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 محمد الصديق بن يحي -جيجل

Université Med-SeddikBenyahia-Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département des Sciences de l'Environnement et des SciencesAgronomiques
علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique
Filiére : Sciences biologiques
Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème :

Etude des huiles essentielles de *Ruta Chalepensis* et *Achillea ligustica* et évaluation de leur activité biologique

Jury de soutenance :
Président : M^{r} : Sebti M.
Examinatrice : Mme : Lemzeri H.
Encadreur : Mme : Benterrouche I.

Présenté par :
Bourouis Nour Elhouda.
Merazka Fatima.

Session : juillet 2018

Laboratoire d'écotoxicologie de l'université de jijel

Remerciements

Nous tenons à la fin de ce travail à remercier ***ALLAH****,*
à lui seul la louange que nous avons pour finir ce modeste travail

Nous tenons à remercier profondément tous ceux qui ont participé de près ou de Loin à la réalisation de ce travail et particulièrement:
Notre encadreur **M^{me}Benterrouche I**, *Maître de Conférences à l'université de Jijel,*
Qui nos proposé ce sujet si passionnant et intéressant, et à qui nous témoignons nos profonde et sincères reconnaissance pour le suivi constant et les conseils dont nous but bénéficier au cours de ce travail,
Nos remerciements aux membres de jury :
Mr Sebti, *pour avoir accepté la présidence de ce jury.*
Mme Lemzeri H, *d'avoir accepté d'examiner ce travail.*
Nous exprimons, notre profonde gratitude à nos enseignants, sans oublier de remercier toute l'équipe du laboratoire de l'université pour leurs aides.
Nos remerciements vont ensuite aux le président de la conservation des forets :
Heloulou Ahmed *et* ***Ben Garba Samir*** *et* ***Bouden Maseoud****.*
Merci aussi pour les volontaires pour leurs aides durant la période de réalisation de ce travail.

En fin nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à Différent degrés à la réalisation de cet humble mémoire de fin d'études.

Nour elhouda et fatima

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour leurs endurances, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

A mes frères Abdeslem,Abdelmalak et Abdelkadere. A mes sœurs Hayat, Layla, Souad, Na3ima et Linda A toute mes chers amis et tous mes proches et surtout Nabil, Zino, Sabiha, Romayssa, Souad, Meryem. Je tiens également à associer à cette œuvre tous mes collègues de Toxicologie Fondamentale et Appliqué Promotion 2018, que j'ai eu le plaisir de côtoyer pendant cette période de formation.

fatima

fatima

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour leurs endurances, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

A mes frères Radouan et Fares.
A ma sœurs Ilhem.
A toute mes chers amis et tous mes proches et surtout Mohamed, Ghania, fatiha, Fayza, Hadjer, Rahil.
Je tiens également à associer à cette œuvre tous mes collègues de Toxicologie Fondamental et Appliqué promotion 2018 que j'ai eu le plaisir de côtoyer pendant cette période de formation.

Nour Elhouda

Nour Elhouda

La liste des figures, des tableaux et des abréviations

Introduction……01

Chapitre 1 : les huiles essentielles

1-1- Historique……...03
1-2- Définition……03
1-3-Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles……04
1-3-1-Propriétés physiques……04
1-3-2-Composition chimique…….....05
1-3-2-1- les Terpénoïdes……05
1-3-2-2-Composés aromatiques…….06
1-4-Répartition et localisation des huiles essentielles……...07
1-5-Procédés d'extraction des huiles essentielles……..08
1-5-1- L'hydrodistillation……..08
1-5-2- Extraction par entraînement à la vapeur d'eau……...08
1-5-3- L'expression au solvant volatil……...08
1-5-4- Expression à froid……...09
1-5-5- L'enfleurage……09
1-5-6- L'extraction au CO_2supercritique.……09
1-6- Facteurs de variabilité des huiles essentielles……09
1-6-1-Origine botanique..……...……09
1-6-2-L'organe producteur……10
1-6-3-Origine géographique……..10
1-6-4- Le mode de culture…….10
1-6-5- Le chémotype..……10
1-7-Domaine d'utilisation des huiles essentielles……..11
1-7-1-En pharmacie……11
1-7-2-En cosmétologie……..11
1-7-3-Dans les industries agroalimentaires...……12
1-8-Activités biologiques des huiles essentielles……..12
1-8-1-Activité antibactérienne……...12
1-8-2- Activité antivirale……13
1-8-3-Activité antifongique……14
1-8-4-Activité insecticide……...14

1-8-5-Activité antioxydant…….14
1-8-5-1-L'origine du stress oxydatif……..14
1-8-5-2-Les radicaux libres……15
1-8-5-3-Les antioxydants……15
1-9-Toxicité des huiles essentielles……16

Chapitre 2: les plantes médicinales.

2-1-Définition d'une plante médicinale……..17
2-2- Fonctionnement des plantes médicinales……17
2-3- Composantes et principes actifs des plantes médicinales……...18
2-3-1-Définition de principe actif ……..18
2-3.2. Types de principes actifs des plantes médicinales……...18
2-3-2-1- Les huiles essentielles……..18
2-3-2-2- Les flavonoïdes……18
2-3-2-3- Les alcaloïdes……..18
2-3-2-4-Substances amères…….18
2-3-2-5- Tanins……...…19
2-3-2-6- Glucosides……19
2-3-2-7- Les résines……19
2-3-2-8-Les phénols……19
2-3-2-9-Lesglucosinolates……..19
2-3-2-10-L'amidon…….19
2-3-2-11-Les mucilages……..20
2-4-Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales……...20
2-4-1-Infusions…….…..20
2-4-2-Décoctions……..…..20
2-4-3-Les huiles essentielles……...…20
2-4-4-Teintures…….…..20
2-4-5-Poudres médicinales…….……20
2-4-6-Sirops……21
2-4-7-Huiles médicinales……21
2-4-8-Onguents-pommades……21
2-4-9-Cataplasmes…….……21
2-4-10-Crèmes……21
2-4-11-Inhalations……..……21
2-4-12-Gargarismes et bains de bouche……21

2-4-13-Bains……...……22
2-4-14-Macérations……22
2-5-Description des deux plantes……...22
2-5-1-Ruta chalepensis……...22
2-5-1-1- Description botanique et répartition…….22
2-5-1-2-Systématique…….23
2-5-1-3-Utilisation……..23
2-5-1-4-Composition chimique……..23
2-5-2-Achillea ligustica…….…….24
2-5-2-1- Description botanique et répartition……24
2-5-2-2- la systématique…….24
2-5-2-3-l'utilisation……25
2-5-2-4-Constituants phytochimiques……25

Chapitre 3 : matériel et méthode.

3-1- Préparation des extraits……..26
3-1-1- Récolte du matériel végétal…….26
3-1-2- Séchage et stockage du matériel végétal……26
3-1-3-Tests phytochimiques préliminaires……26
3-1-3-1- Substances polyphénoliques……26
3-1-3-1-1-Tanins……27
3-1-3-1-1-1-Tanins catéchiques……27
3-1-3-1-1-2-Tanins galliques : réaction de Stiasny...……27
3-1-3-2- Saponosides…….27
3-1-3-3- Coumarines…….27
3-1-3-4- Composées réducteurs…….28
3-1-4- Extraction des HE par hydrodistillation…….28
3-1-5-Détermination du rendement d'extraction……..29
3-1-6- Conservation des huiles essentielles obtenues... ……29
3-1-7-Analyse des huiles essentielles par chromatographie en phase gazeuse-CPG-……...29
3-2- Evaluation de l'activité antioxydante…….30
3-2-1-Préparation des dilutions des huiles essentielles des deux espèces…….30
3-2-2. Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH•……30
3-2-3-Méthode de pouvoir réducteur ……31
3-2-4- Méthode de la capacité antioxydante totale (CAT)……..…32
3-3-Evaluation de L'activité antibactérienne par la méthode d'aromatogramme……..…32

3-3-1-Choix des bactéries...……..32
3-3-2-Choix des milieux de culture……33
3-3-3-Enrichissement des bactéries……33
3-3-4-Préparation des disques……33
3-3-5-Préparation des boites de Pétri…….33
3-3-6-Ensemencement des souches……33
3-3-7-Dépôt des disques…….33
3-3-8-Incubation des boites……34
3-3-9-Lecture……..34

Chapitre 4: résultats et discussions.

