. and Prior R.L., 2005**: The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**: 1841-1856.
- **INRA., 2005**: Rapport d'activité. N° dépôt légal : 2006/0871. Maroc.
- **Ivanova A. et al., 2005**: Antimicrobial and cytotoxic activity of *Ruta graveolens*; *Fitoterapia* 76; Ed: ELSEVIER, 344-347.
- **Jacques B, and André R., 2004** : Biochimie métabolique Ed ellipses .Paris, 217-219-220-223-225.
- **Jouany, J. P. & Yiannikouris, A., 2002**: Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Productions Animales* **15 (1)**: 3-16.
- **Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. et Stevens P., 2002** : Botanique Systématique: une perspective phylogénétique; Ed 1: DEBOECK, 84-336.
- **Kao H.Y., Hiipakko r.A., Liao S., 2002**: Modulation of of endocrine system and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology*, **141**: 3980-3987.

- **Kartal N., Sokmen M., Tepe B.D., Polissiou M., Sokmen A., 2007:** Investigation of the antioxydant properties of *Ferula orientalis* L. using a suitable extraction procedure. *Food Chemistry*, **100**:584-589.
- **King A., and Young G., 1999:** Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Jof the American dietetic association*. **99**: 213-218. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- **Klaas C. A., Wagner G., Laufer S., Sosa S., Loggia R. D., Bomme U., Pahl H. L. et**
- **Kohen R. et Nyska A., 2002:** Oxidation of biological systems: Oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicolo Pathol.* **30**: 620-650.
- **Lauk L., 2000 :** Antimycotic activity of *Ruta chalepensis* L. ; Etudes Chimiques et Pharmacologiques ; Des Sources du Savoir aux Médicaments du Futur, 436-439.
- **Le moine E., 2001 :** Les plantes aromatiques et médicinales; Ed : MOLIERE (Paris), 92.
- **Lebham., 2005 :** Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).
- **Lee K. W., Kim Y. J., Lee H. J. and Lee C. Y., 2003:** Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 7292-7295.
- **Lehucher-Michel M. P., Lesgards J. F., Delubac O. et autre., 2001 :** Stress oxydant et pathologies humaines. *Press Med.* **30**: 1076-1081.
- **Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., Chen F. et Jiang Y., 2007:** Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food Chemistry* **102**: 771-776.
- **Lisu. W., Jui-Hung, Y., Hsiao-Ling, L., Ming-Jiuan, W., 2003:** Antioxydant effect of methanol extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifeca* Gertn), *Journal of food and drug analysis*, **11(1)**: 60-66.
- **Liyana-Pathriana C.M., Shahidi F., 2006:** Antioxydant properties of commercial soft and hard winter wheats (*Triticum aestivum* L.) and their milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* **86**: 477-485.
- **Lugasi A., Hovari J., SagiK., and Biro L., 2003:** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *J.Acta.biologica. szegediensis.* **47 (14)**:119-125. (Cited in Mohammedi Z, 2005).
- **Lutge U., Kluge M., Bauer G., 2002 :** Botanique 3ème Ed : Technique et documentation. LAVOISIER . Paris, 211.
- **Magan, N. & Hope, C.V. & Aldred, D., 2003:** Post – harvest fungal ecology : Impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *European Journal of Plant Pathology* **109**: 723-730.
- **Manach C., WilJiamson G., Morand C., Scalbert A., Remesy C., 2004:** Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. 1. Review of 97 bioavailabilily sludies. *Am. J. Clin. Nutr.*, **81(1)**: 230S-242S.
- **Mansour el said S. et al., 1990 :** Studies on *Ruta chalepensis*, an ancient medicinal herb still used in traditonal medicine; *Journal of Ethnopharmacology* **28**; Ed: ELSEVIER SCIENTIFIC, 305-3012.
- **Marfak A., 2003 :** Radiolyse Gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : formation de depsides. Thèse de doctorat, 220.
- **Markham K.R., 1982:** Techniques of flavonoid identification (Chapter 1 and 2). London: Academic.Press, 1-113.

