

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



Université de BLIDA-1

*Faculté des Sciences De La Nature et De La Vie
Département de Biologie des Populations et Organismes*

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master En Biologie

Option :
Phytothérapie et Santé

Thème :

*Valorisation de l'huile essentielle des fruits de
Coriandrum sativum L (La Coriandre)
par l'étude de quelques effets thérapeutiques*

Présenté par :

Mme AMARA Meriem

Date de soutenance :

15-06-2016

Devant le jury :

Mr ROUIBI A.	MCA/BPO	UBD1	Président
Mr BOUKHATEM N.	MCA/BPO	UBD1	Examineur
Mme CHERIF H.S.	MCB/BPO	UBD1	Promotrice
Mr AIT-YAHIA A.	MAA/BPO	UBD1	Co-promoteur

Promotion: 2014/2015

Remerciements

الحمد لله رب العالمين

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à ma Promotrice, Mme CHERIF HS, (M.C.B) à la faculté des sciences, de la nature et de la vie - université de Blida 1 - pour avoir accepté de me prendre en charge, m'encadré et surtout pour ses précieux conseils et accompagnement tout au long du cursus,

Je remercie également mon co-promoteur Mr AIT-YAHIA .A (M.A.A) à la faculté des sciences - université de Blida 1 - pour son aide.

Un grand Merci pour Mr ROUBI .A (MCA) à la faculté des sciences, de la nature et de la vie - université de Blida 1 - pour m'honorer de présider le jury de ce mémoire.

J'exprime mes remerciements à Mr BOUKHATEM .N (MCA) à la faculté des sciences, de la nature et de la vie - université de Blida 1 - pour son importante aide et précieux conseils, et d'avoir examiner ce mémoire.

Mes remerciements vont également à Mr BELDJOUDI .D pour son aide.

A Mr BOULAHOUACHE.A, pour sa compréhension et son aide.

A Melle NEGAB .I, responsable du laboratoire pharmacotoxicologie Complexe ANTIBIOTICAL SAIDAL MEDEA.



A Mme BAKHTI .F, Responsable laboratoire physicochimie Complexe ANTIBIOTICAL SAJDAL MEDEA

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à M^{me} Selma, Mr TEFAHI.D et Mr NACER de m'avoir permis de réaliser les tests d'activité antibactérienne et antifongique au sein du laboratoire d'hygiène faroudja, sans oublier le personnel du laboratoire de microbiologie de l'hôpital EPH fabourg- BLIDA.

A Mr le responsable du laboratoire de recherche à l'école national ENS de Kouba-ALGER.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Mme AIT YAHIA.K, M^{me} AMARA.Z pour leurs aide.

Mes remerciements vont également, à « Melle BOUDJEMAA.A- M^{me} OUZRI.I- Mr CHOUAKI.AK ingénieurs de laboratoire de chimie faculté des sciences. Sans oublier M^{me} SADOU. D pour son aide.

Je n'oublie pas aussi de remercier l'ensemble de mes professeurs et enseignants durant ma carrière d'étude.

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





Dédicaces

*Je dédie ce modeste
travail à mes très
chers parents et beaux
parents, la prunelle de
mes yeux ma fille
AMIRA, mon mari, à
mes sœurs et frères, ma
belle famille
A tous et à toutes*

MERIE M

Résumé

La coriandre « *Coriandrum sativum L* », une plante appartenant à la famille des Apiaceae à caractère culinaire et thérapeutique, communément appelé en Algérie H'chich m'qetfa (حشيش مقطفة) ou h'chich tout court, كسبر kesbar ou قسبر qasbar (pour les graines) ;

Notre travail porte sur, l'extraction de l'huile essentielle des fruits de *Coriandrum sativum L*, une analyse physicochimique, l'évaluation du pouvoir antioxydant, des testes microbiologiques et pharmacologiques sur des souris.

La plante s'est révélée riche en eau (44,4% pour la partie aérienne fraîche et 6,5% après séchage), et 0,75% pour les fruits. Le rendement en huile essentielle des fruits de *C. sativum L* est de l'ordre de 0,28%.

L'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH et méthode de réduction de fer (FRAP), a montré que cette huile possède un pouvoir antioxydant moyen, avec une IC50 de l'ordre de 102,5mg/ml, cette dernière est faible par rapport à celle des antioxydants de synthèse BHA, BHT, Vit C qui sont très actifs à de faibles concentrations.

En outre, le pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de *C. sativum L* prise à différents volumes, a été testé sur quatre espèces bactériennes (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et *Pseudomonas aeruginosa*), une levure (*Candida albicans*) et un champignon (*Aspergillus brasiliensis*), par 2 méthodes : la méthode de diffusion sur gélose, et la méthode de micro-atmosphère.

Les résultats obtenus par la méthode d'Aromatogramme, ont montré un effet antimicrobien de l'HE vis-à-vis les 6 souches testées.

L'HE testée par la méthode de Micro-atmosphère, s'est révélée aussi très active contre les souches testées.

L'étude de l'activité anti-inflammatoire a montrée que l'HE de *C. sativum L* est efficace pour les doses administrées aux souris contre l'inflammation causée par la Carraghénine avec un pourcentage de réduction respectivement de 67,98% et 39,21% pour les doses d'HE 12,5 et 6,25 mg/Kg de poids corporel.

De même cette HE a montré un bon effet antispasmodique contre les douleurs causées par l'injection de l'acide acétique, avec un pourcentage de protection de 67,9 et 55% pour les doses d'HE 80 et 40 mg/Kg de poids corporel.

Mots clés : *Coriandrum sativum L*, analyse physicochimiques, activité antioxydante, activité antimicrobienne, activité anti-inflammatoire, activité antispasmodique.

Abstract

Coriander " *Coriandrum sativum L*", a plant belonging to the family of Apiaceae to culinary and therapeutic nature, commonly referred to Algeria H'chich m'quetfa (حشيش مقطفة) h'chich or any short or كسبر kesbar قسبر qasbar (for seeds).

Our work focuses on the extraction of the essential oil from fruits part of *Coriandrum sativum L*, a physicochemical analysis, and evaluation of antioxidant, microbiological and pharmacological tested on mice.

The plant has proved rich in water (44.4 % for the fresh air portion and 6.5% after drying), and 0.75 % for fruits. The yield of essential oil of fruits of *C. sativum L* is in the order of 0.28%.

Evaluation of the antioxidant activity by the DPPH method and method of reduction of iron (FRAP) , showed that the oil has an average antioxidant capacity , with an IC50 of the order of 102,5mg / ml , the latter is low compared to that of synthetic antioxidants BHA , BHT, Vit C who are very active at low concentrations .

In addition, the antimicrobial potency of essential oil of *C. sativum L*. taken at different volumes, was tested on four bacterial species (*Escherichia coli* , *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Pseudomonas aeruginosa*) , yeast (*Candida albicans*) and a fungus (*Aspergillus brasiliensis*) , by two methods : the agar diffusion method , and the method of micro- atmosphere.

The results obtained by the method Aromatogram showed an antimicrobial effect of essential oil against the 6 strains tested.

The essential oil tested by the method of micro- atmosphere, has proven also very active against the tested strains.

The study of anti-inflammatory activity has shown that essential oil of *C. sativum L* is effective in the doses administered to mice against the inflammation caused by the Carrageenan with a percentage reduction respectively of 67,98 % and 39,21% for doses of essential oil of 12.5 and 6.25 mg/ Kg of body weight.

Also this essential oil showed good antispasmodic effect against pain caused by the injection of acetic acid, with a percentage of Protection 67.9 and 55% for doses of essential oil of 80 and 40mg/ Kg of body weight.

Keywords: *Coriandrum sativum L*, physicochemical analysis, antioxidant activity, antimicrobial activity, anti –inflammatory and antispasmodic activity .

ملخص

الكزبرة "*Coriandrum sativum L*"، وهو نبات ينتمي إلى عائلة من خيمية ذو طابع غذائي وعلاجي، يعرف في الجزائر باسم H'chich m'qetfa (حشيش مقففة)، h'chich أو قصيرة أو كسبر kesbar، قسبر qasbar (للبنور).

تشمل هذه الدراسة استخراج الزيت العطري، وبعض التحاليل الفيزيوكيميائية، خاصة مضادات الأكسدة اختبارات ميكروبيولوجية والدوائية على فاكهة الكزبرة.

تبين أن النبتة غنية بالماء (44,4%) بالنسبة للجزء الجوي طازج و 6,5% بعد تجفيفها و 0,75% للفاكهة الجافة). أما مردود الزيت الطيار يمثل نسبة 0,28% بالنسبة للفاكهة

أظهر تقييم النشاط المضاد للأكسدة من خلال طريقة DPPH وطريقة ارجاع الحديد (FRAP)، أن هذا الزيت يحتوي على مضادات الأكسدة، مع IC50 تساوي 102,5 ملغ / مل، وهذه الأخيرة تعتبر ضعيفة مقارنة بقيمة IC50 الخاصة بالمواد الاصطناعية المضادة للأكسدة BHA، BHT، فيتامين C، التي هي جد فعالة.

كما تم اختبار مفعول الزيت الطيار لفاكهة *Coriandrum sativum L* على أربعة أنواع البكتيريا (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Pseudomonas aeruginosa*) و على خميرة (*Candida albicans*) و فطر (*Aspergillus brasiliensis*) بطريقتين: نشر جيلوز و طريقة ميكرو اتموسفير.

وأظهرت النتائج التي حصل عليها بطريقة Aromatogram أن الزيت الطيار لفاكهة *Coriandrum sativum L* له تأثير مضاد للميكروبات على الستة سلالات المختبرة. وقد ثبت أيضا أن الزيت الطيار اثبت نجاعته ضد السلالات المختبرة.

وبالإضافة إلى ذلك، قد أظهرت دراسة النشاط المضادة للالتهابات للزيت الطيار لفاكهة *Coriandrum sativum L* فعال في الجرعات التي تعطى للفئران ضد الالتهاب الناجم عن الكاراجينان مع نسبة انخفاض 67.98% و 39% على التوالي لجرعة 12.5 و 6.25 ملغ/كغ من وزن الجسم من الزيت الطيار.

وبالمثل، أظهر الزيت الطيار أنه مضاد جيد للتشنج ضد الألم الناجم عن حقن حمض الخليك، مع نسبة حماية تقدر بـ 67.9% و 55% على التوالي لجرعة 80 و 40 ملغ/كغ من وزن الجسم من الزيت الطيار.

كلمات البحث: الكزبرة *Coriandrum sativum L*، التحاليل الفيزيوكيميائية، النشاط المضادة للأكسدة، مضادات الميكروبات، مضاد للالتهابات، مضاد للتشنج.

Liste des abréviations

% d'I : Pourcentage d'Inhibition

Abs : Absorbance

AFNOR: Association Française de Normalisation

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ATCC: Américain Type Culture Collection

BHA : Butylhydroxyanisole

BHT : Butylhydroxytoluène

CG-SM : Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse

CH₃Cl₃ : Chlorométhane

DPPH : 2-2-diphényl picryl-1-hydrazyl

EC₅₀/ IC₅₀ : Concentration Efficace médiane/ Concentration Inhibitrice médiane (50%)

ENSE : Ecole Nationale Supérieure d'Enseignement

Fe²⁺ : Fer ferreux

Fe³⁺ : Fer ferrique

FeCl₃ : Chlorure de fer

FRAP : Ferric Reducing Antioxydant Power

H E : Huile Essentielle

ISO : Organisation International de Standardisation

K⁺ : Potassium

K₃Fe(CN)₆ : Ferricyanure de potassium

KH₂PO₄ : Potassium phosphate monobasique

M S : Matière Sèche

M H : Muller Hinton

MgSO₄ : sulfate de magnésium

Na₂HPO₄ : hydrogénophosphate de sodium ou phosphate disodique ou phosphate de sodium dibasique

OMS : Organisation Mondiale de la santé

TCA : Acide Trichloroacétique

VIT C : Vitamine C

Liste des figures

Figure 1 : Répartition géographique mondiale des Apiaceae	6
Figure 2 : Morphologie des tiges et feuilles de <i>C. sativum L</i>	8
Figure 3 : Morphologie des Fleures de <i>C. sativum L</i>	8
Figure 4 : Morphologie des Fruits de <i>C. sativum L</i>	8
Figure 5 : Schéma générale de la procédure expérimentale effectuée sur <i>C. sativum L</i>	17
Figure 6-1/ 6-2 : Montage Dean Stark	18/Annexe I
Figure 7 : Etapes de détermination du taux d'humidité	19
Figure 8 : Extraction de l'HE de <i>C. sativum L</i> « Clevenger »	Annexe II
Figure 9 : Indice de réfraction	Annexe II
Figure 10 : Indice d'acide	Annexe II
Figure 11 : Lecture de la densité	Annexe II
Figure 12 : Forme libre et réduite du DPPH	22
Figure 13 : méthode de FRAP	Annexe II
Figure 14 : Illustration de La méthode d'aromatogramme Sur Boites De Pétri	26
Figure 15 : illustration de la méthode micro-atmosphère sur boîte de Pétri	27
Figure 16 : Différentes étapes de l'activité anti-inflammatoire	30
Figure 17 : Différentes étapes de l'activité antispasmodique	32
Figure 18 : Aspect de l'H.E de <i>C. Sativum L</i> obtenue par hydro distillation du type Clevenger	33
Figure 19 : Rendement en HE de <i>C. sativum L</i>	34
Figure 20 : Taux d'humidité (teneur en eau %)	35
Figure 21 : Activité anti radicalaire de l'huile essentielle de <i>Coriandrum Sativum L</i> à différentes Concentrations.	37
Figure 22 : Variation de l'activité antioxydante par méthode de DPPH	38
Figure 23 : Pouvoir réducteur de l'huile de <i>C. Sativum L</i> (test FRAP).	41
Figure 24 : Variation de l'absorbance en fonction de la concentration du BHT et BHA lors du test FRAP	41
Figure 25 : Diamètres des zones d'inhibition en (mm) de l'HE de C.S L et ATB testés « Aromatogramme ».	Annexe II
Figure 26 : Diamètres des zones d'inhibition en (mm) de l'HE de C.S L et ATB testés « Micro-atmosphère».	Annexe II
Figure 27 : Moyenne du nombre de crampes pour chaque lot pendant 10 minutes.	46
Figure 28 : Pourcentage de protection de la douleur pour chaque lot.	46
Figure 29 : Histogramme représentant le pourcentage d'augmentation de l'œdème pour les quatre lots traités : Lot Témoin, lot de référence, lots essais	47
Figure 30 : Histogramme représentant le pourcentage de réduction d'œdème pour les quatre lots traités : Lot Témoin, lot de référence, lots essais	48

Liste des tableaux

Tableau I : Caractéristiques de la cueillette et d'achat de <i>Coriandrum Sativum L</i>)	15
Tableau II : Souches utilisées	16
Tableau III : Préparation des échantillons (méthode FRAP)	Annexe I
Tableau IV: Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle de <i>Coriandrum Sativum L</i>	33
Tableau V : Rendement d'HE de <i>Coriandrum sativum L</i>	Annexe II
Tableau VI: Teneur en eau de, partie aérienne, fraîche et sèche et du fruit de <i>Coriandrum Sativum L</i> .	34
Tableau VII-1 : Résultat de l'activité antioxydante par méthode de DPPH	Annexe II
Tableau VII-2: Variation de l'activité anti radicalaire en fonction de la concentration de l'HE de <i>Coriandrum Sativum L</i>	37
Tableau VIII: IC ₅₀ de l'huile essentielle, Linalol, ρ -cymène et du BHT, BHA, vitamine C	39
Tableau IX-1 : Résultats de l'activité antioxydante par méthode de FRAP	Annexe II
Tableau IX-2: variation de l'absorbance en fonction de la concentration de l'huile essentielle, BHA et BHT dans le mélange du test FRAP	40
Tableau X: Diamètre (mm) des zones d'inhibitions de l'huile essentielle de coriandre.	43
Tableau XI : Diamètre des zones d'inhibition en (mm) des antibiotiques testés.	43
Tableau XII: Résultat de l'activité antispasmodique réalisée sur quatre lots de souris.	Annexe II
Tableau XIII: Résultats de l'activité anti-inflammatoire.	Annexe II

Table de Matières

Introduction

Chapitre I : Partie bibliographique

I.1. Plantes médicinales et phytothérapie

I.1.1 Généralités sur les plantes médicinales.....	1
I.1.2. Définition des plantes médicinales.....	1
I.1.3. Définition de la phytothérapie.....	1
I.1.4. Place de la phytothérapie en Algérie.....	2
I.1.5. Généralités sur les Huiles Essentielles :	3
I.1.5.1. Historique	3
I.1.5.2. Définition	3
I.1.5.3. Biosynthèse et composition chimique	4
I.1.5.4. Caractéristiques et propriétés physiques	4
I.1.5.5. Analyses des huiles essentielles et critères de qualité.....	4
I.1.5.6. Extraction des huiles essentielles	5
I.1.5.7. Données toxicologiques	5
I.2. Etude Botanique	
I.2.1. Généralités sur la famille des Apiacées	6
I.2.1.1. Distribution de la famille des Apiacées à travers le monde	6
I.2.1.2. Intérêt de la famille des Apiacées	7
I.2.2. Description générale de la coriandre	7
I.2.3. Etymologie	9
I.2.4. Systématique	9
I.2.5. Habitats	9
I.2.6. Composition chimique de la Coriandre.....	10
I.3. Activités biologiques étudiées	
I.3.1. Activité antioxydante	11
I.3. 2. Activité antimicrobienne	12
I.3. 3. Activité anti-inflammatoire	13
I.3.4. Activité antispasmodique.....	14

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Matériels

II.1.1. Matériel biologique	15
II.1.1.1. Matériel végétal	15
II.1.1.2. Matériel animal	16
II.1.1.3. Microorganismes étudiés	16
II.1.2. Matériels non biologiques	16

II.2. Méthodes

II.2.1. Taux d'humidité : DEAN STARCK	18
II.2.2. Extraction d'huile essentielle	20
II.2.3. Détermination du rendement	20
II.2.4. Etude des paramètres physicochimiques	20
II.2.4.1. Indice de réfraction (I _R)	20
II.2.4.2. Indice d'acide (I _A)	21
II.2.4.3. Densité	21
II.2.5. Evaluation des activités biologiques	22
II.2.5.1 Activité antioxydante	22
II.2.5.2. Activité antimicrobienne	25
II.2.5.3. Activité anti-inflammatoire	28
II.2.5.4. Activité antispasmodique	31

Chapitre III : Résultats et discussion

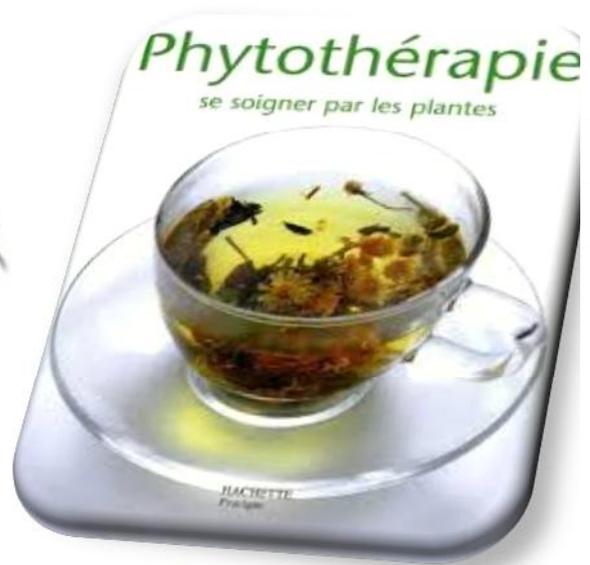
III.1. Rendement et analyse physicochimique de l'HE de *C. sativum* L

III.1.1. Propriétés organoleptiques	33
III.1.2. Détermination du rendement en huile essentielle de coriandre	33
III.1.3. Détermination du taux d'humidité « Dean Starck »	34
III.1.4. Paramètres physicochimiques	35
III.2. Résultats de l'activité antioxydante	36
III.3. Résultats de l'activité antimicrobienne	42
III.4. Résultat de l'activité antispasmodique in vivo	45
III.5. Résultat de l'activité anti-inflammatoire in vivo	47

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes



Introduction



Introduction

Les plantes constituent le mode de traitement le plus répandu dans le monde, y compris dans les pays occidentaux, (**Arnal-Schnebelen et al., 2011**).

Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales, des plantes épices et autres possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent l'application dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétique et agriculture (**El Abed et Kambouche, 2003**), grâce aux principes actifs qu'elles contiennent : flavonoïdes, hétéroside, alcaloïdes, saponosides, quinone, vitamine, ... et huiles essentielles (**Aouf, 2002**). Ces dernières se caractérisent par leur odeur, leur goût, leurs propriétés physicochimiques et biologiques (**Miguel, 2010**)

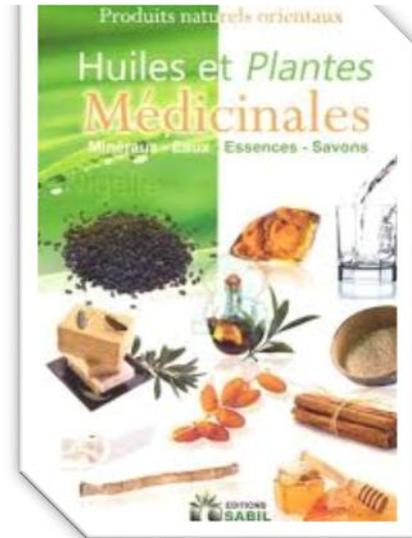
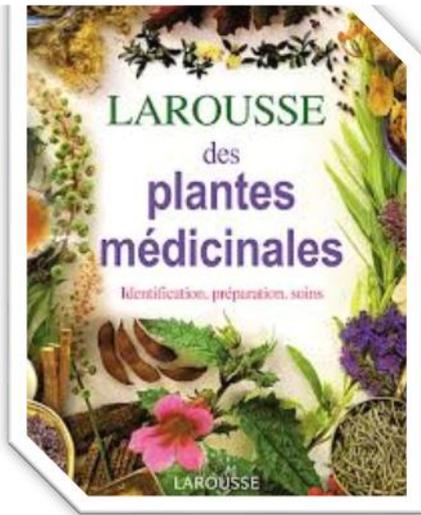
Selon **Hostettmann (1997)**, connaître une plante ayant des vertus médicinales suppose pouvoir décrire sa morphologie et son anatomie, connaître son origine et son mode d'action, apprécier l'incidence de ceux-ci sur sa qualité, analyser sa composition chimique et les facteurs qui peuvent la faire varier, connaître la structure et les propriétés des principes actifs aussi bien que leur activité pharmacologique.

L'Algérie, de par son aire géographique et sa diversité climatique riche en flore naturelle, recèle d'une gamme importante de plantes médicinales et aromatiques, faisant partie du grand patrimoine végétale de ce pays (**Baba-aïssa, 2000**). Parmi ces plantes médicinales, il y a la Coriandre ou Coriandre cultivée « *Coriandrum sativum L* », une plante herbacée annuelle de la famille des Apiacées (Ombellifères). C'est une plante aromatique cultivée dans les zones tempérées du monde entier et employée pour de nombreuses préparations culinaires, particulièrement en Asie, en Amérique latine et dans la cuisine méditerranéenne, (**Anonyme 1**).

La coriandre est stomachique et carminative (**Antoine, 1840 ; Grieve, 1971**), ses fruits sont traditionnellement employés dans le traitement des troubles digestifs (ballonnements, lenteur à la digestion, flatulences, spasmes). Pour cet usage, elle est officiellement classée comme plante médicinale en France et en Europe. (**Pharmacopée Française, 2011**)

Le fruit sec de coriandre est largement utilisé en gastronomie pour la préparation de plats divers ; c'est une épice très utilisée dans la cuisine Algérienne, notamment dans la poudre de curry qui en contient 30 à 40 %, et qui possède des propriétés thérapeutiques très intéressantes. Mais son utilisation en phytothérapie est moins étudiée.