4-1-Résultats des tests phytochimiques……..35
4-1-1- Les tanins……35
4-1-2- Les saponosides…..……35
4-1-3- Les composé réducteur……..……36
4-1-4- La coumarine……..36
4-2- Rendement d'extraction……36
4-3- Analyse chromatographique des huiles essentielles……..……37
4-3-1-analyse chromatographique des huiles essentielles de *Ruta chalepensis*……37
4-3-2-analyse chromatographique des huiles essentielles d'*Achillea ligustica*……39
4-4- Evaluation de l'activité antioxydnate……42
4-4-1- Evaluation du pouvoir réducteur……42
4-4-2- Evaluation de l'activité antioxydante par $DPPH^{\cdot}$ (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)……..43
4-4-2-1-détermination de IC_{50}……44
4-4-3-Evaluation de la capacité anti oxydante totale (CAT)…….....45
4-5- Evaluation de l'activité antibactérien……46
Conclusion……48
Référence bibliographique……..50
Annexes……I

La liste des abréviations

A.B : Agriculture Biologique.

AMH : Agar de Muller Hinton

Ae: absorbance de la solution de DPPH• en présence de l'huile essentielle ou de la vitamine C;

At : absorbance de la solution de DPPH• en absence de l'huile essentielle et de la vitamine C (Témoin).

ATCC: American Type Collection Culture.

CAT : La capacité antioxydante totale.

CG: Chromatographie en phase gazeuse.

CMI: concentration minimale inhibitrice.

CO_2: dioxyd de carbon.

CPG/SM : Chromatographe en phase gazeuse couplée a la spectrométrie de masse.

$C_{15}H_{22}$: Les sesquiterpènes.

$C_{10}H_{16}$: monoterpènes.

DO : densité obtique

DPPH• : 1,1-Diphenyl-2-picryhydrazyl.

EAA: équivalents d'acide ascorbique.

$FeCl_3$: chlorure ferrique.

Fe2+: Fer ferreux

Fe3+: Fer ferrique

g : gramme.

HCl : acide chlorhydrique

H.E.B.B.D : Huile Essentielle Botaniquement et Biochimiquement Définie

He : Hélium

HE: huiles essentielles.

H_2O_2: peroxyde d'hydrogène.

Mo: molybdène

mn : minute.

K3Fe (CN) 6: Ferricyanure de potassium

Ml : Millilitre.

M': masse d'huile essentielle en gramme à partir des feuilles.

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

MS : matière sèche.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

O.M.S : organisation mondiale de la santé.

$ONOO^-$: péroxynitrite

PAM : plantes aromatiques et médicinales.

PR: pouvoir de la réduction en %.

RHE: rendement en huile essentielle.

sec : seconde.

TCA : trichloracétique.

T° : température

UV : ultra violette.

µg : micro gramme.

µl : micro litre.

VIH : virus de l'immunodeficience humaine

vitamine C : l'acide ascorbique.

% : Pourcent.

°C : Degré Celsius.

nombres des tableaux	titre	page
Tableau 1	**composition de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis***	**38-39**
Tableau 2	**composition de l'huile essentielle d'*Achillea ligustica***	**40-42**
Tableau 3	**les diamètres des zones d'inhibition des différentes souches (en mm) par la méthode de disques de *Ruta chalepensis***	**46**
Tableau 4	**les diamètres des zones d'inhibition des différentes souches (en mm) par la méthode de disques d'*Achillea ligustica***	**47**

Nombres des figures	Titre	page
Figure 01	**Exemples de quelques monoterpènes**	**5**
Figure 02	**Exemples de quelques sesquiterpènes**	**6**
Figure 03	**Exemples de composés aromatiques**	**6**
Figure 04	**Présentation de la zone d'étude**	**26**
Figure 05	**Dispositif d'extraction des huiles essentielles (Clvenger)**	**28**
Figure 06	**Chromatographe en phase gazeuse couplé à la masse (CPG/SM)**	**30**
Figure 07	**test des tanins**	**35**
Figure 08	**test des saponosides**	**35**
Figure 09	**test des composés réducteurs**	**36**
Figure 10	**test des coumarines**	**36**
Figure 11	**histogramme du rendement d'extraction de *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica***	**37**
Figure 12	**Chromatogramme d'huile essentielle de *Ruta chalepensis***	**38**
Figure 13	**Chromatogramme d'huile essentielle d'*Achillea ligustica***	**39**
Figure 14	**Pouvoir réducteur des huiles essentielles et de l'acide ascorbique.**	**42**
Figure 15	**Histograme du $CR_{0,5}$ des huiles essentielles et de l'acide ascorbique**	**43**
Figure 16	**Activité antioxydante par $DPPH^{\cdot}$ des huiles essentielles et de l'acide ascorbique**	**44**
Figure 17	**Histograme de l'IC_{50} des huiles essentielles et de l'acide ascorbique**	**44**
Figure 18	**Histogramme de la capacité oxydatif totale des huiles essentielles**	**45**
Photo 1	***Ruta chalepensis* de la région de Bordj T'har**	**22**
Photo 2	***Achillea ligustica* de la région de Bordj T'har**	**24**

A

- **Aboughe Angone., 2015**, Quelques propriétés des huiles essentielles des plantes médicinales du Gabon, Lavoisier SAS 2014.
- **AFNOR**: Association Française de Normalisation, 1987,1981, Tour Europe, Cedex 7 - 92080 Paris.
- **Afssaps** : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, **2008**, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles.
- **Attou., 2011**, Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante Ruta chalepensis (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent, universite abou bekr belkaid tlemcen, p58.

B

- **Ba K., Tine E., Destain J., Cissé N., Thonart P., 2010**, Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt, 14(1), p 131-139.
- **Baba Iassa F., 1999**, Encyclopédie des Plantes Utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, Ed : librairie Moderne Rouiba, p 243 - 244.
- **Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M., 2008,** Biological effects of essential oils, a review, Food Chem Toxicol, p 46:446–475. [PubMed].
- **Banquour N., 1984**, étude de l'effet de thym (décoction) et son huile essentielle sur l'évolution de la flore microbienne et quelques paramètres chimique de smen au cours de son évolution, Thése de doctorat 3ème cycle en microbiologie, université cadi ayed, faculté des sciences, Marrakech.
- **Barkire B., 1996**, Les ressources naturelles d'origine végétale au Niger, les possibilités de leur valorisation sous forme de biopesticides, séminaire atelier, Niamey, Niger, 28 octobre-8 novembre 1996.
- **Baser K H C. et Buchbauer G., 2015**, Handbook of essential oils: science, technology, and applications. CRC Press.
- **Bastien F., 2008**, Thèse sur: Effet larvicide des huiles essentielles sur stomoxys calcitrans à la réunion, Université Paul Sabatier de Toulouse, p 19-28.
- **Baudoux., 2010**, Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, Volume 2, Dermatologie.
- **Baudoux D., Zhiri A., 2009**, Huiles essentielles chemotypées et leurs synergies, Edition Inspir.

