

N° d'ordre :.....FS/ UMBB/2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة امحمد بوقرة بومرداس

Université M'hamedBougara de Boumerdès



Faculté des Sciences/Département de Chimie

Domaine : Science de la Matière

Filière : Chimie

Spécialité : Chimie Analytique

Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Présenter et soutenu par

HACIANE Selma

**Ecoextraction de composés bioactifs de deux plantes.
Caractérisation de l'extrait et du substrat végétale**

Le 20 Juillet 2023

Devant les membres de jury :

Dr Hammadou Souad	Maitre de conférences A	FS - UMBB	Présidente
Dr Chikhi Sabah	Maitre de conférences B	FS - UMBB	Examinatrice
Dr Loucif- Seiad Linda	Maitre de conférences A	FS - UMBB	Promotrice

Année Universitaire : 2022/2023

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, on remercie Dieu, le Généreux qui a enseigné à l'homme ce qu'il ne savait pas et aussi de nous avoir donné la force afin d'accomplir ce modeste travail.

J'exprime tout particulièrement mes profonds remerciements à ma promotrice, **Dr Loucif Seiad Linda**, d'avoir initié et structurer ce travail. Je la remercie vivement pour le temps qu'elle m'a consacré, l'aide compétence qu'elle m'a apportée, sa disponibilité, sa patience, ses conseils, et surtout son œil critique qui m'a été précieux.

Je remercie Dr **Hammadou Souad** qui m'a fait l'honneur d'avoir présider ce jury. Mes remerciements à Dr **Chikhi Sabah** qui a accepté de participer à l'évaluation scientifique de mes travaux entant que membre de jury.

Je remercie aussi le président du laboratoire physico-chimique de Saidal pour son encouragement, ces conseils ainsi que son aide illimité, qu'il trouve dans ces phrases l'expression de ma profonde reconnaissance. Sans oublier de remercier aussi tous les membres du laboratoire de département de Chimie de la Faculté des Sciences de Boumerdes (UMBB). J'adresse aussi mes sincères remerciements à l'ensemble des enseignants de l'Université M'Hamed Bougara Boumerdes qui ont contribué à notre formation.

En définitive, Je remercie toute personne qui a participé de près ou de loin, de façon directe ou indirecte, à la réussite de ce travail pour lequel j'ai consacré beaucoup de temps et en y mettant aussi tout mon cœur.



Dédicaces

Je remercie le Bon Dieu pour tout et Je dédie ce mémoire à :
Mes très chers parents qui m'ont beaucoup soutenue et encouragée
jusqu'au bout et qui ALLAH leur accorde une longue vie. Je leurs
adresse mes remerciements les plus profonds, pour leurs
encouragements et leurs conseils et surtout leur compréhension et
pour tous les efforts qu'ils ont fournis pour nous permettre une
meilleure vie.

Mon marie la joie de ma vie, le personne qui a rempli sa promesse et
m'a soutenu pour compléter mon chemin de réussite

Mon frère Mahdi mon soutien et ma force dans cette vie.

Mes sœurs Meriem et Imane qui m'a aidé à réaliser mon
rêve

Toutes personnes de ma deuxième famille Seba

Mes chères frères

Mes chères sœurs

Les enfants

Mon petit seiffe edine que Dieu le bénisse et fasse de lui une bonne
progéniture.

Mes proches amies: Fatma , Sara et Roumaissa . Je me rappellerai
toujours de tous les bons moments que nous avons partagés
ensembles et qui resteront gravés dans ma mémoire.

Toutes mes camarades de la promotion de chimie analytique
2022/2023.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
mémoire.



Sommaire :

Introduction générale.....	01
Chapitre I : Etudes bibliographique	
I. 1. Matière végétale.....	03
I. 1. 1. La famille des Apiacées.....	03
I.1 . 1. 1. Définition.....	03
I.1 . 1. 2. Caractère botanique généraux de la famille.....	03
I.1 . 1. 3. Botanique et propriétés des Apiacées.....	04
I.1 . 1. 4. Systématique.....	05
I.1. 2. <i>Petroselinum crispum</i> M.....	06
I.1. 2. 1. Origine.....	06
I. 1. 2. 2. Description de la plante.....	06
I. 1. 2. 3. Classification systématique.....	07
I.1. 2. 4. Répartition géographique.....	08
I. 1. 2. 5. Constituants chimique.....	08
I. 1. 2. 6. Usages et propriétés thérapeutiques.....	08
I.1. 3. <i>Coriandrum sativum</i> L.....	09
I.1.3 . 1. Origine et aspects historique.....	11
I.1.3 . 2. Botanique.....	11
I.1.3 . 3. Classification systématique.....	12
I.1.3 . 4. Composition nutritionnelles et phytochimiques.....	13
I.1.3 . 5. Effets thérapeutiques.....	13
I.2.Les composés phénoliques.....	14
I. 2.1. Principales classe des composés phénoliques.....	15
I.2.1 . 1. Polyphénols simple.....	15

I.2.1 . 2. Polyphénols complexes.....	16
I. 2.2. Biosynthèse des composés phénoliques.....	16
I. 2.2 . 1. La voie de shikimate.....	16
I. 2. 2. 2. La voie des phénylpropanoïdes.....	16
I.2. 3. Rôles et propriétés des composés phénoliques.....	17
I.2. 3. 1. Chez les végétaux.....	17
I.2. 3. 2. Chez les humaines.....	17
I.3. Techniques extractives.....	17
I. 3.1. Technique d'extraction conventionnel.....	17
I. 3.2. Technique d'extraction non conventionnel.....	17
I. 3.2. 1. Extraction assistée par Ultrasons.....	17
I. 3.2. 2. Extraction assistée par microondes.....	18
I. 3.2 .3. Extraction assistée par fluide pressurisé.....	18
I. 3.2 .4. Extraction assistée par CO ₂ supercritique.....	18
I. 3. 3Facteurs influençant les performances de l'extraction.....	18
I.3. 3. 1. Taille des particules.....	18
I. 3.3. 2. La nature de solvant.....	18
I. 3.3. 3. La température.....	19
I. 3.3. 4. Temps d'extraction.....	19
I.3. 3. 5. L'agitation.....	19
I.4. Domaine d'utilisation	

Chapitre II: Matériels et méthodes

II.1 .Matière végétale.....	22
II.1 . 1. Préparation de la matière végétale.....	22
II.1. 2. Séchage de la matière végétale.....	22
II.1 . 3. Broyage et tamisage.....	23
II.2.Essais effectués sur la matière végétale.....	24

II.2. 1. Teneurs en humidité et matière sèche.....	24
II. 2.2. Taux de la matière volatile.....	25
II.3. Extraction par microondes.....	26
II.3. 1. Détermination de rendement d'extraction.....	27
II .4 . Caractérisation des extraits et de la matière végétale.....	28
II .4 .1. Caractéristiques organoleptiques.....	28
II .4 . 2. Propriétés physico-chimique.....	29
II .4 . 2. 1. Densité relative.....	29
II .4 . 2. 2. Conductivité électrique.....	30
II .4 . 2 . 3. Mesure de pH.....	31
II .4 . 2 . 4. Indice de réfraction.....	31
II. 5 . Méthode analytique.....	32
II. 5. 1. Dosage des polyphénols.....	32
II. 5. 2. Dosage des flavonoïdes.....	33
II. 5. 3. L'activité antioxydante.....	34
II. 5 .4. Analyse par spectroscopie infrarouge à transformé de Fourier (FTIR).....	35
II. 5 . 5. Analyse thermogravimétrique ATG.....	36
II. 6. Application sur des colorants	
Chapitre III: Résultats et discussions	
III.1 . Caractérisation de la matière végétale.....	39
III. 2. Détermination du rendement d'extraction.....	41
III. 3. Caractérisation des extraits et de la matière végétale.....	42
III. 3.1. Propriétés organoleptiques.....	42
III. 3.2. Propriétés physico-chimique.....	43
III.4. Résultats des analyses.....	45
III.4. 1. Résultats du dosage des polyphénols.....	45
III.4 . 2. Résultats du dosage des flavonoïdes.....	47

III.4. 3. Résultats de l'activité antioxydante.....	49
III.4. 4. Résultats d'analyse FTIR.....	50
III.4 . 5. Résultats d'analyse ATG.....	53
III.5. Application sur colorants	
Conclusion générale et perspectives	
Résumé	
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

OMS : Organisation mondiale de santé.

g : Gramme.

mg : milligramme.

m : mètre.

° C : degré Celsius.

PAM : Plantes aromatiques et médicinales.

MV : Matière volatile.

M_v : Matière végétale.

µm : micromètre.

mL : millilitre.

H : Humidité.

MS : Matière sèche.

nm : nanomètre.

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl.

AA : activité antioxydante.

IR : Infrarouge.

FTIR : Infrarouge à transformé de Fourier

g/mol : Gramme par mole.

% : Pourcentage.

mS : millisimence.

T : Transmittance.

cm⁻¹ : centimètre.

ATG : analyse thermogravimétrique.

pHi : pH initiale.

pHf : pH finale.

s : seconde.

Liste des figures

Figure I. 1 : Le persil (*petroselinumcrispum*)

Figure I. 2 : La fleur de *petroselinumcrispum*

Figure I. 3 : Chromolithographie représentant le persil.

Figure I. 4 : La coriandre (*CoriandrumsativumL*).

Figure I. 5 : Photographie d'une fleur de coriandre.

Figure I. 6 : Chromolithographie représentant la coriandre.

Figure I. 7 : Structure du noyau phénol.

Figure I. 8 : Quelques acides phénoliques.

Figure I.9 : Structure de quelques classes de flavonoïdes.

Figure II.1 : Séchage de la M_v à l'air libre.

Figure II..2 : Séchage de la M_v à l'étuve.

Figure II..3 : Broyage et tamisage.

Figure II..4 : Les différentes étapes de l'extraction par microondes.

Figure II..5 : Evaporation du solvant.

Figure II.. 6 : Séchage de la M_v dans l'étuve.

Figure II..7 : Calcination de la matière sèche dans un four à moufle.

Figure II..8 : Mesure de la densité relative.

Figure II..9 : Conductimètre JENWAY 4510.

Figure II..10 : pH mètre HANNA.

Figure II..11 : Réfractomètre HANNA.

Figure II..12 : Spectrophotomètre JENWAY6305.

Figure II.. 13 : Dosage des polyphénols.

Figure II.. 14 : Dosage des flavonoïdes.

Figure II.. 15 : La solution de DPPH.

Figure II.. 16 : Spectromètre Perkin Elmer UATR.

Figure II.. 17 : Appareillage d'ATG.

Figure II. 18 : Préparation de la solution mère du colorant.

Figure II. 19 : Mesure de pH de colorant.

Figure III. 1 : Rendement de l'extraction de la M_V.

Figure III. 2 : Taux d'humidité , de la matière sèche de la M_V.

Figure III. 3 : Densité relative des extraits et de la M_V.

Figure III. 4 : Indice de réfraction des extraits .

Figure III. 5 : Concentration en polyphénols des extraits .

Figure III. 6 : Dosage des polyphénols.

Figure III. 7 : Concentration en flavonoïdes des extraits de coriandre et de persil.

Figure III. 8 : Dosage des flavonoïdes.

Figure III. 9 : L'activité antioxydante des extraits .

Figure III. 10 : Dosage de l'activité antioxydante des extraits.

Figure III. 11 : Spectre FTIR de l'extrait de la tige de coriandre .

Figure III. 12 : Spectre FTIR de la tige de coriandre.

Figure III. 13 : Spectre ATG de feuille de coriandre après extraction.

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Composition des feuilles et des graines de la coriandre.

Tableau I.2 : Les principales classes de composés phénoliques.

Tableau I.3 : Quelques utilisations de coriandre et de persil.

Tableau II . 1 : Propriétés du Noir Erichrome et du Bleu Noir Eriochrome

Tableau III .1 : Taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière volatil.

Tableau III.2 : Le rendement de l'extraction.

Tableau III.3 : Propriétés organoleptiques des extraits.

Tableau III.4 : pH et conductivité électrique des extraits.

Tableau III.5: Densité relative des extraits et M_V avant et après extraction.

Tableau III.6 : Indice de réfraction des extraits.

Tableau III.7 : Concentration en polyphénols des extraits.

Tableau III.8 : Concentration en flavonoïdes des extraits.

Tableau III.9 : Activité antioxydante des exdtraits.

Tableau III.10 : Fonctions chimique des extraits.

Tableau III.11 : Temps de décoloration, pH et taux d'absorption du colorant.

Introduction Générale

Introduction générale

A travers le temps, l'homme a pu compter sur la nature pour assurer ses besoins de base: nourritures, abris, vêtements et également pour ses besoins médicaux. L'utilisation thérapeutique des extraordinaires vertus des plantes pour le traitement de toutes les maladies de l'homme est très ancienne et évolue avec l'histoire de l'humanité. Actuellement, l'organisation mondiale de santé (OMS) estime qu'environ 80% des habitants de la terre ont recours aux préparations traditionnelles à base de plantes en tant que soins de santé primaire. Les plantes médicinales sont essentiellement utilisées sous deux formes : Comme un mélange complexe contenant un large spectre de constituants (infusion, des huiles essentielles et des extraits des teintures) ou pure, chimiquement définie comme des principes actifs. Les composés purs sont généralement utilisés quand les principes actifs de plantes produisent une forte et spécifique activité ou bien aient un faible indice thérapeutique. (Chaima, Imane, 2018).

L'Algérie est très connue par sa biodiversité florale : méditerranéenne, saharienne et une flore paléo-tropicale, on estime environ 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable (15%) d'espèces endémiques, ce qui donne à la pharmacopée traditionnelle une richesse inestimable.

Petroselinum crispum M. est une plante potagère et médicinale. Chaud et dessiccatif, atténuant, apéritif, détersif, diurétique et hépatique. Son principal usage est dans l'obstruction du poulmon, du foie, de la rate, des reins, de la vessie, la jaunisse, la cachexie, le calcul, la gravelle. Les feuilles de persil sont résolutes et vulnérables. Ces feuilles récentes répandues sur l'eau des étangs ou des fontaines, recréent et réjouissent les poissons malades (Hanane, sabra, 2017).

Coriandrum sativum L., est une herbe annuelle de la famille des Apiacées, est originaire de la Méditerranée et de l'Europe du Sud et de l'Est, d'Afrique du Nord et d'Asie (Barros et al., 2012). Cette plante est principalement cultivée pour ses feuilles et graines fraîches, qui sont largement utilisées pour la nourriture, les médicaments, les parfums et les cosmétiques.

Pour faire face aux produits oxydants délétères, le corps humain possède tout un arsenal de défense qualifié d'antioxydants. De plus, de nombreuses molécules d'origine naturelle (composés phénoliques, alcaloïdes, huiles essentielles,...) ou issues de synthèses organiques

Introduction générale

(Trolox, BHA, BHT,...) sont étudiées pour leurs propriétés antioxydantes et leur contribution dans la lutte contre les espèces oxydantes de l'organisme (**Benalia., 2008**).

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la préparation du projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme du master et concerne les plantes *Petroselinum crispum*M. et *Coriandrum sativum*L. Très connues par leurs potentiels thérapeutiques et leurs utilisations dans la décoration des plats et la sublimation des viandes et des légumes. Le travail consiste à extraire des composés bioactifs par une technique non conventionnelle. Une caractérisation des extraits et du substrat végétal ainsi qu'une application sur colorant est réalisée.

Le travail est reparti comme suit :

- Un premier chapitre, qui traite des généralités sur la famille des Apiacées, en particulier *Coriandrum sativum*L. et *Petroselinum crispum*M. Ce chapitre aborde également les techniques extractives, les composés phénoliques et se termine par le domaine d'application.
- Le deuxième chapitre expose le matériel et les différentes techniques d'analyses utilisées pour caractériser les extraits et la matière végétale des deux plantes étudiées.
- Le troisième chapitre, rassemble tous les résultats relatifs aux différentes expériences effectuées.

On termine ce travail par une conclusion générale et perspective.

Chapitre I :
Etude
Bibliographique

I.1. Matière végétale :**I.1. 1. La famille des Apiacées :****I.1 .1. 1.Définition :**

Les Apiacées sont la plus grande famille de l'ordre des Ombellales, qu'elles partagent avec les Araliacées (famille du Lierre) et les Cornacées (famille des Cornouillers). C'est une grande famille de 300 genres et plus de 3 000 espèces (plus de 80 genres) "surtout répandues dans l'hémisphère nord, rares sous les tropiques "Famille homogène par excellence dont les caractères constants sont : inflorescences en ombelles, fleur régulière, pentamère, à quatre verticilles alternant régulièrement et à ovaire infère ; calice très réduit, cinq étamines qui sont les premières pièces florales apparues, deux carpelles uniovulés... double akène avec graine à albumen charnu "(Khalil.E,2007). Les Apiacées sont presque toutes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces. Les ligneuses sont rares (*Bupleurum fruticosum* n'est qu'un arbrisseau)(Bahorn.T,1997).

I.1 .1. 2. Caractères botaniques généraux de la famille (Hurabielle.M,1981).

- ❖ **La tige** : Souvent cannelée et creuse (fistuleuse) par disparition de l'abondante moelle.
- ❖ **La racine** : constitue une souche pérennante chez les espèces bisannuelles ou vivaces. *Bunium bulbocastanum*, justement nommé Châtaigne de terre, forme un véritable tubercule racinaire.
- ❖ **La feuille** : "sont alternes, sans stipules, munies d'une gaine très développée et d'un limbe de forme et de découpures très variables". Elles sont le plus souvent simples. Le limbe, exceptionnellement entier chez *Bupleurum* est le plus souvent une, deux ou trois fois découpé en segments eux-mêmes de formes variées.
- ❖ **L'inflorescence** : C'est toujours une ombelle simple ou composée pourvue ou non d'involucres de bractées, presque toujours terminale. "Si les rayons sont très courts, l'ensemble tend vers un capitule. L'ombelle entière apparaît comme un organe spécialisé, comparable à une fleur unique, comme l'est aussi le capitule des Composées. Les fleurs périphériques stériles ou mâles servent d'organe d'attraction pour les insectes pollinisateurs ; les centrales peu visibles sont réservées à la reproduction".