- **Marley P.S., Diourte M., Néya A., Rattunde F.W., 2005:** Sorghum anthracnose and sustainable management strategies in West and Central Africa. *Journal of Sustainable Agriculture* **245** : 43.
- **Martinez-Cayuela M., 1995:** Oxygen free radicals and human disease. *Biochem.***77**: 147-161.
- **Matyushchenko N.V. et Stepanova T.A., 2003:** Quantitative determination of the total content of flavonoids in the new phytopreparation Elima. *Pharmaceutical Chemistry Journal* **37**: 261-263.
- **Medic Sanic, M., Jasprica, I., Smolcic Bubalo, A., et Mornar, A., 2004:** Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoides and phenolic acids, *Croatia Chemica Acta*, 361-366 .
- **Mejri J., Abderrabba M. et MEJRI M., 2010:** Chemical composition of the essential oil of *Ruta chalepensis L.*: Influence of drying, hydrodistillation duration and plant parts; *Industrial Crops and Products* 32, Ed: ELSEVIER, 671- 673.
- **Merfort I., 2002 :** Studies on the anti-Inflammatory. Activity of Phytopharmaceuticals prepared from Arnica flowers. *Planta Medica* **68**: 385-391.
- **Merghache S., Hamza M . et Tabti B., 2009 :** Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis L.* de Tlemcen, Algérie ; *Afrique Science* **5 (1)** : 67- 81.
- **Milesi S. Massot B., Gontier E., Bourgaud F. et Guckert A., 2001:** *Ruta graveolens L.*: a promising species for the production of furanocoumarins; *Plant Science* **161**: 189- 199.
- **Mioulane P., 2004 :** Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins ; Larousse ; Ed : PROTEA, 7-50.
- **Molyneux P., 2004:** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Song Klama Karin J.Sci. Technol.* **26 (2)**: 211-219.
- **Motiejunaitė et Peiculytė., 2004:** Fungicidal properties of *Pinus sylvestris L.* for improvement of air quality. *Medicina (Kaunas)*, **40 (8)**: 787-794.
- **Mshvildadze, V., Favel, A., Delmas, F., Elias, R., Faure, R. & Decanosidze, Q., 2000:** Antifungal and antiprotozoal activities of saponins from *Hedera colchica*. *Pharmazie* **55**: 325–326.
- **Navarro J-M., Flores P., Garrido C. et Martinez V., 2008 :** Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry.* **96**: 66-73.
- **Nelson P.E., Toussoun T.A. et Marasas W.F.O., 1983 :** *Fusarium species*. An illustrated manuel for identification. The Pennsylvania State University Press, University Park, Pa, 193.
- **Oliva A et al., 2003:** Natural fungicides from *Ruta graveolens L.* leaves, including an quinolone alkaloid; *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**: 890- 896.
- **Orturno A., Baidez A., Gomey P. et Arenas M-C., 2005 :** *Citrus perasidi* and *Citrus sinensis* flavonoïds: Their influence in the defense mechanism against *Penicillium digitatum*, cite par Akroum S (2006). *Thèse magister*. Université de Constantine, 81.
- **Paolini V., Dorchie Ph., Hoste H., 2003 :** Effet des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre. *Alter. Agri.*, 17-19.
- **Parr A-J. et Bolwell P-G., 2000:** Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80**: 985-1012.
- **Pfohl-leszkowicz, A., 1999 :** Les mycotoxines dans l'alimentation, Évaluation et gestion du risque. Lavoisier, Paris, 478.
- **Pitt J.I., 1988:** Laboratory guide to common *Penicillium* species, Academia Press editor, London
- **Pitt J.I., 2000:** Toxigenic fungi and mycotoxins, *Br. Med. Bull.*, **56 (1)**: 184 - 192.
- **Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., 2001:** Antioxydants in food, Practical applications. Woolhead Publishing Limited. ISBN: 185573-463X.