- **Baysal T. et Starmans D.A.J., 1999**, Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Carvone and Lionene from Caraway Seeds, Journal of Supercritical Fluids 14, p 225 -234.
- **Bedir E., Verdar Sukan F., Ozek T., et Baser K. H. C., 2007**, Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of Rosmarinus officinalis L, depending on location and seasonal variations, Food Chem, Vol 100, p 553–559.
- **Belaiche P., 1979**, Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, L'Aromatogramme, ed, Paris: Malonie, S.A, Tome I 204 p.
- **Bernard T, 1988**, "Extraction des huiles essentielles, chimie et technologie", Information chimie, p 289.
- **Berset C., Cervelier M. E., 1996**, Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power, Scienses des Aliments, p 16: 219-245.
- **Bessah et Benyoussef., 2015,** La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques, Revue des Energies Renouvelables Vol. 18 N°3, p513 – 528.
- **Bezanger Beauquesne L., Pinkas M., Torck M.**, **1986**, Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur.
- **Bhaskara R., Angers P., Gosselin A. Arul J., 1998**, Characterization and use of essential oil from Thymus vulgaris against Botrytis cinerea and Rhizopus stolonifer in strawberry fruits, Phytochemistry, 42 (8), p 1515-1520.
- **Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M. et Chaabouni M., 2008**, Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de Juniperus phœnicea. Journal de la Société Chimique de Tunisie, p 10 : 119-125.
- **Bowes E.J, 2003**, The chemistry of Aromatherapeutic Oils, 3rd Edition, p 56.
- **Boyd B., Ford C., Koepke C., Horn E., McAnalley S. et McAnalley B., 2003,** Etude pilote ouverte de l'effet antioxidant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé, glyoScience et Nutrition, p 7.
- **Brunetton J., 1987**, Elément de phytochimie et pharmacognosie, Paris : Lavoisier, Tech. & doc, p 584.
- **Bruneton J., 1993**, Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, p 915.
- **Bruneton J., 1999**, huiles essentielles Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3éme Editions Tec & Doc, Editions médicales internationnales, p 1120.

- **Bruneton J.**, **2005**, Plantes toxiques dangereux pour l'homme et les animaux, 3ème édition, Ed. TEC & DOC Lavoisier, Paris, p 505.
- ***Bruneton J., 2009,** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, 4ème édition Lavoisier.
- **bruneton J., 2016**, Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales.,Ed Lavoisier / TEC ET DOC**.**

C

- **carloi G.T., adam k., valentine c., Mariateresa r., sandro d., et paolo c., 2005**, Chemical Composition and Antioxidant, Antimicrobial, and Antifungal Activities of the Essential Oil ofAchillea ligustica All, Food Chem, Vol, 53, No, 26, 2005.
- **Cardenas J., 2004**, Qu'est-ce qu'une plante médicinale.
- **Chiali M., 1973,** Contribution à la Connaissance de la Pharmacopée Traditionnelle Algérienne ; Thèse de Doctorat d'état en Pharmacie; Institut Des Sciences Médicales ; p: 101- 370.
- **Cieur C. et Carillon A., 2012,** La plante médicinale, notion de totum, implication en phytothérapie clinique intégrative, Ph, Société internationale de médecine endobiogénique et de physiologie intégrative.

D

- **Daoudi A.**, **Hrouk H., Belaidi R., Slimani I., Ibijbijen J., Nassiri L., 2016**, Valorisation de Ruta montana et Ruta chalepensis, Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien Valorization of Ruta montana and Ruta chalepensis, Ethnobotanical study, phytochemical screening and Antibacterial activity, J. Mater, Environ, Sci, p 926-935.
- **Danton P. et Baffray M., 1995**, inventaire des plantes protégées, Ed Nathan, ISBN 2092784860.
- **Davidson P. M., Sofos J. N. et Branen A. L., 2005**, Antimicrobials in Food ,éd. Third Edition, Boca Raton, CRC Press, p 429.
- **Dellile A., 2013**, Les plantes médicinales d'Algerie, Berti Edition Alger, p 6-11.
- **Desmares C., Laurent A., et Delerme C., 2008**, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles, Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles, Saint Denis cedex, Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSPS), p17.

- **Donald P., 2000**, Medicinal plants and phytomedicines, Linking plant biochemistry and physiology to human health, Briskin, American Society of Plant Physiologists.
- **Duquenois P., 1968**, l'utilisation des huiles essentielles en pharmacie, leur normalisation et l'europe du médicament, Parf, cosm, sav, p 414-418.
- **Dunstan f., fone DL., Glickman M., Palmer S., 2013,** objectively Mesured Residential Environment and selfreported health: A multilevel analysis of UK census Data. Andrew R.Dalby, university of Westminster UK.

E

- **Encyclopédie des plantes médicinale., 2001**, identification, préparation, soins, Larrousse, P 54.
- **Eberlin F., 1994,** geopolitik, berlin, Academie.

F

- **Favier A., 2003**, le stress oxydant, Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, L'actualité chimique, p 108- 115.
- **Falk A J., Smolenski S J., Bauer L., Bell C L., 1975**, Isolation and identification of three new flavones from Achillea millefolium L, J Pharm Sci, p 64:1838–1842.[PubMed].
- **Fernandez et Cabrol B., 2007**, Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of Rosmarinus officinalis L, depending on location and seasonal variations, Food Chem, Vol 100, p 553–559.
- **Franchomme P et Penoel D., 1990**, L'aromathérapie exactement, Limoges, Editions Roger Jollois.
- **Franchomme P et Pénoël D., 2001**, L'aromathérapie Exactement, Encyclopédie de L'utilisation Thérapeutique Des Huiles Essentielles, Editions Roger Jollois.
- **Funk et Wagnalls., 2004,** Encyclopédie britannique Funk et Wagnalls, URL :
- http://www.Funkandwagnalls.com.

G

- **Ghasemi P., Rahimi E, et Moosavi S. A, 2010**, Antimicrobial activity of essential oils of three herbs against Listeria monocytogenes on chicken frankfurters. Acta agriculturae Slovenica, 95 (3), p 219 - 223.
- **Greger H., Alkamides, 1984**, Structural relationship, distribution and biological activity, Planta Med, p 50: 366 –375. [PubMed].
- **Guarrera P., 1999**, Traditional antielmintic, antiparasitic and repelent uses of plants in central Italy, Journal of Ethnopharmacology, 68 p. 183-192.

- **Gueorguiev E., 1988**, Technologie de production des huiles essentielles, Ed ISTA, France, p 120.
- **Guignard J.L., 1996**, Biochimie végétale, 10éme éd, Masson.
- **Gutteridge J. M. et Halliwell B., 1994**, Antioxidants in Nutrition, Health and Diseases, New York, Oxford University Press, p 143.

H

- **Hadi A. L., 2004**, screening potato genotype for antioxidant activity, identification of the responsible compounds, Texas, USA, Office of graduate studies of TEXAS University, p 260.
- **Hayashi., Ket., Hayashi T., 1994**, Virucidal effects of the steam distillate from Houttuynia cordata and its components on HSV-1, influenza virus and HIV, Planta Medica, 61, p 237–241.
- **Honda G., Yesilada E., Tabata M., Sezik E., Fujita T., Takeda Y., Takaishi Y., Tanaka T., 1996,** Traditional medicine in Turkey VI, Folk medicine in West Anatolia, Afyon, Kutahya, Denizli, Mugla, Aydin provinces, J Ethnopharm, p 53:75–87. [PubMed].
- **Hopkins W. G., 2003**, Physiologie végétale, 2éme édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris, p 514.
- **Hosein S et Lytle M., 2001**, Les antioxydants, feuillet d'information, 5p.

I

- **Iserin P., Masson M., Restellini J.P., Ybert E., DE Laage DE Meux A., Moulard F., Zha E., de la Roque R., DE Laroque O., Vican P., Deelesalle - Feat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J., Botrel A., 2001**, Larousse des plantes médicinales, identification, préparation, soins, 2éme édition de VUEF, Hong Kong, p 335.
- **Ismaili A., 1983**, pouvoir antiseptique de huile essentielle de thym sur les micro-organismes du smen, mémoire de fin d'etude, institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat.