Aussi, dans le but de contribuer à la valorisation de la flore Algérienne et en vue d'identifier de nouvelles substances potentiellement intéressantes sur les plans biologiques et thérapeutiques, nous nous sommes assignés comme objectif d'évaluer les paramètres physicochimiques de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum L*, extraite par hydro-distillation, d'étudier les activités antioxydante, microbiologique ainsi que l'effet pharmacologique, afin de justifier l'usage traditionnel de cette plante par la population.



Chapitre I:
Partie
Partie
Bibliographique
Bibliographique



I.1. Plantes médicinales et phytothérapie

I.1.1 Généralités sur les plantes médicinales

Depuis les temps les plus reculés et sur tous les continents, l'homme a cherché chez les végétaux sa nourriture et ses remèdes (**Iserin et al., 2001 ; Ollier, 2011**).

La première ordonnance connue au III^{ème} millénaire avant Jésus-Christ, en Mésopotamie, prescrivait déjà des remèdes à base de saule blanc pour soigner les maux de tête. Les chinois connaissaient, bien avant notre ère la préparation des extraits qui consistait à rassembler sous masse réduite tous les principes solubles des drogues en se débarrassant ainsi du volume fort encombrant des matières inertes (**Kassel, 1996**).

Les arabes avaient aussi leurs spécialistes en médecine et en pharmacie tel que : **Abu Bakr al-razi ou Rhazés (865-925)**. Il fut suivi par **Ibn Sina** et **Ibn Baytar**. Ce sont les arabes qui donnèrent à la pharmacie son caractère scientifique. Ainsi, les traditions pharmaceutiques arabes passèrent en Europe et influencèrent profondément les grandes universités au 9^{ème} siècle (**Fouché et al., 2000**).

Au XVIII^{ème} siècle enfin, les plantes acquièrent leurs identités. En effet, un double nom latin indique le genre et l'espèce, grâce aux travaux de Carl Von Linné. Celui-ci systématise l'utilisation de la dénomination binomiale (le genre suivi de l'espèce) (**Keller-Didier, 2004**).

Au début du siècle dernier, la médecine orientale commence à influencer les pratiques traditionnelles en Chine et en Inde. A la fin du XVIII^{ème} siècle, le commerce de l'herboristerie commence à être réglementer (**Iserin et al., 2001**).

Actuellement, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité prouvée et les bienfaits incontestables de la phytothérapie pour la santé lui ont permis d'entrer dans la vie quotidienne (**Iserin et al., 2001**).

I.1.2. Définition des plantes médicinales

Les plantes sont dites médicinales lorsqu'un de leurs organes (feuilles, fleurs, racines, tiges, graines et fruits) possède des activités pharmacologiques, ou possède au moins une partie ayant des propriétés médicamenteuses (**Sallé, 1991 ; Bruneton, 1999**). Ces dernières renferment un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (**Schauenberg, 2005**).

I.1.3. Définition de la phytothérapie

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes ». Il s'agit d'une pratique millénaire basée sur un savoir empirique qui s'est transmis et enrichi au fil d'innombrables générations, (**Gahbiche, 2009**).

La **phytothérapie**, étymologiquement le traitement par les plantes, est une méthode thérapeutique qui utilise l'action des plantes médicinales, (**Gahbiche, 2009**).

On peut distinguer deux types de phytothérapie :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Selon l'OMS, cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique.

- Une pratique basée sur les avancées scientifiques qui recherchent des extraits actifs des plantes. Les extraits actifs identifiés sont standardisés. Cette pratique conduit aux phytomédicaments et selon la réglementation en vigueur dans le pays, la circulation des phytomédicaments est soumise à l'autorisation de mise sur le marché (AMM). On parle alors de pharmacognosie ou de biologie pharmaceutique, **(Gahbiche, 2009)**.

I.1.4. Place de la phytothérapie en Algérie

L'utilisation des plantes médicinales fait partie intégrante de notre culture et de nos traditions. En Algérie, les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui elle-même est largement employée dans divers domaines de la santé **(Sebai et Boudali, 2012)**. Nos grands-parents ont beaucoup utilisés les plantes médicinales pour soigner différents maux et troubles. Actuellement, la population algérienne revient à la nature en particulier vers la phytothérapie qui est une thérapeutique connue pour son action douce et profonde sur l'organisme. Elle est donc la solution idéale aux problèmes et aux désordres secondaires à notre mode de vie actuel **(Hachaïchi, 2010)**.

Des chiffres recueillis auprès du centre national du registre de commerce (CNRC), montrent que vers la fin de l'année 2009, l'Algérie comptait 1926 vendeurs spécialisés dans la vente des herbes médicinales, dont 1393 sédentaires et 533 ambulants **(Sebai et Boudali, 2012)**.

I.1.5. Généralités sur les Huiles Essentielles :**I.1.5.1. Historique:**

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. (**Baser et Buchbauer, 2010**).

Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses. Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles.

Ces utilisations concernaient différents domaines : parfumerie, médecine, rites religieux, coutumes païennes, alimentation, etc.

L'Iran et la Syrie deviennent les principaux centres de production de divers types d'extraits aromatiques.

Par la suite, les huiles essentielles ont bénéficié des avancées scientifiques, au niveau des techniques d'obtention et de l'analyse de leur composition chimique. Parallèlement, leur utilisation a aussi tiré profit de l'avènement de l'aromathérapie. **René-Maurice Gattefosse** a créé, en **1928**, le terme de l'aromathérapie et il a mené de nombreux travaux concernant les huiles essentielles, notamment leurs propriétés ; ces résultats seront à l'origine de nombreuses autres recherches (**Besombes, 2008**).

I.1.5.2. Définition

Le terme « huile essentielle » a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin Suisse **Parascelsus Von Hohenheim** pour désigner le composé actif d'un remède naturel (**Burt, 2004**).

De très nombreux auteurs ont tenté de donner une définition des huiles essentielles. D'après **William Naves** [1874-1936], aucune des définitions des huiles essentielles n'a le mérite de la clarté, ni celui de la précision.

Cet auteur définit les huiles essentielles comme « des mélanges de divers produits issus d'une espèce végétale, ces mélanges passent avec une certaine proportion d'eau lors d'une distillation effectuée dans un courant de vapeur d'eau » (**Garnéro, 1996**).

Selon **AFNOR** et **ISO** : « l'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerie frais de certaines agrumes, soit par distillation. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » (**ISO, 1997; AFNOR, 2000**).

I.1.5.3. Biosynthèse et composition chimique

La cellule végétale est le siège de la biosynthèse des composés fondamentaux de la matière vivante. Elle est capable de coordonner les multiples réactions enzymatiques conduisant à la production d'huiles essentielles, (**Garnéro, 1996**). Il en résulte que les huiles essentielles, constituées des mélanges complexes de composés organiques, possèdent des structures et des fonctions chimiques très diverses (**Lahlou, 2004**). Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (isopréniques, monoterpènes, les sesquiterpènes, les diterpènes et les triterpènes) (**Bruneton, 1999; Seguin, 2001; Rhayour, 2002; Bowles, 2003; Chami, 2005; Clarke, 2008; Baser et Buchbauer, 2010**) d'une part, et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents, d'autre part.

Elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1993; Bruneton, 1999**).

I.1.5.4. Caractéristiques et propriétés physiques

Les huiles essentielles sont constituées de molécules aromatiques de très faible masse moléculaire (**Degryse et al., 2008**). Elles sont très inflammables et très odorantes, liquides à température ambiante.

Exposées à l'air, les huiles essentielles se volatilisent. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau sauf les huiles essentielles de sassafras, de girofle et de cannelle. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (optiquement active) (**Bruneton, 1999; Rhayour, 2002; Desmares et al., 2008**).

Elles ont parfois un toucher gras ou huileux mais ce ne sont pas des corps gras. Par évaporation, elles peuvent retourner à l'état de vapeur sans laisser de traces, ce qui n'est pas le cas des huiles fixes (olive, tournesol ...) qui ne sont pas volatiles et laissent sur le papier une trace grasse persistante (**Bernadet, 2000**).

Les huiles essentielles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau. Entraînables à la vapeur d'eau, elles se retrouvent dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille (**Rhayour, 2002; Benini, 2007; Benayad, 2008**). Par contre, elles sont solubles dans les solvants organiques usuels (**Bruneton, 1999**).

I.1.5.5. Analyses des huiles essentielles et critères de qualité

Selon **Buchbauer (2000)**, seule une connaissance détaillée des constituants d'huile essentielle mènera à une utilisation appropriée.

Selon la Pharmacopée française et européenne, le contrôle des huiles essentielles s'effectue par différents essais. Ce contrôle a pour but de définir les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle comme masse volumique, indice de réfraction, indice d'acide, indice d'ester, etc. Ces caractéristiques propres à chaque huile seront ensuite utilisées pour décrire l'huile essentielle et servir de critère de qualité. Les méthodes de détermination des

caractéristiques physico-chimiques à utiliser sont décrites avec précision dans le recueil de normes publiées par l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1996), elles-mêmes identiques aux normes internationales de l'ISO (ISO, 1997).

Deux autres types d'analyse qui ont pour but d'identifier les différents constituants de l'huile essentielle afin d'en connaître la composition chimique: la chromatographique en phase gazeuse GC et la chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse GC/MS.

La chromatographique en phase gazeuse GC est utilisée pour l'analyse quantitative et la chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse GC/MS pour l'analyse qualitative (Lamarti *et al.*, 1993; Marriott *et al.*, 2001; Lahlou, 2004; Bourkhiss *et al.*, 2007).

I.1.5.6. Extraction des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles mais, selon la définition de l'AFNOR et l'ISO, les méthodes utilisées pour extraire les huiles essentielles sont : l'hydrodistillation « *water distillation* » où le matériel végétal à extraire est en contact direct avec l'eau en ébullition, la vapeur d'eau produite entraîne avec elle les essences de la plante (Belleau, 1990; Pingot, 1998; Bruneton, 1999; Baser et Buchbauer, 2010), entraînement à la vapeur « *steam distillation* » à la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter (Lesley, 1996; Marriott *et al.*, 2001; Lahlou, 2004; Lucchesi, 2005) et l'expression à froid, ce procédé est réservé surtout aux agrumes (Lesley, 1996; AFNOR, 1996).

La distillation est la méthode la plus ancienne et, également, la plus utilisée (Bruneton, 1999). En revanche, une remarque s'impose dès à présent, la distillation ne permet pas d'extraire la totalité des principes actifs lourds d'un végétal mais seulement les composés volatils entraînés. De plus, ces procédés présentent des inconvénients dus principalement à l'action de la vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition, certains organes végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et par hydrodistillation (Garnéro, 1996).

I.1.5.7. Données toxicologiques

Les huiles essentielles sont présentées, généralement comme « sans danger ». Mais ces substances naturelles sont aussi des composés puissants (Degryse *et al.*, 2008). Par leur composition chimique complexe, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome (Benzeggouta, 2005).

Les effets toxiques d'une huile essentielle varient considérablement selon sa nature (Traoré, 2006). Certaines huiles essentielles se révèlent cytotoxiques.

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité aiguë faible ou très faible par voie orale: une DL50 comprise entre 2 et 5 g/kg pour la majorité des huiles couramment utilisées (anis, eucalyptus, girofle, etc.) ou le plus fréquemment supérieure à 5 g/kg (camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc.) ; d'autres ont une DL50 inférieure à 1g/kg : l'huile essentielle de boldo (0.13 g/kg) ; l'essence de moutarde (0.34 g/kg) ; les

essences d'origan et de la sarriette (1.37 g/kg) ; les huiles essentielles du basilic, de l'estragon et de l'hysopé (1.5ml/kg). Tandis que la toxicité chronique est assez mal connue (**Bruneton, 1999; Benzeggouta, 2005**).

I.2. Etude Botanique

I.2.1. Généralités sur la famille des Apiacées :

Les Apiacées anciennement appelées Ombellifères, comprennent environ 3.000 espèces se répartissant dans toutes les régions tempérées mais surtout dans l'hémisphère Nord.

C'est une famille très homogène facile à reconnaître grâce à son inflorescence en ombelles composées. Paradoxalement, les espèces de cette famille sont assez difficiles à différencier les unes des autres.

I.2.1.1. Distribution de la famille des Apiacées à travers le monde

La famille des Apiacées renferme environ 300 genres pour plus de 2500 espèces. La famille est répartie sur la majeure partie du globe (**Figure 1**), plus commune dans les régions montagneuses tempérées et relativement rare en zone tropicale (**Miguel, 2010**).

Les genres se répartissent entre les divers continents, avec une prédominance pour le continent asiatique (265), Amérique (197), Europe (139), Afrique (126), Australie (36) (**Heywood, 1996**).

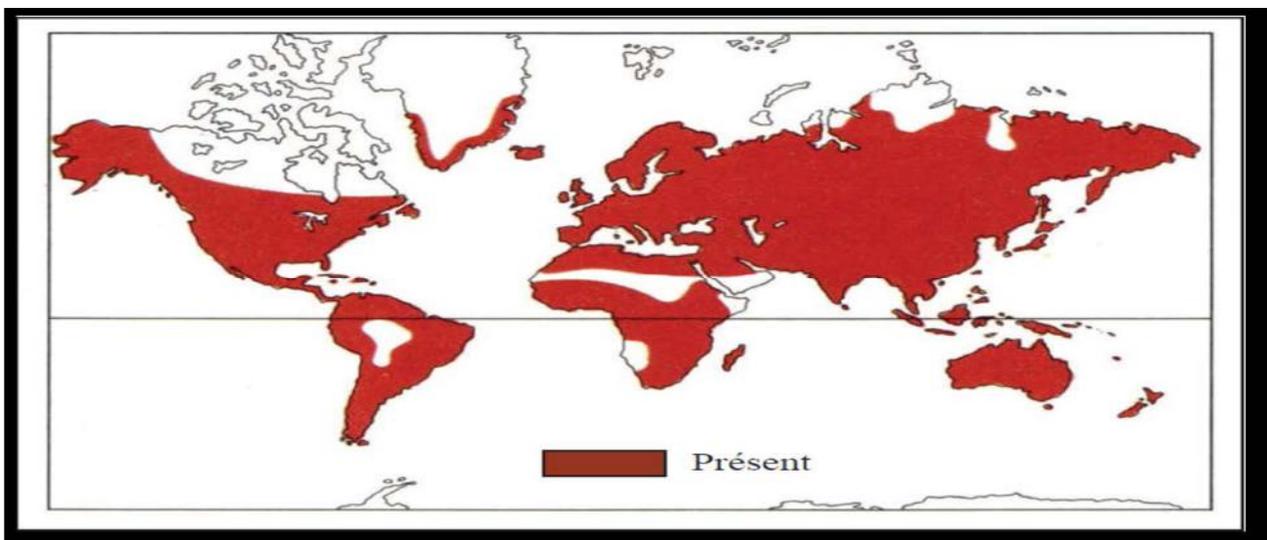


Figure 1: Répartition géographique mondiale des Apiaceae (Heywood, 1996)

La famille des Apiaceae occupe une place importante dans la flore Algérienne où elle est représentée par 56 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces (**Quezel et Santa, 1963**)

I.2.1.2. Intérêt de la famille des Apiacées

Certaines plantes de la famille des Apiacées peuvent être utilisées comme aliments. Les racines de la carotte (*D. carota* L.), du panais (*Pastinaca sativa* L.), du maceron (*Smyrniolum olusatrum* L.) et du céleri (*Apium graveolens* L.) peuvent être consommées ainsi que les feuilles de persil (*Petroselinum crispum* L.) et de céleri. Le cerfeuil (*Anthriscus cerefolium* L.) est utilisé en tant que condiment. Les souches et le pétiole d'angélique (*Angelica archangelica* L.) sont utilisés en confiserie (sous forme confite) car riches en glucides (Sharkey-Thomas, Sunsun., 2001).

Les plantes de la famille des Apiacées telles que l'aneth (*Anethum graveolens* L.), l'anis (*P. anisum* L.), l'angélique (*Angelica archangelica* L.), le carvi (*Carum carvi* L.), la coriandre (*Coriandrum sativum* L.) et le fenouil (*F. vulgare* Mill.) ont une importante activité antispasmodique (Salvito-Daniel et al., 2004).

I.2.2. Description générale de la coriandre :

Le nom coriandre dérive du grec « Koris » signifiant punaise, à cause de l'odeur forte de ces feuilles (Avry, Galloin, 2003) et « andros », mâle. Il faut souligner que la coriandre fraîche est connue aussi sous le nom de cilantro (terme d'origine espagnole) ou persil chinois. (Polachic, 1996)

La coriandre est une plante annuelle élancée, ramifiée, mesurant généralement en floraison de 30 à 60 cm mais pouvant atteindre 1,4 m (Diederichsen, 1996). Le feuillage et la tige sont vert ou vert clair tirant parfois sur le rouge ou le violet pendant la floraison, glabres, luisants (notamment les faces inférieures des feuilles) (Figure 2). L'inflorescence, blanche ou rose-mauve très pale, est typique des Apiacées (Ombellifères) : petites fleurs pentamères disposées en ombelles composées (Figure 3). L'odeur de la plante est souvent décrite comme fétide (Coste, 1937 ; M. Grieve, A Modern Herbal. 1971), surtout en floraison ou début de fructification.

Seuls parmi toute la famille des ombellifères, les fruits de la coriandre possèdent une forme sphérique très régulière de 2 à 5mm de diamètre et sont d'une couleur jaune à brun clair (Figure 4).

On distingue 2 variétés principales: *Coriandrum sativum* L.var.vulgare ALEF. Dont le diamètre des fruits est compris entre 3 et 5 mm et *Coiandrum sativum* L.var.microcarpum DC. Qui possède des fruits de plus petite taille (diamètre de 1,5 à 3 mm). (Teuscher et al ., 2005)



Figure 2 : Morphologie des tiges et feuilles *C. sativum L* (Originale, 2015)

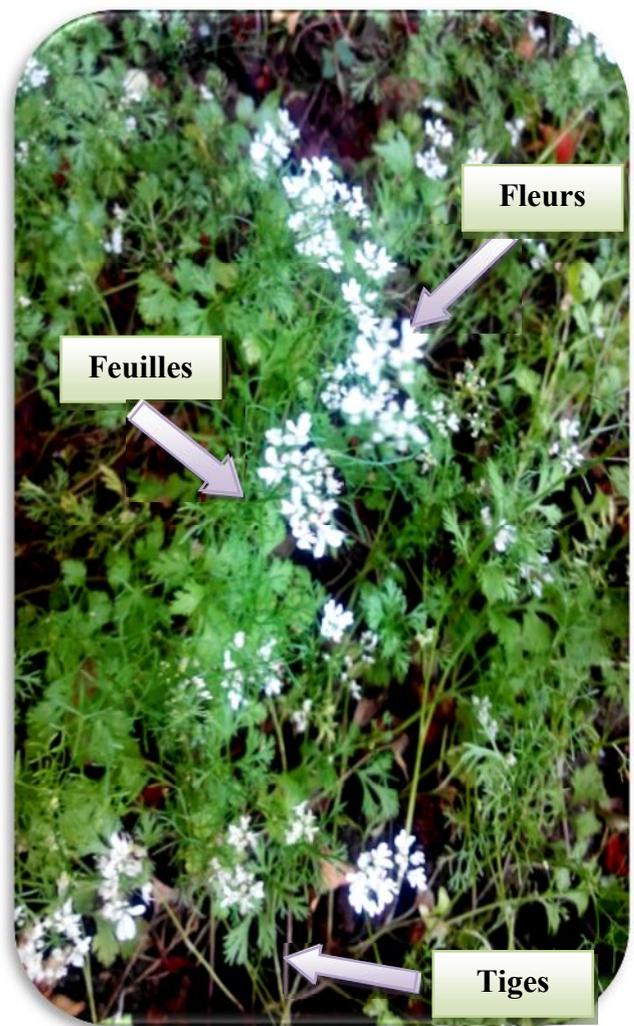


Figure 3 : Morphologie des fleurs de *C. sativum L* (Originale, 2015)

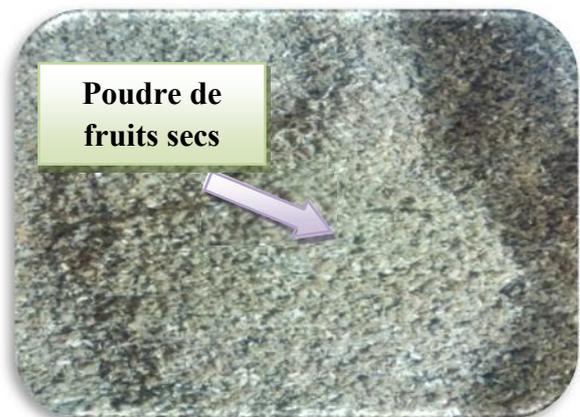


Figure 4 : Fruits et poudre de *C. sativum L* (Originale, 2015)

1.2.3. Etymologie :

La coriandre a plusieurs noms à travers le monde :

Nom scientifique : *Coriandrum Sativum L*

Synonymes : punaise pale, mari de la punaise, persil arabe, persil chinois, coriander(Ang).
(Baba Aissa, 1999)

- ✓ Fr.: persil arabe, persil chinois, persil mexicain ;
- ✓ All.: Koriander, Garten-Koriander, Koliander, Schiwindelkorn, Wanzen-Kraut, WanzenKümmel, Arabische Petersilie, chinesische Petersilie;
- ✓ Ang.: coriander, cilantro, Chinese parsley. (Teuscher et al., 2005)
- ✓ H'chich m'qetfa (حشيش مقطفة) ou h'chich tout court, كسبر kesbar ou قسبر qasbar (pour les graines).

Kouzbara كزبرة est cité par tout les auteurs arabes, Ibn El-Baytar et Abderrezaq El-Djazairi ajoutent le terme populaire كسبر. (Baba Aissa, 2011)

1.2.4. Systématique:

D'après Quesel et santa, (1963), Guignard (1968) et Sallé (1991) ; la systématique de *Coriandrum sativum L* se présente comme suit :

Embranchement :	Spermaphyte (phanérogame)
Sous-embranchement :	Angiosperme
Classe :	Dicotylédone
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Apiale (ombellale)
Famille :	Apiacée (ombellifère)
Genre :	<i>Coriandrum</i>
Espèce :	<i>Sativum L</i>

1.2.5.Habitats:

Originnaire de la région méditerranéenne et du Proche Orient, la culture de la coriandre est mondiale. Citons par exemple, le Maroc, la Hongrie, la Roumanie, la Bulgarie, la Turquie et l'Italie comme principaux pays exportateurs. Très cultivée en Algérie et parfois subspontanée. (Girre, 2006 ; Teuscher et al., 2005 ; Wichtl et Anton, 2003)

• Exigences pédoclimatiques

La coriandre peut endurer des températures négatives sur de courtes périodes, en particulier les jeunes plants, cette résistance aux froid diminuant après le développement de la tige. La température minimum de germination est de 4 à 6 °C, mais une température moyenne

de 15 à 17 °C est nécessaire pour une germination en deux semaines après le semis. Une température élevée pendant la floraison favorise le rendement en fruits et leur teneur en huile essentielle (**Anonyme 2**).

1.2.6. Composition chimique de la Coriandre

Les fruits (ou graines), par leur contenu en huile essentielle, sont la partie véritablement médicinale, mais seulement quand ils sont bien murs et secs (**Anonyme 3, 2013**).