- **Queiroz-Monici K-S., Costa G-E-A., Da-Silva N., Reis S-M-P-M. et De-Oliveira A-C., 2005 :** Bifidogenic effect of dietary fiber and resistant starch from leguminous on the intestinal microbiota of rats. *Nutrition*, **21**: 602-609.
- **Ratheesh M., Shyni G.L., Sindhu G. et Helen A., 2010:** Inhibitory effect of *Ruta graveolens L.* on oxidative damage, inflammation and aortic pathology in hypercholesteromic rats; *Experimental and Toxicologic Pathology* **7**: 1-6.
- **Rice-Evans, C.A., Miller, N. J., Bolwer, P.G., Bramley, P.M., and Ridham, J.B., 1995:** The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids, *Free Rad. Res.*, **22**: 375-383.
- **Sadipo, O.A., Akanji, M.A., Kolawole, F.B. & Odutuga, A.A., 1991:** Saponin is the active antifungal principle in *Garcinia Kola*, heckle seed, *Biosci. Res. Commun* **3**: 171.
- **Sanou P., 2004 :** Les champignons transmis par les semences de maïs: détection, identification et méthodes de lutte. Rapport de fin de cycle de technicien supérieur en technologie des semences. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 41.
- **Schauenberg p. et Paris F., 1977 :** Guide des plantes médicinales ; Ed3 : DELECHAUX & NIESTLE, 106-119.
- **Seyoum A., Asres K., and El-Fiky F.K., 2006:** Structure radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*. **67**: 2058–2070.
- **Shahidi F. et Naczk M., 2004:** Extraction and analysis of phenolics in food; *Journal of Chromatography A* 1054; Ed: ELSEVIER, 95-111.
- **Sikkema, J., De Bont, J.A.M. & Poolman, B., 1995:** Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiol. Mol. Biol. Rev* **59**: 201-222.
- **Sokol-Letowska A., Oszmiansk J., wojdylo A., 2007:** Antioxydant activity of the phenolic compounds of Hawthorn, pine and skullcap. *Food chemistry*, **103**: 853-859.
- **Tabuc, C., 2007 :** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse et de l'université de Bucarest .Spécialité : pathologie, mycologie, génétique et nutrition, 190.
- **Takhtajan A., 2009:** Flowering Plants; Ed 2: SPRINGER; p: 33 - 41, 375.
- **Thanaboripat, D., Nontabenjawan, K., Leesin, K., Teerapiannont, D., Sukchareon, O. & Ruangrattanamatee, V., 1997:** Inhibitory effects of garlic, clove and carrot on growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. *Journal of Forestry Research* **8**: 39–42.
- **Tripati, P. & Dubey, N.K., 2004:** Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol* **32**: 235–245.
- **Tu Y.C., Lian T.W., Yen J.H., Chen Z.T., Wu M.J., 2007:** Antiatherogenic effects of kaempferol and rhamnocitrin. *J. Agric. Food Chem.*, **55(24)**: 9969-9976.
- **Ulubelen A. et Terem B., 1988:** Alkaloids and Coumarins from roots of *Ruta chalepensis*; *Pargamon Journals, Phytochemistry* **27 (2)**: 650-651.
- **Veldhuizen, E., Tjeerdsma-Van Bokhoven, C., zweijtzer, S.A., Burt. & Haagsman, H.P., 2006:** Structural requirements for the antimicrobial activity of carvacrol. *J. Agric. Food Chem* **54**: 1874-1879.
- **Velioglu ,Y.S., Mazza, G., Gao. L., Oomah, B.D., 1998:** Antioxidant activity and total phenolics in; selected fruits, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem*, **46**: 4113–17.
- **Vermerris, W., 2006:** Phenolic compound biochemistry, Springer, Dordrecht. ISBN-10 1- 4020-5163-8 (HB).
- **Walton n.J. et Brown D.E., 1999:** Chemical from Plants: Perspectives on plant secondary products; Ed: WORLD SCIENTIFIC,1-14.

- **Waterman P. G., 1975:** Alkaloids of the Rutaceae: their ditribution and Systematic Significance, *Biochemical Systematics and Ecology* 3; Ed: PERGAMON PRESS, 149-180.
- **Wiarth C., 2006:** Medicinal Plants of the Asia – Pacific: Drugs for the future; Ed: WORLD SCIENTIFIC, 401 - 416.
- **Yang J.H., Lin H.C. et Mau J.L., 2002:** Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food Chemistry* 77: 229-235.
- **Zee-cheng, R.K., 1997:** Anticancer research on Loranthaceae plants. *Drugs Future* 22(5): 515-530.

Résumé

Notre travail porte sur l'étude phytochimique et activités antioxydant et antifongique d'extrait brut (EBr) de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* de la région de Bordj Bou Arreridj.