J

- **Mejri J., Abderrabba M., Mejri M., 2010.**, composition of the essential oil of Ruta chalepensisL, Influence of drying, hydrodistillation duration and plant parts, Elsevier B.V.
- **Janero D R., 1990**, Malondialdehyde and thiobarbituric acid -reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury, Free Rad, Biol, Med, 9 p 515-540.

K

- **Kalemba D et Kunicka A., 2003**, Antibacterial and antifungal properties of essential oils "Review". Curr, Med, Chem, 10 p 813-829.
- **Karagozler A A., Erdag B., EmekY., Uygum DA., 2008,** Antioxydant activity and proline conent of leaf extracts from *Dorystoechas hastate*, Food chemistry 111 p 400-407.
- **Keville K et Green M., 1995**, Aromatherapy, A complete guide to healing art, Ed 1, THE crossing press, p 120-140.
- **Kim J., Marshall M., Ret Wei C., 1995**, Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens J, Agric. Food, Chem, 43 p 2839-2845.
- **Kunkele U et Lobmeyer TR., 2007**, Plantes médicinales, Identification, Récolte, Propriétés et emplois, Edition parragon Books L tol, p 33-318.
- **kurita N et koïke S., 1982**, sysematic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils componements. Agric, Biol, Chem, p 46-159-165.
- **Kurkin A., 2003**, Chem, Nat, Compd, 39 p123.

L

- **Lardry J M et Haberkorn V., 2007**, Les Huiles Essentielles, principes d'utilisation, Kinesitherapy Reviews , 61 p 18-23.
- **Lattaoui., Tantaoui N., Elaraki A., 1994**, Individual and combined antibacterial activity of the main components of three thyme essential oils, Riv, Ital, EPPOS , 13 pp 13-19.
- **Lucchesi M E., 2005**, Extraction Sans Solvant Assistée par Micro Ondes, Conception et Application à l'Extraction des Huiles Essentielles, Thèse de Doctorat en Science, Université de la Reunion, p 14-23.

M

- **Maggi F., Massimo Bramucci., Cinzia Cecchini., Maria M., Coman., Alberto C., Gloria C., Giulio L., Fabrizio P., Luana Qi., Gianni S., Sauro V., 2009**. Composition and biological activity of essential oil ofAchillea ligustica All, (Asteraceae) naturalized in central Italy, Ideal candidate foranti cariogenic formulations, Fitoterapia 80, p 313–319.
- **Mallea M., Soler M., Anfosso F., Charpin J., 1979,** activité antifongique d'essence aromatiques, Path, biol, 27, p 597-602.
- **Martinetti P., 2013**, Mon guide des huiles essentielles, Ed. Lanore, p 5-6, ISBN : 978285157733.

- **Mejri J, Abderrabba M, Mejri M., 2010,** Chemical composition of the essential oil of Ruta chalepensisL: Influence of drying, hydro-distillation duration and plant parts, Industrial Crops and Products32, p671–673.
- **Mioulane P., 2004**, Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins Larousse, Ed : protea, p : 7-50.
- **Möller K., 2008**, La distillation à l'alambic, un art à la portée de tous, Editorial UNICO, p 152.
- **Moreau B., 2003**, maître de conférences de pharmacognosie à la faculté de Pharmacie de Nancy, Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3ème année de doctorat de pharmacie.
- **Morel Y et Barouki R., 1999**, repression of the gene expession by oxydatif stress, Biochem Journal, 342 (3), p 481- 496.

N

- **Nemeth E., 2005**, Essential oil composition of species in the genus Achillea, J Essent Oil Res, 17p 501–512.
- **Novelli G P., 1997**, Role of free radicals in septic shock, J physiol pharmacol, 48, p517-527.
- **Ntezurubanza L., 2000**, Les huiles essentielles du Rwanda, Chicoutimi, Québec: laseve-uqac, p 17.

O

- **Okoh O., 2010**, Chemical transformations and phytochemical studies of bioactive components from extracts of rosmarinus officinalis L, A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, p 198, Faculty of Science and Agriculture at the University of Fort Hare.

P

- **Padrini F., 1997** La nature des huiles essentielles, Ed, Dexechi, p 124.
- **Pelt J M., 1980**, Les drogues, Leur histoire, leurs effets, Ed, Doin.
- **Perllecuer J., Allergrini J., de Boucheberg M S., 1976,** huiles essentieles bactéricides et fongicides, Revue de l'institut pasteur de lyon, p 135-159.
- **perrin A et colsan M., 1983**, L'appareil sécréteur chez les menthes, modalité de stockage des essences dans les glandes à tête pluricellulaire, Acte du colloque, les menthes en France, aspect scientifique, économique et industriel. Université claude bernard, Lyon I. In Bekhechi ch, 2010, les huiles essentielles.
- **perry**

- **Pharmacopée européenne**, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles, Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de santé (Afssaps), 2008.
- **Prieto P., Pineda M., Aguilar M., 1999,** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex, specific application to the determination of vitamin E, Analytical Biochemistry 269 (2), p 337–341.

Q

- **Quezel P et Santa S., 1963,** nouvelle flore de l'algérie et des régions désertiques et meridionales, tome ii, edition cnrs, paris.

R

- **Rapp R P., 2004,** Changing strategies for the management of invasive fungal infections, Pharmacotherapy, 24 p 4S-28S.
- **Rizk AM., 1982,** Constituent of plants growing in Qatar, Edition Berti, p 35-42.
- **Ross J., 2003**, Combining Western Herbs and Chinese Medicine, Principles, Practice, and Materia Medica, Seattle, Greenfields Press, p 165-181.
- **Roulier G., 2000**, Les huiles essentielles pour votre santé, Ed. Dangles, p336.
- **Rubin M et Messali JP., 1988**, abrégé de phytothérapie pratique, Ed,doin.

S

- **Saeidnia S., Gohari AR., Yassa N., Shafiee A,2005**, Composition of the volatile oil of Achillea conferta DC, from Iran, Daru, p 13:34–36.
- **Salle J L., 2004**, Les huiles essentielles, synthèse d'aromathérapie, Editions Frison Roche, 2ème édition. P 220.
- **Sanago R., 2006**, Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle.
- **Schnitzler P., Schon Ket Reichling J., 2001**, Antiviral activity of Australian tea tree oil and eucalyptus oil against herpes simplex virus in cell culture, Pharmazie, 56 p 343-347.
- **Sheidai M., Azanei N., Attar F., 2009**, New chromosome number and unreduced pollen formation in Achillea species (Asteraceae) Acta Biol Szegediensis. p 53:39–43.
- **Simon Y., 2001**, Mills, Evidence for the clinician, a pragmatic framework for phytotherapy, The European Phytojournal, ESCOP, Issue 2.
- **Singh A K., Dikshit A., Dixit S M.,1983**, fungitoxic orperties of essential oil of mentha arvensis varpepiraxens, Perfumer and flavorist. P 55-58.
- **Si XT., Zhang ML., Shi QW., Kiyota H., 2006**, Chemical Constituents of the Plants in the Genus Achillea, Chem Biodivers, p 3:1163–1180. [PubMed].

- **Skocibusic M., Bezic N., Dunkic V., Radonic A., 2004**, Antibacterial activity of Achillea clavennae essential oil against respiratory tract pathogens, Fitoterapia, p 75:733.[PubMed].
- **Smajda J., 2009**, Les huiles essentielles, Colloque GP3A Tananarive, Madagascar, p 2-3.
- **Small E et Catling P M., 2000**, Les cultures médicinales canadiennes, NRC Research Press.
- **Sudano Roccaro A., Rita Blanco A., Giuliano F., Rusciano D et Enea V., 2004**, Epigallocatechin-Gallate Enhances the Activity of Tetracycline in Staphylococci by Inhibiting Its Efflux from Bacterial Cells, Antimicrob Agents Chemother, 48 (6), p1968–1973.