- ❖ **la fleur :** Est ordinairement régulière et hermaphrodite (parfois un peu zygomorphe et unisexuée par avortement), toujours à quatre verticilles et à ovaire infère. - le calice est le plus souvent très rudimentaire, réduit à cinq dents, sauf chez *Eryngium* et *Astrantia*. La corolle est toujours dialypétale. Les cinq pétales ont un très court onglet et un limbe le plus souvent entier (mais parfois bifide) fréquemment enroulé du côté du centre de la fleur. "Les pétales extérieurs prennent souvent un plus grand développement, ce qui rend la fleur zygomorphe". L'androcée est constitué de cinq étamines alternipétales libres. Comme il y a le même nombre de pièces que les cycles du périanthé, on dit qu'il est isostémone. Les filets des étamines, d'abord enroulés, se déplient au cours de la floraison (l'anthèse). Les étamines sont les premiers organes de la fleur à apparaître. Il y a protandrie, ce qui facilite la fécondation croisée. Les anthères sont médifixes à déhiscence longitudinale introrse. Le gynécée infère est soudé au réceptacle floral. Il est constitué de deux carpelles soudés formant un ovaire biloculaire. "Chacune des deux loges ovariennes renferme deux ovules mais un seul arrive à maturité l'autre avorte". Les deux styles sont libres et souvent divergents. Leur base élargie qui coiffe l'ovaire "forme un double coussinet glanduleux". Cet organe nectarifère appelé stylopode est caractéristique de la fleur des Apiacées.
- ❖ **Le fruit :** Organe est indispensable à la détermination des Apiacées par l'usage des flores. La fleur et le fruit sont requis en même temps, ce qui n'est pas toujours possible, surtout au début de la floraison. Bien qu'il soit très varié dans le détail, le fruit des Apiacées a une organisation remarquablement constante. C'est un fruit simple puisqu'il provient d'une seule fleur à gynécée gamocarpique. C'est un akène puisqu'il est sec et ne s'ouvre pas à maturité. Cet akène constitué de deux méricarpes qui finalement se séparent est communément qualifié, par abus de langage, de "diakène". Ainsi en est-il des "diakènes" des gaillets ou des érables qui ont exactement la même structure et de la silicule akénoïde des lunetières (*Biscutella*).

I.1. 1. 3. Botanique et propriétés des Apiacées

La famille des Apiacées a été créée par Antoine Laurent de Jussieu en 1789 sous le nom d'Umbelliferae, puis nommée Apiacées par John Lindley en 1836, Cette vaste famille est caractérisée par les rayons de l'inflorescence disposés comme ceux d'une ombrelle. Cette famille comprend environ 300-455 genres et 3000-3750 espèces. En Algérie, selon Quezel et Santa (1962), elle est représentée par 55 genres, 130 espèces et 27 sous espèces. Les espèces présentent une distribution bipolaire (dans toutes les régions tempérées), mais la majorité

habitant l'hémisphère nord tempéré, d'autres comme la carotte sont cosmopolites. Les ombellifères ont une homogénéité morphologique si remarquable grâce à ses inflorescences en ombelles(**Hurabielle.M,1981**).

Elles sont généralement des herbes, parfois arbustes annuelles, bisannuelles ou vivaces à tiges souvent cannelées et creuses par résorption de la moelle, certaines ont une racine tuberculeuse (carottes) ou même un véritable tubercule, certaines possèdent un rhizome (angéliques), les feuilles, alternes, différemment composées ou découpées, rarement entières engainants au niveau des nœuds, les inflorescences ombellifères simples ou le plus souvent composées d'ombelles, les fleurs sont blanches ou, plus rarement, jaunâtres, verdâtres ou roses, toujours de dimensions réduites. En général actinomorphes et épigynes, les fleurs sont hermaphrodites. Le fruit est un schizocarpe à deux méricarpes cylindriques ou aplaties avec une graine à tégument très mince, un albumen charnu, huileux et un très petit embryon droit à cotylédons inégaux. Les Apiacées possèdent un système de canaux sécréteurs schizogènes dans tous les organes libérant des monoterpènes, caractérisant l'odeur de la famille. Elle contient également des oléorésines et des alcaloïdes (**Phohl-Leszkowie.Z,1999**). La famille des Apiacées renferme de nombreuses espèces économiquement importantes, certaines sont des plantes alimentaires (carotte, fenouil, céleri...), d'autres sont des condiments utilisés depuis longtemps en cuisine à cause des huiles essentielles produites par leurs canaux sécréteurs (persil, coriandre, carvi...). En phytothérapie, on leur attribue principalement des propriétés digestives (**Tabanca.N,2006**).

I. 1 . 1.4. Systématique :

La famille est très homogène et la classification qu'on en donne est basée sur les caractéristiques de l'organisation des ombelles et du fruit. Trois sous-familles peuvent être distinguées : Hydrocotyloïdées. "Ombelles simples, pas de canaux sécréteurs dans les vallécules".

Les principaux genres sont Hydrocotyle, Sanicula, Astrantia, Eryngium.

- Feniculoidées. "Ombelles composées, des bandelettes dans les vallécules, pas de côtes secondaires". Les principaux genres sont : Foeniculum, Bupleurum, Conium, Apium, Cicuta, Carum, Scandix, Angelica, Meum, Silaüs, Anethum...

- Daucoïdées. "Ombelles composées, des bandelettes dans les vallécules, des côtes secondaires". Les principaux genres sont : Daucus, Orlaya, Caucalis, Coriandrum, Cuminum, Laserpitium, Thapsia..(**Duquénois,1967**)

I . 1. 2. *Petroselinumcrispum*. M.**I. 1. 2 . 1. Origine**

*Petroselinumcrispum*M.originaire du pourtour méditerranéen, il tire son nom de deux mots grecs. Petros signifiant “rocher” et Selinon qui signifie “céleri” le persil était nommé “céleri des rochers”(Tabanca.N,2006).On le consommait déjà il y a au moins 5000 ans, les Grecs et les Romains le cultivaientau début de notre ère. Les Grecs, le vénéraient comme une plante sacrée et couronnaient lesvainqueurs des jeux isthmiques de chapelets faits de ses feuilles.Au XVIème siècle charlemagne introduisit la culture du persil en France et son usage alimentaire s’y généralisa.Aujourd’hui le persil est l’une des herbes aromatiques culinaires les plus populaires, et est cultivé sur les cinq continents. Il se récolte de mai à octobre dans l’hémisphère nord (Khalil.E,2007).



Figure I. 1 : *Petroselinumcrispum*.

I. 1. 2 . 2. Description de la plante :

Petroselinumcrispum. M. est une plante herbacée odorante de la famille des Apiacées, (Ombellifères), couramment utilisée en cuisine pour ses feuilles très divisées. C’est généralement une plante médicinale. Une plante bisannuelle de 25 à 60 cm de haut, très aromatique au froissement, à odeur caractéristique. Les tiges, striées, et les feuilles sont glabres. Les feuilles vertes luisant, sont doublement divisées surtout celle de la base, les feuilles supérieures ayant souvent seulement trois lobes étroits et allongés. Les fleurs, d’une couleur jaune verdâtre tirant sur le blanc en pleine floraison, sont groupées en composées comprenant 2 à 12 rayons, les Ombellules sont munies d’un involucelle à nombreuses bractées. La racine allongée de type pivotant est assez développée. Elle est jaunâtre, d’odeur forte et aromatique. C’est une plante à cycle de développement bisannuel (Laouer.H,2004).

Le persil à feuille plate peut être confondu avec la petite cigüe (*Aethusa cynapium*), plante toxique de la même famille. La petite cigüe ressemble beaucoup au persil par ses feuilles, mais s'en distingue par des traces rougeâtre à la base des tiges et par son odeur peu agréable (Reynaud,2002).



Figure I. 2: La fleur de *Petroselinum crispum* .M. (Préservons la Nature)

I.2 . 3. Classification systématique :

Selon Quizel et santa (Quezel.P et Santa.S,2004) :

Règne : Plantae

Sous-Règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : Petroselinum

Espèce : Petroselinum crispum.M.,1925



Figure I. 3 : Chromolithographie représentant *Petroselinum crispum* .M.(Wikimediacommons)

Cette plante est appelée en français «persil», en anglais «parsley », en allemand «Petersilie », en espagnol « Perejil » et au arabe «Maâdnous ».

I.1. 2 . 4. Répartition géographique :

Le persil est une plante alimentaire originaire de la région méditerranéenne, cultivée un peu partout, en Amérique du nord et du sud, en Inde, en Australie et en Afrique (**Lamarti.a et al.,1993**).

I. 1 .2 . 5. Constituants chimiques :

Le persil est une source intéressante de molécules bioactives. Il est riche en vitamines A, C et B9 car 100g de persil apportent respectivement l'équivalent de 893.34 μ g de vitamine A, 190mg de vitamine C et 197 μ g de vitamine B9. Il est également source des autres vitamines B1, B2, B5, E.....etc. (**Farzaei.MH et al,2013**). Il est à noter que 100g de persil contient:3g de protéines, 0.843g de lipides, 4.54g de glucides, 4.30g de fibres. Le persil est riche en fer, en manganèse, et en potassium car 100g apportent respectivement l'équivalent : 4.32g en fer, 0.948g en manganèse et 795mg en potassium.

I. 1. 2 . 6. Usages et propriétés thérapeutiques :

Depuis l'antiquité le persil est considéré comme une plante aromatique et médicinale. Il est employé comme aromate dans les préparations culinaires, servant principalement comme correcteur de goût dans l'industrie agro-alimentaire :

- Les huiles végétales dans le noyau de persil sont utilisées pour produire des parfums et savons ou des crèmes parfumées.
- Le persil sert à aromatiser les viandes, les sauces, les salades, les poissons et les fromages (**Wichtel.M et Auton.R,1999**).

- Il est employé pour son effet diurétique, spasmolytique, ocytocique et apéritif. C'est un remède populaire dans les troubles digestifs, menstruels. Il s'utilise également contre les poux et les taches de rousseurs en usage externe (**Sipa05, 2005**) (**Baba Aissa.F,1999**).
- Le persil, et le basilic font partie des sept plantes aromatiques qui ont été employées comme engrais vert pour la suppression du panic pied-de-coq (panic des marais) et certaines mauvaises herbes à feuilles larges dans le maïs et, de ce fait, ils permettent de réduire au minimum l'usage des herbicides (**Ziyyat.A et al,2002**).
- L'extrait du persil a un effet protecteur comparable à la Glibornuride (anti-diabétique) contre l'hépatotoxicité causée par le diabète (**Ozsoy-sacan.O et al,2006**).
- De nombreuses maladies cardio-vasculaires telles que l'hypertension artérielle sont associées à une augmentation de l'activité des plaquettes sanguines. L'extrait du persil inhibe in vitro et ex-vivo l'agrégation plaquettaire, et prolonge le temps de saignement chez le rat in vivo après le traitement par voie orale, ce qui représente une approche prometteuse pour la prévention nutritionnelle des complications cardio-vasculaires (**Gad.D et al 2006**).
- Les graines de persil pouvaient être l'un des multiples constituants de la thériaque de lapharmacopée maritime occidentale au XVIIIe siècle (**Maistral, 1986**).
- Le persil possédait aussi une action anticellulite, en favorisant la diminution des réserves de graisse accumulées dans l'organisme.
- Le persil limiterait le risque de cancer, en aidant quotidiennement le corps à se débarrasser de ses toxines (**ANSM,2012**.)

I. 1 . 3. *Coriandrum sativum* L.:

La *Coriandrum sativum* L. est une plante herbacée annuelle de la famille des Apiacées (**Blade., 2008**). 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. La *Coriandrum sativum* L., est une ombellifère annuelle, glabre et luisante (figure I . 4). Les feuilles sont généralement utilisées fraîches en accompagnement ou comme condiment. Les fruits secs, souvent confondus avec des graines, sont utilisés comme épice. Les huiles essentielles utilisées en aromathérapie, dans l'industrie alimentaire pour son arôme et comme agent de senteur en parfumerie, dans les cosmétiques ou les produits sanitaires. (**Diederichsen., 1994**).



Figure I. 4 : *Coriandrum sativum* L. (Diederichsen., 1994).

Elle atteint généralement une hauteur de 20-60 cm, mais peut aussi aller jusqu'à 1.40m (Blade., 2008). Les feuilles inférieures peu nombreuses ressemblent à celle de l'anis et du persil. Les feuilles supérieures découpées en lanières étroites font rappeler celles du carvi (Figure I . 5). Elle est dotée de petites fleurs blanches, roses ou lavandes, de feuilles vertes et dentelées, de graines et enfin de fruits (Ghedira et Goetz., 2015).



Figure I. 5 : Les fleurs de *Coriandrum sativum* L.(INPN)

Les fruits possèdent une forme sphérique très régulière de 2 à 5mm de diamètre et sont d'une couleur jaune à brun clair. Le contenu des fruits en huile volatile, sous forme oxygénée, est de 0.4 à 1%. Cette huile se compose de 60-70% de coriandrol, géraniol, bornéol d-alpha-et d-betapinen, et 20% d'huile grasse non volatile, jusqu'à 17% de protéines et 26-30% de fibres végétales. Le genre *Coriandrum* se compose seulement des deux espèces : l'espèce sauvage, la *Coriandrum tordylium*, est très similaire à la plante cultivée. Elle est décrite pour le sud-est de l'Anatolie et le nord du Liban, la plante cultivée est estimée être originaire du Proche-Orient,

d'Asiaminor et de l'est de la Méditerranée. La coriandre présente des similitudes morphologiques et une proximité taxinomique avec les espèces du genre *Bifora* (**Diederichsen A., 1996**).

I. 1. 3. 1. Origine et aspects historiques

L'origine de la coriandre est incertaine. Elle pousse à l'état sauvage dans une vaste zone au Proche-Orient et dans le Sud de l'Europe. Le plus ancien témoignage de l'utilisation des fruits est un papyrus daté de 1550 av. J-C. listant des plantes médicinales (**Diederichsen, 1996**). Environ un demi-litre de méricarpes a été retrouvé dans le tombeau de Toutankhamon, et leur présence est courante dans d'autres sépultures de l'Égypte antique à cette époque. La coriandre n'existant pas à l'état sauvage en Égypte, (**Zohary et Hopf., 2000**) interprète cette découverte comme une preuve que la coriandre était cultivée. La coriandre semble avoir été cultivée dans la Grèce antique au moins depuis le II^{ème} millénaire av. J.-C. Une des tablettes retrouvées à Pylos fait référence à la coriandre comme étant cultivée pour la fabrication de parfums, et elle aurait été utilisée sous forme d'épice pour ses graines, et sous forme de saveur pour ses feuilles (**Chadwick, 1976 ; Blade, 2008**).

I. 1. 3. 2. Botanique :

La Coriandre est une plante herbacée annuelle élancée, ramifiée, mesurant généralement en floraison de 30 à 60 cm (**Blade, 2008**) mais pouvant atteindre 1.40m de hauteur (**Diederichsen, 1996**), à tiges grêles portant des feuilles glabres, luisantes, divisées en segments ovales, cunéiformes, dentées pour les feuilles inférieures et bi ou tripennatiséquées pour les feuilles supérieures (**Wichtl et Anton, 2003 ; Blade, 2008 ; Bruneton, 2009 ; Ghedira et Goetz, 2015**). C'est une Apiaceae (Ombellifères) typique, caractérisée par des involucrelles et des fleurs, de petite taille, blanches, disposées en ombelles composées de 3 à 8 rayons et qui sont de type 5. Les pétales échancrés et orientés vers l'extérieur sont souvent plus grands (**Ghedira et Goetz, 2015**).

Le feuillage et la tige sont vert ou vert clair tirant parfois sur le rouge ou le violet pendant la floraison (notamment les faces inférieures des feuilles). L'inflorescence, blanche ou rose-mauve très pâle, est typique des Apiacées (Ombellifères) (**Blade, 2008 ; Ghedira et Goetz, 2015**): petites fleurs pentamères disposées en ombelles composées. L'odeur de la plante est souvent décrite comme fétide, (**Coste, 1937**), surtout en floraison ou début de fructification.



Figure I. 6 : Chromolithographie représentant *Coriandrum sativum* L. (Myrtea Formation)

Nom commun : Coriandre

Nom latin : *Coriandrum sativum* L.

Origine : Asie occidentale, Bassin méditerranéen, Proche orient.

Période de floraison : juin, juillet Aout

Hauteur : 30 à 60 cm

Type de plante : Aromatique

Type de végétation : Annuelle

Type de feuillage : Persistant

Nom vernaculaires : Coriander (Anglais), kezborra (Arabe).

I. 1. 3. 3. Classification systématique :

La coriandre (*Coriandrum sativum* L.) appartient à la famille des Apiacées et au genre de *Coriandrum*. D'après (Peter et al., 2006), la coriandre est classée comme suit :

- Règne : plantae
- Embranchement: Spermaphytæ (phanérogame)
- Sous-embranchement: Angiospermae
- Classe: Dicotylédone
- Sous-classe: Rosidae
- Ordre: Apiales
- Famille: Apiaceae

- Genre: Coriandrum
- Espèce: Sativum

I. 1. 3. 4. Composition nutritionnelles et phytochimiques :

La coriandre possède une valeur nutritionnelle très importante et contient de nombreux nutriments et minéraux (Tableau I.1).

Tableau I. 1: Composition des feuilles et des graines de la coriandre (USDA, 2013).

Nutriments (g/100g)	Feuille	Graine
Eau (g)	7.30	8.86
Energie (Kcal)	279.00	298.00
Protéine (g)	21.93	12.37
Matière grasses (g)	4.78	17.77
Fibre (g)	10.40	41.90
Calcium (mg)	1246.00	709.00
Fer (mg)	42.46	16.32
Magnésium (mg)	694.00	330.00
Phosphores (mg)	481.00	409.00
Potassium (mg)	4466.00	1267.00
Sodium (mg)	211.00	35.00
Zinc (mg)	4.72	4.70
Acide ascorbique (mg)	566.70	21.00
Thiamine (mg)	1.25	0.24
Riboflavine (mg)	1.50	0.29
Niacine (mg)	10.71	2.13
Vitamine B12 (Ug)	0.00	0.00
Vitamine A(Ug)	293.00	0.00
Vitamine D(D2+D3)(Ug)	0.12	0.99
Acides gras totaux saturés (g)	2.23	13.58
Acides gras totaux mono-insaturés (g)	0.33	1.75
Acides gras totaux polyinsaturés (g)	0.00	0.00
Cholestérol (mg)		

I. 1. 3. 5. Effets thérapeutiques

La coriandre a de nombreux effets thérapeutiques tels que l'effet anti-stress oxydatif, anticancer du côlon, anti-diabète, antibactérien spécialement son l'huile essentielle qui inhibe une large spectre de micro-organismes dont l'efficacité en tant qu'agent antibactérien est prouvée, antiaffections neurodégénératives en augmentant le taux de glutathion au niveau de

l'hippocampe, anti-cholestérol en diminuant les taux de cholestérol total, de cholestérol-LDL et de triglycérides, et en augmentant les taux de cholestérol-HDL (Sahib et al, 2012).