Ruta chalepensis est une plante aromatique, appartenant à la famille des Rutacées, appelée communément par la population locale « Fidjel ». Elle est spontanée, largement répandue en Afrique du nord, particulièrement en Algérie. Elle est encore utilisée dans la médecine traditionnelle comme anti-inflammatoire, antispasmodique et pour le traitement des pathologies cutanées.

L'extraction des composés phénoliques de la partie aérienne de la plante a été effectuée en utilisant le méthanol avec l'eau distillé par double macération. Les résultats montrent que l'extrait brut présent un rendement de 20,83%.

L'estimation quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes par la méthode de Folin-Ciocalteu et la méthode de trichlorure d'aluminium, respectivement montre que l'extrait brut est riche en ces composés ($160,21 \pm 7,29 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait et $17,97 \pm 0,05 \mu\text{g EQ /mg}$ d'extrait respectivement)

L'inhibition de l'oxydation couplée de l'acide linoléique β -carotène a été évaluée par le test de blanchissement du β -carotène qui a montré une activité antioxydante puissante avec un pourcentage d'inhibition de $65.72 \pm 1.96 \%$. Pareillement l'extrait brut a montré un pouvoir remarquable de piégeage du radical libre DPPH (IC_{50} égale à $0,155 \pm 0,00115 \text{ mg/ml}$). L'évaluation du pouvoir antifongique de l'extrait par la méthode de contact direct a révélé une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des champignons *Fusarium culmorum* et *Penicillium sp* pour les concentrations 100, 50 et 25 mg/ml.

D'après les résultats obtenus dans ce travail, on peut dire que la plante étudiée possède des activités biologiques considérables.

Mots clés : *Ruta chalepensis*, Polyphénols, Activité antioxydante, Activité antifongique, Bordj Bou Arreridj.

المخلص

الهدف من هذه العمل هو الدراسة الكيمائية النباتية و النشاطية المضادة للأكسدة و النشاطية المضادة للفطريات للمستخلص الخام للجزء الهوائي لنبتة *Ruta chalepensis* التي هي عبارة عن نبات عطري ينتمي إلى عائلة Rutacées و التي يطلق عليه السكان المحليون اسم الفيجل هذا الأخير ينتشر بشكل واسع في شمال إفريقيا و الجزائر و يستخدم في الطب التقليدي في كثير من البلدان كمضاد للالتهاب، مضاد للتشنج و لعلاج الأمراض الجلدية. تم استخلاص المركبات الفينولية للجزء الهوائي للنبتة باستعمال الميثانول و الماء المقطر بواسطة النقع المزدوج بمردود مساوي ل 20,83%.

بينت نتائج التقدير الكمي لعديدات الفينول الكلية بطريقة Folin-Ciocalteu و الفلافونويدات بطريقة ثلاثي كلوريد الألمنيوم أن المستخلص الخام غني بهذه المركبات ($160, 21 \pm 7, 29$ ميكرو غرام مكافئ لحمض الغاليك/ مغ من المستخلص و $17,97 \pm 0,05$ ميكرو غرام كيرسيتين / مغ من المستخلص على الترتيب).

كما أظهرت نتائج النشاطية المضادة للأكسدة باستعمال اختبار β - carotène- acide linoléique أن نسبة تثبيط أكسدة حمض اللينولييك كانت عالية $65.72 \pm 1.96 \%$. كما أبدى المستخلص قدرة ملحوظة على إزاحة الجذر الحر DPPH بتركيز IC_{50} مساوي ل $0,155 \pm 0,00115$ مغ/مل.

من جهة أخرى بينت نتائج تقييم نشاطية المستخلص المضادة للفطريات بطريقة الاحتكاك المباشر أن المستخلص الخام نشاط مضاد للفطريات جيد ضد الفطر *Fusarium culmorum* و *Penicillium sp* عند التراكيز (25 و 50 و 100 مغ/مل).

من خلال النتائج المحصل عليها من هذه الدراسة يمكن القول أن نبات *Ruta chalepensis* يملك نشاطية بيولوجية معتبرة.

الكلمات المفتاح : *Ruta chalepensis* ، النشاطية المضادة للفطريات، النشاطية المضادة للأكسدة، عديدات الفينول ، برج بوعريج.