T

- **Theis N et Lerdau M., 2003**, "The Evolution of Function in Plant Secondary Metabolites" International Journal of Plant Sciences, 164 p S93–1.
- **Tim T et Andrew J., 2005**, Antimicrobial activity of flavonoids "Review", International Journal of Antimicrobial Agents, 26, p 343–356.
- **Trease E et Evans W.C., 1987,** Pharmacognosie, Billiaire Tindall, Edition, London. pp61 62.

U

- ***Ultee A., Gorris L G et Smid E J., 1998**, Bactericidal activity of carvacrol towards the food -borne pathogen Bacillus cereus J, Appl Microbiol, 85 (2), p 211-218.

V

- **Valnet J., 1984**, aromathérapie traitement des maladies par les essences des plantes, Ed Mloine S.A, n° 10.
- **Vansant G., 2004**, Radicaux libres et antioxydants, Principe de base Symposium « antioxydant et alimentation», institut danone.

W

- **Werner M., 2002**, Les Huiles Essentielles, réveil du corps et de l'esprit, Ed : vigot, Collection Santé Bien Etre, p 60-95.
- **Wilson R., 2002**, Aromatherapy Essential oils for Vibrant Health and Beauty, Ed, Penguin Putnam, p 1-24.
- **Wichtl M et Anton R., 2009**, Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, Édition Lavoisir, Paris, p 38- 41.

Z

- **Zargari A., 1996**, Medicinal Plants, 4th Ed Tehran, Tehran University, p 106–117.

La réglementation nationale et internationale encadrant la distribution et l'utilisation des plantes est en constante évolution. Les études épidémiologiques se multiplient, tendant à établir une relation entre micronutriments végétaux et prévention de pathologies variées, voire ralentissement de leur évolution **(Bruneton, 2016).**

La phytothérapie, qui provient de deux racines grecques anciennes "phyton" (végétal) et "therapeia" (cure, thérapie), signifie la thérapie par le végétal ou par les plantes. Les effets bénéfiques des plantes sur la santé sont dus au fait qu'elles contiennent des substances appelées principes actifs responsables de leurs effets thérapeutiques. Il existe de nombreux principes actifs connus et décrits parmi lesquels les huiles essentielles **(Cardenas, 2014).**

Au cours de ces dernières années, le secteur des huiles essentielles a bénéficié d'une croissance rapide, soutenue en particulier par l'étendue et la diversité des secteurs d'application de ces extraits naturels. Les huiles essentielles disposent de nombreux atouts, elles sont utilisées, pendant de nombreux siècles dans la plupart des civilisations, à des fins religieuses, cosmétiques et médicales. Aujourd'hui, ces extraits de plantes sont encore largement utilisés et ont une importance considérable dans le commerce international **(Bessah et Benyoussef, 2015).**

Les huiles essentielles sont tirées aussi bien des plantes aromatiques que médicinales. Ces huiles possèdent plusieurs propriétés telles que : les propriétés relaxantes, tonifiantes, énergisantes, régénérantes, assainissantes, désodorisantes, anti-inflammatoires, antioxydantes, …etc. Ces propriétés s'expliquent par la composition biochimique de ces huiles. Elles sont très souvent composées d'alcools, cétones, sesquiterpènes, monoterpènes, diones, aldéhydes terpéniques, esters, azulènes, et d'oxydes. Plusieurs études montrent que les huiles essentielles des plantes médicinales africaines, présentent des activités antioxydantes et très souvent antimicrobiennes (**Aboughe, 2014).**

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce présent travail dont l'objectif est d'étudier les huiles essentielles de deux plantes aromatiques et médicinales collectées de la région Bordj T'har à Jijel : *Ruta chalepensis* « fidjl » et *Achillea ligustica* « belkissom » qui sont utilisées par la population riveraine a des fins thérapeutiques (contre les blessures, les douleurs abdominales, rhumatisme, ...etc.) et d'évaluer leurs activités antioxydante et antibactérienne.

Notre travail sera donc répartit en quatre chapitres, initié par une recherche bibliographique sur les huiles essentielles et leurs activités biologiques. Dans le deuxième chapitre, nous rappelons la description des espèces végétales étudiées (les caractères botaniques et la systématique), l'intérêt

biologique et quelques travaux antérieurs réalisés sur ces plantes. Le troisième chapitre nous avons envisagé la partie expérimentale qui se déroule en deux axes. Dans le premier axe, nous avons réalisé l'extraction et la caractérisation des huiles essentielles. Dans le deuxième axe, nous sommes intéressés à évaluer le pouvoir antioxydant et antibactérien des extraits des deux plantes. Enfin, dans le quatrième chapitre, nous avons rapporté les résultats obtenus.

Chapitre 1

les huiles essentielles

1-1- Historique

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est lié à l'évolution des civilisations. L'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours une importance en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles (HE) datent de l'an3000 avant J.C (**Baser et Buchbauer, 2015**).

Selon **Ntezurubanza (2000**), l'histoire de l'aromathérapie, qui est celle des huiles essentielles, peut se résumer en quatre époques suivantes:

- L'époque au cours de laquelle étaient utilisées des plantes aromatiques telles quelles ou sous forme d'infusion ou de décoctions.
- Celle dans laquelle les plantes aromatiques était brûlées ou mises à infuser ou à macérer dans une huile végétale. A cette époque, intervient la notion d'activité liée à la substance odorante.
- La troisième correspond à la recherche de l'extraction de cette substance odorante. Il apparaît le concept " Huile essentielle " qui aboutit à la création et au développement de la distillation.
- Enfin, la dernière qui est la période moderne dans laquelle les connaissances des composants des huiles essentielles intervient et explique les effets physiques, chimiques, biochimiques, et physiologiques.

En 2001, le livre "Aromathérapie exactement de **Franchomme et Pénoël (2001**), évoque le terme de "la médecine aromatique" qui contient les chémotypes et les indications thérapeutiques reposant sur les bases scientifiques.

Ainsi, l'industrie des plantes médicinales est devenue, en peu de temps, le secteur de l'industrie pharmaceutique connaissant la plus forte croissance annuelle, soit 15 à 20% (**Small et Catling, 2000**).

1-2- Définition

Le terme « huile essentielle » a été conçu empiriquement. Le mot « huile » souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances; cependant, le mot «essentielle» se comprenant comme étant le caractère principal de la plante (**Bernard et al., 1988**).

Selon **AFNOR (1981)** (Association Française de Normalisation), ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certaines citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction.

Une huile essentielle (HE) est un extrait de végétaux aromatique et hautement volatile, marquée par une forte odeur. C'est un produit de composition complexe, obtenue à partir d'une matière première végétale. Les huiles essentielles contiennent un nombre considérable de familles biochimiques incluant les alcools, les phénols, les esters, les oxydes, les coumarines, les monoterpènes, les sesquiterpènes, les cétones, les aldéhydes. **(Funk et Wagnalls, 2004)**

Selon **Theis et Lerdau (2003)**, le terme « huile essentielle » est strictement réservé au produit aromatique issu de la distillation, compte tenu du fait, quelles autres techniques d'extraction ne permettent pas d'obtenir l'huile essentielle en tant que telle. Avant son extraction, lorsqu'elle se trouve dans la plante, l'huile essentielle est appelée essence. Les essences sont des mélanges complexes de métabolites secondaires caractérisés ainsi car ils ne participent pas directement à la croissance de la plante, ils sont impliqués dans des mécanismes de défense ou d'attraction de la plante (défense contre les herbivores ou les phytopathogènes (champignons, virus et bactéries)) ou l'attraction de pollinisateurs. Elles constituent des stimulus pour les microorganismes bénéfiques et participent aussi à la protection de la plante contre les rayons UV**.**

La quantité d'huile essentielle contenue dans les plantes est toujours de très faibles concentrations. Il est important de faire une différence entre les huiles essentielles et les huiles végétales. Les huiles essentielles sont obtenues par expression (réservée aux agrumes) ou par distillation à la vapeur d'eau. Une huile végétale est obtenue par pression, et est constituée majoritairement de corps gras (**Bastien, 2008**).