I . 2. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques (Figure I 7) ou les polyphénols sont des métabolites secondaires largement répandues dans le règne végétal se trouvant dans tous les fruits et les légumes. Ces composés sont présents dans toutes les parties des plantes mais avec une répartition quantitative qui varie entre les différents tissus.

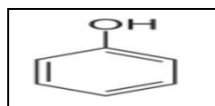


Figure I. 7 : Structure du noyau phénol. (Sarni-Manchado et Cheynier., 2006)

Plus de 8000 structures ont été identifiées allant de simples molécules comme les acides phénoliques à des substances hautement polymérisées comme les tanins (Sami.M , 2006). Les polyphénols forment un vaste ensemble de substances difficiles à définir simplement. L'élément structurel fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction, éther, ester, hétéroside (Tableau I 2) (Brunton.J , 1987) .

Tableau I. 2 : Les principales classes de composés phénoliques.(Brontun.J , 1933)

Squelette carboné	Classe
C	Phénols simples
C ₆ – C ₁	Acides hydroxybenzoïques
C ₆ – C ₃	Acides hydroxycinnamiques Coumarines vigne
C ₆ – C ₄	Naphtoquinones
C ₆ – C ₂ – C ₆	Stilbénes
C ₆ – C ₃ – C ₆	Flavonoïdes Flavonols Anthocyanes Flavanols Flavanones Isoflavonoïdes
(C ₆ – C ₃) ₂	Lingnanes
(C ₆ – C ₃) n	Lingnines
(C ₁₅) n	Tannins

I . 2 . 1. Principales classes des composés phénoliques :

I . 2 . 1 . 1. Polyphénols simples :

a) Acides phénoliques

On distingue deux classes d'acides phénoliques:les dérivés de l'acide benzoïque ou hydroxybenzoïques et les dérivés de l'acide cinnamique ou hydroxycinnamique(S.Achat, 2013) :

➤ Acides hydroxybenzoïques(N.Zeghad , 2009)

- Ont une structure générale de base de type (C₆-C₁) ;
- Existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides ;
- Les acides hydroxybenzoïques les plus abondants sont: acide vanillique,gallique,syringique,salicylique et gentisique.

•

➤ Acide hydroxycinnamique(N.Zeghad , 2009)

- Ont une structure générale de base de type (C₆-C₃) ;
- Existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques ;
- Les principaux acides hydroxycinnamique sont : Acide sinapique, caféique, férulique.

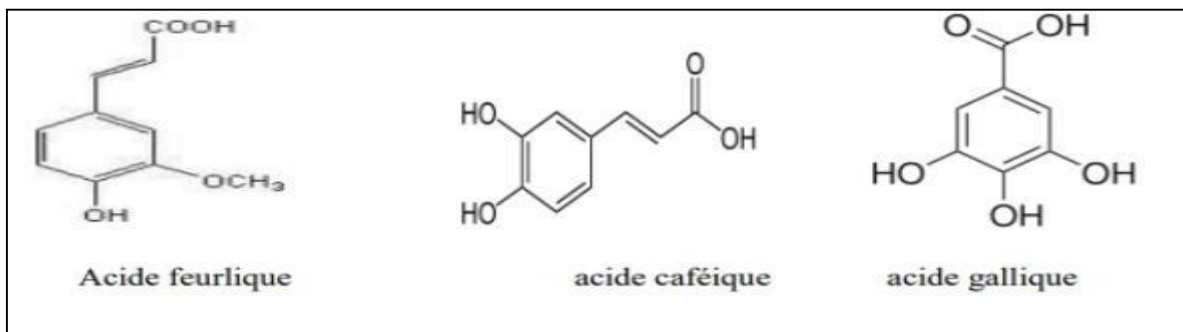


Figure I. 8 : Quelques acides phénoliques (Ribereau., 1968).

b) Flavonoïde :

Les flavonoïdes sont des molécules très répandues dans le règne végétal. Ils font partie de la classe des Polyphénols, principaux métabolites secondaires des plantes. Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et, de ce fait, présentent le même élément structural de base (sauf exceptions : chalcones, aurones, isoflavones), à savoir quinze atomes de carbone

constitués de deux cycles en C₆ (A et B) reliés par une chaîne en C₃ (noyau 2-phényl-1-benzopyrane) (L.Chebil , 2006).

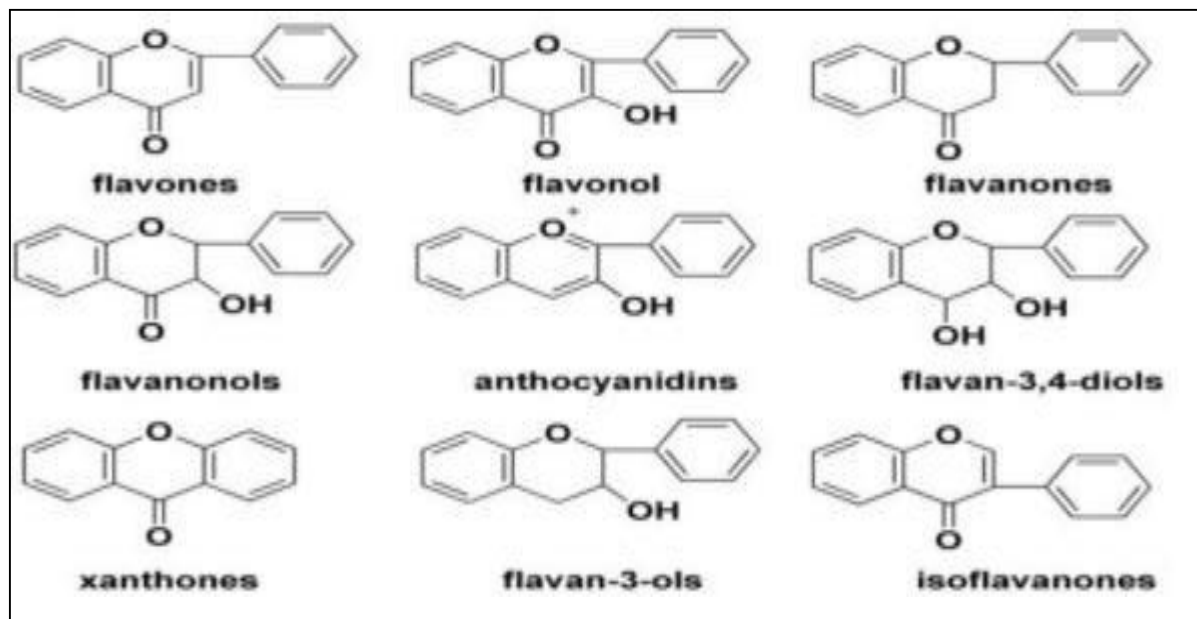


Figure 1.9 : Structure de quelques classes de flavonoïdes (Medic et al, 2004).

c) Alcools phénoliques :

Un alcool phénolique est un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique. Le tyrosol et hydroxytyrosol sont les principales molécules de cette classe. (S. Achat , 2013).

I . 2 . 1 . 2. Polyphénols complexes (tanins) :

Les tanins représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles. Historiquement, le terme « tanin » regroupe des composés polyphénoliques caractérisés par leurs propriétés de combinaison aux protéines, d'où leur capacité à tanner le cuir. Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes, tanins hydrolysables et tanins condensés (S.Achat , 2013).

I . 2 . 2. Biosynthèse des composés phénoliques :

I . 2.2 .1. La voie de Shikimate

C'est souvent la voie de biosynthèse des composés aromatiques, elle joue un rôle critique pour contrôler le métabolisme de la voie de phénylpropanoïde (Yao . K et al., 2008).

I . 2. 2 .2. La voie des phénylpropanoïdes

La voie de phénylpropanoïde commence par la phénylalanine (Phe) qui fournit en plus des principaux acides phénoliques simples, coumarines, isoflavonoïdes, flavonoïdes, acide salicylique, des précurseurs de lignine, qui est quantitativement le second biopolymère le plus important après la cellulose.

I . 2. 3. Rôles et propriétés des composés phénoliques :**I . 2. 3 .1. Chez les végétaux**

Les composés phénoliques peuvent intervenir dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...etc), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique; soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux; dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par la transformation(**Fleuriet . A *et al.*, 2005**).

I . 2. 3 .2. Chez les humains

Le rôle des composés phénoliques est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes. Spécifiquement, on attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : veinotonique, antitumorale, anti-radicalaire, anti-inflammatoire, analgésique, antiallergique, antispasmodique, antibactérienne, hépatoprotectrice, estrogénique. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires (**Kim.J *et al.*, 2009**).

I . 3. Techniques extractives :

Les procédés d'extraction des composés bioactifs peut être décrite comme étant un phénomène de transfert de masse où les solides solubles, contenus dans les structures végétales, migrent dans le solvant jusqu'à l'équilibre. Il existe plusieurs méthodes d'extraction des composés phénoliques des écorces d'agrumes comme l'extraction conventionnelle par solvant(**Manthey & Grohmann, 1996 ; Jeong *et al.*, 2004; Anagnostopoulou *et al.*, 2006 ; Li *et al.*, 2006a; Ziaur-Rehman, 2006 ; Xu *et al.*, 2007**), l'extraction par eau chaude (**Xu *et al.*, 2008**), l'extraction assistée par enzymes (**Li *et al.*, 2006b**) et l'extraction par fluide supercritique (**Giannuzzo *et al.*, 2003**). La méthode d'extraction conventionnelle par solvant peut causer la dégradation des composés phénoliques à cause des températures élevées et de la durée d'extraction. De nouvelles techniques combinant l'extraction conventionnelle avec

d'autres facteurs accélérant l'extraction (extraction par micro-ondes, extraction par ultrasons, extraction sous haute pression hydrostatique, extraction par fluide supercritique ou par eau sous critique) (Chemat *et al.*, 2009 ; Rawson *et al.*, 2011) sont utilisées pour pallier cette dégradation. Certains auteurs suggèrent l'utilisation d'approches combinées, appliquées de manière séquentielle telles que la technologie de chute de pression instantanée contrôlée et l'extraction assistée par ultrasons (DIC-UAE) ou de manière simultanée (extraction enzymatique assistée par ultrasons, extraction par fluide supercritique assistée par ultrasons, extraction assistée par micro-ondes et ultrasons) pour intensifier l'opération d'extraction et améliorer le rendement d'extraction.

I. 3. 1. Techniques d'extraction conventionnelle :

Ces techniques sont nombreuses : la décoction (ou infusion), la macération, l'hydrodistillation, l'entraînement à la vapeur, la distillation, l'extraction par solvant, ...etc.

I. 3. 2. Techniques d'extraction non conventionnelle :

I. 3. 2. 1. Extraction assistée par ultrasons (EAU)

L'extraction assistée par ultrasons est une technologie émergente utilisée pour l'extraction des composés naturels. L'utilisation des ultrasons permet d'effectuer des extractions en quelques minutes avec une reproductibilité élevée, ce qui simplifie l'opération et donne une plus grande pureté au produit final (Chemat *et al.*, 2011). Les ultrasons interagissent avec le matériel végétal et modifient ses propriétés physiques et chimiques. Un effet de cavitation est créé, ce qui facilite la libération des composés extractibles et améliore le transfert de matière en perturbant les parois cellulaires des plantes (Chemat *et al.*, 2011). De plus, l'optimisation des paramètres d'extraction assistée par ultrasons tels que la fréquence, la puissance des ultrasons, le temps d'extraction ainsi que la distribution d'ondes ultrasonores permet aussi d'augmenter le rendement d'extraction (Wang & Weller, 2006).

I. 3. 2. 2. Extraction assistée par micro-ondes (EAM)

L'extraction assistée par micro-ondes est un processus par lequel l'énergie micro-onde accélère l'extraction. Ce traitement accélère la rupture des cellules en provoquant une augmentation rapide de la température et de la pression interne dans les parois des cellules végétales (Inoue *et al.*, 2010; Jawad & Langrish, 2012). Au cours du traitement par micro-ondes, le chauffage provoque la rupture des liaisons hydrogène faibles par la rotation dipolaire des molécules. Une quantité considérable de pression s'accumule à l'intérieur de la matière végétal, qui modifie les propriétés physiques des tissus biologiques et améliore la porosité de la matrice biologique. Ceci permet une meilleure pénétration du solvant

d'extraction à travers la matrice (Kratchanova *et al.*, 2004 ; Yeoh *et al.*, 2008) et facilite l'extraction des composés entre autre les composés phénoliques (Mandal *et al.*, 2007). Les principaux paramètres de l'extraction assistée par micro-ondes sont : le type de solvant, la puissance micro-ondes et le temps d'extraction.

I . 3.2 . 3. Extraction par fluide pressurisé (EFP)

L'extraction par fluide pressurisé (EFP) a été largement appliquée pour l'extraction des flavonoïdes. En général, l'application de hautes températures et pressions entraîne une augmentation de la vitesse d'extraction et de la diffusivité du solvant dans la matrice biologique (Routray&Orsat, 2012). Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que lors de l'extraction EFP, les poches d'air présentes dans les tissus des fruits sont partiellement remplies de liquide. Lorsque la pression est évacuée, l'air occlus dans les pores sort, ce qui provoque des dommages de la membrane cellulaire des plantes (Ignat *et al.*, 2011). EFP peut également provoquer une déportation des groupes chargés et la rupture des ponts salins et des liaisons hydrophobes, ce qui entraîne des changements de conformation et la dénaturation des protéines. Cela rend les membranes cellulaires de moins en moins sélectives, ce qui rend les composés plus accessibles à une extraction jusqu'à l'équilibre (Corrales *et al.*, 2009; Prasad *et al.*, 2010). L'extraction par fluide pressurisé implique une moindre utilisation du solvant, une faible dégradation oxydative des flavonoïdes (absence d'oxygène et à l'abri de la lumière)(Wang & Weller, 2006, Raynie, 2006; Stalikas, 2007). Par contre, l'utilisation de températures d'extraction élevées peut entraîner la dégradation des composés thermolabiles (Chemat *et al.*, 2011).

I . 3. 2 . 4. Extraction par CO₂ supercritique :

La technique du CO₂ supercritique utilise du gaz carbonique (CO₂), qui dans certaines conditions de pressions et de température, se comporte comme un solvant. Elle permet de travailler à une température modérée (à partir de 31° C), ce qui ne dénature pas les qualités organoleptiques et les principes actifs de l'extrait obtenu. Cette technique permet d'autre part d'obtenir des extraits exempts de tous résidus de solvant d'extraction.

I . 3. 3. Facteurs influençant les performances de l'extraction :

I . 3. 3 . 1. Taille des particules :

Généralement l'effet du broyage est positif sur les opérations d'extraction. Le broyage du solide permet d'intensifier les phénomènes de transfert du solvant à travers l'augmentation de

la surface spécifique (surface d'échange entre le solvant et le solide) mais également la réduction de la distance de pénétration dans le matériel. (Amara Bahati ,2015)

I . 3.3 . 2. La nature du solvant :

Un solvant est, par définition, une substance qui a le pouvoir de former avec d'autres substances une solution homogène (Gerin, 2002). Un solvant d'extraction est choisi en fonction de ses propriétés physiques, de la nature des substances à dissoudre et de ses caractéristiques économiques et son prix de revient. Les solvants organiques de polarité faible ou nulle ne dissolvent pas les substances dont la structure comporte surtout des chaînes ou groupements hydrophobes. Certains solvants par mélange avec des proportions variables d'eau agissent comme des agents tantôt hydrophobes (éthanol absolu, éthanol à 95°) tantôt hydrophiles (éthanol à bas degré)(Amara Bahati,2015).

I . 3. 3. 3. La température :

Il est difficile de cerner de façon simple l'influence de la température sur l'extraction. Dans la plupart des cas, les gammes élevées de température sont favorables au rendement d'extraction et ceci pour quatre principales raisons :

- La chaleur facilite l'extraction en perméabilisant les parois cellulaires par dénaturation,
- La gamme des hautes températures usuelles, augmente la solubilité des matières à extraire,
- Elle augmente les coefficients de diffusion,
- Enfin, elle diminue la viscosité des solvants d'extraction, ce qui facilite non seulement le passage du solvant à travers la masse de substrat solide, mais aussi les opérations ultérieures de séparation.

La limite supérieure de la température est imposée par le point d'ébullition du solvant, par les risques de dégradation thermique du soluté et les risques d'extraire des composés nuisibles (Ben amor,2008).

I . 3. 3 . 4. Temps d'extraction :

Les quantités de substances extraites sont fonction du temps de séjour du matériel au sein du solvant (temps nécessaire à la pénétration du solvant à l'intérieur des vacuoles, dissolution du composé etc.). Généralement, une élévation de la température traduisant l'agitation moléculaire permet de diminuer les temps de contact et ce, sans diminution notable du rendement (Ben amor,2008).

I . 3. 3 . 5.L’agitation :

L’agitation mécanique des particules dans le solvant permet leur maintien en suspension et l’homogénéisation du milieu. Dans le cas de l’extraction aqueuse, l’agitation permet de réduire la résistance au transfert de solutés au niveau de l’interface solide liquide (couche limite) et d’augmenter le coefficient de transfert (**Ben amor,2008**).

I . 4. Domaine d’utilisation:

La coriandre et du persil sont utilisés dans différents domaines (pharmaceutique, parfumerie, cosmétique et agroalimentaire) grâce à leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes (**Michel .T, 2011**). Ainsi, ces plantes renferment un nombre très élevé de composés chimiques (huile essentielle, flavonoïdes, quinone, vitamine, saponines, caroténoïdes, terpènes, polyphénols, alcaloïdes, etc.) qui possèdent des propriétés physico-chimiques très variées et ont des activités biologiques différentes (antimicrobienne, antioxydants, antivirale, ...etc)(**Ouraini .D et al.,2007**).

Tableau I. 3 : Quelques utilisations de la coriandre et du persil.

<i>Coriandrum sativum</i> L.	<i>Petroselinum crispum</i> M.
Utilisée pour leurs effets thérapeutiques : l'effet anti-stress oxydatif, anti cancer, anti-diabète,antibactérien,anticholestérol(Sahib et al, 2012).Les feuilles sont généralement utilisées fraîches en accompagnement ou comme condiment, les graines, comme épice.Les huiles essentielles sontutilisées, dans l'industrie alimentaire pour son arôme et comme agent de senteur en parfumerie, dans les cosmétiques ou les produits sanitaires.	Utilisée pour aromatiser les viandes, les sauces, les salades, les poissons et les fromages. Leurs essences sont utilisées dans la préparation d’infusion et sous forme de préparation galénique.Ses composants actifs sont utilisés dans les médicaments absorbés par voie orale, pour masquer leurs odeurs désagréables.Utilisée en cosmétologie et parfumerie dans des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène...etc.