Les fruits de *C.sativum L* renferment:

- **Huile essentielle** 0,1 à 2% son principale constituant est le linalol ou coriandrol (45 à 85%) ; il est accompagné d' α -pinène (1 à 15%), de limonène (0 à 4%), de γ -terpinène (traces à 15%), de *p*-cymène (0 à 15%), de camphre (0 à 10%), de géraniol (0 à 7%) et d'acétate de géranyle (1 à 20%).
- **Lipides** : 13 à 21%, avec de fortes teneurs en acide pétrosélinique (\approx 38%)
- **Hydroxycoumarines** : présente en très faible quantité : scopolétol et ombélliférone
- **Dérivés de l'acide hydroxycinnamique** : acide caféique, souvent accompagné de dérivés de l'acide quinique, comme les acides chlorogénique, 4 et 5-caféoylquinique, ρ -coumaroylquinique et féruloyl-quinique.
- **Triterpènes** : coriandrinondiol. (**Teuscher et al., 2005**)

I.3. Activités biologiques étudiées

I.3.1 Activité antioxydante

I.3.1.1.Introduction

Les antioxydants apparaissent aujourd'hui comme les clés de la longévité pour lutter contre les maladies modernes. Ce sont des éléments protecteurs qui agissent comme capteurs de radicaux libres. Ces derniers sont produit quotidiennement par l'organisme ; ce sont des composés très réactifs comportant un électron célibataire et nécessaire à des mécanismes vitaux (**Bartosz, 2003**), mais, ils deviennent nocifs quant ils sont en excès et induisent certains dommages au niveau de la structure des protéines, des lipides (**Pourrut, 2008**), des acides nucléiques en entraînant un stress oxydant qui contribue aux processus de maladies cardiovasculaires, les cancers et l'artériosclérose (**Favier, 2003**).

I.3.1.2. Antioxydant

Un antioxydant est défini comme étant toute substance qui peut retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques (**Boyd et al., 2003**), se sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres, sans effet sur les propriétés sensorielles et nutritionnelle du produit alimentaire (**Vansant, 2004**).

Les antioxydants permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit. En outre, l'oxydant alimentaire idéal, être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, n'entraîne ni coloration, ni odeur indésirable, résistant au processus technologique, il est stable dans le produit fini (**Poknory et al., 2001**).

➤ Antioxydants endogènes

Ce sont des enzymes ou protéines antioxydante (Superoxyde dismutase, Catalase et Glutathion peroxydase), élaborés par notre organisme à l'aide de certains minéraux. Elles sont présentes en permanence dans l'organisme mais leur quantité diminue avec l'âge (**Mika et al., 2004**).

➤ Antioxydants exogènes

Ils sont présent dans l'alimentation telle que les vitamines A,C,E et les polyphénols en particulier les flavonoïdes. Ces antioxydants nutritionnels sont indispensables mais leur action est limitée jusqu'à ce qu'ils soient régénérés.

- ✓ **La vitamine E** : c'est le principal antioxydant nutritionnel, liposoluble et puissant (**Njus et Kelley, 1991**)
- ✓ **L'ascorbate ou vitamine C** : est l'antioxydant hydrosoluble majeur, elle est indispensable par sa capacité à réduire d'autre oxydant oxydés comme la vitamine E (**Pourrut, 2008**).
- ✓ **Les caroténoïdes**: ce sont des pigments végétaux lipophyles, précurseur de la vitamine A (**Marc et al., 2004**).
- ✓ **Les flavonoïdes** : peuvent agir de différentes facon dans les processus de régulation du stress oxydant (**Lahouel et al., 2006**).

I.3.1.3. Mécanismes d'action

D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs d'hydrogène ou d'électrons souvent aromatique, cas des dérivés du phénol (**Berset et Cervelier, 1996**).

Leurs radicaux intermédiaires sont relativement stables du fait de la décoloration par résonance et par manque de position appropriées pour être attaqué par l'oxygène moléculaire (**Berset et Cervelier, 1996**).

Les antioxydants sont en fait, des agents de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dériver ou de piéger les radicaux libres, ils agissent en formant des produits finis non radicalaires (**Berset et Cervelier, 1996**).

I.3.1.3. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante

Les méthodes utilisées pour évaluer l'activité antioxydante des huiles essentielles sont relativement peu nombreuses et font intervenir en général la coloration ou la décoloration d'un réactif spécifique en présence d'agent antioxydant (huile essentielle). Selon la bibliographie, les méthodes les plus utilisées sont celles de la réduction du 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl (DPPH•), de la chélation des métaux et de blanchiment du β -carotène dans l'acide linoléique. (**Hussain et al. 2008**).

Le blanchiment du β -carotène dans l'acide linoléique et de la réduction de DPPH• sont des méthodes efficaces, simples, reproductibles et rapides pour évaluer les propriétés antioxydante des huiles essentielles (**Mayachiew et Devahastin, 2008; Hussain, 2009**).

I.3.2 Activité antimicrobienne

I.3.2.1 Introduction

L'homme vit dans un environnement peuplé d'un grand nombre de microorganismes. Ces derniers sont constitués par les bactéries, les virus, les champignons et les parasites (**Khiati, 1998**).

Les qualités antimicrobiennes des plantes médicinales et aromatiques sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début de XX^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (**Dorman et Deans, 2000**).

Il est nécessaire de contrôler la manipulation des bactéries afin de prévenir ou traiter les maladies infectieuses ou pour limiter la croissance des micro-organismes indésirables (**Arnie et Couplan, 2001**).

I.3.2.2. Mécanisme d'action des huiles essentielles

Le mécanisme d'action des produits antimicrobiens autres que les antibiotiques restent encore généralement peu connus (**Flurette et al., 1995**). Du fait de la complexité de leur composition chimique, il est difficile de donner une idée précise sur le mode d'action des HE. Il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire (**Dorman et Deans, 2000**).

L'action des HE sur la prolifération microbienne se fait à travers l'altération de la perméabilité membranaire des bactéries en perturbant les systèmes de transport ioniques, le transport des électrons et la production d'énergie (**Oussalah et al., 2006**).

Le mode d'action des HE dépend du type de micro-organisme. En générale, les bactéries Gram négatives sont plus résistantes que les bactéries Gram positive grâce à la structure de leur membrane externe. Ainsi la membrane extérieure des Gram négatives est plus riche en lipo-polysaccharides (LPS) la rendant plus hydrophile, ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer (**Cristani et al., 2007**).

I.3.2.3 Méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobienne

Selon **Guerin –Faublée et Carret, (1999)** ; **Eymard, (2003)** ; **Pibiri, (2005)**, l'examen des données bibliographiques fait apparaitre la diversité des méthodologies utilisées pour mettre en évidence l'activité antimicrobienne, plusieurs méthodes sont utilisées pour la détermination de l'activité antimicrobienne : Aromatogramme, méthode de diffusion en puits, méthode de dilution et méthode de micro-atmosphère.

I.3.3. Activité anti-inflammatoire

I.3.3.1. Introduction

Une inflammation est l'une des réactions du corps défensive non spécifique importante. Elle est provoquée par des bactéries, une blessure ou un contact avec des produits irritants (**Prescot et al., 2003** ; **Davis, 2006**). La réaction inflammatoire est la réponse normale de l'organisme à des agressions d'origine immunitaire ou non. C'est une réaction du tissu conjonctif et des vaisseaux (**Touitou, 2003**)

I.3.3.2. Action anti-inflammatoire

Elle inhibe la réponse inflammatoire quelque soit l'agent pathogène responsable, entraînant une réduction de la vasodilatation et de l'œdème en diminuant le chimiotactisme et la migration leucocytaire vers le foyer inflammatoire (**Pieri, 1992**).

I.3.3.3. Effet anti-inflammatoire des plantes

Benoit et al., (1976) ont étudié 163 espèces de plantes supérieures et de champignons, choisis au hasard et évaluer leurs activité anti-inflammatoire dans le test de l'œdème de la patte de rat induit par la Carraghénine. De ces échantillons, 73 espèces inhibaient l'inflammation de 25% ou plus à des doses de 5 -1000 mg/Kg, 17 montraient une inhibition entre 30 et 39% et 2 espèces inhibaient l'inflammation de 70 à 79% (**Sofowora, 2010**).

I.3.3.4. Signaux de l'inflammation

La réaction inflammatoire est caractérisée par quatre signaux cardinaux (rougeur, douleur, tumeur, chaleur), mais peut aussi entraîner de multiples effets biologiques et cliniques généraux qui sont d'intensité plus importante en cas de persistance de la réaction inflammatoire (**Bannotte et al., 2003 ; Prescott et al., 2003**).

I.3.4. Activité antispasmodique

I.3.4.1. Définition

Un spasme est une contraction musculaire, qui peut toucher un groupe de muscles, un muscle seul, voire même un faisceau isolé (**Blanc et Siproudhis, 2006**).

Les spasmes peuvent toucher les muscles à commande volontaires responsables de crampes ou de convulsion, mais ce terme est parfois réserver aux muscles à commandes involontaires comme les muscles digestifs notamment. Le spasme est involontaire et de courte durée (**Hordé, 2014**).

I.3.4.2. Médicaments antispasmodiques

Un médicaments antispasmodique est un médicament qui agit directement sur les spasmes des muscles lisses et supprime les contractions au niveau des muscles lisses ou des sphincters (**Blanc et Siproudhis, 2006**).

I.3.4.3. Type de spasmes

Selon **Hodé, (2014)**, il existe différents types de spasmes :

- Le spasme cynique au niveau du visage.
- Les spasmes abdominaux généralement responsables de crampes ou de douleurs.
- Les spasmes en flexion faisant partie d'un syndrome épileptique de l'enfant.



Chapitre II:
Matériel
Et Méthodes
Et Méthodes



Lieu de stage

Notre travail a été réalisé durant la période allant du mois de Mars 2015 à la fin Février 2016, au niveau de quatre structures scientifiques :

- ❖ Les études pharmacologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de SAIDAL-Filiale ANTIBIOTICAL-SAIDAL de MEDEA.
- ❖ Extraction de l'huile essentielle ainsi que les paramètres physicochimiques ont été faites au niveau du laboratoire de chimie du département de chimie, Faculté des Sciences à l'université de Blida 1
- ❖ L'évaluation de l'activité antioxydante au niveau du laboratoire de recherche à l'école Nationale Supérieure d'Enseignement (ENSE) de Kouba, (Alger).
- ❖ L'évaluation de l'activité antimicrobienne au niveau du laboratoire de bactériologie, hopital EHP BLIDA (fabourg), et au niveau du laboratoire d'hygiène BLIDA.

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel biologique

II.1.1.1. Matériel végétal

Après la distillation de la partie aérienne de *Coriandrum sativum L*, le rendement en HE étant très faible ce ci nous a orienter à procéder à l'extraction de l'HE du fruit.

Les conditions et lieu de cueillette et d'achat sont mentionnés dans le **Tableau I**.

Tableau I : Caractéristique de la cueillette et d'achat de C.sativum L

Lieu de récolte de la plante	MEFTAH wilaya de BLIDA
Altitude	100 m
Date de la récolte de la plante	23/02/2015
Quantité	60 kg
Heure de récolte	Le matin
Partie récolté	Feuilles et tiges
Lieu d'achat des fruits	MEFTAH wilaya de BLIDA
Date d'achat	23/03- 06/04- 16/05/2015
Quantité	6 Kg
Partie acheté	Fruits

La partie aérienne a été séchée pendant 15 jours à température ambiante, à l'abri de la lumière et dans un endroit bien aéré, et conserver dans des sacs en papier.

Les fruits sèches sont broyés à l'aide d'un mixeur la veille de l'extraction et conservés à sec dans des boites fermées, à température ambiante.

II.1.1.2. Matériel animal

Les animaux utilisés proviennent de l'animalerie du laboratoire de pharmacotoxicologie du complexe ANTIBIOTICAL (SAIDAL) de Médéa.

Nous avons utilisé 40 souris *Albinos*, de souche Swiss race *NMRI* (Naval Medical Research Institut) importée d'IFFA-CREDO (Lyon), sexe male et femelle, de 20 à 25g de poids corporel (20 pour l'activité anti-inflammatoire et 20 pour l'activité antispasmodique).

Non scientifique : *Mus musculus*.

❖ Conditions d'élevage

- Température ambiante : 20°C à 24°C.
- Taux d'humidité : 50%.
- Eclairage : 10h/j.

❖ Régime alimentaire

- Nourriture : Tourteaux agglomères, composés de maïs, son, remoulage, Soja, CMV. Granulés (ONAB)
- Boisson : eau de robinet (eau potable).

II.1.1.3. Microorganismes étudiés

Les germes testés ont été fournis par le laboratoire de microbiologie de l'hôpital EPH Fabourg, et le laboratoire de microbiologie. Laboratoire d'hygiène de Faroudja. (Provenant de la collection du : Laboratoire de Microbiologie du CRD SAIDAL), identifiés avec un numéro *ATCC* (*American Type Culture Collection*), et présentés dans le **Tableau II**.

Tableau II : Souches utilisées

Souches utilisées		ATCC	Source
Bactéries à Gram (-)	<i>Escherichia coli</i>	25921	EPH Fabourg
	<i>Escherichia coli</i>	25922	Labo d'hygiène
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853	EPH Fabourg
Bactéries à Gram (+)	<i>Bacillus cereus</i>	10876	Labo d'hygiène
	<i>Staphylococcus Aureus</i>	25923	Labo d'hygiène
Levure	<i>Candida albicans</i>	24433	Labo d'hygiène
Moisissure	<i>Aspergillus braziliensis</i>	16404	Labo d'hygiène

EPH Fabourg: Laboratoire de Microbiologie, Hôpital Civil de Blida TIRICHINE Brahim Siège : Avenue Kritli Mokhtar Blida.

Labo d'hygiène: Laboratoire de Microbiologie, Laboratoire d'hygiène Faroudja BLIDA.

II.1.2. Matériel non biologique

L'appareillage, la verrerie et accessoires, en plus des réactifs et produits chimiques divers sont mentionnés en **Annexe I**.

II.2. Méthodes

Le plan général du protocole adopté pour la réalisation de cette partie de notre étude est illustrée par la **Figure 5**.

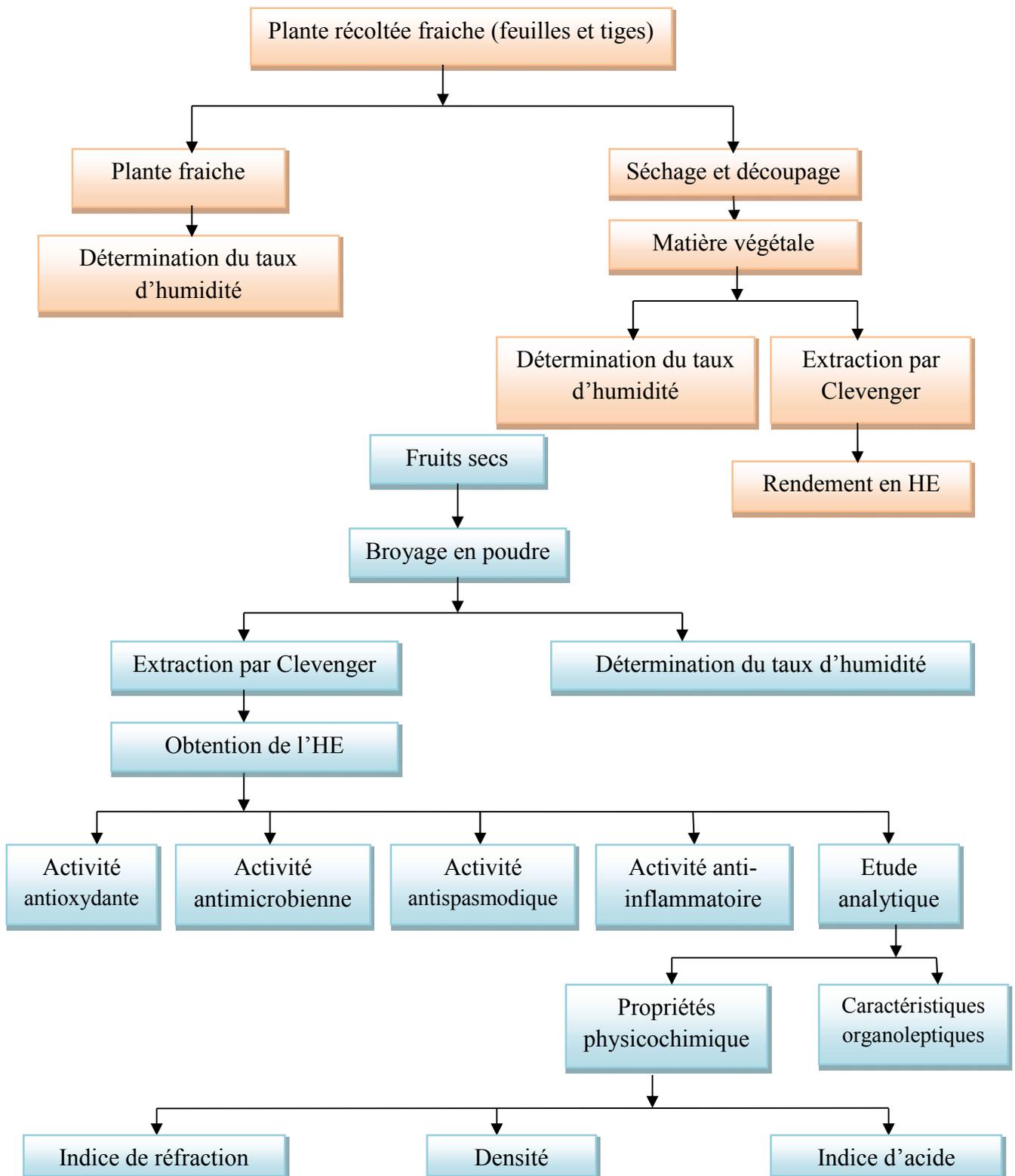


Figure 5 : Schéma général de la procédure expérimentale effectuée sur *C. sativum L*

II.2.1. Taux d'humidité : DEAN STARCK

II.2.1.1. Principe :

L'appareil de Dean-Stark (**Figure 6-1, 6-2 Annexe I**) est un montage de verrerie de laboratoire utilisé en synthèse organique pour extraire l'eau formée lors d'une réaction. Cet appareil a été inventé par **Ernest. W. Dean et David D.Stark en 1920**.

Cela s'effectue par un entraînement à la vapeur continu avec un solvant organique qui forme un hétéroazéotrope avec l'eau. Le mélange hétéroazéotrope est condensé puis recueilli dans un tube gradué. Il y a **démixtion** (séparation de phase) et l'eau, plus dense que le solvant organique en général, se trouve dans la phase inférieure. On peut en mesurer le volume, et l'éliminer par un robinet (**Figure 8**).



Figure 6-1: Montage Dean Stark (Original 2015)

➤ **Mode opératoire :**

Les fruits de *C.sativum L* sont chauffés sous reflux avec un solvant non miscible dans l'eau (toluène) qui Co-distille avec l'eau contenue dans la prise d'essai. Au cours de la réaction, des vapeurs contenant le solvant et l'espèce à extraire (l'eau) montent jusqu'au condenseur, et une fois liquéfiées, tombent dans le cylindre gradué. A l'intérieur de celui-ci les liquides non miscibles se séparent en 2 phases (Figure 7).



10g de feuilles et tiges de coriandre
fraîches, sèches coupées ou fruits secs et
broyées

+150ml de toluène
dans un ballon de 250ml

Chauffage (réglage du chauffe ballon à la valeur 8)

Condensation au niveau du
montage DEAN STARK



Vapeurs toluène + eau

Décantation et récupération dans
une ampoule à décanter de 250ml

Toluène + eau

Eau

Toluène

Séparation



Figure 7: Etapes de détermination du taux d'humidité

II.2.2. Extraction de l'HE

L'extraction de l'huile essentielle du *Coriandrum sativum L* a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger au niveau du laboratoire de chimie Université de BLIDA-1. (**Figure 8 annexe I**).

Chaque fois on prend les fruits secs de *coriandre* avec de l'eau distillée (250g/1L) est l'introduire dans un ballon de deux litres, l'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielle traversant un réfrigérant de 40 cm se condensent et chutent dans le siphon, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

Les huiles essentielles sont récupérées dans de petits flacons opaques et stockée à 4°C.

En ce qui concerne la partie aérienne (tiges et feuilles), on prend la plante sèche découpée à la main et l'introduire dans un ballon de deux litres à raison de 100g par extraction. L'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielle traversant un réfrigérant, se condensent et chutent dans le siphon, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

II.2.3. Détermination du rendement

Selon la norme **AFNOR (1986)**, le rendement en huile essentielle (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M). Le rendement est exprimé en pourcentage, il est exprimé par la formule suivante :

$$R_{HE} (\%) = M'/M \times 100$$

RHE : Rendement en huile essentielle en %.

M' : Masse d'huile essentielle en gramme.

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

II.2.4. Etude des paramètres physicochimiques

II.2.4.1. Indice de réfraction (I_R)

➤ Principe

Selon la norme de la **Pharmacopée Européenne, (2008)**, l'indice de réfraction (**I_R**) d'un milieu rapporté à l'air est égal au rapport du sinus de l'angle d'incidence d'un rayon lumineux dans l'air et le sinus de l'angle de réfraction du rayon réfracté dans le milieu considéré.

➤ Mode opératoire

- Etalonner le réfractomètre avec de l'eau distillée.
- Placer 2 à 3 gouttes de l'huile essentielle testée sur l'appareil.

- Régler le réfractomètre jusqu'à la stabilisation.
- Lire la valeur de l'indice de réfraction sur le cercle graduée (**Figure 9, Annexe II**)

II.2.4.2. Indice d'acide (I_A)

➤ Principe

Selon la norme **AFNOR (NF T 75-103)** ; l'indice d'acide (I_A) est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH), nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans un gramme d'huile essentielle.

➤ Mode opératoire

- Peser 2g d'HE de *C.sativum L*, et introduire dans un Erlen Meyer.
- Ajouter 5ml d'éthanol neutralisé et 5 gouttes au maximum de phénolphtaléine.
- Titrer le liquide avec la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,1M.
- Poursuivre l'addition jusqu'à l'obtention du virage de la solution persistante pendant 30s. (**Figure 10, Annexe II**).
- Noter le volume (V) de la solution d'hydroxyde de potassium utilisé.

L'indice d'acide I_A est mesuré par la formule suivante :

$$I_A = \frac{V \cdot C}{m} \times 56,1$$

Où :

I_A : Indice d'acide

V : Le volume de la solution de KOH utilisée en titrage (ml).

C : Concentration exacte de la solution KOH utilisée (0,1M).

m : Masse d'HE.

56,1 : Poids moléculaire de KOH.

II.2.4.3. Densité

Selon la norme **AFNOR (1992)**, la densité relative de l'huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume de l'huile à 20°C et la masse égal d'un volume de l'eau distillée à 20°C

II.2.5. Evaluation des activités biologiques

II.2.5.1 Activité antioxydante :

Dans le but d'évaluer l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *C.stivum L* et pour mieux l'estimer, trois méthodes basées sur trois principes différents pour l'évaluation de cette activité sont réalisées, la méthode de: piégeage du radical DPPH, le pouvoir réducteur FRAP et le blanchiment de β carotène.

Le pouvoir antioxydant de l'HE a été estimé par comparaison avec l'antioxydant BHA et BHT et l'acide ascorbique.

1. Activité de piégeage du radical DPPH (2,2Diphényl-1-picrylhydrazyl)

➤ Principe

Cette méthode est basée sur la réduction du radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) qui possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. Du fait de cette délocalisation, les molécules du radical forment pas des dimères et le DPPH reste dans sa forme monomère relativement stable à température ordinaire (Popovici et al., 2009).

Cette délocalisation donne également lieu à la couleur violette foncé, caractérisé par une absorbance dans une solution d'éthanol centré à environ 517nm. Quand une solution de DPPH est mélangée avec une substance antioxydante qui peut cédée un atome d'hydrogène, cela donne lieu à la forme réduite DPPH-H avec perte de cette couleur violette en couleur jaune pale (Molyneux et al., 2004) (Figure 12).