1-3-Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

1-3-1-Propriétés physiques

Selon **Bruneton (2009)**, les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

- Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels, et peu solubles dans l'eau à laquelle, toutefois, elles communiquent leur odeur ;
- Elles sont volatiles ;
- Elles ne sont que très rarement colorées ;
- Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau (les huiles essentielles de sassafras, de girofle ou de cannelle constituent des exceptions) ;
- Elle un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée.

1-3-2-Composition chimique

La détermination de la composition chimique des huiles essentielles a intéressée de nombreux chercheurs et les méthodes d'analyse chimique en plus sophistiquées ont permis d'identifier un très grand nombre de constituants **(Bruneton, 1999).** Ce sont principalement deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Kurkin, 2003).**

Les deux grandes voies métaboliques de biosynthèse des huiles essentielles sont : la voie des mévalonates et la voie des shikimates. La première voie comprend les terpénoïdes: les terpènes acycliques (linalol, géraniol, …), les monoterpènes monocycliques (limonène, menthol, thymol, carvacrol, ….), les monoterpènes bicycliques (camphre, bornéol, …), les sesquiterpènes (artémisine, …). La voie des shikimates comprend des composés aromatiques C_6-C_3 (aldéhyde cinnamique, eugénol, …), des composés en C_6-C_1 (vaniline, …) **(Bruneton, 1999).**

1-3-2-1- les Terpénoïdes

Dans le cas des huiles essentielles, seuls seront rencontrés les terpènes les plus volatils : mono-et sesquiterpènes.

-Les monoterpènes : constituants les plus simples de la série, les monoterpènes sont issus du couplage de deux unités « isopréniques » (C_5H_8) (**Brunetton, 1987)**. Ils peuvent être acyclique (myrcène, ocimène), monocyclique (α et ɣ-terpinène, p-cymène) ou bicyclique (pinène, camphène, sabinène). Ils constituent parfois plus de 90 % de l'huile essentielle (citrus…). Les variations structurales justifient l'existence de nombreuses molécules: alcools (géraniol, α-trpinéol, bornéol, trans-farnésol), phénols (thymol), aldéhydes (citronellal), cétones (carvone, β-ventivone), ester (Acétate de cédryle), éthers (1,8-cinéole) **(Bruneton, 1999).**

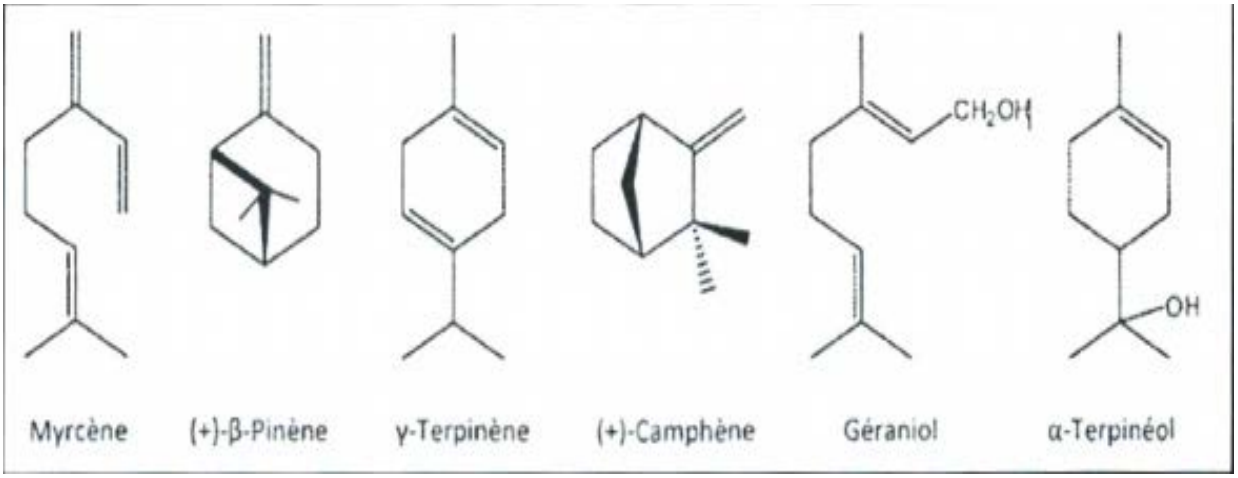

Fig. 1 : Exemples des quelques monoterpènes (Bruneton, 1999)

-Les sesquiterpènes : ce sont des dérivées d'hydrocarbures en $C_{15}H_{22}$ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurelles, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones (**Kurkin, 2003).** Un grand nombre de sesquiterpènes sont des constituants habituels des huiles essentielles des végétaux supérieurs, ils peuvent intervenir dans les propriétés pharmacologiques attribuées à ces fractions volatiles.

Biologiquement, bon nombre de structures sesquiterpéniques sont des phytoalexines, d'autres semblent agir comme des régulateurs de croissance, d'autres enfin attirent les insectes ou agissent à l'encontre de ceux-ci comme des facteurs antinutritifs **(Bruneton, 1999).**

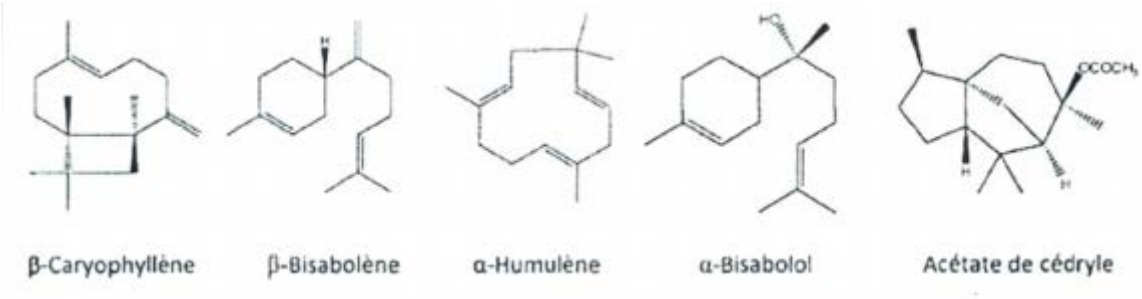

Fig. 2 : Exemples de quelques sesquiterpènes (Bruneton, 1999).

1-3-2-2-Composés aromatiques

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C_6-C_3). Ils sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Ils sont très souvent des allyles et des propénylphénols, parfois des aldéhydes. On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés en (C_6-C_1) comme la vanilline ou comme l'anthranilate de méthyle. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon,…etc. (**Bruneton, 1993).**

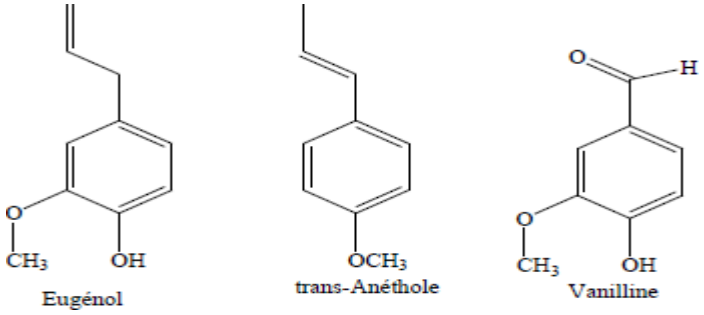

Fig. 03: Exemples des composés aromatiques (Bruneton, 1993).