Chapitre II :

Matériels et Méthodes

Matériel et méthodes :**II . 2. Matière végétale :**

La matière végétale a été achetée en Mars 2023, pour la coriandre au niveau de Boumerdes (wilaya de Boumerdes) et pour le persil au niveau de Réguaia (wilaya d'Alger).

II . 2. 1. Préparation de la matière végétale :

Au laboratoire, les feuilles et les tiges sont séparées et triées les unes par rapport aux autres puis lavées ainsi que les graines avec de l'eau distillée pour se débarrasser de toute impureté.

II . 2. 2. Séchage de la matière végétale :

Le séchage à l'air libre (méthode ancestrale utilisée jusqu'à maintenant) consiste à étaler en plein air le produit à sécher. Mais, cette méthode exige une grande surface, un temps de séchage plus long et le manque de capacité à contrôler l'opération de séchage (**Aliyu, 2017; Inci et Dursun, 2004**). Il y a aussi le séchage à l'étuve, où l'air chauffé est mis en contact avec le produit pour faciliter le transfert de chaleur et de masse : le transfert de l'eau à la surface du matériau et l'élimination de la vapeur d'eau de la surface (**Bouraout et al., 1994 ; Yongsawatdigul et Gunasekaran, 1996 ; Feng et Tang, 1998 ; Maskan, 2000 ; Gowen, 2008**). Dans ce travail, on a eu recours aux deux méthodes : les feuilles et les tiges de la coriandre ainsi que les feuilles du persil ont été étalées en plein air pendant deux jours puis mis dans l'étuve.



Figure II. 1 : Séchage de la M_v à l'air libre : (a) Feuille de persil,(b) Tige de coriandre et(c) Feuille de coriandre.

Après le séchage à l'air libre, les feuilles et les tiges de coriandre ainsi que les feuilles du persil sont mis dans l'étuve à une température de 65° C pendant 24 heures.



Figure II. 2 : Séchage de la M_v dans l'étuve .

II . 2. 3 . Broyage et tamisage :

Après séchage, la matière végétale (M_V) est broyée à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre ainsi obtenue est tamisée, les particules dont le diamètre est inférieur à $850\mu\text{m}$, ont été récupérées. La poudre obtenue est fine et homogène.

Après broyage et tamisage, la poudre obtenue est conservée dans des boîtes en verre hermétiquement scellées, à l'abri de la lumière et de l'humidité pour des analyses ultérieures.



Figure II. 3 : Broyage et tamisage de la matière végétale.

II . 2. Essais effectués sur le matériel végétal :**II . 2. 1. Teneurs en humidité et en matière sèche :**

La teneur en humidité (H) est la masse d'eau contenue dans la M_V . Après élimination de toute cette eau (dessiccation), les substances qui subsistent représentent la teneur en matière sèche (MS). La manipulation a été réalisée au sein de laboratoire pédagogique appartenant au département de Chimie (Faculté des Sciences UMBB).

Mode opératoire :

- Peser un creuset vide et noter sa masse.
- Mettre une masse de M_V dans le creuset et noter sa masse.
- Mettre le creuset dans l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
- Mettre le creuset dans un dessiccateur jusqu'au refroidissement.
- Peser la masse du creuset après séchage et refroidissement et noter sa masse.

Le taux de matière sèche est calculé selon la formule suivante :

$$\text{MS (\%)} = [(m_s - m_v) / (m_r - m_v)] * 100$$

Avec ;

m_s : masse du creuset après séchage et refroidissement (g).

m_v : masse du creuset vide (g).

m_r : masse de creuset remplie de matière végétale (g).

Le teneur en humidité est calculé comme suit:

$$\text{H (\%)} = 100 - \text{MS (\%)}$$



Figure II. 6 : Séchage de la M_v dans l'étuve.

II . 2. 2. Taux de la matière volatile :

Le taux de matière volatile (MV) est déterminé en exposant la M_v à des températures très élevées pour l'élimination des composés volatils.

Mode opératoire :

- Reprendre les creusets après séchage à l'étuve.
- Faites chauffer le four à moufle à 550° C.
- Placer le creuset dans le four à moufle à 550 ° C pendant 2 heures.
- Après calcination, placer le creuset dans un dessiccateur jusqu'à refroidissement.

- Peser le creuset et noter sa masse.

Le taux de MV est calculé selon la formule suivante :

$$MV(\%) = (m_c - m_v / m_s - m_v) * 100$$

Avec:

ms : la masse du creuset après séchage et refroidissement (g).

mv : la masse du creuset vide (g).

mc : la masse du creuset après calcination (g).



Figure II.5 . 2 : Calcination de la matière sèche dans le four à moufle.

II .3. Extraction par microondes :

Principe

Le phénomène fondamental responsable du chauffage microondes (appelé aussi chauffage par hystérésis diélectrique) est la dégradation par dissipation d'une partie de l'énergie transportée par l'onde électromagnétique. Un matériau diélectrique est un isolant donc un mauvais conducteur d'électricité. Il s'échauffe du fait de la polarisation et de la rotation de ses dipôles, puis de leur relaxation lorsqu'ils sont soumis à des champs électriques alternatifs. Le dégagement de chaleur résultant diffère fondamentalement du chauffage par effet Joule qui est provoqué par des frictions internes entre les électrons et les molécules. De plus, contrairement au chauffage classique, il a lieu dans le volume, d'où son appellation de chauffage volumique (Singh et Heldman, 2001).

Mode opératoire :

- Peser à l'aide d'une balance analytique, une masse de 6 g de M_v .
- Mettre la masse pesée dans un erlenmeyer et ajouter 100 mL d'eau distillée.
- Mettre le mélange dans un four microondes domestique (Samsung ME37A) à une puissance de 450W pendant 2 minutes et 50 secondes (C.O conditions opératoire déterminés lors des essais préliminaires).
- A la fin de l'extraction, plonger le mélange dans un bain glacé.
- Filtrer le mélange à l'aide d'un papier Whatman n° 2.
- Conserver le filtrat dans des tubes fermés hermétiquement pour analyse.

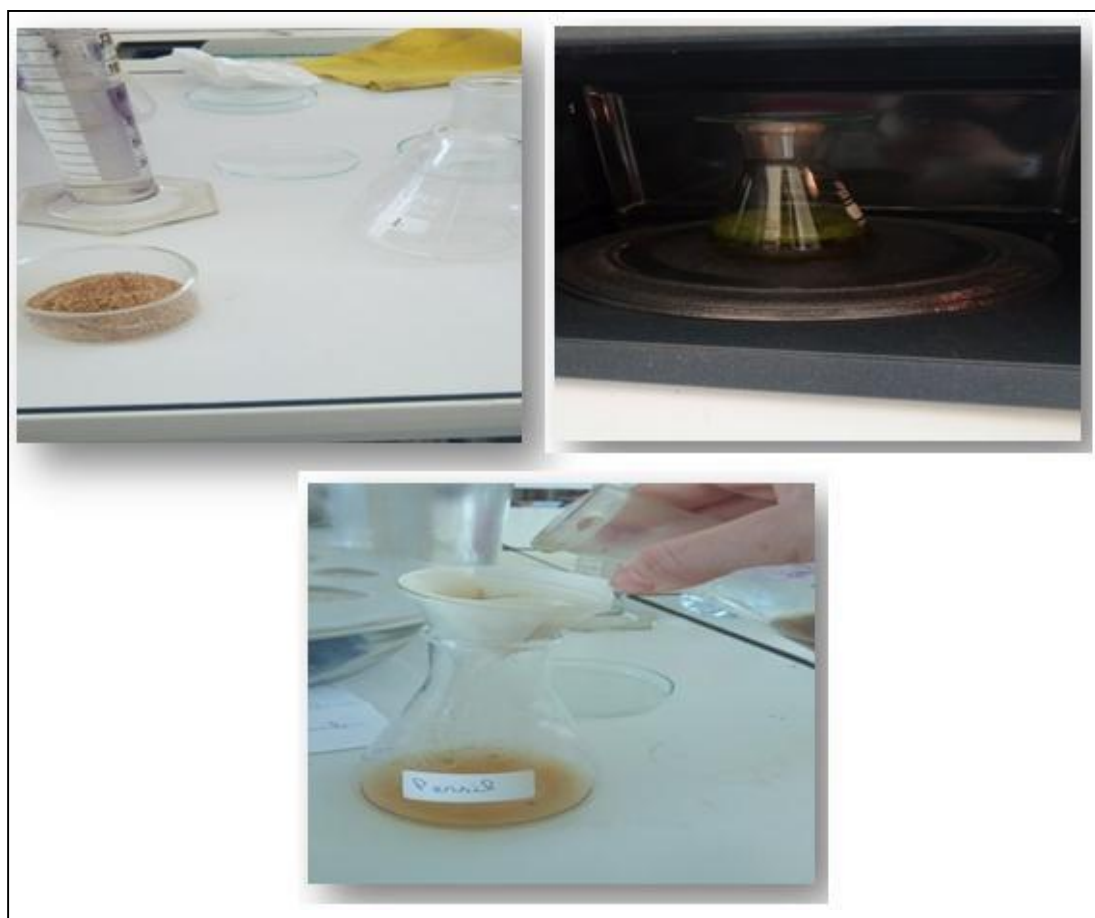


Figure II. 4 : Les différentes étapes de l'extraction par microondes.

II .3. 1. Détermination du rendement d'extraction :

Le rendement d'extraction est le rapport entre la masse de l'extrait et la masse de la M_v sèche utilisée. Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$R (\%) = (m_{\text{extrait}} / m_{M_v \text{ sèche}}) * 100.$$

Avec :

m_{extrait} : masse de l'extrait sec en gramme (g).

$m_{M_v \text{ sèche}}$: masse de la M_v sèche utilisée (g).

Mode opératoire :

- Peser à l'aide d'une balance analytique, une masse de 6 g de M_v .
- Peser la masse de l'erenmeyer vide.
- Mettre la masse pesée dans l'erenmeyer et ajouter 100 mL d'eau distillée.
- Mettre le mélange dans un four microondes domestique (Samsung ME37A) à une puissance de 450 W pendant 2 minutes et 50 secondes.
- A la fin de l'extraction, plonger le mélange dans un bain glacé.
- Filtrer le mélange à l'aide d'un papier Whatman n° 2.
- Après filtration, mettre l'erenmeyer dans l'étuve jusqu'à évaporation du solvant.
- Peser à nouveau l'erenmeyer et noter la masse.



Figure II.5 :Evaporation du solvant.

II .4. Caractérisation des extraits et de la matière végétale :

II .4. 1. Caractéristiques organoleptiques :

Les différentes caractéristiques organoleptiques (aspect, odeur, couleur) des extraits sont évaluées.

Mode opératoire :

- Dans des tubes à essais propres, introduire une quantité de l'extrait à l'aide d'une pipette graduée.
- Noter l'aspect, l'odeur et la couleur de chaque échantillon.

II .4. 2. Propriétés physico-chimiques :

Les propriétés physico-chimiques de l'extrait et de M_V ont été déterminées au niveau du laboratoire pédagogique appartenant au département de chimie Faculté des sciences UMBB.

II .4.2 . 1.Densité relative :

La densité relative (d) est le rapport entre la masse d'un volume donné et la masse d'un volume égale d'eau distillée à la même température. Le principe consiste à effectuer des pesées successives de volume égal de l'échantillon considéré et de l'eau à l'aide d'une balance analytique à température ambiante (**Wolff J. P, 1968**).

La densité relative est donnée par la formule suivante :

$$d = (m_1 - m_0) / (m - m_0)$$

Avec:

m_0 :masse de l'éprouvette vide (g).

m : masse de l'éprouvette remplie d'un volume d'eau (g).

m_1 : masse de l'éprouvette remplie d'un même volume de l'échantillon (g).

Mode opératoire :

- Peser une éprouvette graduée vide soigneusement nettoyée et séchée à l'aide d'une balance.
- Remplir l'éprouvette graduée avec un volume d'eau distillée puis la peser.
- Vider, nettoyer et bien sécher l'éprouvette graduée.
- Remplir l'éprouvette graduée avec le même volume d'échantillon puis la peser.

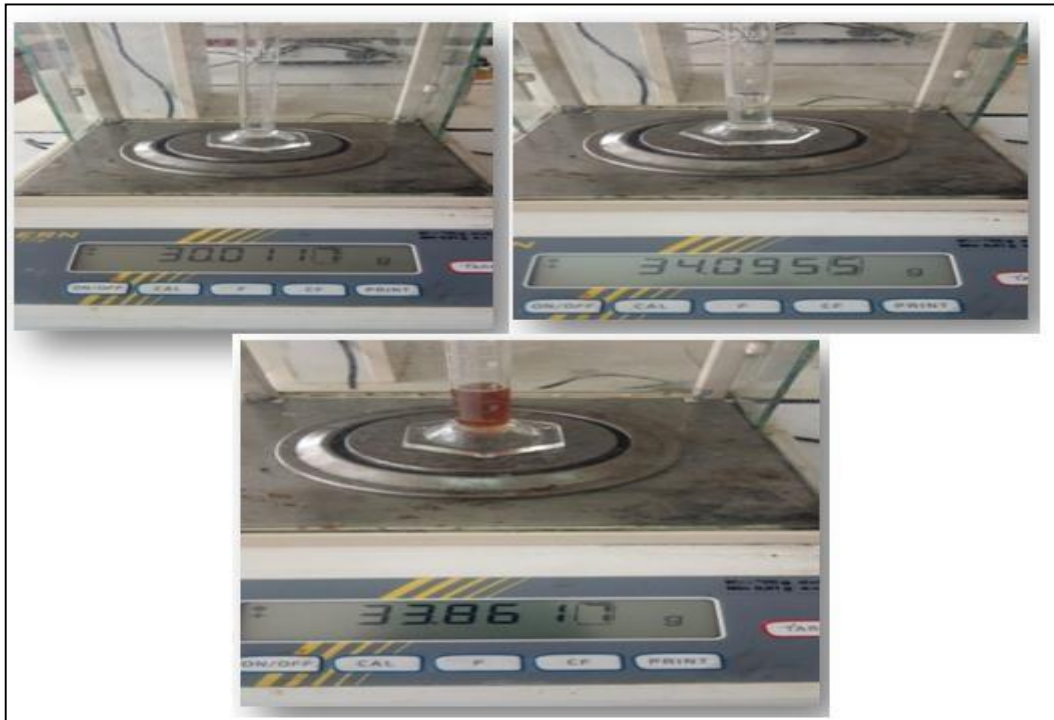


Figure II. 8 : Mesure de la densité relative.

II .4.2 . 2. Conductivité électrique :

La mesure de la conductivité électrique est effectuée pour les extraits. L'appareil utilisé est un conductimètre de marque JENWAY 4510.

Mode opératoire :

- Mettre dans un bécher une quantité d'extrait.
- Mesurer la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre.

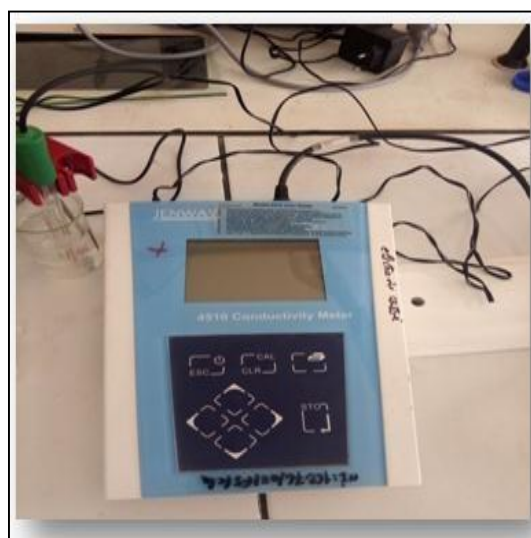


Figure II. 9 : Conductimètre JENWAY 4510.

II .4.2 . 3. Mesure de pH :

La mesure de pH est effectuée pour les extraits de coriandre et de persil. L'appareil utilisé est un pH mètre de marque HANNA HI 2211.

Mode opératoire :

- Mettre dans un bécher une quantité d'extrait.
- Mesurer le pH à l'aide d'un pH mètre.

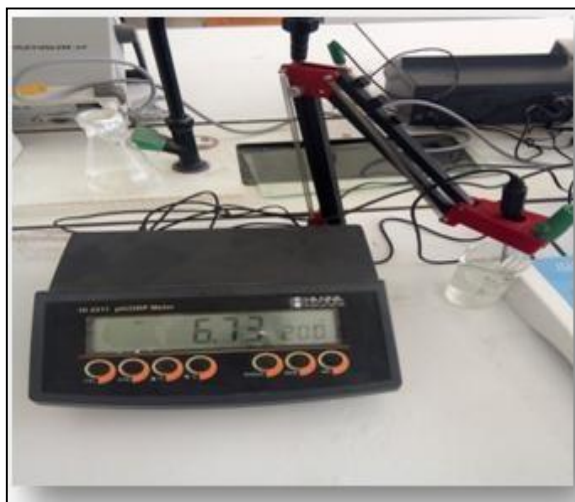


Figure II. 10 : pH mètre HANNA .

II .4.2 . 4. Indice de réfraction :

La mesure de l'indice de réfraction des extraits a été accomplie à l'aide d'un réfractomètre de marque HANNA HI 96801.

Mode opératoire :

- Allumer le réfractomètre en appuyant sur le bouton d'allumage.
- Verser quelques gouttes d'eau distillée sur la cellule de mesure de sorte à la couvrir totalement.
- Appuyer sur le bouton READ.
- Nettoyer la cellule à l'aide d'un papier absorbant.
- Déposer quelques gouttes de l'extrait sur la cellule de mesure.
- Appuyer sur le bouton READ puis noter la valeur affichée.
- Rincer la cellule avec de l'eau distillée puis nettoyer avec de papier absorbant.

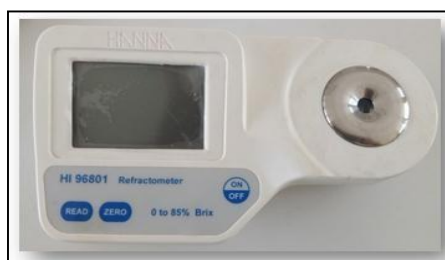


Figure II. 11: Réfractomètre HANNA HI 96801.