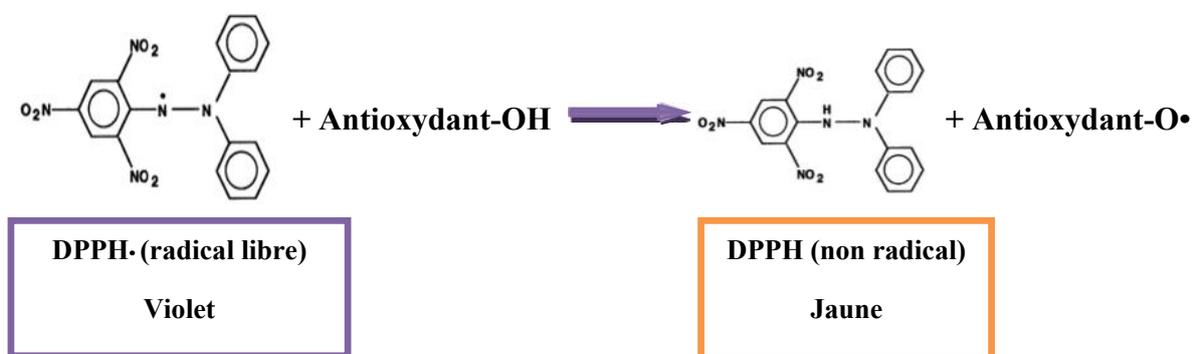


Figure 12 : Forme libre et réduite du DPPH (Molyneux, 2004).

➤ Mode opératoire :

✓ Préparation de la solution DPPH

La solution de DPPH (2-2-Diphényl-1- picrylhydrazyl), (C₁₈H₁₂N₅O₆ ; Mm : 394,32g/mol) est préparée par solubilisation de 4mg de DPPH dans 100ml de méthanol.

✓ Préparation des échantillons

Comme première étape, une solution mère de l'huile essentielle a été préparée par dissolution dans l'éthanol à raison de 500mg/ml.

Des dilutions des échantillons ont été préparées en choisissant 13 concentrations, où chacune des dilutions de l'huile essentielles est mélangées avec la solution méthanolique de DPPH.

Après une période d'incubation de 30min à une température ambiante et à l'abri de la lumière et l'O₂ atmosphérique, l'absorbance est mesurée à 517nm. (**Safaighomi et al., 2010**).

En parallèle, préparer de la même manière des solutions mères d'antioxydants de synthèse (BHT, BHA, Vit C).

✓ Le test

Le test du DPPH est réalisé en suivant la méthode décrite par **Cuendet et al., (1997)**, **Burits et Bucar, (2000)**.

- Préparer 500mg d'huile essentielle de *Coriandrum sativum L* dans 1ml d'éthanol
- Mettre dans des tubes à essais étiquetés des volumes différents de la solution mère de l'huile essentielle de coriandre (25µl, 50µl, 100µl, 150µl, 200 jusqu'à 800µl) ; ajuster à 1ml chacune pour aboutir aux concentrations d'HE suivantes (6,25 - 12,5 - 25 - jusqu'à 225mg/ml).
- Bien mélanger
- Ajouter 1ml de la solution DPPH préalablement étalonnée (Abs DPPH=0,554)
- Bien agiter et laisser incuber pendant 30 min à l'abri de la lumière, à température ambiante et en absence d'oxygène. (tubes fermés avec bouchons).
- Mesurer l'absorbance à 517nm (**Safaighomi et al., 2010**)

D'après **Wang et al., (2002)**, Le pouvoir d'inhibition est exprimé en % et déterminé en appliquant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{\text{DO Blanc} - \text{DO Echantillon}}{\text{DO Blanc}} \times 100$$

Où :

DO Blanc : Absorbance du blanc (DPPH dans le méthanol)

2. la méthode FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power) :

✓ Principe :

Cette méthode créée par « **OYAIZU, 1986** » est basée sur la réduction du fer ferrique Fe³⁺ présent dans le complexe ferrocyanure de potassium K₃Fe(CN)₆ en fer ferreux Fe²⁺. La réaction est révélée par le virement de la couleur jaune du fer ferrique en couleur bleu vert du fer ferreux. Par conséquent, Fe²⁺ peut être évaluée en mesurant et en surveillant

l'augmentation de la densité de la couleur bleu dans le milieu réactionnel à 700nm (**Bougandoura et al., 2012**).

✓ **Mode opératoire :**

1/ préparation de la solution tampon pH=6,6 :

- ❖ Dissoudre 9,08g de KH_2PO_4 dans 1l d'eau distillée.
- ❖ Dissoudre 9,47 g de Na_2HPO_4 dans 1l d'eau distillée.
- ❖ Prélever 125,5ml de la solution KH_2PO_4 + 74,5ml de la solution Na_2HPO_4
- ❖ Mesurer le pH et ajuster jusqu'à 6,6.

2/ préparation de la solution $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1% :

- ❖ Dissoudre 10g de $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ dans 1l d'eau distillée.

3/ préparation de la solution FeCl_3 à 0,1% :

- ❖ Dissoudre 1g de FeCl_3 dans 1l d'eau distillée.

4/ préparation de la solution TCA à 10% :

- ❖ Dissoudre 100g de TCA dans 1l d'eau distillée.

5/ méthode FRAP :

- Dans des tubes à essais, prélever différents volumes en microlitre de la solution mère
- Ajuster avec de l'éthanol à 0,2ml (**voir tableau III, annexe I**)
- Ajouter 1ml de la solution de $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1%
- Ajouter 1ml de la solution tampon
- Incuber à 60°C pendant 20min
- Refroidissement
- Ajouter 1ml de la solution TCA
- Centrifugation à 8000tours /min pendant 10min
- Prélever 1ml du surnageant et ajouter 1ml d'eau distillée
- Ajouter 0,1ml de la solution FeCl_3
- Mesure et lecture de l'absorbance à 700nm. (**Figure 13, Annexe II**)

3. Méthode de β carotène :

✓ **Principe :**

Cette méthode se base sur la décoloration de la β carotène résultant de son oxydation par les produits de décomposition de l'acide linoléique. La dispersion de l'acide linoléique et du β carotène dans la phase aqueuse est saturée par du Tween 40. L'addition d'antioxydants purs ou sous formes d'extraits végétaux induit un retard de la cinétique de décoloration du β carotène. Cette méthode est sensible, rapide et simple s'agissant d'une mesure spectrophotométrique dans le visible. La couleur jaune si elle persiste, indique la présence de substances antioxydante (**Laguerre et al., 2007**)

✓ Mode opératoire :

- ❖ Préparation de l'émulsion β carotène : 0,5mg de β carotène dissoute dans 1ml de chloroforme CH_3Cl_3 +25 μl d'acide linoléique et 200ml de tween 40 (le CH_3Cl_3 est complètement évaporé sous vide à 40°C) +100ml d'eau distillée
Le mélange final est vigoureusement agiter
- ❖ Prélever 350 μl de la solution mère d'HE à 400mg/ml, et la même chose pour BHA et BHT
- ❖ Ajouter à ces échantillons 2,5ml de la solution β carotène
- ❖ Incubation au bain marie à $T^\circ = 50^\circ\text{C}$, pendant 2h et à l'abri de la lumière.
- ❖ La lecture des absorbances sont faites à t0, 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 24h et 48h, à une longueur d'onde de 490nm (**Athamena et al., 2010**).

Remarque :

L'HE de coriandre a formé avec la β carotène un trouble ce qui empêche la lecture au spectrophotomètre.

II.2.5.2. Activité antimicrobienne

La recherche de l'activité antimicrobienne consiste à estimer l'inhibition de la croissance des micro-organismes soumis à l'HE de *C.sativum L.* Dans ce test, deux méthodes ont été effectuées : Aromatogramme (méthode de diffusion sur gélose) et Micro-atmosphère (méthode en phase vapeur).

1. Méthode d'aromatogramme :

L'aromatogramme est basée sur une technique utilisée en bactériologie médicale, appelée « Antibiogramme » ou « méthode par diffusion sur gélose » ou encore « méthode des disques » (**Guerrin-Faubleé et Carret, 1999**).

✓ Préparation du milieu de culture

Faire fondre le milieu de culture Muller –Hinton (M.H), et Sabouraud (SAB) pour les levures, au bain marie à 100°C ; ensuite couler les boites de pétri de 90mm de diamètre sur une épaisseur de 4mm (**Rahal et al., 2011**) et Sabouraud chloronphénycol pour les champignons, laisser solidifier sous PSM (Poste de Sécurité Microbiologique).

✓ Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture jeune de 24 heures pour les bactéries et 48 heures pour les levures, prélever à l'aide d'une anse de platine 3 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques, décharger l'anse de platine dans 10ml d'eau physiologique stérile (0,9%), Bien homogénéiser la suspension bactérienne.

✓ Ensemencement

Sur des boîtes contenant le milieu gélosé (Muller Hinton) d'une épaisseur de 2 mm bien séché, on introduit 3 à 5 ml de l'inoculum. On obtient ainsi, un étalement uniforme en nappe, ou on ensemence sous forme de stries sérés à l'aide d'un écouvillon stérile.

✓ Dépôt des disques

Avec une micropipette ou un compte goutte, déposer différents volumes d'huile essentielle de *Coriandrum sativum L* (20 µl, 40 µl et 60 µl) sur des disques préalablement stérilisés jusqu'à imprégnation totale.

Déposés les disques ainsi traités sur la surface de la gélose inoculée, fermé le couvercle et couvrir toutes les boîtes de Pétri avec un papier film pour éviter l'évaporation de l'huile, laisser diffuser pendant 30min sur la pailleasse.

Faire en parallèle des témoins positifs : des disques d'antibiotique comme référence.

✓ Incubation

Incuber les boîtes de Pétri à 37°C pendant 24H pour les bactéries, et à 25°C pendant 5 jours pour les levures et champignons.

✓ Lecture :

La lecture des zones d'inhibition autour du disque est effectuée à l'aide d'un pied à coulisse. (Figure 14)

La lecture des résultats consiste à observer :

- La présence d'une zone claire autour du disque : présence d'une activité inhibitrice.
- L'absence d'une zone claire autour du disque : indique l'absence d'activité inhibitrice.

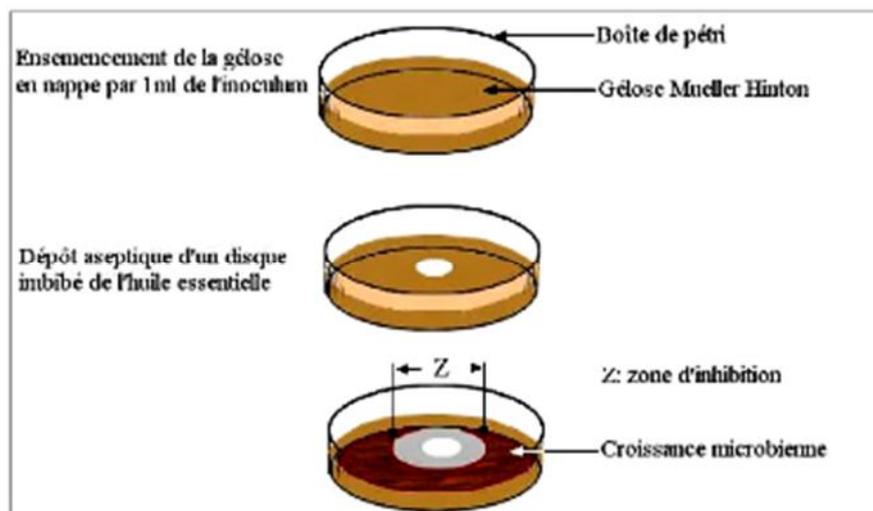


Figure 14 : Illustration de la méthode d'aromatogramme sur boîtes de Pétri (Zaika, 1988)

2. Méthode de Micro atmosphère :

Cette technique permet d'évaluer l'activité antimicrobienne de la phase volatile de l'HE.

Le mode opératoire consiste à ensemencer un milieu gélosé avec une souche microbienne. Un disque imprégné d'HE sera déposé au centre du couvercle.

La boîte est incubée, couvercle en bas. Il se produit une évaporation des substances volatiles. En se volatilisant, l'HE va inhiber la croissance du germe en créant une zone d'inhibition (Tyagi et Malik, 2011) (Figure 15).

La seule différence entre cette méthode et l'aromatogramme réside dans la position du disque (Tyagi et Malik, 2011) la préparation de l'inoculum, l'ensemencement, l'incubation et la lecture des résultats ont été faites de la même manière que la première méthode (Aromatogramme).

Le but est d'apprécier l'action inhibitrice de la phase vapeur de l'huile.

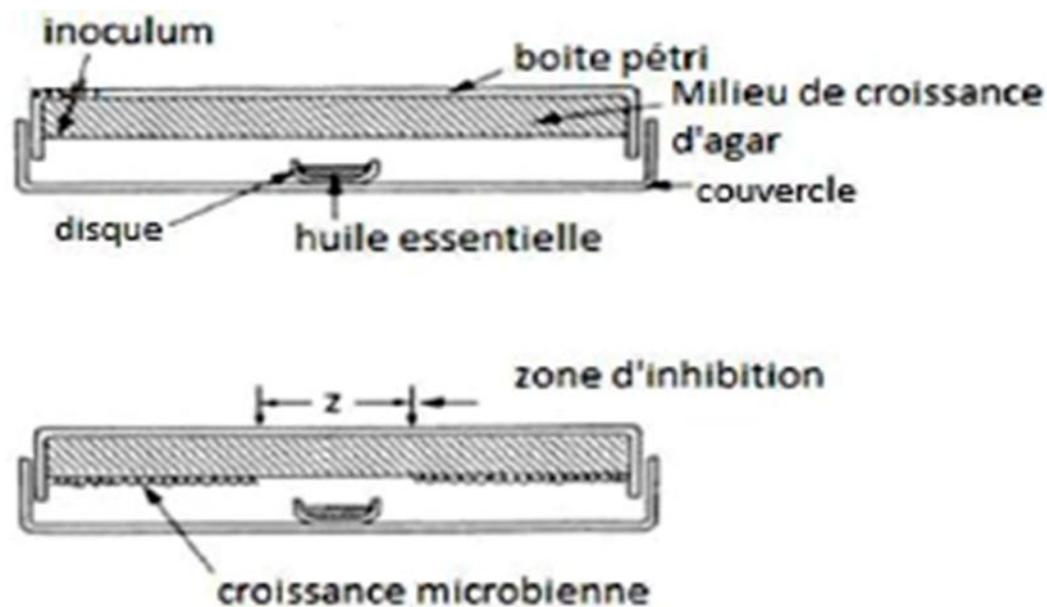


Figure 15 : Illustration de la méthode micro-atmosphère sur boîte de pétri (Zaika, 1988)

✓ Expression des résultats

L'activité antimicrobienne a été déterminée en mesurant à l'aide d'un pied à coulisse la zone d'inhibition.

✓ Lecture des résultats

L'activité antimicrobienne se manifeste par l'apparition d'un halo d'inhibition de la croissance microbienne autour des disques contenant l'huile à tester.

Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des croix. La souche ayant un diamètre :

- $D < 8\text{mm}$: Souches résistante (-).
- $9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$: Souches sensible (+).
- $15\text{mm} \leq D \leq 19\text{mm}$: Souches très sensible (++).
- $D > 20\text{mm}$: Souches extrêmes sensible (+++) (**Ponce et al., 2003**).

Mesurer avec précision les diamètres des zones d'inhibitions à l'extérieur de la boîte fermée.

Le Classement des bactéries se fait dans l'une des catégories : sensible ou résistante.

II.2.5.3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

La mise en évidence de l'activité anti-inflammatoire a été réalisée selon la méthode de Levy, citée par **Berkan et al., (1991)**.

❖ Principe

L'injection de la Carraghénine sous l'aponévrose plantaire de la patte de la souris provoque une réaction inflammatoire qui peut être réduite par un produit anti-inflammatoire. Cette étude permet de comparer la réaction de l'œdème plantaire après administration de doses égales de produit anti-inflammatoire à tester et du produit de référence correspondant (**Berkan et al., 1991**).

❖ Mode opératoire

Le teste consiste à évaluer l'effet anti-inflammatoire de l'HE issus des fruits de *Coriandrum sativum L* à 12,5mg et 6,25mg sur l'œdème des pattes postérieures provoquée par l'injection d'une solution de Carraghénine à 1% chez les souris.

La préparation de la solution de la Carraghénine (1%) a été faite par une dilution de 50mg de la Carraghénine dans 5ml d'eau physiologique.

Les souris albinos sont réparties en 4 lots de 05 souris dont le poids corporel est compris entre 20g et 25g.

➤ Au temps T_0

Les trois solutions (eau distillée, Clofénal® « diclofénac de sodium »), l'HE à 12,5 et 6,25mg sont administrées par voie orale :

- **Lot témoin** : chaque souris reçoit 0,5ml d'eau physiologique.
- **Lot essai 1** : chaque souris reçoit 0,5ml du produit de référence (Clofénal®).
- **Lot essai 2** : chaque souris reçoit 0,5ml de l'HE à 12,5mg.
- **Lot essai 3** : chaque souris reçoit 0,5ml de l'HE à 6,25mg.

➤ **Au temps T₀ + 30min**

La solution de la carraghénine à 1% est injectée sous l'aponévrose plantaire de pattes postérieures arrière gauches sous un volume de 0,025ml à toutes les souris mises en expérience.

➤ **Au temps T₀ + 4h**

Après avoir sacrifié les souris ayant été soumises à une forte concentration d'éther diéthylique, couper les pattes postérieures à hauteur de l'articulation (**Figure 16**) et les peser sur une balance analytique.

❖ **Expression des résultats**

- Calculer les moyennes des poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot.
- Calculer le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'œdème) par la formule suivante :

$$\% \text{ d'œdème} = \frac{\text{moyenne des poids de pattes gauches} - \text{moyenne des poids des pattes droites}}{\text{moyenne des poids des pattes droites}} \times 100$$

- Calculer le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins, par la formule suivante :

$$\% \text{ de réduction de l'œdème} = \frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai}}{\% \text{ de l'œdème témoin}} \times 100$$



1. Mise à jeun les souris pendant 16h



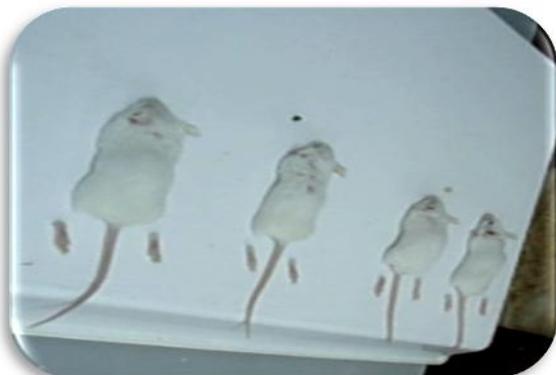
2. Administration des solutions préparées par voie orale



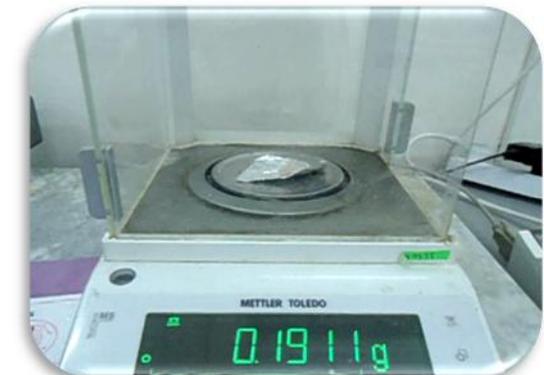
3. Injection de la Carraghénine à 1% sous l'aponévrose plantaire des pattes postérieures gauches



4. Sacrifice des souris par l'éther diéthylique



5. Couper les pattes postérieures à hauteur de l'articulation



6. Peser les pattes droites et gauches par une balance analytique

Figure 16 : Différentes étapes de l'activité anti-inflammatoire

II.2.5.4. Evaluation de l'activité antispasmodique

❖ Principe

L'injection d'acide acétique à 1% par voie intra-péritonéale provoque chez les souris une réaction douloureuse, cette douleur se manifeste par des spasmes sous forme de mouvements de torsion de l'abdomen avec étirement des pattes postérieures. Cette réaction peut être réduite par une substance antispasmodique à la dose active (**Rahman et al., 2005**).

❖ Mode opératoire

La mise en évidence de l'effet antispasmodique sur les souris a été réalisée selon la méthode de **Rahman et al., (2005)**.

Les souris albinos sont réparties en 04 lots de 05 souris dont le poids corporel est compris entre 20g et 25g.

➤ Au temps T_0

Les 03 solutions (eau physiologique, Indomet® 80mg « Indométacine », l'HE à 80 et 40mg), sont administrées par voie orale :

- **Lot témoin** : chaque souris reçoit 0,5ml d'eau physiologique.
- **Lot essai 1** : chaque souris reçoit 0,5ml du produit de référence (Indomet® 80mg).
- **Lot essai 2** : chaque souris reçoit 0,5ml d'HE de coriandre à 80mg.
- **Lot essai 3** : chaque souris reçoit 0,5ml d'HE de coriandre à 40mg.

➤ Au temps $T_0 + 30\text{min}$

Injection de l'acide acétique à 1% par intra-péritonéale sous un volume de 0,2ml à toutes les souris mises en expérience.

➤ Après 5min

Le syndrome douloureux se caractérise par des mouvements d'étirement des pattes postérieures et de torsion de la musculature dorso-abdominale, après l'injection de la solution d'acide acétique et un temps de latence de 5min, nous avons compté le nombre de spasmes durant 10 minutes (**Rahman et al., 2005**). (**Figure 17**)

❖ Expression des résultats

Selon **Alaoui et al., (1998)**, l'activité antispasmodique est exprimée par le pourcentage de réduction du nombre de spasmes chez les souris traitées par rapport aux témoins selon la formule suivante :

$$\% \text{ de réduction} = \frac{\text{moy des spasmes du lot T} - \text{moy des spasmes du lot E}}{\text{moy des spasmes du lot T}} \times 100$$

Lot T: lot témoin

Lot E: lot essai



1. Mise à jeun les souris pendant
16h



2. Administration des solutions préparées
par voie orale



3. Injection de l'acide acétique à 1% par
voie intra-péritonéale



4. Compter le nombre de spasmes durant 10 min

Figure 17 : Différentes étapes de l'activité antispasmodique

§§III.1. Rendement et analyse physicochimique de l'HE de *C. sativum L*

III.1. Propriétés organoleptiques

L'huile essentielle de *Coriandrum sativum L*, extraite par la technique d'hydro distillation du type Clevenger, présente les caractéristiques organoleptiques regroupées dans le tableau IV. La figure 18 illustre l'aspect de notre huile.

Tableau IV: Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle de *Coriandrum Sativum L*.

	Aspect	Couleur	Odeur
Huile essentielle Extraite des fruits	Liquide mobile Limpide	Transparent à Jaune clair	Douce, aromatique, très agréable
Huile essentielle Extraite des fruits (France) Goetz et Busser (2007)	/	Incolore, jaunâtre	Musquée, aromatique agréable

Les paramètres organoleptiques de l'huile essentielle des fruits sont en accord avec ceux répertoriés dans **Goetz et Busser, (2007)**.



Figure 18 : Aspect de l'H.E de *C. Sativum L* obtenue par hydro distillation du type Clevenger.

III.1.2. Détermination du rendement en huile essentielle de coriandre

Les résultats du rendement en HE sont mentionnés dans le (**Tableau V, Annexe II**) et illustrés par la **Figure 19**.

Dans le but d'obtenir une quantité d'HE suffisante pour effectuer toutes les analyses physicochimiques et pharmacologiques, nous avons réalisé une série d'extraction de l'huile essentielle de *C. sativum L*.

R= 0,2848% pour le fruit.

R= 0,010% pour la partie aérienne.