1-4-Répartition et localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs: il y a environ 500000 plantes sous terre ; 10000d'entres elles, environ, possèdent des propriétés médicinales **(Encyclopédie, 2001).** Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Elles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits ou graines (**Bruneton, 1987; Perrin et Colsan, 1983).**

Selon plusieurs auteurs (**Smajda, 2009),** la production d'HE dans les plantes est généralement associée avec la présence des structures spéciales sécrétrices :

- Des poches sécrétrices, formé par des cellules qui se sont modifié ;
- Des canaux sécréteurs, obtenus par l'allongement des poches sécrétrices ;
- Des poils sécréteurs ;
- des trichomes glandulaires.

Franchomme et Penoel, (2001), présentent trois catégories principales d'organes sécréteurs de l'essence :

- Les poils glandulaires épidermiques dans le cas des Lamiacées, Verbénacées, Astéracées, et Moracées par exemple ;
- Les glandes intra limbiques appelées « poches et canaux glandulaires » schizogènes chez les Myrtacées, (Melaleuca, Myrtus, Eugenia etc.) et les Hypericacées. Ainsi, la feuille du Millepertuis (*Hypericum perforatum*) semble à la lumière être percée de « milletrous », lesquels correspondent aux poches schizogènes vues par transparence, aspect retrouvé sur les feuilles de Melaleuca alternifolia ;
- Les glandes schizolysigènes que l'on observe au niveau des feuilles et de l'épicarpe des fruits des Rutacées (Citrus spp). Ce terme caractérise la forme développée en particulier des poches à essence, schizogène puis lysigène entrainant ainsi l'agrandissement des cellules.

Les plantes qui les élaborent sont réparties dans un nombre restreint de familles comme: Lamiaceae, Apiaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Poaceae, Rutaceae, etc.) **(Desmares et al., 2008).**

Chez les ombellifères, racine, tige et feuilles sont parcourues par des canaux sécréteurs qui contiennent un mélange d'essence et de résine. Ils sont surtout abondants dans les tiges, où l'en trouve en particulier un canal au niveau de chacune des cannelures. Ces canaux expliquent l'odeur forte qui se dégage des ombellifères lorsqu'on les écrase **(Guignard, 1996)**

1-5-Procédés d'extraction des huiles essentielles

1-5-1- L'hydrodistillation

Cette méthode est réalisée en 2 étapes

- La partie de la plante contenant la molécule à extraire est placée dans un ballon avec de l'eau et quelques morceaux de pierre ponce pour assurer le brassage de la solution. En chauffant, l'eau s'évapore entraînant avec elle les molécules aromatiques. En passant dans un réfrigérant, l'eau se condense et tombe dans un erlenmeyer où il est possible de distinguer 2 phases bien distinctes : l'huile essentielle et dessous, l'eau aromatique (ou hydrolat) chargée d'espèces volatiles contenues dans la plante et ayant une densité plus élevée.
- On récupère les 2 phases huile essentielle/eau aromatique, chargée d'espèces volatiles, dans une ampoule à décanter. Après avoir laissé reposer le contenu quelques secondes, il est possible d'éliminer totalement l'eau aromatique. Il ne reste alors plus que l'huile essentielle dans l'ampoule à décanter (**Lucchesi, 2005**).

1-5-2- Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

L'entrainement de huile essentielle par la vapeur d'eau est en réalité un processus de transfère des matières beaucoup plus complexes. Cette complexité est du au fait que les dépôts des huile essentielles des végétaux sont différents de par leur nature et de leur localisation et dont la plus pars des cas le contacte entre la vapeur et l'huile est empêché **(Gueorguiev, 1988).**

1-5-3- L'expression au solvant volatil

Le matériel végétal dont on veut extraire une huile est placé sur des grilles puis dans des cuves appelées extracteurs. On les rempli de solvant et on effectue ainsi plusieurs lavages successifs. Le mélange est ensuite envoyé dans un décanteur où on le laisse reposer : cette phase de repos va permettre d'obtenir deux phases. Celle au fond contiendra l'eau contenue dans les plantes, l'eau étant plus lourde que le solvant celui-ci sera à la surface. Les huiles essentielles étant très solubles dans le solvant, elles se retrouvent dans la même phase. Il suffit donc d'éliminer l'eau. Ensuite on fait s'évaporer le solvant afin d'obtenir un composé pur (**Werner, 2002**).

1-5-4- Expression à froid

Ce mode d'obtention ne s'applique qu'aux fruits d'agrumes (Citrus spp) par des procédés mécaniques à température ambiante. Le procédé consiste à exercer sous un courant d'eau une action abrasive sur toute la surface du fruit. Après élimination des déchets solides, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par centrifugation (**Wilson, 2002**).

La plupart des installations industrielles permettent en fait la récupération simultanée ou séquentielle des jus de fruits et de l'huile essentielle (**Afssaps, 2008**).

1-5-5- L'enfleurage

Cette méthode se rapproche quelque peu de l'extraction par solvants volatils mais dans ce cas on utilise des graisses comme solvant, ces dernières ayant elles aussi une forte affinité avec les composés odorants, cette méthode peut être réalisée à froid ou à chaud, et on obtient ainsi des absolues de pommade (**Lardry et haberkorn, 2007**).

1-5-6- L'extraction au CO_2supercritique

Le terme supercritique signifie que le CO_2, sous pression et à une température de 31°C, se trouve entre l'état liquide et l'état gazeux. Lorsqu'il est dans cet état, il est capable de dissoudre les huiles essentielles. La matière végétale est chargée dans l'extracteur où est ensuite introduit le CO_2 supercritique sous pression et réfrigéré. Le mélange est ensuite recueilli dans un vase d'expansion où la pression est considérablement réduite. Le CO_2 s'évapore et il ne reste plus que l'huile essentielle qui est proche du naturel et sans trace de solvant. De plus le CO_2 est non toxique, incolore, inodore et ininflammable, ce qui permet des conditions de sécurité supérieures (**Keville et Green, 1995; Baysal et Starmans, 1999**).

1-6- Facteurs de variabilité des huiles essentielles

Des travaux de recherche ont prouvé que la composition chimique des huiles essentielles est très fluctuante. En effet, elle dépend de deux grands axes; d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc.), ou technologiques (mode de culture ou d'extraction d'huile essentielle de la plante), dont nous citons les plus importants:

1-6-1-Origine botanique

La composition d'une HE varie en fonction de l'espèce productrice. En effet, l'extraction de l'HE d'un même organe de deux plantes différentes ne donne pas la même composition

chimique (**Martinetti, 2013; Padrini, 1997**), par exemple deux espèces de sauge: la sauge officinale (*Salvia officinalis*) et la sauge sclarée (*Salvia sclarea*), et cela peut être vendu à la fois sous le nom de l'huile de sauge. La première, riche en cétones neurotoxiques, peut provoquer des crises d'épilepsie, alors que la seconde possède des esters aromatiques antiépileptisants **(Franchomme et pénôel, 2001).**

1-6-2-L'organe producteur

La composition et le rendement d'une huile essentielle extraite varient selon les parties de la plante à partir de laquelle est extraite **(Roulier, 2000**). En effet, les diverses parties d'une même plante (fleur, feuille, tige, écorce, racine, etc.) peuvent produire des essences différentes (**Sallé, 2004; Möller, 2008).**

1-6-3-Origine géographique

Cela permet de connaître l'environnement dans lequel grandit la plante et de caractériser ainsi l'huile essentielle obtenue. Il y a des différences de composition chimique selon le pays d'origine. La composition chimique des huiles essentielles d'une même plante grandissant dans des lieux différents avec changement de situation géographique (altitude et latitude), avec variation de la nature du sol peut être différente (**Bowes, 2003 ; Sallé, 2004 et Möller, 2008)**.