II .5. Méthodes analytiques :

II .5. 1. Dosage des polyphénols:

Principe :

Le dosage des polyphénols réalisé selon la méthode de FolinCiocalteu. Le réactif utilisé est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_4$) de couleur jaune. Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif, qui entraîne la formation d'un nouveau complexe d'oxydes métalliques de tungstène et de molybdène de couleur bleu. L'intensité de la coloration bleue produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait.(Singleton et Rosi., 1965). La coloration bleue produite possède une absorbance maximum aux environs de 750 nm.L'appareil utilisé est un spectrophotomètre UV/VIS de marque JENWAY6305 qui se trouve au niveau du département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Boumerdes (UMBB) .



Figure II . 12 : Spectrophotomètre JENWAY 6305.

Mode opératoire :

- Introduire dans des tubes à essais l'extrait.
- Ajouter 1.5 mL de réactif de FolinCiocalteu (dilué 10 fois).
- Rajouter 1.5 mL de carbonate de sodium ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$).
- Agiter et laisser le mélange à l'obscurité pendant 2 heures.
- Lire la valeur d'absorbance à 750 nm à l'aide du spectrophotomètre.

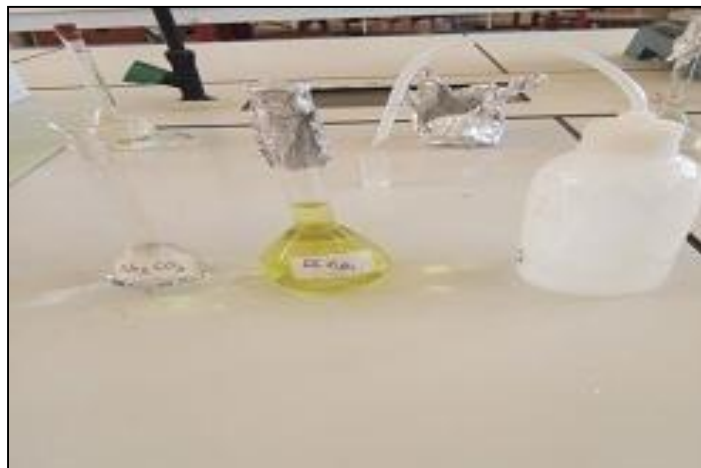


Figure II. 13 : Dosage des polyphénols.

II .5. 2. Dosage des Flavonoïdes :

Principe :

Les flavonoïdes ont été dosés en utilisant l'une de leurs propriétés structurales ; Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'Aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (Fer et Aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (**RibereauGayon., 1968**).

L'appareil utilisé est un spectrophotomètre UV/VIS de marque JENWAY6305.

Mode opératoire :

- Introduire dans des tubes à essai de l'extrait.
- Ajouter 1 mL d'une solution de chlorure d'aluminium AlCl_3 (2% dans le méthanol).
- Après 10 minutes, lire l'absorbance à 430 nm à l'aide du spectrophotomètre.

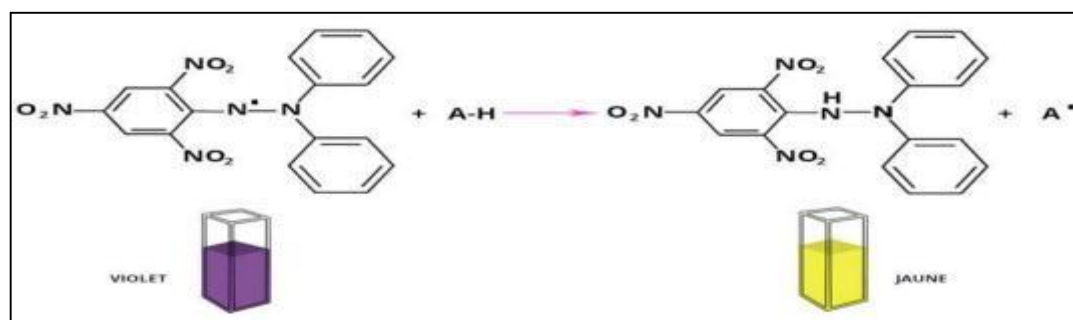


Figure II. 14 : Dosage des flavonoïdes.

II .5. 3. L'activité antioxydante :

Principe :

L'évaluation de l'activité antioxydante (AA) des différents extraits est réalisée par le test DPPH (1,1-Diphényl-2-picryl-hydrazyl). Le principe de cette méthode est basé sur la mesure du piégeage des radicaux libres de DPPH de couleur violette, en présence de molécules dites anti oxydantes, il est transformé en sa forme réduite de couleur jaune), ce qui conduit à une diminution de l'absorbance (**Mansouri et al, 2005**). La décoloration du DPPH est directement proportionnelle à la capacité des molécules bioactives à le réduire.



Mode opératoire :

- Introduire dans des tubes à essai 1 mL de l'extrait.
- Ajouter 1 mL de solution de DPPH (0.1 mM dans l'éthanol).
- Agiter et laisser incuber à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes.
- Lire l'absorbance à 517 nm à l'aide du spectrophotomètre.

L'activité antioxydante est donnée par la formule suivante :

$$AA = [(A_{\text{blanc}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{blanc}}] * 100$$

A_{blanc} : Absorbance du blanc.

$A_{\text{échantillon}}$: Absorbance de l'échantillon.



Figure II. 10 : Solution du DPPH.

II .5. 4. Analyse par spectroscopie infrarouge à transformé de Fourier (FTIR).

Les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire physico-chimique de Saidal de Dar el Beida (Alger) sur un spectromètre infrarouge (IR) PerkinElmer UATR Two.

Mode opératoire :

- Déposer l'échantillon à tester sur la cellule d'analyse.
- Procéder à l'analyse.



Figure II. 16 : Spectromètre PerkinElmer UATR.

II .5. 5. Analyse thermogravimétrique (ATG):**Principe :**

La stabilité thermique de la M_v est mesurée par analyse thermogravimétrique ATG, avec une vitesse de chauffage de 10 °C/min. 10 mg de poudre de la M_v est placée dans le four chauffé électriquement. Le four est équipé d'un thermocouple pour observer les mesures de température de l'extrait en rapportant sa tension de sortie en fonction de la température observée dans la mémoire de l'ordinateur. Le spectre ATG a été enregistré sur un appareil de marque TGA Q50 de TA Instruments au niveau du laboratoire de recherche **Laboratoire de Revêtement, Matériaux et Environnement (LRME)**.

Mode opératoire :

- Déposer l'échantillon à tester sur la cellule d'analyse.
- Procéder à l'analyse.



Figure II. 17 : Appareillage d'ATG.

II .5.Application sur des colorants :

Une application préliminaire est réalisée sur deux colorants, à savoir : Le Noir Erichrome T et le Bleu Noir Eriochrome R. Les propriétés des deux colorants sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau II . 1: Propriétés du Noir Erichrome et du Bleu Noir Eriochrome

Propriétés	Colorant	
	Noir Erichrome T	Bleu Noir Eriochrome R
Formule moléculaire	$C_{20}H_{12}N_3NaO_7S$	$C_{20}H_{13}N_2NaO_5S$
Masse molaire	461.4 g/mol	416.4 g/mol
Etat physique	Solide	solide
Forme	Poudre	poudre
Couleur	Noir	Marron foncé
Odeur	Caractéristique	caractéristique

Préparation de solution mère de colorant :

- Peser à l'aide d'une balance analytique une masse de 0.625 g de colorant.
- Introduire le colorant dans une fiole de 250 mL et ajouter l'eau distillée.
- Mettre cette solution dans un bécher.
- Mettre le bécher sur une plaque d'agitation et agiter.



Figure II . 18 : Solution mère du colorant.

Mode opératoire :

- Peser à l'aide d'une balance une masse de 1 g de la M_v .
- Introduire dans un bécher et ajouter une solution diluée de colorant (10 mL de la solution mère de colorant et 50 mL d'eau distillé).
- Mettre le bécher sur une plaque agitation et agiter jusqu'à la décoloration.
- Mesurer le pH de mélange à l'aide du pH mètre.
- Filtrer le mélange à l'aide d'un papier filtre N° 2.
- Lire l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre.



Figure II. 19 : Mesure de pH de la solution colorée.

Chapitre III :

Résultats et Discussions

Résultats et discussions :

III .1.Caractérisation de la matière végétale :

Les résultats du taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière volatile après séchage sont regroupés dans le tableau suivant. Notons que la matière végétale a été séchée pour assurer une meilleure élimination d'eau, tout en protégeant la composition des composés bioactifs (Tomas-Barberan et Espin., 2001).

Tableau III. 1 : Taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière volatil.

Mv	H (%)	MS (%)	MV (%)
Feuilles de coriandre	81	19	9.21
Feuilles de persil	10.34	89.66	13.01
Tige de coriandre	86.34	13.66	7.15
Graine de coriandre	7.34	92.66	5.75
Graine de persil	11.67	88.33	10.94

Les résultats présentés dans le tableau III .1, indiquent que pour la tige et les feuilles de coriandre, plus de la moitié du poids frais est constitué d'eau, 86.34% et 81%, respectivement. Des taux plus bas ont été observés pour la graine et les feuilles du persil ainsi que pour la graine de coriandre. Concernant la matière volatile, le taux le plus élevé est celui des feuilles de persil (13.01%), suivie par celui de la graine de persil (10.94%), feuilles de coriandre (9.21%), tige de coriandre (7.15%) et enfin, la graine de coriandre (5.75 %).

La figure III . 1 montre clairement les proportions du taux d'humidité par rapport à celui de la matière sèche, dans chacune des parties étudiées de notre matière végétale.

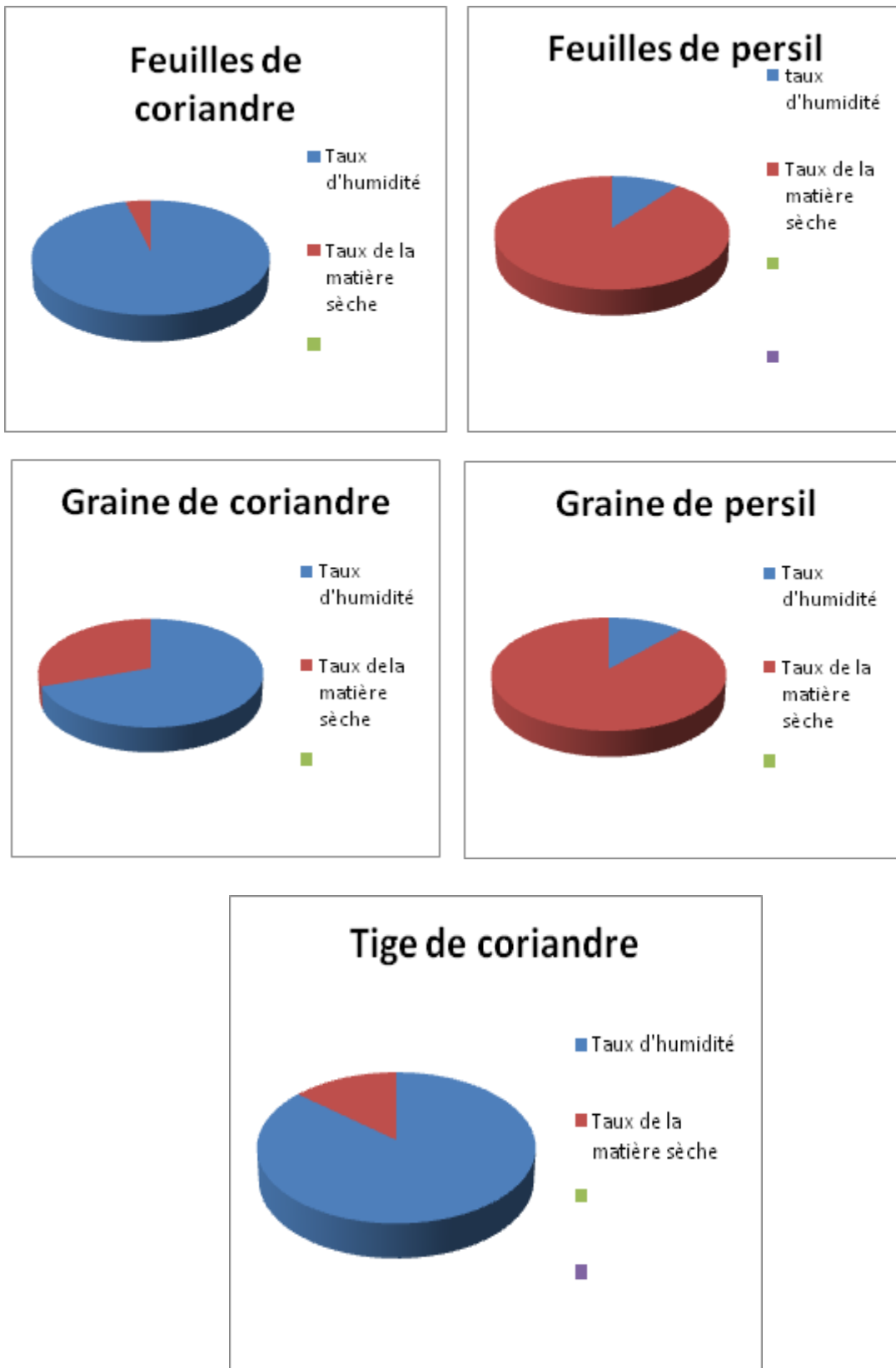


Figure III. 1 : Taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière volatile.

En effet, pour les feuilles de coriandre, le taux d'humidité correspond à 81% contre 19% de matière sèche. Par contre pour les feuilles de persil, 10% contre 89.66%. Pour la tige de coriandre, 86.34% contre 13.66%. Concernant la graine, 7.34% contre 92.66% pour la coriandre et 11.67% contre 88.33% pour le persil.

La détermination du taux d'humidité est très importante pour prévoir le rendement après séchage. C'est un paramètre important qui conditionne les paramètres de conservation de la M_v pour éviter d'éventuelles pertes économiques et nutritionnelles causées par des altérations microbiennes et/ou des activités enzymatiques. Plusieurs facteurs pourraient influencer le taux d'humidité, de la matière sèche et de la matière volatile des plantes : la nature des fibres, l'âge des plantes, l'état de sol et la durée de conservation de la matière végétale après sa récolte (Bachiri.L et al., , 2016).

III .2. Détermination du rendement d'extraction :

Les résultats du rendement d'extraction sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau III. 2 : Le rendement de l'extraction.

M _v	R(%)
Feuille de coriandre	42.10
Feuille de persil	96.65
Tige de coriandre	98.76
Grain de persil	5.66
Grain de coriandre	17.99

D'après le Tableau III. 2, le rendement de l'extraction le plus élevé est celui de la tige de coriandre (98.76%) suivie par les feuilles de persil (96.65%), les feuille de coriandre (42.10%), la graine de coriandre (17.99%) et enfin la graine de persil (5.66%).

D'après la Figure III. 2, on remarque que le persil présente un rendement meilleur que celui de la coriandre. Par contre pour la graine, le rendement de la coriandre est meilleurs que le persil. De toute façon que ça soit pour la coriandre ou le persil, le rendement des feuilles est meilleur par rapport aux graines.

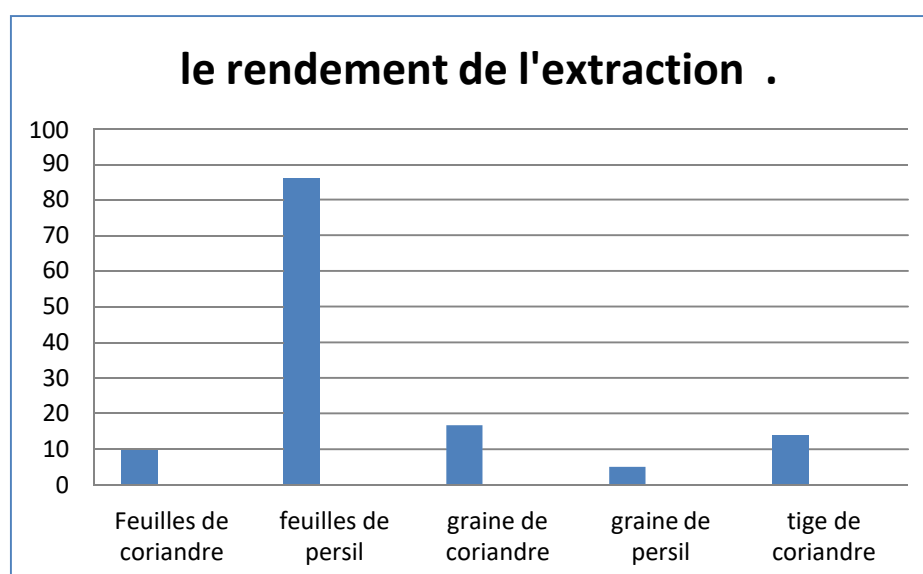


Figure III. 2 :Rendement de l'extraction.

III .3. Caractérisation des extraits et de la matière végétale :

III .3. 1.Propriétés organoleptiques :

Les propriétés organoleptiques des extraits sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau III. 3 : Propriétés organoleptiques des extraits.

Extrait	Aspect	Odeur	Couleur
Feuilles de coriandre	Liquide	Forte odeur	Marron
Feuilles de persil	Liquide	Forte odeur	Marron clair
Graine de coriandre	Liquide visqueux	Odeur caractéristique	Jaune très clair
Graine de persil	Liquide	Odeur fraîche	Marron clair
Tige de coriandre	Liquide visqueux	Forte odeur caractéristique	Marron foncée

D'après le tableau III . 3, on remarque que parmi les extraits,trois sont liquides (feuilles de coriandre et de persil,ainsi que lagraine de persil), alors que les deux autres sont liquides visqueux (feuilles de coriandre et graine de persil).Les extraits des feuilles de coriandre et de persil sont de couleur marron à forte odeur.Tandisque l'extrait de la graine de coriandre est de couleur jaune très clair à odeur caractéristique. L'extrait de la graine de persil est de couleur

marron clair et est caractérisée par une odeur fraîche. L'extrait de la tige de coriandre est de couleur marron foncée à forte odeur caractéristique.

III .3. 2. Propriétés physico-chimique :

- Les valeurs du pH et de la conductivité électrique des extraits sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau III. 4 : pH et conductivité électrique des extraits.

Extrait	pH	Conductivité électrique (mS)
Feuilles de coriandre	6.63	4.71
Feuilles de persil	5.56	4.80
Graine de coriandre	5.21	2.84
Graine de persil	5.10	3.16
Tige de coriandre	5.71	3.83

Le pH des extraits varie entre 5 et 6, ce qui signifie qu'ils possèdent un caractère acide. La conductivité électrique reflète la minéralisation globale d'une solution aqueuse. Plus la solution est minéralisée plus il y a d'ions en solution et plus la conductivité électrique serait élevée. Or, d'après le tableau III.4, les valeurs de la conductivité électrique sont faibles donc les extraits sont peu minéralisés.