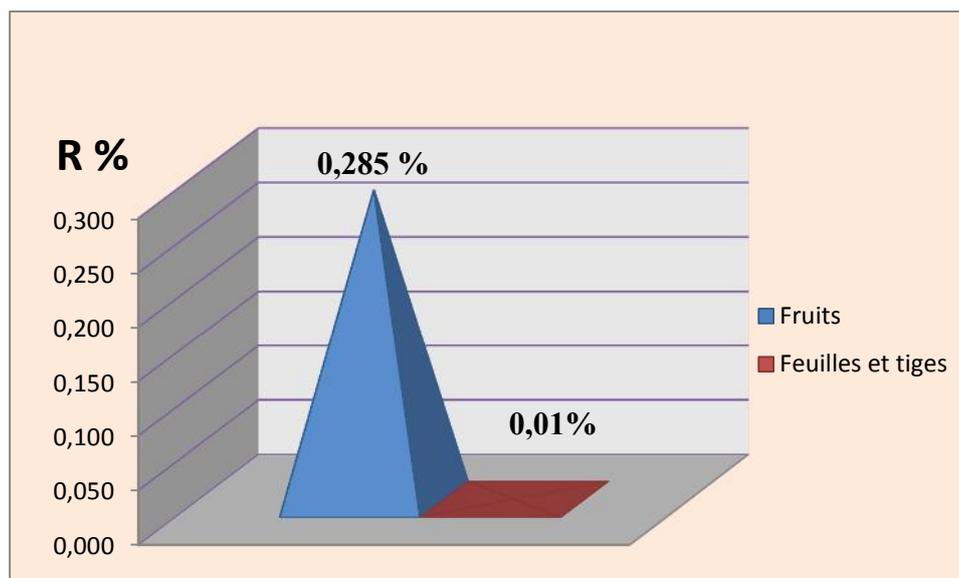


Figure 19 : Rendement en HE de *C. sativum L*

Le rendement moyen obtenu après extraction de l'huile essentielle des fruits de *Coriandrum sativum L* est de **0,2848%**. Ce dernier est conforme aux données bibliographiques (0,1 à 2%) (Eberhard et al., 2005), toutefois la valeur obtenue est proche des pourcentages faibles. Cela peut être dû aux différents facteurs pédoclimatiques qui influent sur le rendement, tels que la nature du sol, la période de la récolte et le mode d'extraction.

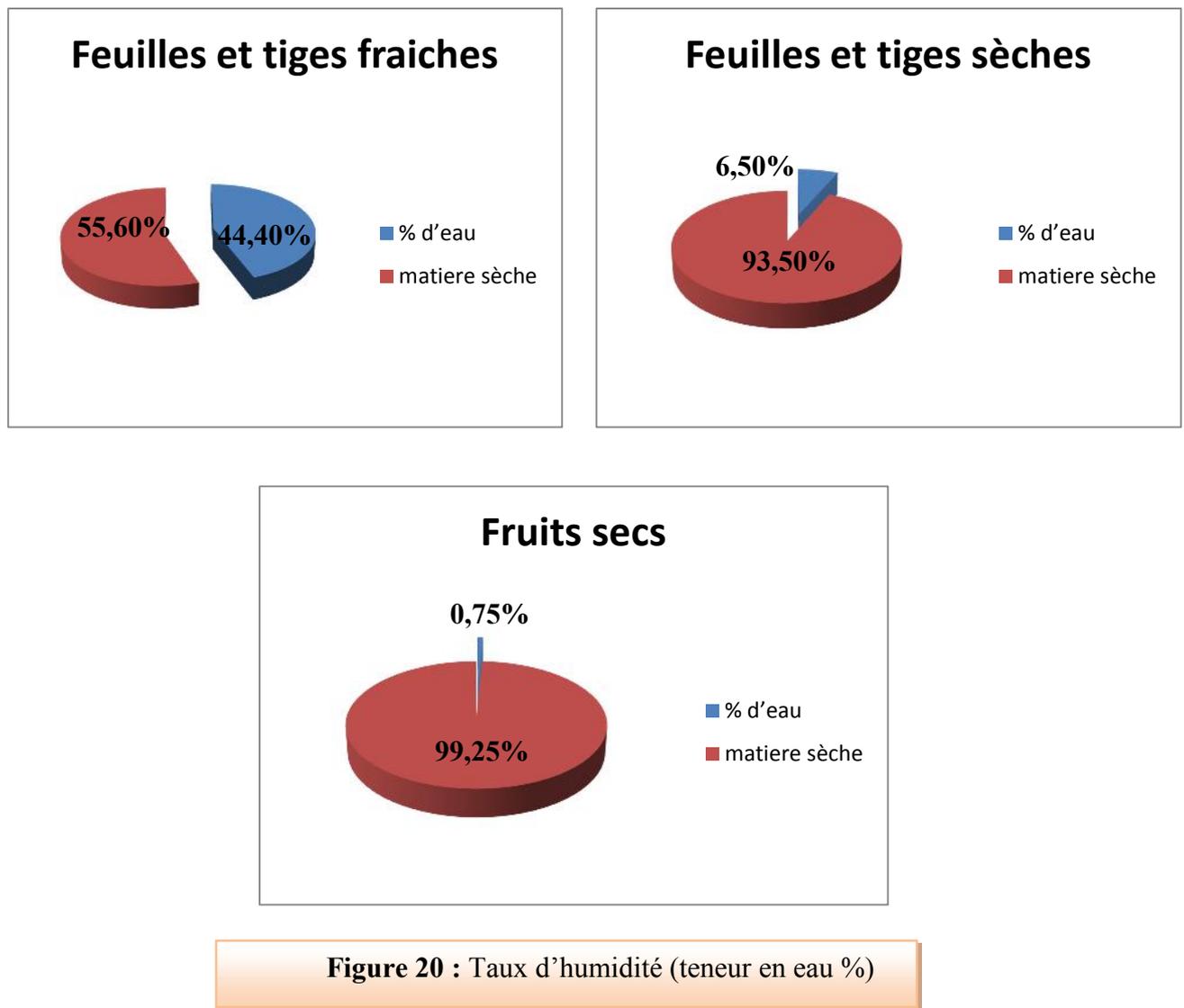
Le rendement d'HE de la partie aérienne de *C.sativum L* est de **0,010%**. Ce dernier étant très faible.

III.1.3. Détermination du taux d'humidité « Dean Starck »

On peut résumer les résultats du taux d'humidité des différentes parties utilisées (parties aérienne fraîche, après séchage et fruits secs) de la coriandre dans le **Tableau VI** et illustrés par la figure 21.

Tableau VI: Teneur en eau de la partie aérienne fraîche, sèche et fruit de *Coriandrum sativum L*.

Parties utilisées	Feuilles et tiges fraîches	Feuilles et tiges sèches	Fruits secs
Volume toluène ml	150	150	150
Poids utilisé g	10	10	10
Poids de l'eau g	4,4	0,65	0,0753
% d'eau	44,4%	6,5%	0,75%



D'après les résultats affichés dans le tableau VII et la figure 20, on constate que la partie aérienne de la coriandre « *Coriandrum Sativum L* » est riche en eau, avec un taux d'humidité de 44,4%.

En outre les fruits de la coriandre présentent un faible pourcentage en eau avec un taux de 0,75%. Et cela dans le but d'exprimer le rendement en huile essentielle par rapport à la masse de la matière végétale sèche.

III.1.4. Paramètres physicochimiques

❖ Indice de réfraction

$I_R = 1,654$

L'indice de réfraction de l'HE de *C. sativum L* est de 1,654, cette valeur n'est pas incluse dans l'intervalle 1,462-1,470 (Caratini, 1983), mais elle est assez proche, et cela peut

être du à l'influence de plusieurs facteurs : les conditions climatiques, saison, région, le mode d'extraction....

L'indice de réfraction est utilisé pour l'identification et comme critère de pureté des huiles essentielles et de composés liquides divers. Chaque substance a son indice de réfraction spécifique.

Le faible indice de réfraction de l'HE indique sa faible réfraction de la lumière ce qui pourrait favoriser son utilisation dans les produits cosmétiques (**Kanko et al., 2004**).

❖ **Indice d'acide**

L'indice d'acide indique le comportement et la qualité des acides gras libres présents dans notre huile. Il peut aussi nous renseigner sur la susceptibilité de l'huile à subir des altérations, notamment l'oxydation.

L'indice d'acide donne une idée sur le taux d'acides libres, un indice d'acide inférieur à 2 est une preuve de bonne conservation de l'essence (faible quantité d'acides libres) (**Kanko et al., 2004**).

L'HE de *Coriandre* a I_A égal à 0,14. Cet indice est inférieur à celui cité par **Ouis (2015)** ($I_a = 2,87$). et cela peut être due à l'influence de plusieurs facteurs : les conditions climatiques, saison, région, le mode d'extraction....

❖ **Densité**

A $T^{\circ} = 20$ la densité de l'HE de *Coriandrum Sativum L* est de l'ordre de **0,860**. (**Figure 11, Annexe II**)

La densité de l'HE de *C.sativum L* est de 0,860, cette valeur n'est pas incluse dans l'intervalle 0,862-0,878 (**Caratini, 1983**) mais elle est assez proche, et cela peut être due à l'influence de plusieurs facteurs : les conditions climatiques, saison, région, le mode d'extraction, période de récolte....

III.2. Résultats de l'activité anti oxydante

La mise en évidence du pouvoir antioxydant de nos échantillons est réalisée par trois tests chimiques, chacun de ces tests correspond à un des trois mécanismes de réaction qui sont :

- Mécanisme de réaction HAT « transfert d'atome d'hydrogène » réalisé par la méthode de β carotène.
- Mécanisme de réaction SET « simple transfert d'électron » réalisé par la méthode de FRAP « Ferric Réducing Antioxydant ».
- Mécanisme de réaction HAT et SET à la fois réalisé par la méthode de DPPH « 1,1-diphényl-2-picrylhydrazole ».

III.2.1. Evaluation de la méthode DPPH

La **Figure 21** illustre l'efficacité de l'huile essentielle à piéger le radical DPPH, traduite par le taux d'inhibition (I%) en fonction des différentes concentrations. D'après les résultats, l'évolution de l'activité anti-radicalaire est dose-dépendante, car elle augmente avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle dans le milieu réactionnel (**tableau VII-1, Annexe II**). Le **Tableau VII-2** montre bien cela.

Tableau VII-2: Variation de l'activité antiradicalaire en fonction de la concentration de l'HE de *Coriandrum Sativum L*

C (mg/ml)	I (%)	C (mg/ml)	I (%)
6,25	0,72	100	49,51
25	14,66	125	64,86
37,5	21,34	150	90,20
50	29,95	162,5	91,64
62,5	35,14	175	92,11
75	41,90	200	93,97

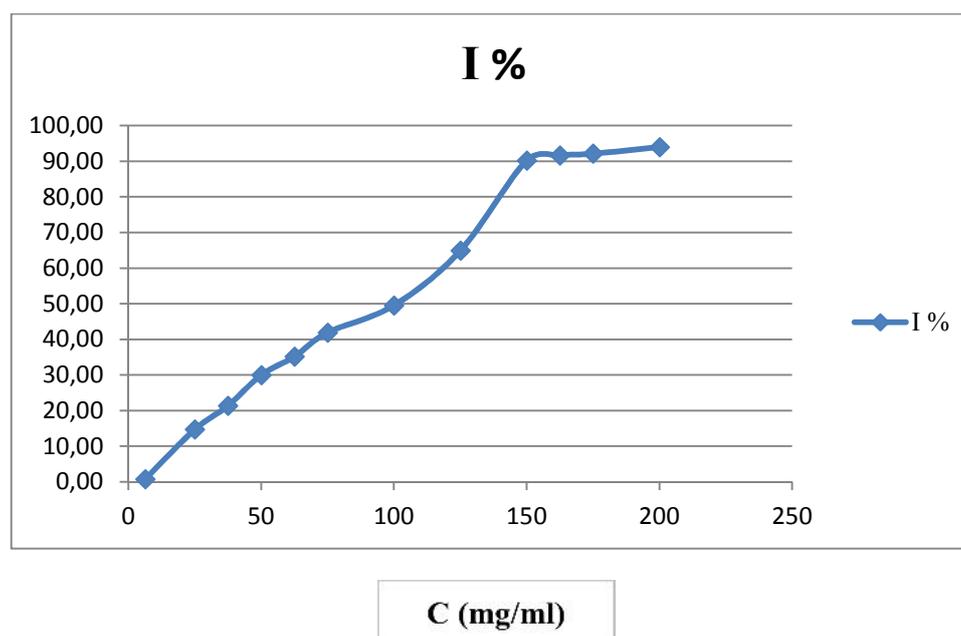


Figure 21: Activité anti radicalaire de l'huile essentielle de *Coriandrum Sativum L* à différentes Concentrations.

Le pourcentage d'inhibition augmente progressivement jusqu'à arriver à un plateau qui correspond à l'enrayement presque total du DPPH présent dans le milieu.

Nous avons essayé, dans ce travail, de comparer l'activité antioxydante de l'huile essentielle de coriandre avec celle des deux composés synthétiques qui rentrent dans sa

composition, à savoir linalol, para-cymène, et à celle des antioxydants de référence synthétique (BHA, BHT) et naturelle (Vit C) (figure 22).

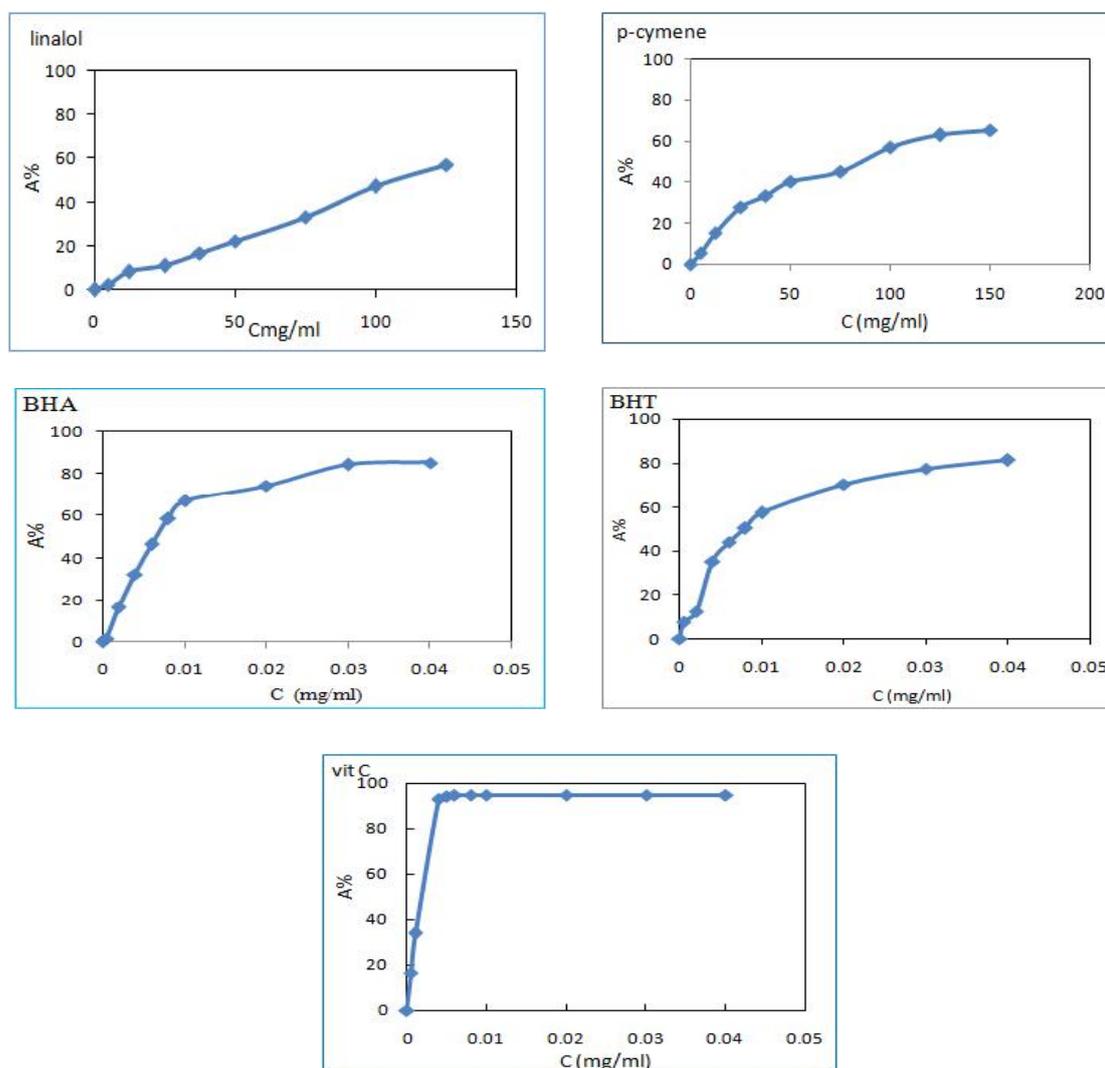


Figure 22 : Variation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH de deux constituants de l'HE de *C.sativum L* et des antioxydants de synthèse

On remarque que l'activité du piégeage du radical libre DPPH varie d'un composé à un autre (Figure 22). Pour l'huile de Coriandre, on atteint 90% de l'activité à une concentration de 150mg/ml. Les composants majoritaires synthétiques tels que linalol et p-cimene ne dépassent pas les 60% d'activité à des concentrations supérieures à 120 mg/ml. Alors que les antioxydants de référence présentent une activité à des concentrations allant de 0 à 0,05 mg/ml.

Pour faire une étude comparative de l'activité de tous les composés, nous avons déterminé la valeur de la concentration effective qui donne 50% de l'activité de piégeage du radical DPPH[·] (EC₅₀) correspondants respectivement au BHT, BHA, vitamine C et à l'HE.. Ces dernières sont regroupées dans le tableau VIII.

Tableau VIII: IC₅₀ de l'huile essentielle, Linalol, p-cymène et du BHT, BHA, vitamine C

	IC 50 (mg/ml)
BHT	0,17
BHA	1.44
Vit C	0.22
HE C. S	102,5
Linalol	106,65
p-cymène	85,48

La valeur de l'IC₅₀ est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante (Activité antioxydante I%) d'un composé, car elle reflète la quantité d'antioxydant requise pour neutraliser 50% de la concentration initiale du radical libre dans le milieu. Plus la valeur d'IC₅₀ est faible, plus l'activité anti-radicalaire d'un composé est appréciable.

Le potentiel anti-radicalaire global de l'huile essentielle testée a été inférieur à celui des antioxydants de synthèse, elle présente un IC₅₀ de 102,5 mg/ml soit une activité 600 fois moins que celle du BHT (0,17 mg/ml) et 450 fois moins que l'activité du vit C.

L'analyse du tableau VIII montre que les antioxydants de référence (BHT, BHA et Vit C) présentent les plus faibles valeurs d'EC₅₀. Cela signifie que leur pouvoir antioxydant est plus important que celui des composants de notre huile et de l'huile elle-même. Cette dernière présente une EC₅₀ extrêmement supérieures à celle du BHT. D'autre part, on remarque que cette valeur est inférieure à celle du composé majoritaire linalol (106,65 mg/ml), et supérieure à celle du p-cimene (85,48mg/ml). Cela peut se traduire par la présence d'un effet synergique entre ces composés ou la contenance d'un produit minoritaire ou même à l'état de trace mais très réactifs.

Nous pouvons dire que l'Huile Essentielle de la Coriandre présente une faible activité antioxydante par rapport à celle de la BHT, Vit C et BHA.

III.2.2. Evaluation de la méthode du blanchissement de la β-carotène

En se basant sur le suivi, par spectrophotométrie UV-visible, de la décroissance de l'absorbance à 490 nm de la forme réduite de la β-carotène,

Cette méthode a été appliquée sur l'huile essentielle et les antioxydants de références synthétiques (BHT, BHA). La concentration utilisée correspond à l' E_{C50} de cette huile obtenu par la méthode de piégeage du radical libre DPPH.

Remarque : l'huile essentielle de *Coriandrum Sativum L* forme un trouble ce qui empêche la lecture au spectrophotomètre.

III.2.3. La méthode FRAP

Pour mieux évaluer l'activité antiradicalaire de l'HE de coriandre, on a comparé nos activités à celle des références BHT et BHA. Le tableau et la figure ci-dessus montrent la nette différence entre les activités de chaque échantillon.

L'intensité de la couleur bleu vert reflète la capacité réductrice du Fe^{3+} par l'HE, et dépend de la nature, la concentration et la puissance de cette HE.

L'application de cette méthode sur l'huile essentielle de C.S a donné des résultats présentés sous forme d'absorbance mesurée à 700 nm (**tableau IX-1, Annexe II**), ces dernières sont données dans le tableau suivant :

Tableau IX-2: variation de l'absorbance en fonction de la concentration de l'huile essentielle, BHA et BHT dans le mélange du test FRAP

C (mg/ml) HE	ABS _{moy} HE	C (mg/ml)	ABS _{moy} BHA	ABS _{moy} BHT
25	0,102	0	0,081	0,081
50	0,128			
100	0,160	0,1	0,1526	0,2548
125	0,184			
150	0,196	0,2	0,3178	0,4561
200	0,220			
250	0,237	0,4	0,6506	0,9661

L'augmentation de l'activité antioxydante par la méthode FRAP correspond à une grande capacité de réduction du Fe^{3+} . Cela se traduit par l'augmentation de l'absorbance à 700nm.

La figure 23 ci-dessous indique clairement que le pouvoir réducteur sur le fer ferrique Fe^{+++} en fer ferreux Fe^{++} varie linéairement avec la variation de la concentration en huile essentielle. Cela est en accord avec les résultats des deux méthodes précédentes.

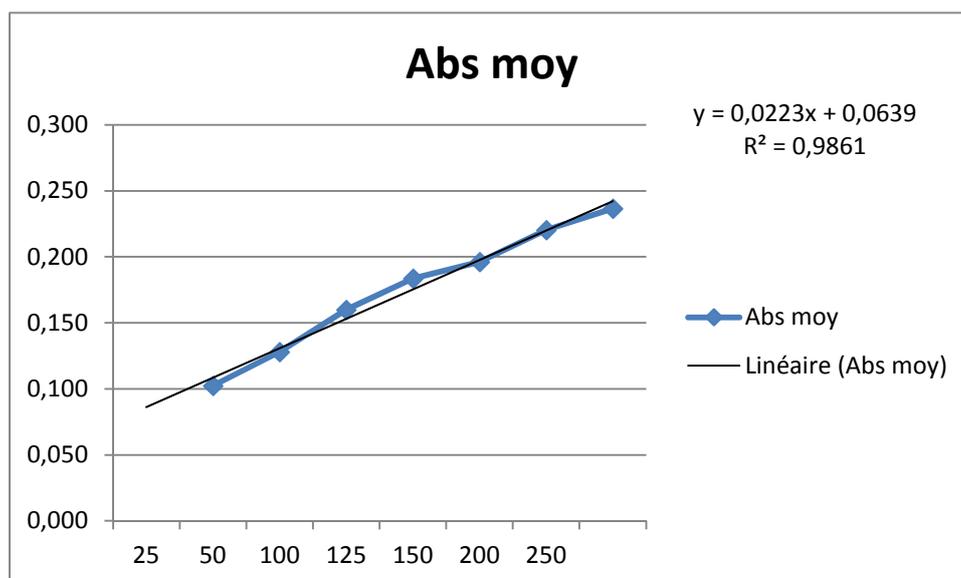


Figure 23 : Pouvoir réducteur de l'huile de *C. sativum L* (test FRAP).