- Concernant la densité relative des extraits et de la Mv, les résultats obtenus sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau III5 : Densité relative des extraits et de la Mv avant et après extraction.

Mv	Densité relative		
	Extrait	Mv avant extraction	Mv après extraction
Feuille de coriandre	0.9436	0.2897	0.2615
Feuille de persil	0.9795	0.3239	0.3229
Graine de coriandre	0.9436	0.3501	0.2523
Graine de persil	0.9485	0.4969	0.3169
Tige de coriandre	1.1275	0.4587	0.1476

La densité relative est un critère de la qualité de produit, elle peut facilement donner un aperçu sur sa naturalité et sa pureté. Le tableau montre que pour la densité relative des extraits la plus grande valeur obtenue est celle de la tige de coriandre. Concernant la matière végétale, la plus grande valeur obtenue est celle de la graine de persil avant extraction et feuilles de persil après extraction.

La figure III . 3 montre clairement la différence entre les différentes partie de la plante étudiées des extraits et de la matière végétale avant et après extraction, concernant la densité relative.

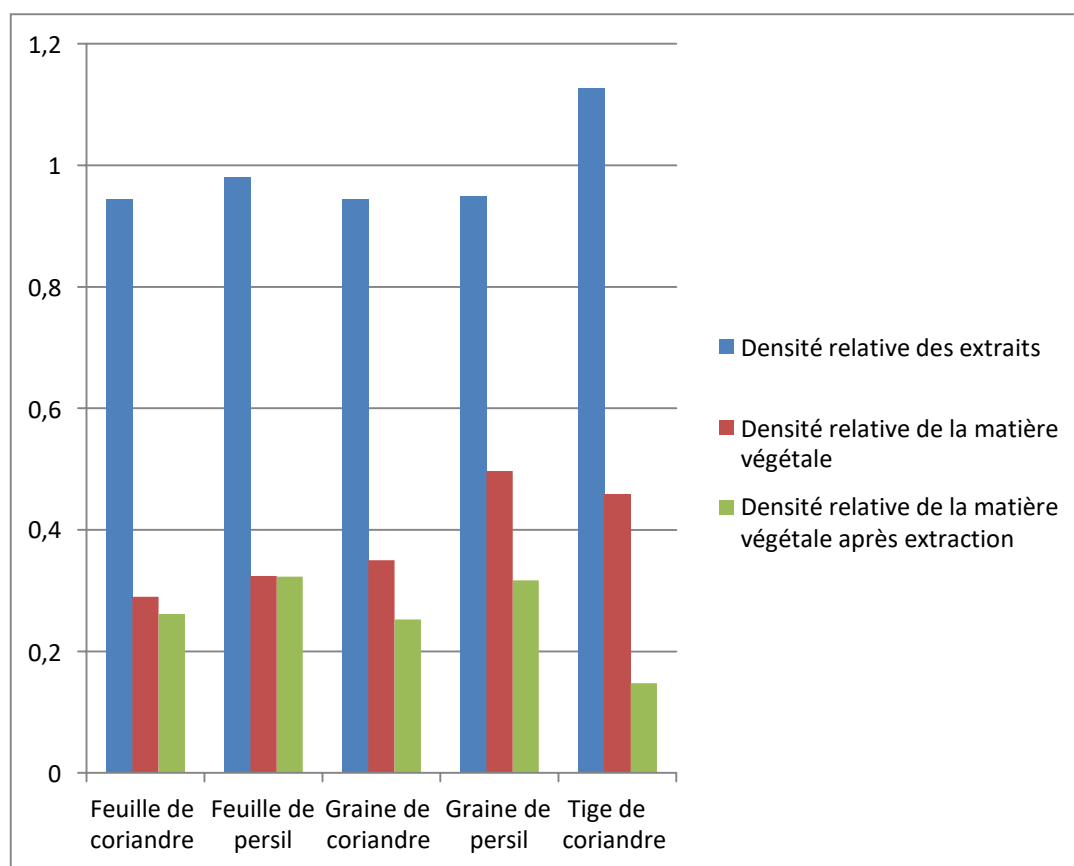


Figure III. 3 : Densité relative des extraits et de la M_v avant et après extraction.

On remarque que pour les extraits, la plus grande valeur obtenue est celle de la tige de coriandre, suivie de celle des feuilles du persil, graine de persil, feuilles de coriandre et graine de persil. En ce qui concerne la matière végétale avant et après extraction, la densité relative avant extraction est plus grande pour tous les extraits.

- Les résultats de l'indice de réfraction des extraits sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau III. 6 : Indice de réfraction des extraits.

Extrait	Indice de réfraction
Graine de coriandre	0.7
Graine de persil	0.9
Feuille de coriandre	2.1
Feuille de persil	1.3
Tige de coriandre	2.9

L'indice de réfraction est une grandeur qui permet d'identifier les liquides et de contrôler leur pureté. Pour un extrait végétal, il permet de connaître la capacité de l'extrait à réfracter la lumière. En effet, l'indice de réfraction varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés, une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé (Boukhatem.M.N et al, 2010). La plus grande valeur obtenue est celle de la tige de coriandre.

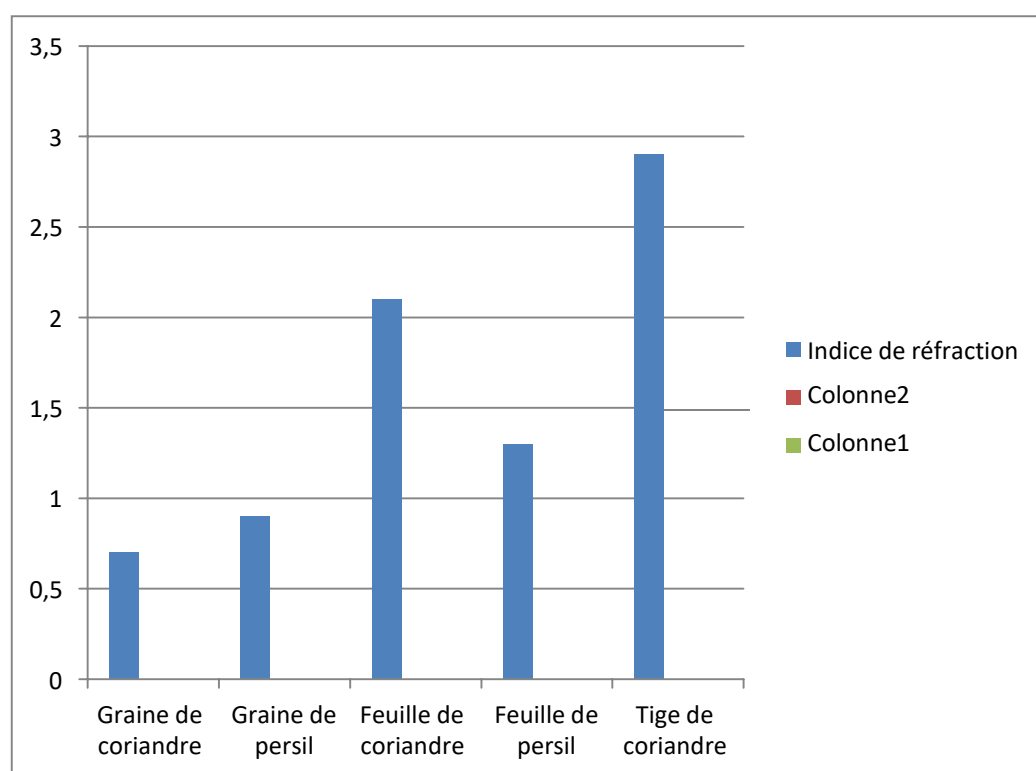


Figure III.4 : Indice de réfraction des extraits.

D'après la figure III, 4, on constate que la plus grande valeur obtenue est celle de la tige de coriandre, suivie par celle des feuilles de coriandre, feuilles de persil, graine de persil, et enfin la graine de coriandre.

III .4. Résultats d'analyse :

III .4. 1. Résultats du dosage des polyphénols :

La courbe d'étalonnage des polyphénols sont : $y= 0.32 x$

Les résultats du dosage des polyphénols sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau III. 7 : Concentration en polyphénols des extraits.

Extrait	Concentration en polyphénols (g/L)
Feuilles de coriandre	1.56
Feuilles de persil	3.79
Graine de coriandre	0.18
Graine de persil	0.27
Tige de coriandre	2.26

Les résultats du tableau indiquent que la concentration la plus élevée est obtenue pour desfeuilles de persil.

La figure III5, nous permet de comparer la richesse en polyphénols des différentes parties des plantes étudiées.

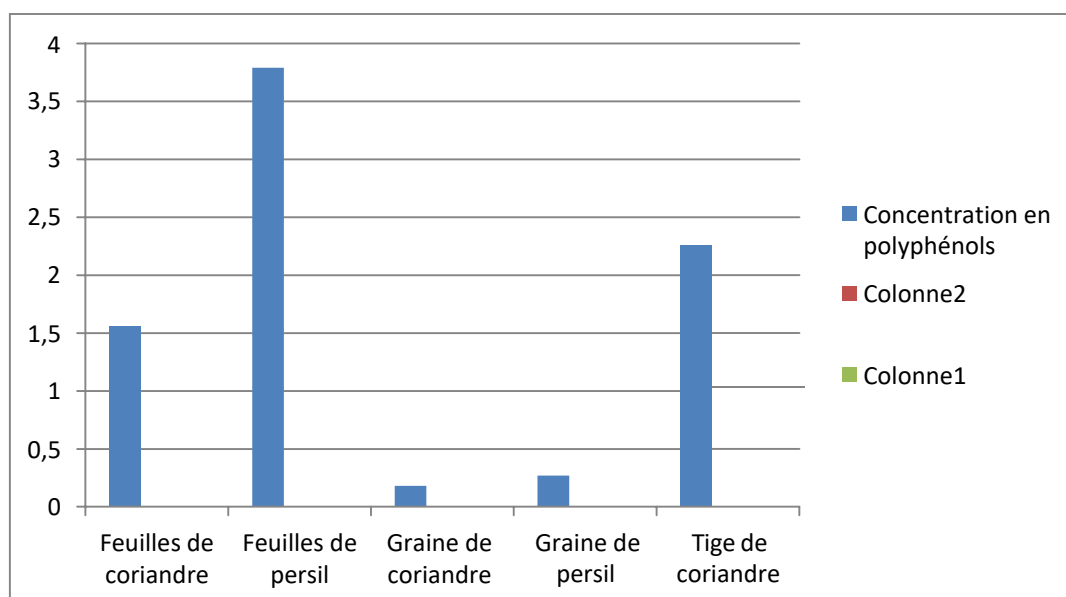


Figure III. 5 : Concentration en polyphénols des extraits.

La plus grande valeur obtenue est celle des feuilles de persil, suivie par la tige de coriandre et les feuille de coriandre. Des valeurs trop faibles sont obtenues pour la graine de coriandre et de persil. De tous façon les feuilles sont plus riches par rapport aux graines que ca soit pour la coriandre ou le persil.

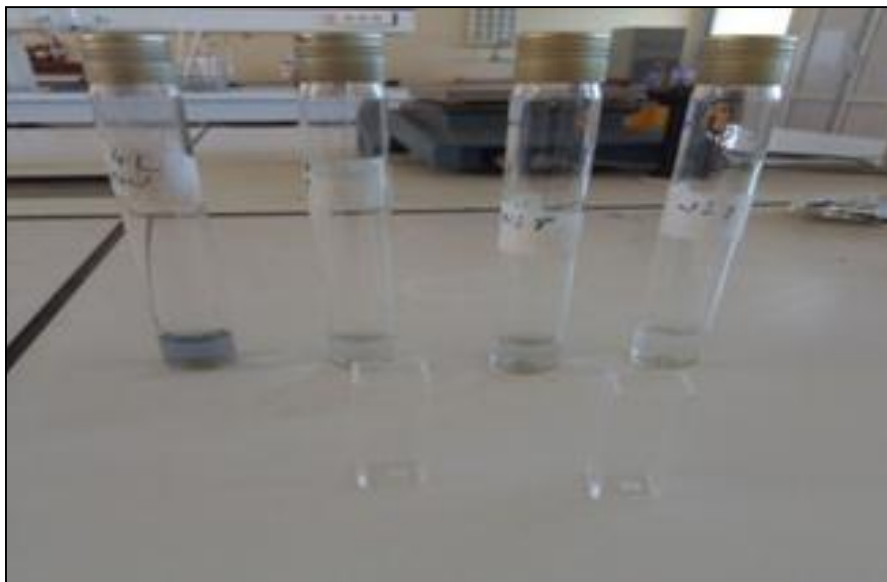


Figure III. 6 : Dosage des polyphénols.

III .4. 2. Résultats du dosage des flavonoïdes :

La courbe d'étalonnage des flavonoïdes sont : $y= 0.25 x$

Les résultats du dosage des flavonoïdes sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau III. 8 : Concentration en flavonoïdes des extraits.

Extrait	Concentration en flavonoïdes (g/L)
Feuille de coriandre	9
Feuille de persil	8
Graine de coriandre	16
Graine de persil	3
Tige de coriandre	18

La tige de la coriandre est très riche en flavonoïdes ainsi que sa graine. D'ailleurs, la figure III ; 7 montre clairement la différence, de point de vue teneur en flavonoïdes, entre les différentes parties de la plante étudiée.

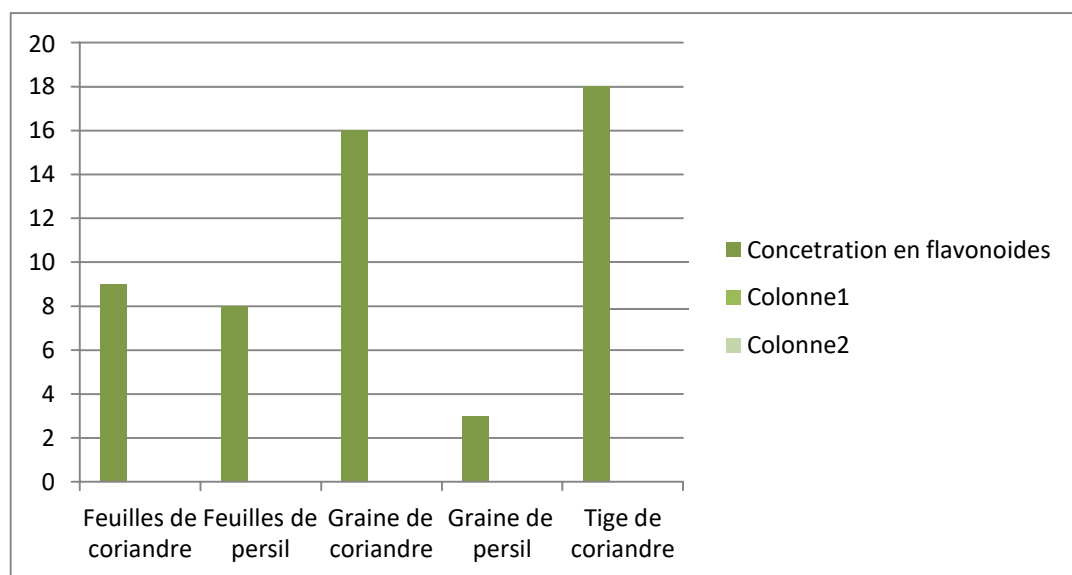


Figure III. 7 : Concentration en flavonoïdes des extraits.

La concentration en flavonoïdes la plus élevée est obtenue au niveau des extraits de la tige de coriandre suivie de celle de sa graine. Des valeurs plus modérées sont obtenues pour les feuilles de coriandre et du persil. La graine de persil présente la plus faible valeur. D'ailleurs, dans ce contexte, des auteurs (**Bautista et al, 2007**) signalent que les concentrations en flavonoïdes dépendent du stade de maturation, du sol et des conditions climatiques. Nos résultats sont meilleurs que ceux trouvés par **Toor et Savag, (2006)**, qui selon lui, la pénétrabilité des rayonnements micro-ondes, provoque la dégradation des constituants cellulaires, rendant les flavonoïdes plus accessibles pendant l'extraction.



Figure III. 8 : Dosage des flavonoïdes.

III .4. 3. Résultats de l'activité antioxydante :

La courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante sont : $y = 0.41 x$

Les valeurs de l'activité antioxydante de nos extraits sont données dans le tableau suivant.

Tableau III. 9 : Activité antioxydante des extraits.

Extrait	AA (%)
Feuille de coriandre	81.66
Feuille de persil	94.90
Graine de coriandre	74.70
Graine de persil	59.25
Tige de coriandre	74.87

Les feuilles de persil présentent la plus grande activité antioxydante. D'ailleurs la figure III,9, nous permet de comparer entre les valeurs en activité antioxydante des différentes parties de la plante étudiée.

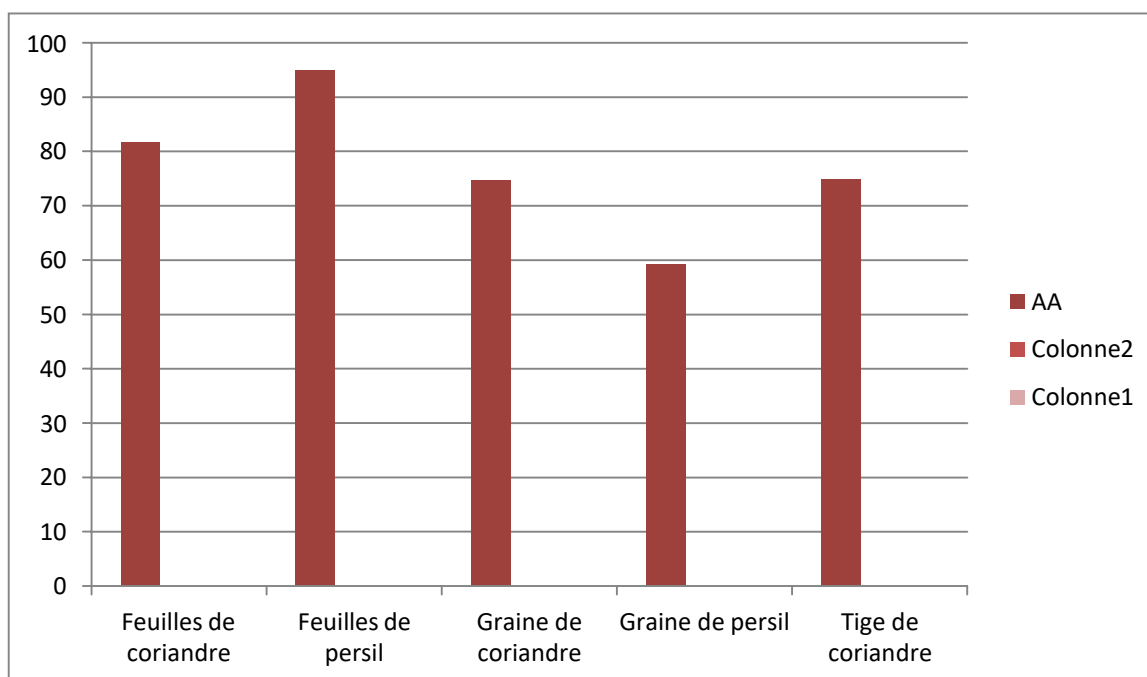


Figure III. 9 : L'activité antioxydante des extraits.

Les feuilles de persil présentent la plus grande valeur en activité antioxydante, suivi des feuilles de coriandre puis de sa tige et sa graine (valeurs avoisinantes). La graine de persil présente une valeur moindre mais qui est toujours importante. Cette différence peut être expliquée par la différence dans la teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes qui ont un pouvoir d'agir comme des agents réducteurs en donnant plus d'atomes pour stabiliser les radicaux libres (Pietta, 2000). En plus, l'activité antioxydante ne dépend pas uniquement de la teneur en antioxydants, mais aussi de la structure et des interactions existantes entre les différentes formes (Turkmen et al, 2006). Elle dépend aussi de la position des groupements hydroxyles (Jayaprakaska et al, 2008). D'ailleurs, les polyphénols avec un nombre élevé de groupements hydroxyles présentent l'activité antioxydante la plus élevée due à leur pouvoir de donner plus d'atomes pour stabiliser les radicaux libres (Heim et al, 2002).

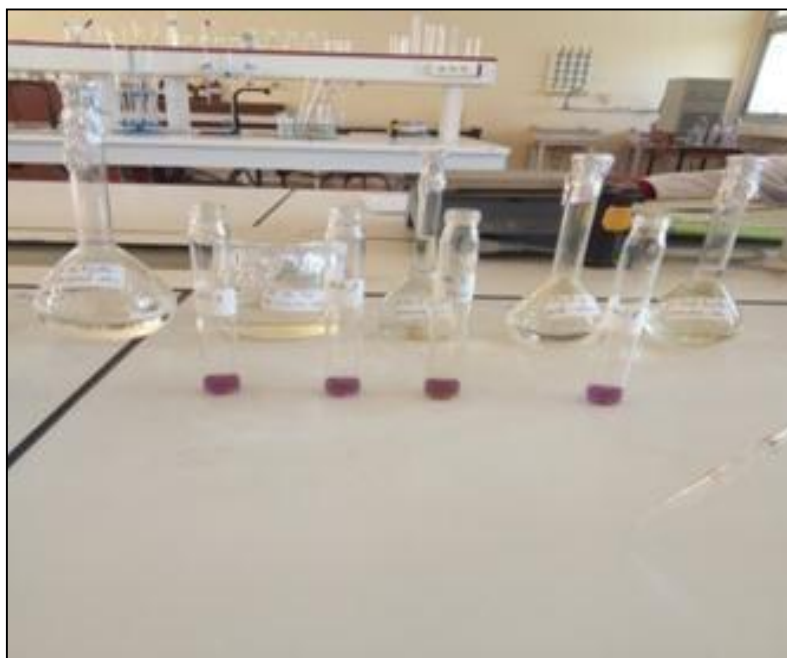


Figure III. 10 : Dosage de l'activité antioxydante des extraits.

III .4. 4. Résultats de l'analyse FTIR :

Le spectre de l'extrait de la graine de coriandre est donné à titre indicatif, il est présenté dans la figure suivante.

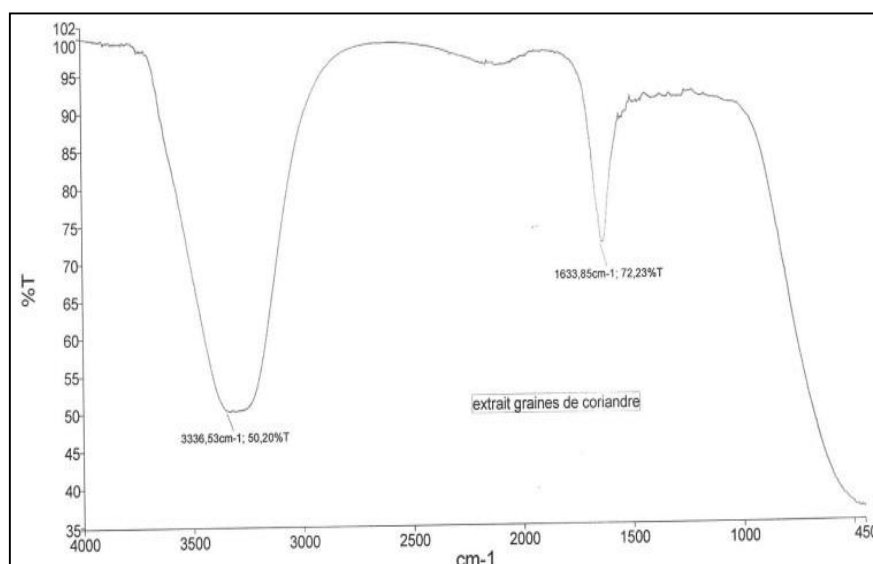


Figure III.11 : Spectre FTIR de l'extrait de la graine de coriandre.

Le spectre de l'extrait de la graine de coriandre présente une forte bande à 3336.53 cm^{-1} quicorrespond à la présence de la liaison O-H des groupes hydroxyles des alcools, phénols et acidescarboxyliques. Un 2^{ème} pic très étroit est présent à 1633.85 cm^{-1} caractéristique du groupe carboxylique (C=O).

Les résultats de l'analyse FTIR des extraits sont regroupés dans le tableau. Il est à noter que tous les spectres ont presque tous la même allure.

Tableau III. 10 : Fonctions chimiques des extraits.

Extrait	Nombre d'ondes (cm ⁻¹)	Nature	Fonctions chimiques	Composés chimiques
Feuilles de coriandre	3307.81	Valence	Csp-H	Alcane
	1633.69	Valence	C=C	Alcène
Feuilles de persil	3336.92	Valence	O-H	Alcool lié
	1633.69	Valence	C=C	Alcène
Graine de coriandre	3336.53	Valence	Csp-H	Alcane
	1633.85	Valence	C=C	Alcène
Graine de persil	3308.59	Valence	O-H	Alcool lié
	1633.82	Valence	C=C	Alcane
Tige de coriandre	3340.09	Valence	Csp-H	Alcane
	1633.47	Valence	C=C	Alcène

Concernant la matière végétale, on présente dans la figure III,12, le spectre de la tige de coriandre à titre indicatif. Les résultats des spectres sont donnés ci-dessous.

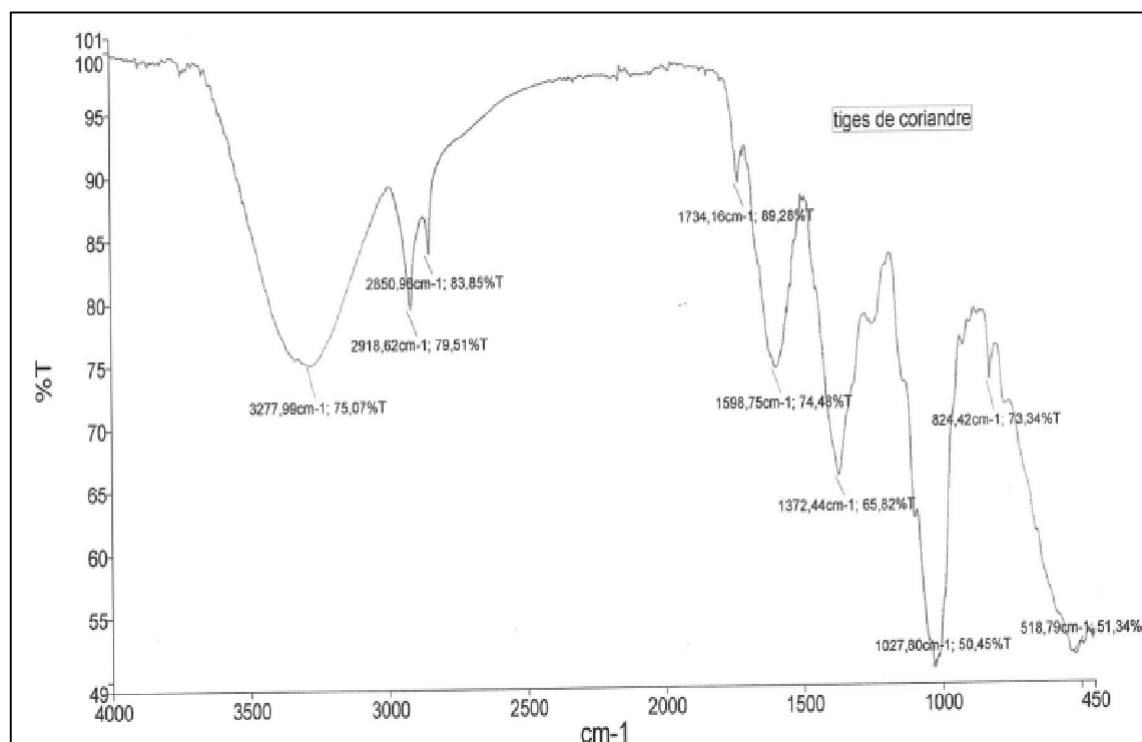


Figure III. 12 : Spectre FTIR de la tige de coriandre.

Pour *Coriandrum sativum* L., les spectres indiquent un large pic à 3291.17 cm^{-1} pour la graine, 3277.99 cm^{-1} pour la tige et 3286.09 cm^{-1} pour les feuilles désigné au groupe -OH des polyphénols. Les bandes à 2918.98 cm^{-1} pour les feuilles, 2922.89 cm^{-1} pour la graine et 2918.62 cm^{-1} pour la tige sont attribués à l'élongation C-H des alcanes, à l'étirement des vibrations des amines et à l'élongation O-H des alcools. Le pic à 16333.82 cm^{-1} pour la graine, 1598.90 cm^{-1} pour les feuilles et 1598.75 cm^{-1} pour la tige est attribué aux amides caractéristiques des protéines et des enzymes. Le pic à 1372.44 cm^{-1} pour la tige et 1378.04 cm^{-1} pour la graine et 1400.90 cm^{-1} pour les feuilles est dû à la présence d'alcool tertiaire groupe C-OH. Le spectre présente aussi un pic d'absorption nette à $1015,24 \text{ cm}^{-1}$ pour les feuilles, 1027.80 cm^{-1} pour la tige et 1054.90 cm^{-1} pour la graine représentant les vibrations d'étirement C-O des acides carboxyliques (-COOH). Un faible pic à 522.94 cm^{-1} pour les feuilles et à 518.79 cm^{-1} pour la tige est dû à C-Cl déformation des halogénures d'alkyle.

Le spectre du *Petroselinum crispum* M. a une bande large et forte à 3337.58 cm^{-1} pour la graine, et 3283.31 cm^{-1} pour les feuilles, correspondant à l'élongation de la liaison O-H des groupes

hydroxyles des alcools, phénols et acides carboxyliques ou élongation de la liaison N-H. Des vibrations similaires sont observés à partir du spectre de l'inonotushispidus, Acacianilotica et de la biomasse du maïs (Sari et Tuzen, 2009 ; Baig et al., 2010 ; Tan et al., 2010). Les pics à 2918.13 cm^{-1} pour les feuilles, à 2923 cm^{-1} pour la graine montrent l'élongation -CH des composés aliphatiques. Les pics à 2853.20 cm^{-1} pour la graine et 2850.78 cm^{-1} pour les feuilles affichent les vibrations d'élongation de la liaison O-H. Les liaisons à 1602.11 cm^{-1} pour la graine et 1601.85 cm^{-1} pour les feuilles sont à la vibration d'élongation du groupe carboxyle (-CO) des acides carboxyliques ou amides. Les pics présents à 1456.64 cm^{-1} pour la graine peuvent être dus à la vibration de flexion symétrique des liaisons alcanes (-CH₂). Les pics à 1377.45 cm^{-1} pour la graine et à 1392.95 cm^{-1} pour les feuilles affichent les vibrations de flexion O-H des alcools ou déformation du N-H dans les groupes -NH₂ à partir des amides ou sulfamides. Les petits pics observés à 1240.46 cm^{-1} pour les feuilles sont dû aux liaisons C-O des groupes carboxylates de l'acide carboxylique et l'élongation de la liaison C-O-C des esters. Les pics à 1013.75 cm^{-1} pour les feuilles et 1042.62 cm^{-1} pour la graine correspondent à l'étirement des liaisons C-O des alcools ou des acides carboxyliques.

III .4. 5. Résultats d'analyse ATG :

La décomposition thermique de feuilles de *Coriandrum sativum*.L. est illustrée par la Fig. III, 13. Les courbes montrent que la perte de poids peut devenir perceptible à environ 200° C et atteint un maximum de perte de masse à environ 400° C . Ceci est lié à la suppression d'humidité et de composés volatils à basse température qui s'élèvent tous deux à environ 53,28% de la masse d'origine. De plus, cela peut être lié à dégradation de la cellulose et de l'hémicellulose dans l'extrait de feuille. La perte de poids après 400° C (11.00%) peut être attribuée à la dégradation de la teneur en lignine cellulose et hémicelluloses. De plus, la perte de poids dans la plage de température 80° C à 200° C (5.764%) est en raison du à perte d'eau et des composés volatils respectivement (N, Akhtar et al., 2016).

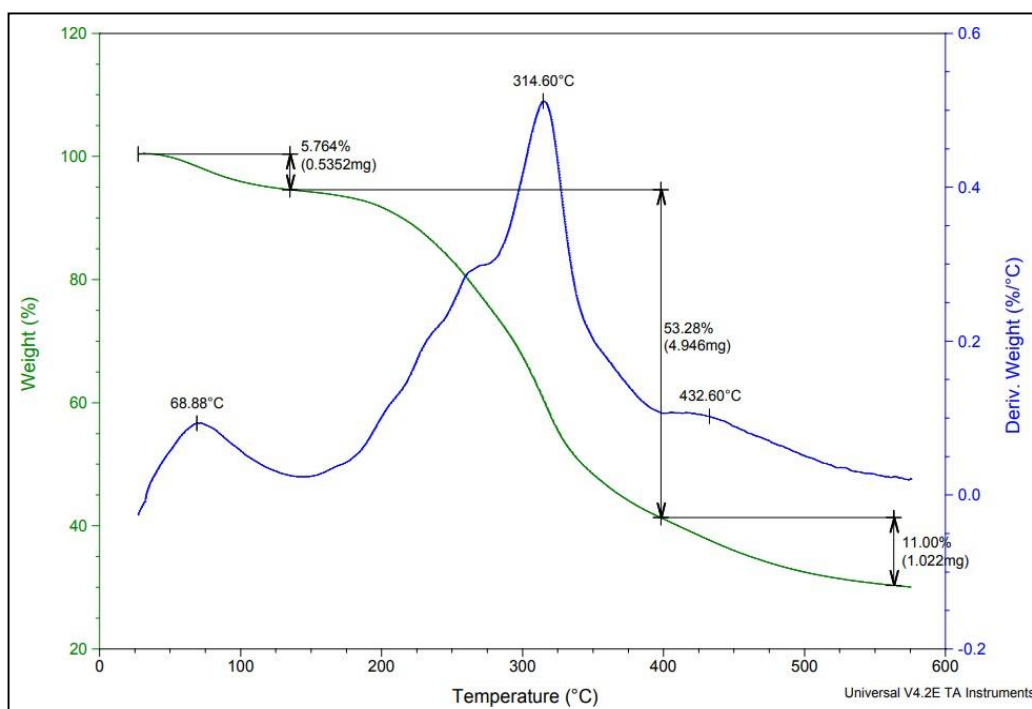


Figure III.13 : Spectre ATG de la feuille de coriandre après extraction.

Concernant la tige de coriandre, une température inférieure à 150° C entraîne une perte de masse de (10.72%). Entre 150°C et 280°C, la perte en masse est de (15.49%), un maximum de perte en masse est obtenu à environ 320°C (28.02%). Une perte en masse de (11.85%) est obtenue après 320°C.

Quant à la graine de persil, on remarque qu'on a trois plages de dégradation de la masse. Pour la première la perte en masse est de 8.406%, concernant la deuxième elle est de 29.20%.

Quant à la dernière, elle est de 40.22%. Pour la graine de coriandre, on a quatre plages : la première (7.205%), la deuxième (23.19%), la troisième (17.11%), et la dernière (30.26%).

La courbe des feuilles de persil présente trois plages : la première (6.717%), la deuxième (20.16%), et la dernière (40.89%).

III .5. Application sur colorants :

Le temps de décoloration, le pH initiale et finale ainsi que le taux d'absorption des deux colorants à savoir : Noir Erichrome et Bleu Noir Eriochrome, sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau III. 10 : Temps de décoloration, pH et taux d'absorption du colorant.

M _v	Colorant					
	Noir Erichrome			Bleu Noir Eriochrome		
	Temps (s)	pH _i / pH _f	Taux d'absorption (%)	Temps (s)	pH _i / pH _f	Taux d'absorption (%)
Graine de coriandre	30	5.38 / 5.66	98.62	10	5.71 / 5.91	98.88
Graine de persil	10	5.03 / 5.86	98.62	3	5.22 / 5.74	99.09
Feuille de coriandre	30	6.22 / 6.32	92.59	20	6.01 / 6.03	92.70
Feuille de persil	20	5.50 / 5.94	94.16	25	5.98 / 6.04	95.50
Tige de coriandre	17	5.98 / 6.15	95.31	5	5.73 / 5.74	96.15

Selon les résultats obtenus dans le tableau précédent, on remarque que pour le Noir Erichrome, le temps de décoloration en utilisant la graine et des feuilles de coriandre est le même avec une valeur de 30 s. C'est le temps de décoloration le plus élevé, suivi successivement par celui des feuilles de persil (20 s), de la tige de coriandre (17 s), et la graine de persil (10 s).

Concernant le Bleu Noir Eriochrome, on constate que le temps de décoloration en utilisant les feuilles de persil est le plus (25 s). Suivi successivement par celui des feuilles de coriandre (20 s), de la graine de coriandre (10 s), la tige de coriandre (5 s), et la graine de persil (3 s).