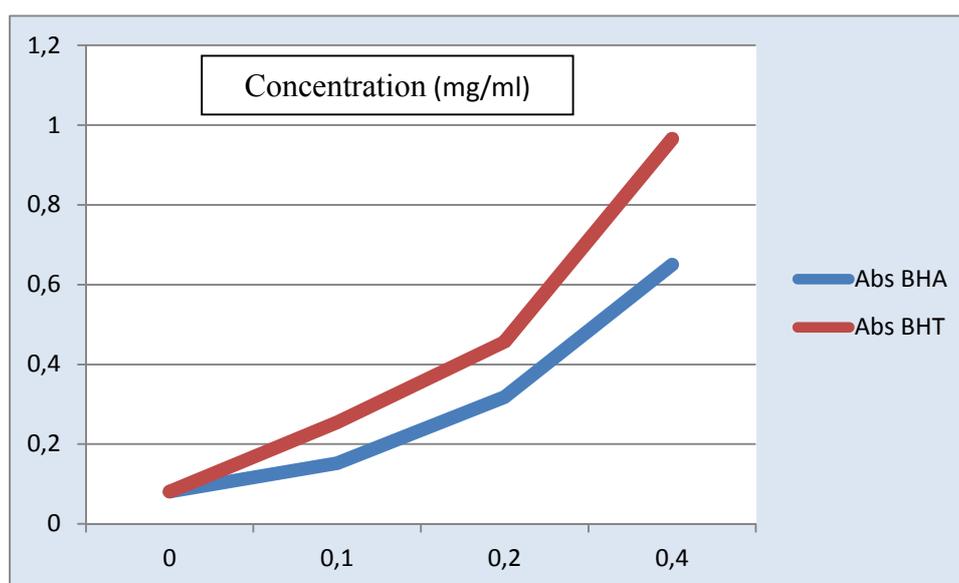


Figure 24: variation de l'absorbance en fonction de la concentration du BHT et BHA lors du test FRAP.

L'analyse des courbes des figures 23 et 24, montre une augmentation de l'activité des trois échantillons avec l'augmentation de la concentration. D'autre part, on constate que le pouvoir réducteur de l'HE de *C. sativum L* est loin de celui des antioxydants de synthèse, une concentration de 0,1 mg/ml de chaque composé de référence correspond à une absorbance de l'ordre de 0,152 pour BHA et 0,25 pour BHT, alors qu'il faut 100mg/ml de l'HE de coriandre pour donner presque la même absorbance.

Pour les deux méthodes: piégeage du radicale DPPH et la méthode FRAP l'huile essentielle de Coriandre présente une activité antioxydante moyenne, et faible en le comparant avec les références BHT et BHA qui sont très actives.

L'activité antioxydante de la coriandre a été étudiée *in vitro*. Elle pourrait être suffisante pour que son utilisation en cuisine participe à prévenir la détérioration de la nourriture par oxydation. Les extraits de feuilles se sont révélés plus efficaces que les extraits des fruits (Wangensteen et al., 2004).

L'effet antioxydant de certains poly phénols extraits des fruits a été confirmé pour des cellules humaines, dans des conditions expérimentales. Cependant la quantité qu'il faudrait ingérer pour favoriser les défenses de l'organisme contre le stress oxydatif est inconnue (Hashim et al., 2005).

III.3.Evaluation de l'activité antimicrobienne

D'après (Caillet et ses collaborateurs ,2007). L'action antimicrobienne des H.E, se déroule en trois phases:

- ✓ Attaque de la paroi bactérienne par l'H.E., provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaire.
- ✓ Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- ✓ Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

Nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum* L par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé solide et méthode micro-atmosphère (Muller Hinton pour les bactéries, Sabouraut pour les levures et Sabouraut Chloramphénicol pour les champignons).

L'activité antibactérienne de HE de *C.sativum* L est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant les produits à tester vis-à-vis de six germes pathogènes d'origine hospitalière (*Escherichia-coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Aspergillus braziliensis* et *Candida albicans*) après 24 heures d'incubation à une température adéquate de 37° pour les bactéries et 5 jours à 25°C pour levures et champignons.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau X et illustrés par des figures voir l'annexe II.

Tableau X: Diamètre (mm) des zones d'inhibitions de l'huile essentielle de coriandre.

	Aromatogramme Zone d'IN Ø (mm)			Micro-atmosphère Zone d'IN Ø (mm)		
	20	40	60	20	40	60
Volume d'HE (µl)						
<i>E. Coli</i> ATCC 25923 EPH EPH Fabourg	28	38	45	28	33	35
<i>E. Coli</i> ATCC 25921 FAROUDJA	90	90	90	90	90	90
<i>Staphylococcus Aureus</i> ATCC 25922 EPH Fabourg	30	39	40	29	30	35
<i>Bcillus Cereus</i> ATCC10876 FAROUDJA	32	40	56	31	39	70
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853 FAROUDJA	19	37	68	13	18	82
<i>Candida albicans</i> ATCC 24433 FAROUDJA	41	85	90	69	90	90
<i>Aspergillus braziliensis</i> ATCC 16404 FAROUDJA	15	20	44	25	90	90

Tableau XI : Diamètre des zones d'inhibition en (mm) des antibiotiques testés.

Antibiotique testés :	Oxacilline 10mg	Gentamycine 10mg	Vancomycine 30mg	Chloromphénicol 30µg
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	/	15mm	/	14mm
<i>Escherichia coli</i>	/	19mm	/	31mm
<i>Bacillus cereus</i>	/	24mm	/	25mm
<i>Staphylococcus Aureus</i>	9mm	/	20mm	/

❖ Résultats du test antimicrobien par la méthode de micro-atmosphère

D'après les résultats de recherche effectués par OUIS (2015), l'HE de Coriandre présente une activité antimicrobienne contre *E. coli*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*.

L'activité antibactérienne de l'HE de *Coriandrum sativum L* vis-à-vis les quatre bactéries identifiées avec un numéro ATCC est évaluée qualitativement par la méthode de diffusion sur la gélose et méthode de micro-atmosphère.

Dans un premier temps, les résultats de l'activité antibactérienne de l'HE de coriandre a démontré clairement qu'avec des doses croissantes, le diamètre de la zone d'inhibition augmente, cela veut dire que les quatre bactéries sont sensibles à l'HE de coriandre.

On remarque que le diamètre de la zone d'inhibition augmente, et la résistance des micro-organismes testés diminue avec l'augmentation des volumes injectés. (Figure 25, Annexe II).

L'HE des fruits de Coriandre a montrée une zone d'inhibition importante à chaque fois que nous augmentons la dose injectées dans le disque, pour les *Pseudomonas aeruginosa* nous avons enregistré une zone d'inhibition de 68 mm avec une dose de 60 µl, et qui est très grande de celle de médicament de référence « Chloramphénicol » 14mm.

Pour *E.coli* (ATCC 25921), nous avons enregistré une zone d'inhibition plus importante 90mm avec une dose de 60 µl, de même pour *E.coli* (ATCC 25923), la zone d'inhibition est égale à 45mm, et qui sont très importantes par rapport aux médicaments de référence « Chloramphénicol » 31 mm et « gentamycine » 19mm.

Bacillus et *S. aureus*, présentent une zone d'inhibition de 56 mm et 40mm. Alors que le médicament de référence « Vancomycine » ne dépasse pas 20mm.

D'après les résultats du (Tableau X), pour une dose de 60 µl de l'HE des graines de Coriandre, les quatre espèces (*Pseudomonas*, *E.coli*, *Baacillus* et *staphylococcus*) montrent une sensibilité importante.

L'HE de *Coriandrum sativum* L, a montré une action importante vis-à-les quatre souches. Dès la première dose 20 µl, nous avons noté une zone d'inhibition de 90 mm pour *E.coli* (ATCC 25921), et 28mm pour *E.coli* (ATCC 25923). Alors qu'elle est de l'ordre de 30mm pour *S.aureus*, les *B.cereus* avec 32mm, et les *P.aeruginosa* avec 19mm.

Pour l'activité antifongique, on constate que l'HE de C.S est très efficace, avec des zones d'inhibitions de 15-20-44mm respectivement pour les volumes 20-40-60 µl.

De même pour *Candida albicans*, on constate que cette levure est extrêmement sensible à l'HE de *C. sativum*, avec des zones d'inhibitions de 41-85-90mm respectivement pour les volumes 20-40-60 µl.

❖ Résultats du test antimicrobien par la méthode de micro-atmosphère

A fin d'évaluer l'activité antimicrobienne de la phase vapeur de l'HE de *C.sativum* L, nous avons utilisé la technique de micro-atmosphère. Les résultats de cette étude sont rapportés dans le tableau X, (Figure 26, Annexe II).

A la lecture de ces résultats, il apparait clairement que l'action inhibitrice de la phase vapeur (micro-atmosphère) est supérieure à celle de la phase liquide (Aromatogramme) pour toutes les souches testées, sauf pour *E.coli* (ATCC 25923) et *S.aureus* (ATCC 25922) avec des zones d'inhibition respectivement 28-33-35 et 29-30-35 pour les volumes 20-40-60 µl d'HE.

Les souches, *E.coli* (ATCC 25921), *Candida albicans* et *Aspergillus braziliensis* sont extrêmement sensible à l'HE de coriandre, 100% d'inhibition avec un diamètre de 90mm.

En outre, l'HE de *C.sativum L* est très active sur *Bacillus cereus* avec des diamètre d'inhibition respectivement de 31-39-70, *Pseudomonas aeruginosa* avec des diamètres de 13-18-82 pour des volumes de 20-40-60 µl. Et active sur *E.coli* (ATCC 25923) avec des zones d'inhibitions respectivement de 28-33-35 pour les volumes 20-40-60 µl d'HE.

L'activité antibactérienne des huiles essentielles est due à la présence des alcools à longues chaînes et des composés phénols qui inhibent la croissance des bactéries. Les éléments antioxydants de la coriandre pourraient également jouer un rôle dans l'activité antibactérienne contre *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli* observée in vitro (Wong et al., 2006).

Selon la littérature, probablement le Linalool, principal composant de l'huile essentielle de coriandre, a été signalé comme ayant un effet antibactérien contre de nombreuses souches bactériennes (Ates et Erdogru, 2003).

III.4. Test de l'activité antispasmodique in vivo

L'activité antispasmodique (antalgique) de l'huile essentielle de Coriandre a été évaluée par le dénombrement des crampes ou des contractions abdominales induites chez les souris par injection intra-péritonéale de l'acide acétique à 1%.

Chaque lot de souris a été préalablement traité par voie orale avec l'eau physiologique, l'HE de *Coriandrum sativum L*, et du produit de référence (Indomet®). Après une ½ heure, les souris des quatre lots reçoivent une injection intra- péritonéale d'acide acétique à 1%.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau XII (Annexe II).

Nous rapportons dans les figures 27 et 28 les résultats de l'activité antispasmodique de *Coriandrum sativum L* en comparaison avec un antispasmodique de référence : Indomet® 80mg. L'activité antispasmodique a été exprimée par le nombre de contractions en dix minutes. Le pourcentage de diminution des contractions pour chaque lot a été calculé par la formule citée précédemment.

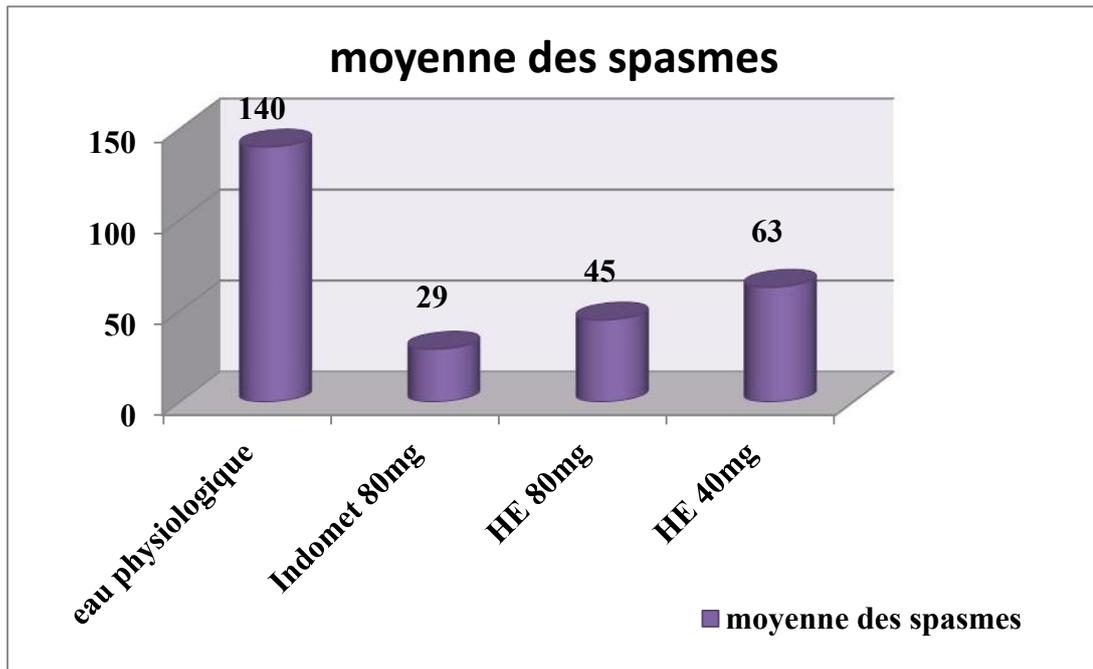


Figure27: Moyenne du nombre de crampes pour chaque lot pendant 10 minutes.

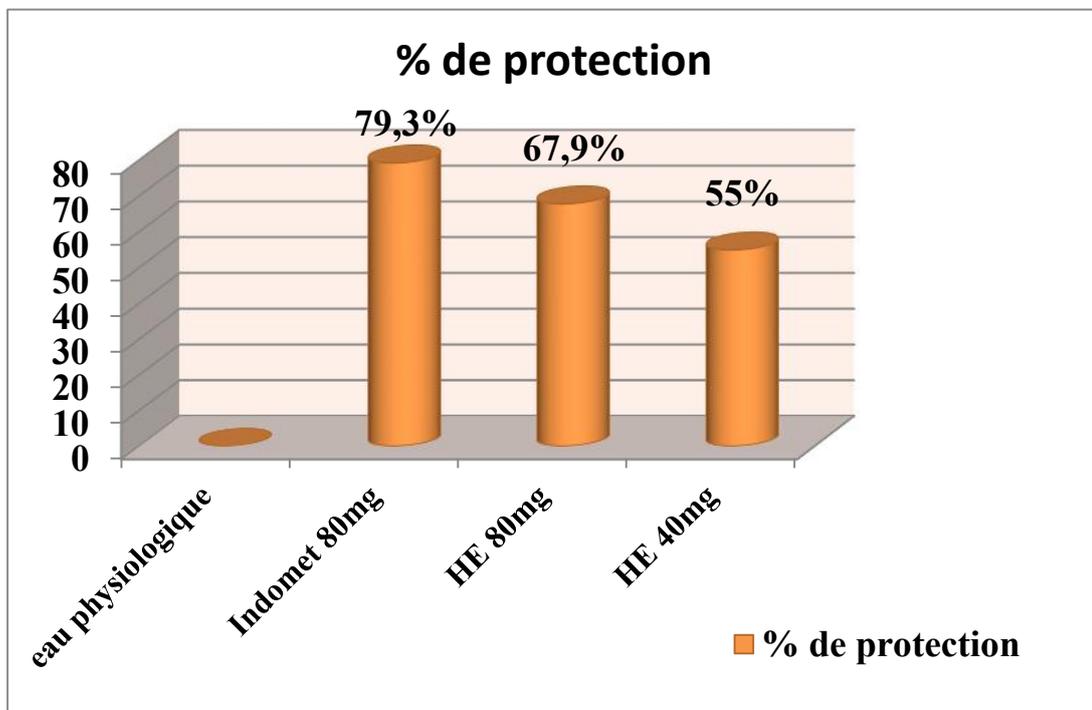


Figure 28 : Pourcentage de protection de la douleur pour chaque lot.

D'après les résultats que nous avons obtenus, il apparaît que le lot de souris traitées avec le médicament (témoin positif) a présenté le nombre de contractions le plus faible (29 spasme par 10 minutes). En revanche, le lot traité avec l'eau physiologique (témoin négatif) a présenté le nombre de contractions le plus élevée (140 spasmes par 10 minutes).

Concernant notre huile, le nombre de contractions pour 40mg est égal à 45 et 63 spasmes pour 80mg d'HE (figure 27).

Nous observons que l'HE à 80mg et 40mg a induit un pourcentage de protection égale successivement à 67,9% et 55% par rapport à celui obtenu par le traitement à base du produit de référence (Indomet) avec 79,3% et le témoin (0%) (Figure 28), ce qui explique que l'HE étudiée présente un pouvoir de protection important contre les douleurs provoquées chimiquement.

III.5. Test de l'activité anti-inflammatoire in vivo

Après l'administration de l'eau physiologique, le produit de référence (Clofénal), et l'HE de *Coriandrum sativum L* à des souris chez lesquelles, nous avons provoqué une inflammation, par l'injection de la Carraghénine à 1%, dans la surface plantaire des pattes postérieure. Nous avons mesuré les poids des pattes postérieures en (g) chez les quatre lots (voir tableau XIII, annexe II).

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau XIII (Annexe II), et illustré par les histogrammes des figures 29 et 30.

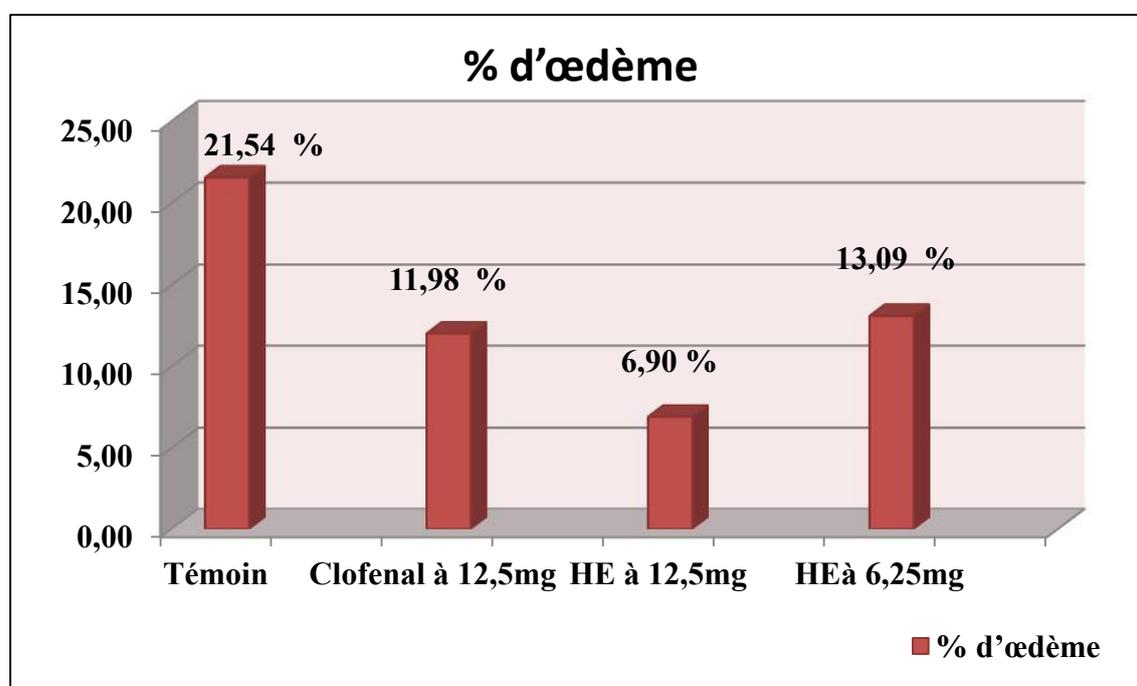


Figure 29 : Histogramme représentant le pourcentage d'augmentation de l'œdème pour les quatre lots traités : Lot Témoin, lot de référence, lots essais

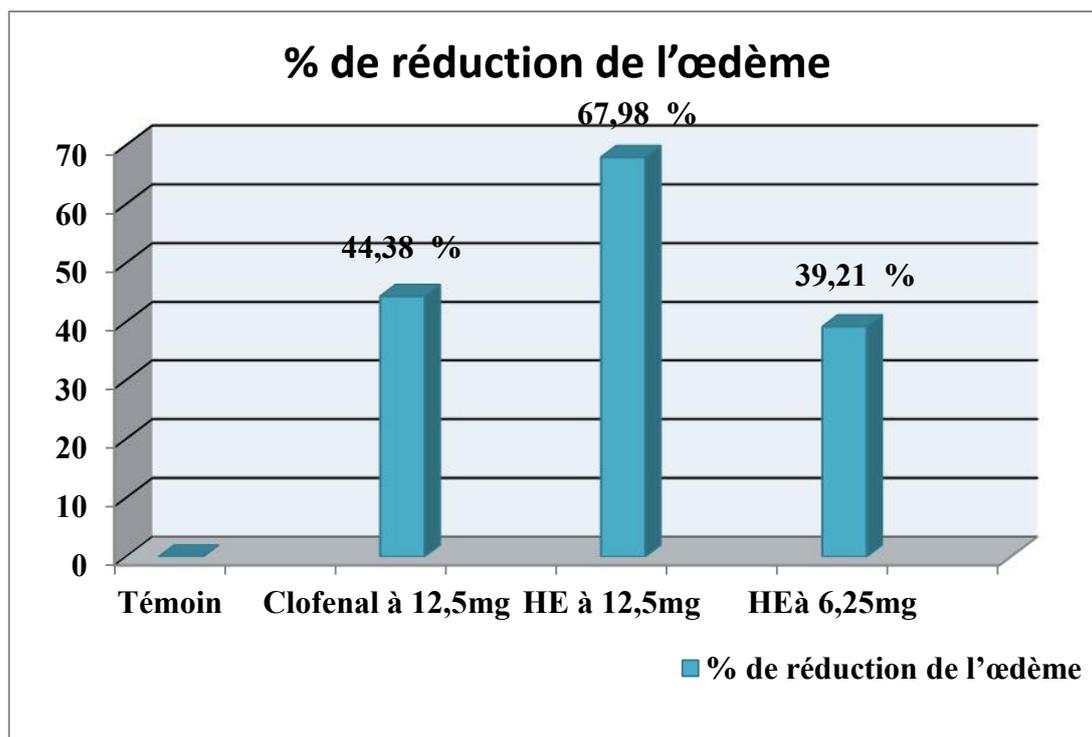


Figure 30 : Histogramme représentant le pourcentage de réduction d'œdème pour les quatre lots traités : Lot Témoin, lot de référence, lots essais

L'administration de l'eau distillée, le produit de référence (Clofénal®) et l'HE de la coriandre à des souris, chez lesquelles on a provoqué une inflammation par l'injection de la carraghénine à 1% dans la surface plantaire des pattes postérieures, nous avons mesuré le poids des pattes postérieures (en g) des quatre lots.

Le pourcentage d'œdème et de réduction d'œdème sont reportés dans les figures 29 et 30.

Au cours de ce teste, nous avons évalué la diminution d'œdème chez les lots produits de référence (Clofénal®), l'HE de *Coriandrum Sativum L 12,5 mg et 6,25mg*, préalablement provoqués par l'injection de la Carraghénine.

Après 30 min de l'injection de quatre traitements (témoin, produit de référence, l'HE à 6,25 et 12,5 mg/ml), nous avons injecté la Carraghénine.

Dans les quatre heures qui ont suivi le traitement, nous avons remarqué que l'HE à 12,5mg a induit un taux de réduction d'œdèmes avec 67,98%. Ce taux est fortement supérieur à celui obtenu suite au traitement à base de Clofénal®. En effet, ce dernier a provoqué une réduction d'œdèmes de 44,38%. Et 39,21% pour HE à 6,25mg. (Figure 30).

Concernant l'HE à 12,5mg/ml, nous avons remarqué que le pourcentage de réduction d'œdème de cette dernière (67,98%) est supérieur à celui du produit de référence (44,38%).

Au regard de ces résultats, nous avons remarqué que l'HE de *Coriandrum Sativum L* possède un effet anti-inflammatoire très important.



Conclusion



Conclusion

Dans le cadre de la valorisation des espèces végétales algérienne à caractère thérapeutique, nous nous sommes intéressés à l'étude de la coriandre « *Coriandrum sativum L* » très répandue en Algérie.

La coriandre est connue depuis l'Antiquité, consommée mondialement, répandue dans toutes les régions tempérées, facile à cultiver et traditionnellement réputée pour diverses propriétés. Elle fait donc naturellement l'objet d'études scientifiques, notamment dans les domaines de la nutrition, de la santé humaine et de l'agriculture.