Pour les deux colorants on remarque qu'on a une légère variation du pH et un taux d'absorption très élevé, de toute façon il dépasse 92%.

Conclusion Générale Et Perspective

Conclusion Générale et Perspective :

L'objectif du travail réalisé est l'extraction de composés bioactifs à partir de deux plantes à savoir : *Coriandrum sativum* L. et *Petroselinum crispum* M., par une technique respectueuse de l'environnement. Les parties de la plante concernées sont : les feuilles, la graine et la tige.

Les résultats montrent que les deux plantes étudiées sont très riches en eau. La tige et les feuilles de la coriandre ont présenté les taux d'humidité les plus élevés.

De très bons rendements d'extraction ont été obtenus. La tige et les feuilles de coriandre ont présenté successivement les meilleurs rendements.

Pour les propriétés organoleptiques, les résultats indiquent que les extraits des feuilles et de la graine de persil sont des liquides. Ils sont caractérisés par une forte odeur pour les feuilles et une odeur fraîche pour la graine de persil. Les résultats des propriétés physico-chimiques (pH, conductivité, densité relative et indice de réfraction) nous ont apporté plus de précisions quant à la caractérisation de nos extraits et de notre matière végétale.

Les analyses (UV-Visible, IR et ATG) indiquent la richesse des extraits en composés bioactifs (polyphénols, flavonoïdes, ect..), et la diversité des groupes fonctionnels constituant notre matière végétale (polyphénols, acides carboxyliques, alcools ...etc.). Une application préliminaire a été réalisée sur deux colorants, le Noir Erichrome T et le Bleu Noir Eriochrome R. Un taux d'absorption élevé a été obtenu.

Enfin, les résultats acquis dans ce mémoire sont intéressants et d'une très grande valeur quant à la caractérisation de la coriandre et du persil Algérien. Ces résultats peuvent être une référence pour les prochains travaux. Ils permettent, toujours dans le cadre de la chimie verte, d'envisager de nouvelles perspectives pour des études futures; notamment la purification et l'identification des composés bioactifs et d'éventuelles applications avec des études plus approfondies que ça soit pour nos extraits ou pour notre matière végétale.

Références Bibliographiques :

A

- . Achat S., (2013), Polyphénols de l'alimentation : extraction pouvoir antioxydant et interaction avec les ions métallique, thèse de Doctorat, Université .A.Mira, Bejaia.
- . Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM) listes a des plantes médicinales utilisées traditionnellement .pharmacopie. 2012.
- . Aliyu S., Momoh M., Garba M.M., Musa M.,&RikotoI.I., (2017), Comparative Study of Open Air Drying and A Medium Size Passive Solar Dryer Using Etfé as Glazing Material Journal of Applied Physics, 66-71.
- . AramaBahatiM., (2015), Screening chimique et extraction d'huileessentielle : scordophloeuszenkeriharms et croton haumanianus j. lenoard, mémoire de magister université de kisanghani.
- . Akhtar N., Goyal D., Goyal A., (2016), Physico-chemical characteristics of leaf litter biomass to delineate the chemistries involved in biofuel production. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 62: 239–246.

B

- . Ben Amor B., (2008), Maitrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans l'opérations d'extraction des principes actifs ; texturation par détente instantanée contrôlé, Thèse, Université de la rochelle, France.
- . Bruneton J., (1987), Eléments de phytochimie et de pharmacognosie. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.
- . Bruneton J.,(1933), Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales, techniques et documentation. Lavoisier. Paris.
- . Bahorun T., (1997), Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Food and Agricultural Research, 83-94.
- . Baba AïssaF., (1999), Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, 17.
- . Blade S., (2008), Coriander. Alberta Agriculture and Rural Development. Agdex 147/20-2.
- . Bruneton J., (2009), Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e ed.), Tec&Doc/EMInter, Paris.
- . Bouraout M., Richard P., Durance T., (1994), Microwave and convective drying of potato slices,Journal of Food Process Engineering, 17, 353-363.
- . BachiriL., EchchegadaG.,Ibijbijen J., Nassiri L., (2016), Etude phytochimique et activité antibactérienne des plantes,European Scientific Journal, 12,1857-7881.
- . BoukhatemM.N., Hamaidi M.S., Saidi F., Hakim Y., (2010), Extraction, composition

Références Bibliographiques :

et propriétés physico-chimique de l'huile essentielle du Géranium rosat, Nature et technologie , 37-45,

C

. Chebil L., (2006), Acylation des flavonoïdes par les lipases de *Candida antarctica* et de *Pseudomonas cepacia* : études cinétique, structurale et conformationnelle, thèse de doctorat, institut national polytechnique de lorraine, France.

. Chemat F., Abert-Vian M., Zill-e-Huma, (2009), Microwave assisted-separations: green chemistry in action. In: Pearlman, J.T. (Ed.), Green Chemistry Research Trends. Nova Science Publishers Inc., United States. 1-30.

. Chemat F., Huma Z., Khan M.K., (2011), Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*. 18, 813-835.

. Corrales M., Toepfl S., Butz P., Knorr D., Tauscher B., (2008), Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonic, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison. *Innovative Food Science and Emerging Technology*. 9: 85-91.

. Chadwick J., (1976), *The Mycenaean World*, Cambridge University Press, 201, 119.

. Coste., (1937), *Coriandrum sativum* L., tome 2, *Taxon* 1486, 165.

D

. Duquénois P., (1967), Répartition Dans le Règne Végétal et Biosynthèse, 102, 443.

. Diederichsen A., Hammer K., (1994), Vielfalt von Koriander im Weltsortiment der Genbank Gatersleben - Diversity of coriander in the Gatersleben Genebank, *Drogenreport* 7:13-17.

. Diederichsen A., (1996), Coriander *Coriandrum sativum* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 3, Gatersleben, Rome Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, International Plant Genetic Resources Institute, 83p.

. Diederichsen., (1996), Origin of the species and centres of diversity, 19-21.

F

. Farzaei MH, Abbasabadi Z, Ardekani MR, Rahimi R, Farzaei F. Parsley, (2013) a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *J Tradit Chin Med*, 33, 6:815-26.

. Fleuriet A., Jay-Allemand C. ; Macheix, J.J. (2005), Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes, 121-216.

. Feng H. & Tang J., (1998); Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed. *Journal of Food Science* 63, 679-683.

Références Bibliographiques :

G

- . Giannuzzo A.N., Boggetti H.J., Nazareno M.A., Mishima H.T., (2003), Supercritical fluid extraction of naringin from the peel of Citrus paradise, *Phytochemical Analysis*, 14, 221-223.
- . Gad D., Bnouham M., Aziz M., Ziyat A., Legssyer A., Legrand C., Lafeve F.F., Mekhfi H., *Journal of Ethnopharmacology*, 25, 170-174.
- . Ghedira K., Goetz P., (2015), *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae): Coriandre. *Lavoisier SAS 2015. Phytothérapie*, 13 :130-134.
- . Gowen A. A., Abu-Ghannam N., Frias J., Oliveira J., (2008), Modeling dehydration and rehydration of cooked soybeans subjected to combined microwave-hot-air drying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 9: 129-137.

H

- . Hurabielle M., (1981), *Abrégé de matière médicale*, Masson, Paris.

I

- . Ignat I., Volf I., Popa V., (2011), A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126, 1821-1835.
- . Inoue T., Tsubaki S., Ogawa B., Onishi K., Azuma J.I., (2010), Isolation of hesperidin from peels of thinned Citrus unshiu fruits by microwave-assisted extraction, *Food Chemistry*, 123, 542-547.
- . Inci T T., Dursun P., (2004), Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process, *Journal of Food Engineering* 65, 413- 425.

J

- . Jawad A., Langrish T.A.G., (2012), Optimization of total phenolic acids extraction from mandarin peels using microwave energy: The importance of the Maillard reaction, *Journal of Food Engineering*, 109, 162-174.

K

- . Kratchanova M., Pavlova E., Panchev I., (2004), The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin, *Carbohydrates Polymers*, 56, 181-185.
- . Khalil E., (2007), Evaluation of the wound healing effect of some Jordanian traditional medicinal plants formulated in Pluronic F127 using mice (*Mus musculus*), *Journal of Ethnopharmacology*, 109, 104-112.
- . Kim J. Y., Lim H. J., Lee D. Y., Kim D.H., Jeon R., Ryu J. H., (2009), In vitro anti-inflammatory activity of lignans isolated from *Magnolia fargessii*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 19: 937 -940.

L

Références Bibliographiques :

. Laouer H., (2004), Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ammoidespusilla* et de *Magydarispastinacea*. Thèse de Doctorat d'état, Département de Biologie, Faculté des sciences, Université Ferhat Abbas de Sétif.

. Lamarti A., Badok., Deffieux G. P., Bull, Soc. Pharm, (1993), Bordeaux. 132, 90-98.

. Li B.B., Smith B., Hossain Med. M., (2006), Extraction of phenolics from citrus peels: II. Enzyme-assisted extraction method, *Separation and Purification Technology*. 48, 189- 196.

. Lorme. F., Maataoui N., Rondinaud. E., Esposito-Farèse M., Clermont O., Ruppe E., Arlet G., Genel N., et al., (2018), Acquisition of plasmid-mediated cephalosporinase producing *Enterobacteriaceae* after a travel to the tropics.

M

. Mandal V., Mohan Y., Hemalatha S., (2007), Microwave assisted extraction-An innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacognosy Reviews*. 1: 7-18.

. Manthey J.A., Grohmann K., (1996), Concentrations of hesperidin and other orange peel flavonoids in citrus processing byproducts, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 811-814.

. Mastral, in Yannick Romieux, *De la hune au mortier*, Éditions ACL, Nantes, 1986.

. Maskan M., (2000), Microwave/air and microwave finish drying of banana, *Journal of Food Engineering*, 44: 71–78.

. Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P., (2005), Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*), *Food Chemistry*, 89: 411–420.

. Medic Sanic M., Jasprica I., Smolic-Bubalo A., Mornar A., (2004), Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoides and phenolic acids, *Croatica Chemica Acta*, 77, 1: 361-366.

. Michel T., (2011), *Nouvelles Méthodologies d'Extraction, de Fractionnement et d'Identification: Application aux Molécules Bioactives de l'Argousier (Hippophaë ramnoides)*. Thèse de Doctorat, chimie analytique-photochimie, Université d'Orléans, France.

O

. Ouis N., (2015), *Etude chimique et biologique des huiles essentielles de Coriandre, de fenouil, et de persil*, these de Doctorat, Université d'Oran 1.

. Ozsoy-Sacan O., Yanardag R., Ozgey Y., Yarat A., Tunali T., (2006), Effects of parsley

Références Bibliographiques :

(*Petroselinum crispum*) extract versus glibornuride on the liver of streptozotocin-induced diabetic rats, *Journal of Ethnopharmacology*. 104:175-181.

. Ouraïni D., Agoumi A., Alaoui M. I., Alaoui K., Cherrah Y., Alaoui M.

A., Belabbas M. A., (2007), Activité Antifongique de l'Acide Oléique et des Huiles Essentielles de *Thymus saturejoides* L. et de *Menthapulegium* L., Comparé aux Antifongiques dans les Dermatoses Mycosiques. *Phytothér* 5: 6-14.

P

. Penchev P. I., (2010), Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions Toulouse, thèse de doctorat, Université de Toulouse, France.

. Prasadd K. N., Hao J., Shi J., Liu T., Li J., Wei X.Y., (2010). Antioxidant and anticancer activities of high pressure-assisted extract of longan

(*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 10, 4: 413- 419.

. Phohl-Leszkowicz, A., (1999), Les mycotoxines dans l'alimentation, évaluation et gestion du risque, Tec & Doc.

Q

. Quezel P., Santa S., (2004), précis de botanique, morphologie des plantes vasculaires reproduction et systématique des bryophytes et des gymnospermes, *Journal of Supercritical Fluids* ; 30:163-174.

R

. Routray W., Orsat V., (2012), Microwave-assisted extraction of flavonoids: A review. *Food Bioprocess Technology*. 5 : 409-424.

. Rawson A., Patras A., Tiwari B.K., Noci F., Koutchma T., Brunton N., (2011), Effect of thermal and non-thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. *Food Research International*. 44,7: 1875-1887.

. Reynaud J., (2002), La flore du pharmacien. Ed. TEC et DOC, Paris.

. Ribereau-Gayon., (1968), Notions générales sur les composés phénoliques. In « Les composés phénoliques des végétaux ». Paris. Ed Dunod: 1-27.

S

. Sarni-Manchado P., Veronique C., (2006), Les polyphénols en agroalimentaires, Collection sciences et techniques agroalimentaires, édition TEC et DOC, Paris, France : 398.

. Sahib G. N., Anwar F., Gilani A. H., Abdul Hamid A., Saari N., Khalid M. Alkharfy (2012), Coriander (*Coriandrum sativum* L.): A Potential Source of High-Value Components for Functional Foods and Nutraceuticals. *phytotherapy research*.

Références Bibliographiques :

- . Sipa'05, timisoara-Opportunities of Integrated Systems for Agrofood production, Ed. Orizonturiuniversitaire, Timisoara. 2005.
- . Singh R. P., Heldman D. R., (2001), Introduction to Food Engineering, Third Edition. London UK: AcademicPress.
- . Singleton V.L., Rossi J. A., (1965), Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid reagents.AmericanJournal of Enology and Viticulture,16:144-158.
- . Sarni-Manchado P., Cheynier V., (2006), Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Tec et Doc Lavoisier. pp : 02-11.

T

- . TabancaN., (2006), Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of essential oils from Pimpinella species gathered from Central and Northern Turkey. Journal of Chromatography. 1117: 194–205.

U

- . USDA: National Nutrient Database for Standard Reference Release 26 Full Report (All Nutrients) Nutrient data for (2013), Spices, coriander seed.

W

- . Wang L., Weller C.L., (2006), Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants,Trends in Food Science and Technology, 17: 300-312.
- . Wichtel M., AutonR., (1999), Plantes thérapeutiques,Ed. Tec. & Doc. 405, 187-190.
- . Wichtl M., Anton R., (2003), Plantes thérapeutiques, tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2 e édition, EMInter/Tec & Doc éditions, Paris, 135-7.
- . Wolff J .P., (1968), Manuel d'analyse des corps gras , Edition Azoulay , Paris.

X

- . Xu G., Ye X., Chen J., Liu D., (2007), Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract, Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55: 330-335.
- . Xu G.H., Chen J.C., Zhang Y.H., Iang P.J., Ye X.Q., (2008), Minerals, phenolic compounds, and antioxidant capacity of Citrus peel extract by hot water,Food Chemistry, 73, 1: 11-17.

Y

- . Yeoh S., Shi J., LangrishT.A.G., (2008), Comparisons between different techniques for waterbased extraction of pectin from orange peels,Desalination, 218: 229-237.
- . Yao K., Zhang L., ZhangY., Ye P., Zhu N., (2008), The flavonoid, fisetin, inhibits UV radiationinduced oxidative stress and the activation of NF-kappaB and MAPK signaling in human lens epithelial cells. Mol. Vis. 14, 1865-71.

Références Bibliographiques :

. Yongsawatdigul J., Gunasekaran S., (1996), Microwave-vaccum drying of cranberries: Part II. Qualityevaluation. Journal of Food Processing and Preservation, 20: 145-156.

Z

. Zeghad N., (2009), Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (thymusvulgaris, rosmarinusofficinalis) et evaluation leurs teneurs antibactérienne, Mémoire de magistère, Université Mentouri Constantine.

. ZiyatA., LegssyerA., Mekhfi H., Serhrouchni M., Benjelloun W., (1997), Journal of Ethnopharmacology. 58 : 45-54.

. ZoharyHopf.,(2000)Phytoremediation.Annu. Rev.Plant Physio. 49, 43-66

Résumé :

Résumé :

L'objectif du travail réalisé est l'extraction de composés bioactifs tel que les polyphénols et les flavonoïdes et l'évaluation de leurs activités antioxydants. Les deux plantes étudiées sont : *Petroselinu crispum*M. Et *Coriandrum sativum*L. L'extraction est réalisée sur différentes parties de la plante: graine, feuilles et tige, en présence d'un milieu aqueux dans un four microondes. Plusieurs paramètres organoleptiques et physico-chimiques de l'extrait et de la M_v obtenue par l'extraction ont été déterminées (pH, conductivité électrique, densité relative, indice de réfraction). L'analyse (IR, ATG, UV-Visible) a permis d'identifier les composés bioactifs. Les résultats de l'estimation de l'activité antioxydante des extraits a montré qu'ils sont très sont très riches en antioxydants. Une application préliminaire a été réalisée.

Mots clés : coriandre, persil, extraction par microondes, composés phénoliques.

Abstrat:

The objective of the work carried out is the extraction of bioactive compounds such as polyphenols and flavonoids and the evaluation of their antioxidant activities. The two plants studied are: *Petroselinu crispum*M. And *Coriandrum sativum* L. The extraction is carried out on different parts of the plant: seed, leaves and stem, in the presence of an aqueous medium in a microwave oven. Several organoleptic and physico-chemical parameters of the extract and of the M_v obtained by the extraction were determined (pH, electrical conductivity, relative density, refractive index). The analysis (IR, ATG, UV-Visible) made it possible to identify the bioactive compounds. The results of the estimation of the antioxidant activity of the extracts showed that they are very rich in antioxidants. A preliminary application has been carried out.

Keywords: cilantro, parsley, microwave extraction, phenolic compounds.

ملخص

الهدف من العمل المنجز هو استخلاص المركبات النشطة بيولوجياً مثل البوليفينول والفلافونويد وتقييم أنشطتها المضادة للأوكسدة
يتم الاستخلاص على أجزاء مختلفة من النبات: البذور والأوراق والساق، بوجود وسط مائي في فرن الميكروويف .
تم تحديد العديد من العوامل الحسية والفيزيائية والكيميائية للمستخلص وقيمة الجهد الوسطي التي تم الحصول عليها عن
(IR ، طريق الاستخلاص (الرقم الهيدروجيني، التوصيل الكهربائي، الكثافة النسبية، معامل الانكسار). وقد أتاح التحليل
التعرف على المركبات النشطة بيولوجياً. أظهرت نتائج تقدير النشاط المضاد للأوكسدة (ATG ،UV-Visible)
للمستخلصات أنها غنية جداً بمضادات الأوكسدة. تم تنفيذ التطبيق الأولي
الكلمات المفتاحية: الكزبرة، البقدونس، الاستخلاص بالميكروويف، المركبات الفينولية.