Afin d'exprimer le rendement en huile essentielle par rapport à la masse de la matière végétale sèche. Ceci permet la comparaison des rendements en huile, obtenus par différents essais. Nous avons effectuée une étude phytochimique qui a montrée une teneur en eau de 44,4% pour les feuilles et tiges fraîches, 6,5% après séchage et 0,75% pour les fruits secs.

Le rendement en HE de la partie aérienne de la coriandre s'est avéré très faible, 0,010% pour la partie aérienne et de l'ordre de 0,28% pour les fruits. L'analyse des caractères organoleptiques nous a permis d'obtenir une huile d'aspect liquide, mobile, limpide, de couleur transparente à jaune claire avec une très forte odeur épicée caractéristique de la plante.

La qualité de l'HE a été évaluée par la détermination des indices physicochimiques : indice d'acide, indice de réfraction, densité à 20°C. Ces résultats obtenus après une année de conservation de l'HE, montrent que cette dernière préserve ces propriétés et est de bonne qualité.

L'évaluation de l'activité antioxydante de l'HE de *C.sativum L* a été réalisée par trois méthodes connues dont la méthode de réduction du Fer « FRAP », β carothène et la méthode de « DPPH », a montré que cette HE présente une moyenne activité antioxydante, mais faible activité par rapport à celle de la BHT, Vit C et BHA qui sont très actifs à des faibles concentrations.

En outre, l'étude de l'activité antimicrobienne de l'HE des fruits secs de *C.sativum L* par la méthode de diffusion sur gélose et la méthode de micro-atmosphère, a révélée que l'HE est très active contre *E.Coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* et *Aspergillus brazilliensis*.

Nous avons contribué à l'évaluation de l'effet antispasmodique de l'HE de *C.sativum L* sur les souris, notre étude a montré que cette HE possède un effet antispasmodique important et proche de celui du médicament de référence (Indomet80), contre les douleurs causées par l'injection de l'acide acétique.

L'étude de l'activité anti-inflammatoire, nous a amené à déduire que l'HE de la coriandre est très efficace que le médicament de référence (Clofénal à 12,5) pour les doses administrées aux souris contre les inflammations causées par la Carraghénine.

Conclusion

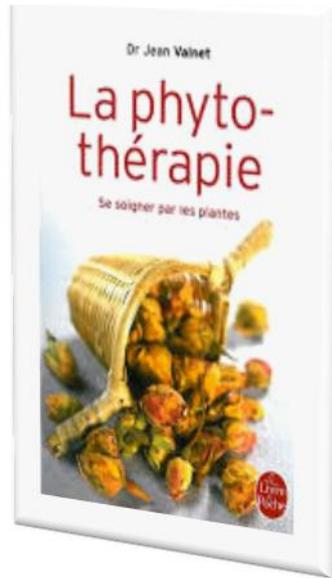
Afin de poursuivre et d'approfondir tous les volets abordés dans ce travail, il est nécessaire d'analyser l'HE de *C.sativum L* par des méthodes chromatographiques « CG-MS » afin d'en déduire sa composition chimique, et étudier d'autres propriétés thérapeutiques telle que l'activité anticancéreuse, antidiabétique,....

En perspectives, On essaiera de faire une extraction des composés majoritaires de cette huile pour isoler et analyser les produits minoritaire mais a activité (antioxydant et anti-inflammatoire) importante.

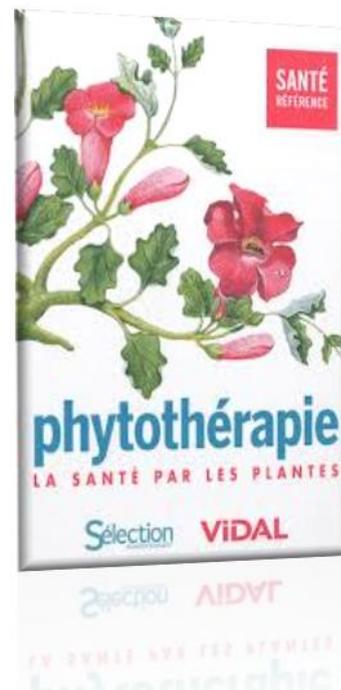
Il serait intéressant d'innover de nouvelles méthodes de conservation des aliments par l'action des vapeurs de l'HE des graines de coriandre pour assurer l'innocuité et augmenter significativement la durée de conservation des aliments à la place des conservateurs de synthèses.

De même utiliser cette essence en industrie pharmaceutique pour ces vertus thérapeutiques intéressantes, et qui pourraient être une réponse face aux problèmes des antibiotiques et de leur résistance, et avoir une application en santé humaine et animale sans danger.

Ainsi, déterminer les concentrations minimales inhibitrices de cette huiles essentielle et d'évaluer sa cytotoxicité sur des modèles animaux.



Références
Bibliographiques
Références
Bibliographiques



Références bibliographiques

A

AFNOR, (2000) : les huiles essentielles. Tome 2. Vol 1 et 2. Paris : Tour Europe. 663P.

AFNOR, 1986. Recueil des Normes Françaises « huiles essentielles », AFNOR. Paris. 57 p.

AFNOR, 1996. Huiles essentielles. Volume 1 : échantillonnage et méthodes d'analyse.

AFNOR, Paris, 440 p.

AFNOR (1992) : Recueil des normes françaises sur les huiles essentielles. Paris.

Anonyme 1 : www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-pices/Coriandre/Coriandre.pdf

Anonyme 2 Publié le 1 septembre 2015: <https://www.semencier.com/articles/plantes-aromatiques/99-la-coriandre..> Publié dans *Plantes aromatiques*

Anonyme 3 : <http://www.phytomania.com/coriandre.htm> Copyright 2013 : **Dr Jean-Michel Hurtel**

Antoine Jacques Louis Jourdan, 1840 : Pharmacopée universelle : ou, Conspectus des pharmacopées d'Amsterdam, Anvers ... des dispensaires, de Brunswick, de Fulde... des pharmacopées militaires de Danemark, de France, de Prusse... des formulaires et pharmacopées d'Ammon, Augustin..., vol. 1, Paris, J.B. Baillière, 1840, 2e ed. (1re ed. 1828), p. 545 s.v. Coriandre

Aouf .C, 2002. Extraction. Evaluation des propriétés physico-chimique, chromatographique des huiles essentielle de Carvi, Coriandre et Cumin, Mémoire de Magister, Université d'Oran Es-Sénia.

Arnal-Schnebelen B; Goetz P et Paris M, 2011: Secrets et vertus des plantes medicinal. Première édition. Selection Reader's Digest.335P.

Arni C et Couplan F, 2001 : Le préparateur en pharmacie. Paris. Techniques et documentations. 44p.

Ates .D.A, Erdogrul .O.T(2003) : Antimicrobial activities of various medicinal and commercial plant extracts Turk J Biol, 27, pp. 157–162

Athamena S, Chalghem I, Kassah-Laouar A, Laroui S, Khebri S. 2010: Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Cuminum cyminum L. Lebanese Science Journal, 11(1) : 69-81.

Avry, MP.; Galloiu. F , 2003: «épices, aromates et condiments », Ed Bellin, Paris, 12-13, 99-102, 185-188, 305.

B

Baba Aissa, F, 1999: « Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb », 17p.

Baba-aissa F (2000) : Encyclopédie des plantes utiles (flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales, d'orient et d'occident), EDAS-Librairie Modernes-Rouiba, Algérie. 45p.

Baba-aissa F (2011) : Encyclopédie des plantes utiles : Plantes médicinales, Plantes aromatiques et plantes alimentaire. Flore d'Algérie (Méditerranéenne, maghribine et sahariennes). P 471, pp 357-358.

Références bibliographiques

- Baser K.H.C. and Buchbauer G., 2010.** Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. Ed. *Taylor and Francis Group, LLC*. United States of America. 994p.
- Belleau F., 1990.** Analyses des huiles essentielles du *Ledum groenlandicum*. *Thèse de doctorat*, Université du Québec. pp. 13-16.
- Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63p.
- Benini C., 2007.** Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores. *Mémoire d'ingénieur*. Université Gembloux, 109p.
- Benoit DA, Leonard EN, Christensen GM, Fiandt JT (1976):** Toxic effects of cadmium on three generations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Trans Am Fish Soc* 105:550–560
- Benzeggouta N., 2005.** Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. *Mémoire de magister*, Université de Constantine, Algérie, 110p.
- Berkan T ; Ostunes I ; Iermiolu F et Oser A,(1991) :** anti-inflammatory analgesic and antipyretic effects of an aqueous extract of *Neute, planta medica*. 375p.
- Bernadet M., 2000.** Phyto-aromathérapie pratique, plantes médicinales et huiles essentielles.
- Berset C. et Cervelier M.E. (1996).** Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidant power. *Sciences des Aliments* 16 : 219-245.
- Besombes C., 2008.** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. *Thèse de doctorat*. Université de La Rochelle, 289p.
- Blanc B et Siproudhis L, (2006) :** pelvi-périnéologie. Edition : Springer-Verlag France. P 619, pp 119.
- Bonnotte B ; Olsson N.O et Lorcerie B, (2003) :** Le syndrome inflammatoire. La revue du praticien. Pp 487-490.
- Boughandoura N., Bendimered N., (2012) :** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq.* *Nature & Technologie B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, n° 09/Juin 2013. Pages 14 à 19.
- Bourkhis B., Ouhssine M., Hnach M., Bourkhiss M., Satrani B. & Farah A., 2007.** Composition chimique et bio activité de l'huile essentielle des rameaux de *Tetraclinis articulata*. *Bull.Soc. Pharm. Bordeaux*, 146, pp. 75-84.
- Bowles E.J., 2003.** The chemistry of aromatherapeutic oils. 3rd Ed. *Allen & Unwin*, Australia. 257p.
- Boyd B., Ford C., Koepke Michael C., Gary K., Horn E., McAnalley S. et McAnalley B., 2003.** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. *Glycoscience & Nutrition*. 4(6) : 7-14.
- Bruneton J, (1999) :** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition. Paris : tec & doc. Lavoisier. P1120,pp 1-484.
- Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. *Tec. & Doc.* Lavoisier, 2^{ème} édition, Paris. 915p.
- Buchbauer G., 2000.** The detailed analysis of essential oils leads to the understanding of their properties. *Perfumer & Flavorist* 25: pp.64–67.

Références bibliographiques

Burits M., and Bucar F., 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytother.*

Burt S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, pp.223-253.

C

Caillet S. et Lacroix M., 2007. Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. INRS-Institut Armand-Frappier, (*RESALA*). pp. 1-8.

Caratini. R. 1983 : « la vie des plantes », Bordas Encyclopédie, 589.

Chami F., 2005. Evaluation *in vitro* de l'action antifongique des huiles essentielles d'origan et de girofle et de leurs composés majoritaires *in vivo* application dans la prophylaxie et le traitement de la *Candidose Vaginale* sur des modèles de rat et de souris immunodéprimés. *Thèse de doctorat*, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fès, Maroc, 266p.

Clarke S., 2008. Chemistry of essential oil. 1st edition *ELSEVIER*. British, 302p.

Coste 1937: *Coriandrum sativum* L. - Taxon 1486, tome 2, p. 165.

Cuendet M., Hostettmann K. and Potterat O., 1997. Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helv. Chim. Acta.* 80: pp.1144-1152.

D

Davis P, (2006) : Aromathérapie de A à Z. Edition : Vigot. Paris-France. P409, pp 5-11.

Degryse A.C., Delpla I. & Voinier M.A., 2008. Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement -IGS- EHESP*, 87p.

Desmares C., Laurent A. & Delerme C., 2008. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. *AFSSAPS*. Anatole, France, 18p.

Diederichsen 1996: *Brief description of the crop*, p. 11-18

Dorman H.J.I et Deans S.G, 2000: Antimicrobial agent from plants : antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. Vol : 8,N°2, pp 308-316.

E

Eberhard. T; Robert. A.; Amelise. L. 2005 : « plantes aromatiques », 199-201.

El Abed. D, N. Kambouche, 2003 : Les huiles essentielles, 1ere Ed., Dar El Gharb. Janvier/Février 2003, 15,39-4

Eymard S, 2003 : Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation de chinchard (*Trachurus trachurus*), choix des procédés. Thèse de Doctorat en Génie des procédés (Ecole Doctorale en Génie des procédés : Spécialité Biochimie. Nante. France.

F

Favier A, 2003: Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. La 4^{ème} actualité chimique. P 115, pp 108.

Fleurette J ; Freney J et Reverdy M.E, 1995 : Antisepsie et désinfection. Paris. ESKA. 639p.

Fouché J ; Marquet A ; et Hambuckers A, (2000) : les plantes médicinales de la plante au

Références bibliographiques

médicament, Observation du monde des plantes.

G

Gahbiche S, (2009) : La phytothérapie. 3^{ème} Année Thalasso-thérapie. Section : hydro-thermo-thalasso-thérapie. Ecole Supérieure des sciences et Techniques de la Santé de Sousse. Pp 1-7.

Garnéro J., 1996. Huiles essentielles. *Techniques de l'Ingénieur*, traité Constantes physicochimiques ; K 345-1, 39p.

Girre L. 2006, Les plantes et les médicaments : l'origine végétale de nos médicaments, Delachaux et Niestlé, Paris, 253 pp.

Goetz. P et Busser.C, (2007) : La phytocosmétologie thérapeutique, Paris 258p.

Grieve. M, A Modern Herbal., 1971: The Medicinal, Culinary, Cosmetic and Economic Properties, Cultivation and Folk-Lore of Herbs, Grasses, Fungi, Shrubs & Trees with their Modern Scientific Uses, New York, Dover Publications, (1^{re} ed. 1931)

Guerin-Faubleé V et WCarrert G, (1999): L'antibiogramme : principe, méthodologie, intérêt et limites. *Proceeding des journées Nationales GTV-INRA, Nantes, p 5-13.*

Guignard, J.L, 2000: « Biochimie végétale », Masson, Paris , 166.

H

Hachaïchi S, (2010) : directeur médical de Mag Pharm, « une toxicité est possible ». quotidien Info Soir, Edition du 28 mars 2010.

Hashim .M.S et al, 2005: « Effect of polyphenolic compounds from *Coriandrum sativum* on H₂O₂-induced oxidative stress in human lymphocytes », *Food Chemistry* octobre 2005, vol. 92, n° 4, , p. 653-660

Hazzit M., 2002. Arômes alimentaires. *Thèse magister, USTHB, Alger.* 96p.

HEYWOOD, V. H. 1996; *Les plantes à fleurs, 306 familles de la flore mondiale*, Nathan, Paris.

Hordé P, (2014) : Spasmes musculaire-Définition : issu de Santé-Médecine. P1

Hossain M.A., Ismail Z., Rahman A. and Kang S.C., 2008. Chemical composition and antifungal properties of the essential oils and crude extracts of *Orthosiphon stamineus* Benth. *Industrial Crops And Products* 2, 7 : pp. 328–334.

Hostettmann K(1997). Tout savoir sur le pouvoir des plantes. Ed. Favre. S.A. Lausanne. Suisse.

Hussain A. I., 2009. - Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae. Thèse doctorat, université d'Agriculture Faisalabad, Pakistan.

I

Iserin P ; Masson M et Restellini J.P, (2001) : Larousse encyclopédie des plantes médicinales : Identification, préparation, soins. Edition : Larousse, Paris. P 335, pp 6-10 et 212.

ISO, 1997. Norme ISO 9235 : Matières premières d'origine naturelle - Vocabulaire, 2p.

K

Kanko C ; Sawaliho B ; Kone S; Koukoua G; N'guessan Y.T, (2004): étude des propriétés physicochimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. *Comptes rendus chimie* 7, 1039-1042.

Références bibliographiques

Kassel D, (1996) : Des hommes et des plantes ; Conservateur des collections d'histoire de la pharmacie de l'Ordre national des pharmaciens. P02.

Keller-Didier C, (2004) : les plantes médicinales. Edition : ALS : pp 57-64.

Khiati M, 1998 : Guide des maladies infectieuses et parasitaires. Office des publications Universitaires (OPU), Alger, 255p.

L

Laguerre M, Lopez-Giraldo L J, Lecomte J, Pina M, Villeneuve P. (2007) : Outils d'évaluation in vitro de la capacité antioxydante. OCL; 14(5):278-92.

Lahlou M., 2004. Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research* 18 : pp. 435-448.

Lahouel M ; Amadah S ; Zellaghi A ; Touil A ; Rhouati S ; Benayach F ; Lghouchi E and Bousseboua H, 2006: The interaction of a new plant flavonoids with rat liver mitochondria: relation between the anti and prooxydant effect and flavonoids concentrations. P 355, pp 347.

Lamarti A., Badoc A. & Carde J.P., 1993. Etude chromatographique de l'huile essentielle de la plantule de fenouil amer (*Foeniculum vulgare* Mill.) ; caractéristiques spectrales (UV, IR,SM) de ses constituants. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 132, pp. 73-89

Lesley B., 1996. Plantes médicinales et aromatiques, Ed. Lavoisier. Paris. pp. 58-61.

Lucchesi M. E., 2005. Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. *Thèse de doctorat.* Université de La Réunion, 72p.

M

MARC f. Davin A; Deglène-Benbrahim L; Ferrand C; Baccaunaud M et Fritsch P, 2004: Méthode d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Medecines Sciences*, 20, 458-464.

Marriott P.J., Shellie R. and Cornwell C., 2001. Review : Gas chromatographic technologies for the analysis of essential oils. *Journal of Chromatography A*, 936; pp. 1-22.

Mayachiew P. & Devahastin S., 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian gooseberry and galangal extracts. *Food Science and Technology* 41; pp. 1153-1159.

Miguel .M.C., 2010. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils, Short Review Journal, Vol. 15.

Mika A ; Minibayeva F ; Beckett R and Luthje S, 2004 : Possible fonctions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species. *Phytochemistry Reviews*: 3.P 193, pp 173.

Molyneux P., 2004. Use of DPPH to estimate antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* Vol. 26 № 2. 212p.

N

Naves Y.R, (1974) : Technologie des parfums naturels. Edition : Masson. Paris. P 214, pp 203.

Njus D and Keller P.M, 1991 : Vitamins C and E donate single hydrogen atoms in vivo. *FEBS. Letters.* P284, pp 147-151.

Références bibliographiques

O

Ollier C, (2011) : Conseils en phytothérapie. Edition : Pro-officina, Paris, 2^{ème} Edition, pp 1-47.

Ouis. N, 2015: Etude chimique et biologique des huiles essentielles de Coriandre, de Fenouil et de Persil. Thèse de Doctorat en Science, Spécialité : Chimie Organique. Université d'Oran-1-, 223p.

Oussalah M ; Caillet S ; Sancier L et Lacroix M, 2006 : Antimicrobial effects of selected plants essential oil on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science*. Vol 73, No.2, pp: 236-244.

Oyaizu M, (1986): studies on products of browning reaction-Antioxydative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine, Japanese. *Journal of Nutrition*. P 315, pp 307.

P

Pharmacopée européenne, 2008, 6^{ème} édition Paris. 3867p.

Pharmacopée Française, 2011 : Société Française d'Ethnopharmacologie, « Pharmacopées du monde, liste des plantes de la Pharmacopée Française (10^e édition) » (consulté le 18 juillet 2011)

Pibiri M.C, 2005: Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle. Thèse de Doctorat. Polytechniques Fédérale de Lausanne. 161p.

Pieri F, (1992) : pharmacologie et thérapeutique. Edition : Ellipses, Paris, 298p.

Pingot A., 1998. Les huiles essentielles. Ed. *Tec. & Doc*. Paris, pp. 230-236.

Polachic. D, 1996: small-farm-today », (USA) Aug. 13 (4). 55.

Ponce A.G., Fritz R., del Valle C. et Roura S.I., 2003. Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.* 36, pp.679-684.

Popovici C; Ilonka S ; Tylkowski B., 2009. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Révisé et accepté le 20 novembre 2009 / Disponible sur Internet le 20 décembre 2009.

Pourrut B, 2008 : Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle, *Vicia faba*. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat à l'institut National Polytechnique de l'université de Toulouse spécialité : Ecotoxicologie. France

Prescott L.M ; Harley J et Kelein D, (2003) : Microbiologie. 2^{ème} édition française : DE Boeck. P 1139, pp 712.

Q

Quezel, P. ; Santa, S. 1963 : « Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques et méridionales », Editions du Centre National de la Recherche Scientifique : Paris Tome II. 657,671,678.

R

Rahal K ; Benslimani A ; Tali-Maamar H ; Missoum M.F ; Kechih-Bounar S et Ammarti H, (2011) : Standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale (médecine humaine et vétérinaire). Document édité avec la collaboration de l'OMS, 6^{ème} Edition. 195p.

Rahman, I. (2005): Oxidative stress in pathogenesis of chronic obstructive pulmonary

Références bibliographiques

disease: cellular and molecular mechanisms. *Cell Biochem Biophys.*, 43,167-188.

Rhayour K., 2002. Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Esherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. *Thèse de doctorat*. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fès, Maroc, 170p.

S

Safaei-Ghomi J, Ebrahimabadi AH, Djafari-Bidgoli Z, Batooli H (2009) : GC/MS analysis and in vitro antioxidant activity of essential oil and methanol. extracts of *Thymus caramanicus* Jalas and its main constituent carvacrol *Food Chem.*, 115: 1524-1528.

Sallé J.F, (1991) : les huiles essentielles. Synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Edition : Frison-Roche. Paris, pp : 121-137 ;

Salvito-Daniel. T, J.H. Matthias et J. Sanna, 2004. Fragrance materials and their environmental impact, *Flavour Frager. Journal*, Vol.19.

Schauenberg F, (2005) : Guide des plantes médicinales. Edition : Delachaux et Niestlé. 1^{ère} édition. P500, pp396.

Sebai M et Boudali M, (2012) : la phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel Infirmier de La Santé Publique. Institut de formation paramédical CHETTIA, Alger. 71p.

Seguin E., 2001. Le préparateur en pharmacie « Botanique - Pharmacognosie - Phytothérapie -Homéopathie ». Ed. O.P.U, Alger. 208 p.

Sharkey-Thomas. D, Y. Sunsun, 2001. Isoprene emission from plants. *planthysiol. Chemical Physics Ann.* Vol. 52,

Sofowora A, (2010) : plantes medicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Edition : Karthala, pp : 22-195.

T

Teuscher E., Anton R., Lobstein A. 2005, Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles, Tec & Doc, Paris, , 522 pp.

Touitou Y, (2003) : pharmacologie. Edition : Masson. 229p

Traoré M. C., 2006. Étude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali. *Thèse de doctorat*. Université de Bamako, Mali, pp. 175p.

Tyagi A et Malik A, (2011) : Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms. *Food chemistry*, 126(1), pp: 228-235.

V

Vansant G. (2004). Radicaux libres et antioxydants : principes de base. *Ed Institut Danone*.

W

Wang H.F., Yih K.H. and Huang K.F., 2010. Comparative study of the antioxidant activity of forty-five commonly used essential oils and their potential active components. *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol. 18, №1, pp. 24-33.

Wangensteen. H, Samuelsen .A.B et Malterud .K.E, 2004 : « Antioxidant activity in extracts from coriander », *Food Chemistry*, vol. 88, p. 293-297

Wichtl M., Anton R. 2003, Plantes thérapeutiques, 2e édition, Tec & Doc, Paris, 692 pp.

Références bibliographiques

Wong Peter Y. Y. et David D. Kitts, 2006: « Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts », *Food Chemistry*, vol. 97, n° 3, p. 505-515

Z

Zaika L, (1988) : Spices and Herbs –Their antimicrobial activity and its determination. *Journal of food safety*. 9: 97-118.

Annexes

Annexe I :

❖ Matériel non biologique

1. Appareillage

- Agitateur magnétique
- Bain marie
- Balance analytique
- Chauffe ballon 2L et 250ml
- Centrifugeuse
- Etuve
- Hotte
- Incubateur
- pH mètre
- Réfractomètre
- Spectromètre

2. Verrerie et accessoires

- Ampoule à décanter
- Ballons
- Bec benzène
- Bêchers
- Boîtes Pétri
- Burettes
- Disques
- Entonnoires
- Erlen Meyer
- Fioles
- Gants
- Micropipettes
- Statifs et pinces
- Pipettes graduées
- Spatules
- Pipettes pasteur

- Eprouvettes
- Montage Dean Stark
- Clevenger
- Bouchons en verre
- Joints clips
- Tubes à essais
- Cuves pour spectrophotomètre
- Seringues
- Micro-seringues
- Tubes Vial

2. Réactifs chimiques et milieu de culture

- Acide ascorbique
- Acide trichloroacétique
- DPPH
- Eau distillée
- Ethanol
- Ferricyanure de potassium
- Hydroxyde de potassium
- Sulfate de magnésium
- Phénophtaléine
- hydrogénophosphate de sodium
- Potassium phosphate monobasique
- Chlorure de fer
- Butylhydroxytoluène
- Butylhydroxyanisole
- Toluène
- Méthanol
- Milieu de culture

❖ Méthodes

➤ Taux d'humidité

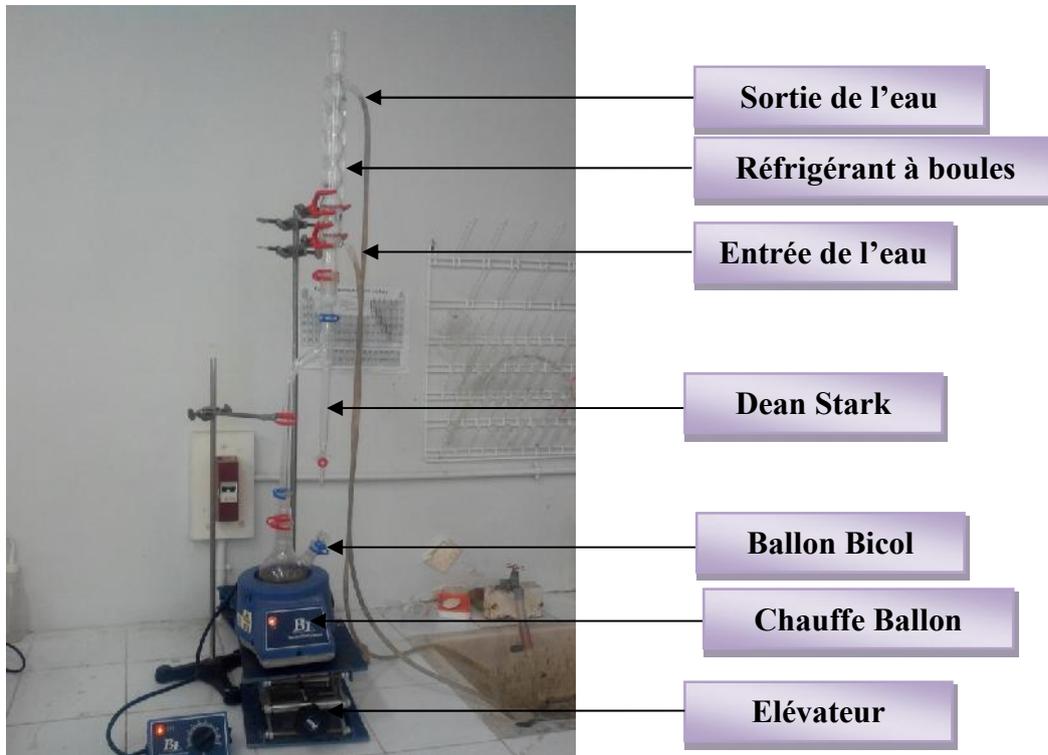


Figure 6-2: Montage Dean Stark

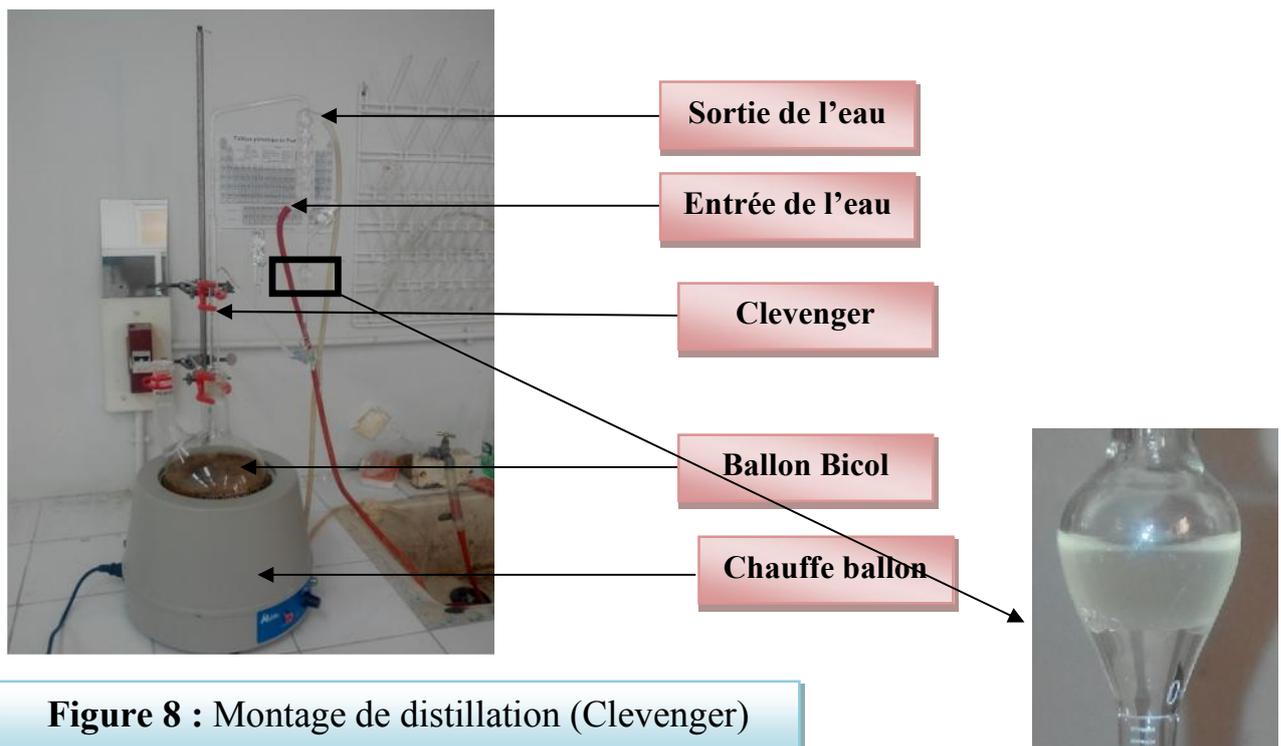
➤ Extraction de l'huile essentielle de *Coriandrum sativum L*

Figure 8 : Montage de distillation (Clevenger)

❖ Activité antioxydante par méthode de FRAP**Tableau III : Préparation des échantillons méthode FRAP**

Volume en μL	V HE (μl)	V ETH (μl)	V totale (ml)
50	10	190	0,2
100	20	180	0,2
200	40	160	0,2
250	50	150	0,2
300	60	140	0,2
400	80	120	0,2
500	100	100	0,2

Annexe II : Résultats

❖ Rendement en HE

Tableau V : Rendement d'HE de *Coriandrum Sativum L*

N° d'essais	Poids graines g	Poids HE en g	Rendement (%)	Poids des tiges et feuilles	Poids HE en g	Rendement (%)
Essais 1	200	0,5262	0,263	100	/	/
Essais 2	200	0,6599	0,329	100	/	/
Essais 3	300	0,8306	0,277	100	0,010	0,010
Essais 4	300	0,8745	0,291	/	/	/
Essais 5	600	1,7468	0,291	/	/	/
Essais 6	600	1,7802	0,296	/	/	/
Essais 7	600	1,568	0,261	/	/	/
Essais 8	750	1,7156	0,229	/	/	/
Essais 9	950	2,2387	0,235	/	/	/
Essais 10	1250	3,2264	0,258	/	/	/

❖ Paramètres physicochimiques



Figure 9 : Lecture d'indice de Réfraction



Figure 10 : Indice d'acide



Eau distillée



Eau distillée

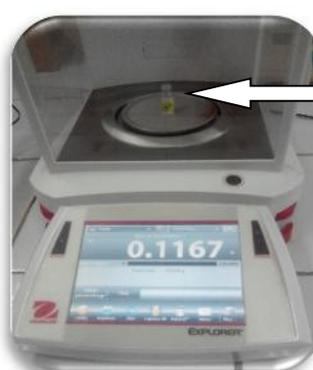


Figure 11 : Lecture de la densité

❖ **Activité antioxydante**➤ **Résultats de la méthode DPPH****Tableau VII-1** : Résultats de l'activité antioxydante méthode DPPH

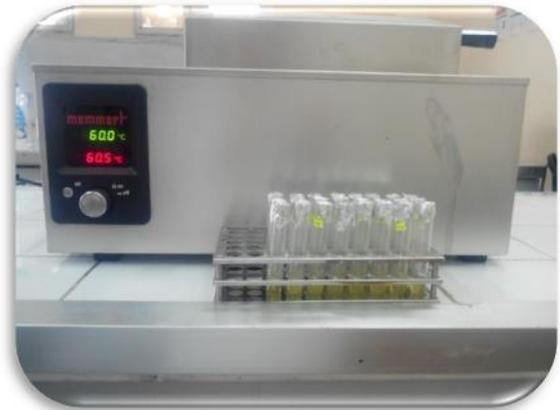
C (mg/ml)	Abs moyenne	% In
6,25	0,55	0,72
25	0,4728	14,66
37,5	0,4358	21,34
50	0,3881	29,95
62,5	0,3593	35,14
75	0,3219	41,90
100	0,2797	49,51
125	0,1947	64,86
150	0,0543	90,20
162,5	0,0463	91,64
175	0,0437	92,11
200	0,0334	93,97

➤ **Résultats de la méthode de FRAP****Tableau IX-1** : Résultats de l'activité antioxydante méthode de FRAP

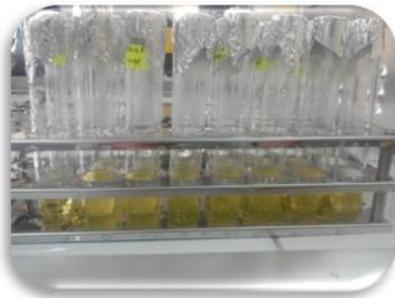
C (mg/ml)	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs moy
25	0,102	0,1	0,105	0,102
50	0,131	0,124	0,129	0,128
100	0,161	0,16	0,17	0,160
125	0,182	0,185	0,184	0,184
150	0,195	0,199	0,195	0,196
200	0,218	0,219	0,224	0,220
250	0,236	0,234	0,24	0,237



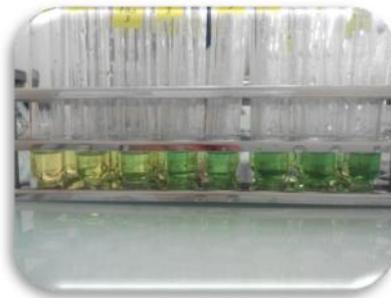
Solution tampon à PH=6,6



Incubation au bain marie à 60°C



Avant l'ajout de FeCl3



Après l'ajout de FeCl3



Mesure de l'absorbance à 700nm

Figure 13 : Méthode de FRAP

❖ **Activité antimicrobienne**

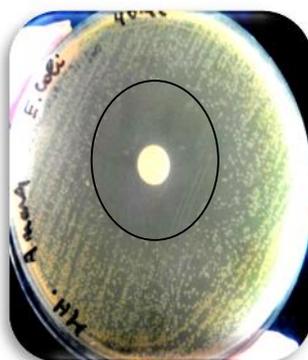
➤ *E. Coli* ATCC 25923

1. Aromatogramme

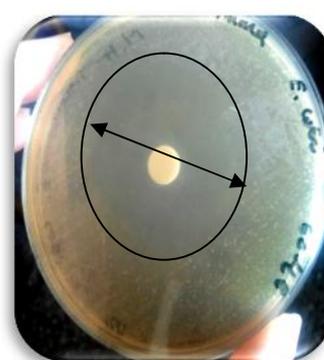
20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L

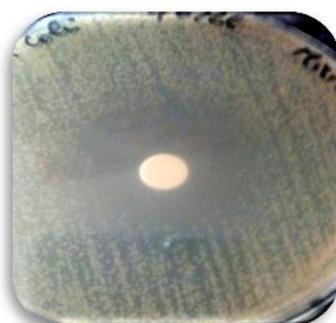


2. Micro atmosphère

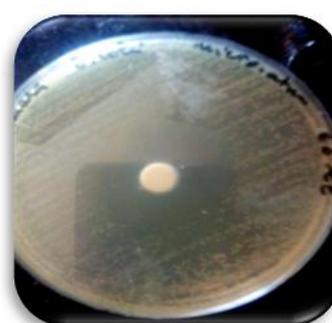
20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



➤ *E. Coli* ATCC 25921

1. Aromatogramme

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



2. Micro atmosphère

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



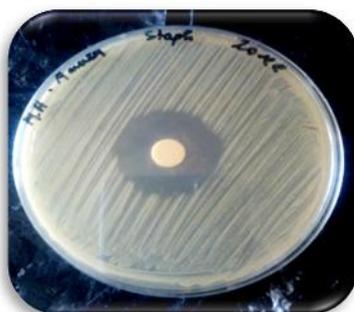
➤ *Staphylococcus aureus* ATCC 25922

1. Aromatogramme

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



2. Micro atmosphère

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



➤ *Bacillus Cereus* ATCC 10876

1. Aromatogramme

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



2. Micro atmosphère

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



➤ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

1. Aromatogramme

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



2. Micro atmosphère

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



➤ *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404

1. Aromatogramme

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L

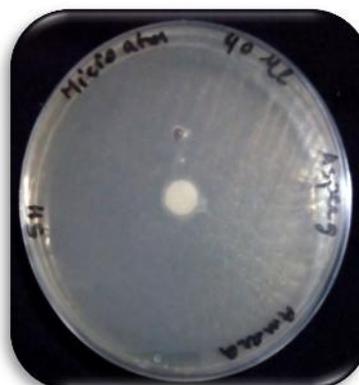


2. Micro atmosphère

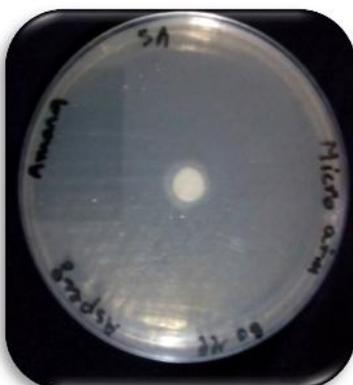
20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



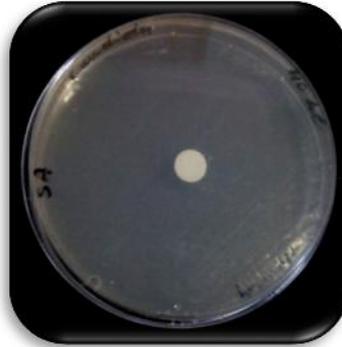
➤ *Candida albicans* ATCC 24433

1. Aromatogramme

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L



2. Micro atmosphère

20µl d'HE C.S L



40µl d'HE C.S L



60µl d'HE C.S L

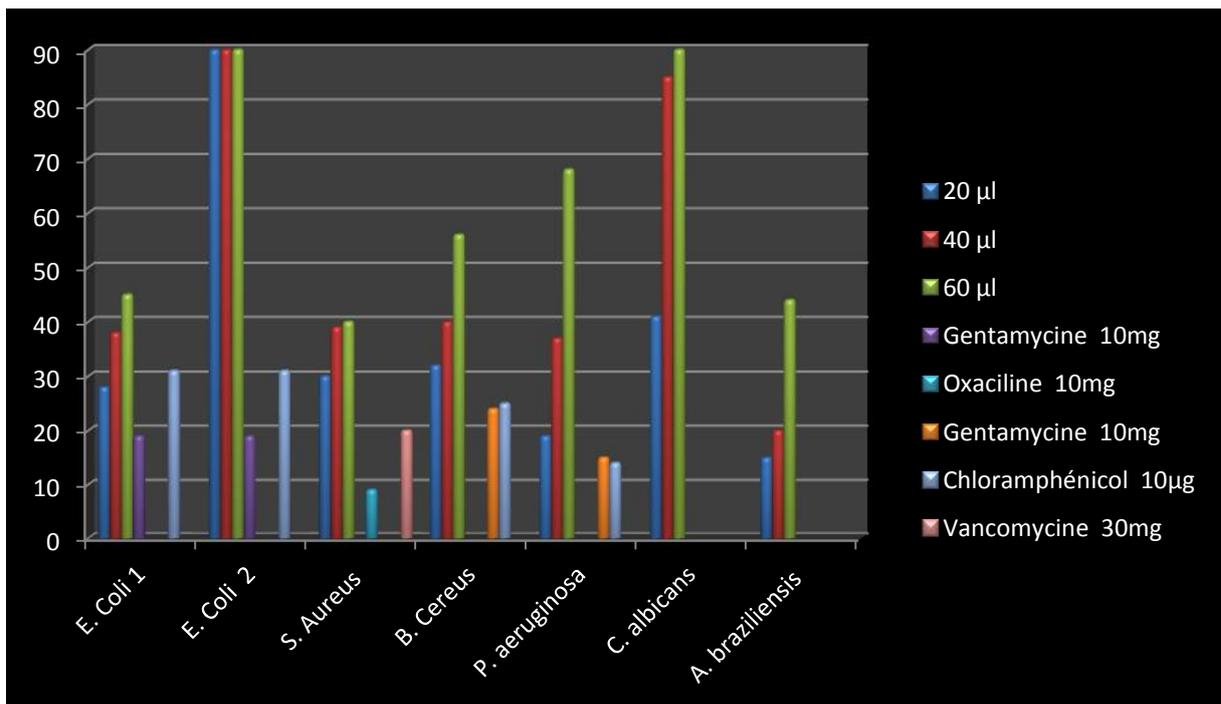
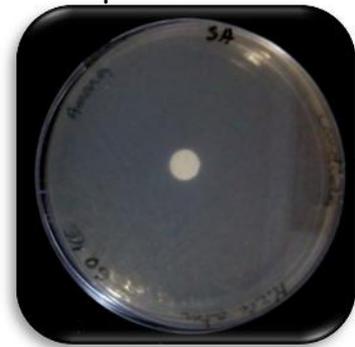


Figure 25 : Diamètres des zones d'inhibition en (mm) de l'HE de C.sativum L et ATB testés « Aromatogramme »

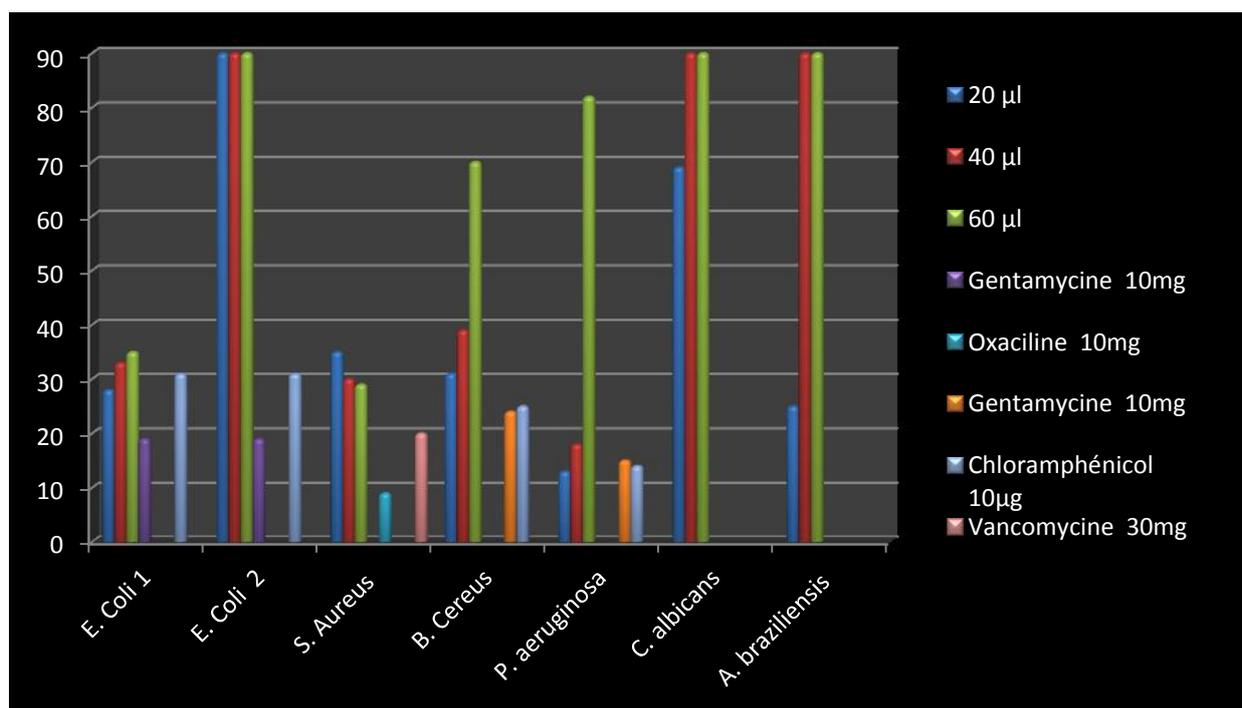


Figure 26 : Diamètres des zones d'inhibition en (mm) de l'HE de *C. sativum* L et ATB testés
« Micro-atmosphère »

❖ Activité antispasmodique :

Tableau XII: Résultat de l'activité antispasmodique réalisée sur les quatre lots de souris.

Nombre de souris	Témoin (Eau physiologique)	La référence (Spasfon 12,5mg)	L'essai (HE) à 12,5mg	L'essai (HE) à 6,25mg
S1	138	26	42	65
S2	142	28	43	62
S3	144	32	45	64
S4	139	30	47	61
S5	137	29	48	63
Moyenne de crampe ± Ecart-type	140 ± 2,92	29 ± 2,24	45 ± 2,55	63 ± 1,58
%de protection	/	79,3 %	67,9 %	55 %

❖ Activité anti-inflammatoire :

Tableau XIII: Résultats de l'activité anti-inflammatoire.

poids des pattes	Témoin (eau physiologique)		La référence Clofenal 12,5mg		Huile Essentielle à 12,5mg		Huile Essentielle à 6,25mg	
	Poids pattes gauches (g)	Poids pattes droites (g)	Poids pattes gauches (g)	Poids pattes droites (g)	Poids pattes gauches (g)	Poids pattes droites (g)	Poids pattes gauches (g)	Poids pattes droites (g)
S1	0,185	0,144	0,151	0,130	0,165	0,157	0,191	0,164
S2	0,193	0,155	0,170	0,151	0,159	0,140	0,161	0,140
S3	0,220	0,162	0,158	0,138	0,161	0,150	0,178	0,157
S4	0,179	0,146	0,176	0,158	0,163	0,145	0,191	0,169
S5	0,200	0,158	0,163	0,143	0,164	0,164	0,165	0,140
La moyenne ± Ecart-type	0,195 ± 0,016	0,153 ± 0,007	0,1636 ± 0,009	0,144 ± 0,010	0,162 ± 0,002	0,151 ± 0,009	0,177 ± 0,014	0,154 ± 0,014
% d'œdème	21,54%		11,98 %		6,90%		13,09%	
% de réduction de l'œdème	/		44,38%		67,98%		39,21%	

Annexe III : Appareillage



Spectrophotomètre UV-Visible



Bain Marie



Centrifugeuse



Réfractomètre



Balance digitale



Etuve