1-6-4- Le mode de culture

Il définit si la plante est cultivée ou sauvage. Il est souvent représenté par un label si la plante provient d'une culture biologique. Les seuls labels autorisés sont ceux délivrés par le Ministère de l'Agriculture. Il en existe plusieurs labels : BIO, ECOCERT, H.E.B.B.D, A.B. (**Franchommeet et pénoel, 2001**).

1-6-5- Le chémotype

Il définit la molécule aromatique révélatrice des principales propriétés thérapeutiques de l'huile essentielle. Une plante de même variété botanique peut produire des huiles essentielles de compositions chimiques différentes selon son origine, son pays, son climat, son sol. Une huile essentielle peut contenir de vingt-cinq à cent molécules biochimiques différentes. Ce qui explique la polyvalence d'action des huiles essentielles. On effectue une chromatographie en phase gazeuse liée à une spectrométrie de masse pour identifier et quantifier chacune de ces molécules et connaître ainsi la composition précise des huiles essentielles (**Baudoux et Zhiri, 2009**).

1-7-Domaine d'utilisation des huiles essentielles

Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles, peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs :

1-7-1-En pharmacie

L'importance des plantes aromatiques est indiscutable. Leur contenu en essence et la nature chimique des constituants de celle-ci leur confèrent de grandes perspectives d'application. Ces substances sont d'un grand intérêt pour le domaine médical et pharmaceutique **(Valnet, 1984).**

Généralement, ces substances ne se trouvent pas dans la plante à l'état pur, mais se forme de complexe qui se complètent et se renforcent dans leur action dans l'organisme **(Rubin et Messali, 1988).**

Dans leur grande majorité, les plantes médicinales sont utilisées en nature, en particulier pour la préparation d'infusions et sous forme de préparation galénique simple. Elles sont également utilisées pour l'obtention des huiles essentielles dont certaines peuvent avoir un intérêt médicamenteux (en particulier dans le domaine des antiseptiques externes) mais qui, majoritairement, sont surtout destinées à l'aromatisation des formes médicamenteuses destinées à la voie orale.

En effet, les huiles essentielles ont un champ d'action très large, elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des levures et des moisissures. L'effet biologique a souvent été trouvé supérieur à celui de fongicides du commerce (**Singh et al., 1983).**

De plus, les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotique; ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques de désinfection **(Duquenois, 1968; Valnet, 1984).** Elles sont utilisées comme anti-infectieux (girofle, eucalyptus, myrthe), analgésique (girofle). Les essences d'eucalyptus qui, à cause de leur volatilité, favorisent l'expectoration et sont, de ce fait, indiquées dans les bronchites chroniques **(Duquenois, 1968).**

Les perspectives d'application peuvent s'étendre à d'autres domaines comme, par exemple, la stomatologie, le traitement des affections bactériennes et fongiques de la cavité buccale, les soins dentaires ou simplement pour l'hygiène dentaire sous forme de pâte dentifrice ou de pâte à mâcher **(Perllecuer et al., 1976).**

1-7-2-En cosmétologie

L'industrie des cosmétiques et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs même si le cout souvent élevé des produits naturels conduit parfois à privilégier, pour les formulations de grande diffusion, les produits synthétiques **(Bruneton, 1999).** Les huiles

essentielles, matières premières par excellence des parfumeurs, sont classées en fonction de leurs odeurs. Ainsi les huiles essentielles de citron, de bergamote ou encore de lavande constitueront la note la plus éphémère, dite note de tête. Des essences fleuries comme celles de rose ou de néroli participeront à l'élaboration de la note de cœur. Enfin, la note de fond, la plus durable des trois, comportera plutôt des essences boisées ou épicées comme le santal ou la cannelle (**Fernandez et cabrol, 2007).** A la limite de la pharmacie et des produits d'hygiène, on notera la présence des huiles essentielles dans les préparations pour bains (bains « calmants » ou « relaxants »). On notera qu'il y a là une possibilité d'absorption percutanée des constituants terpéniques **(Bruneton, 1999).**

1-7-3-Dans les industries agroalimentaires

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes utilisées dans l'assaisonnement des aliments a été reconnue depuis longtemps. C'est pour cela, que l'on pense de plus en plus à les utiliser dans la conservation des denrées alimentaires, sans pour autant en dénaturer le goût puisque ces aromates entrent dans la composition des préparations alimentaires **(kurita et koïke, 1982).**

Le thym peut être utilisé dans diverses préparations alimentaires comme le smen par exemple **(Ismaili, 1983; Banquour, 1984)**

Busta et Foegeding en 1983, ont eux aussi étudié la conservation alimentaire par les épices, les aromates et les huiles essentielles qui sont rajoutés aux aliments pour rehausser le goût et qui ont aussi un effet antimicrobien empêchant les contaminants alimentaires de se développer.

Il est à noter que les huiles essentielles sont aussi utilisées dans le milieu hospitalier pour la désinfection des locaux. En **1979, mallea et al.** ont rapporté l'utilisation du « paragam ». Ce produit se présente sous forme de bombe qui diffuse un brouillard de particules de l'ordre de 10µm, d'une solution volatile à base d'essence naturelle (citron, lilas, citronnelle), d'alcool (salol, terpinéol), l'acide benzoïque et surtout d'huiles hydrogénées (75%). Le pouvoir bactéricide, acaricide et fongistatique sont établis. Il s'est révélé sans aucune toxicité pour l'homme.

1-8-Activités biologiques des huiles essentielles

1-8-1-Activité antibactérienne

La résistance contre les agents antimicrobiens est devenue de plus en plus un problème majeur et urgent dans le monde (**Tim et al., 2005**), ce qui a orienté les recherches des agences et des autorités de la santé vers les ressources phytogénétiques pour trouver une solution à ce problème (**Sudano, 2004**).

Selon **Ghasemi et al (2010),** l'utilisation des HEs comme agents antibactériens semble être une solution alternative intéressante pour contrôler la présence des bactéries pathogènes dans les aliments, dont beaucoup de ces huiles ont des activités antibactériennes remarquables contre un large spectre.

Les HEs qui ont des activités antibactériennes déstabilisent la bicouche phospholipidique de la membrane bactérienne, bien qu'elles interviennent dans les systèmes enzymatiques et matériel génétique des bactéries (**Kim et al., 1995**). En outre, un certain nombre de constituants des huiles essentielles présentent des propriétés antibactériennes significatives lorsqu'ils sont testés séparément en intervenant par différents mécanismes (**Ultee et al., 1998**).

Il est évident que les propriétés antibactériennes des huiles essentielles sont plus fortement expliquées par l'effet additif de leurs principaux composés antimicrobiens en raison de leurs constituants mineurs qui apparaissent, à jouer un rôle significatif en synergie (**Lattaoui et al., 1994**).

Certains constituants d'HE tels que le carvacrol, le thymol et l'eugénol (composé phénolique) ont été prouvés antibactériens. Les composés Aldéhydes des huiles essentielles sont quelque peu antibactériens; les constituants aldéhydes: néral, géranial, citronnellal et cuminal sont les plus largement utilisés. L'action antibactérienne des éthers est certaine, mais irrégulière; les terpènes ont été prouvés intéressants, mais sont surtout diffusées dans l'air (**Kim et al., 1995**).

1-8-2- Activité antivirale

Les huiles essentielles des différentes familles botaniques présentent des actions antivirales, mais le degré d'efficacité varie selon la souche et la structure virale. C'est en raison de structures moléculaires particulières trouvés dans chaque type viral, que les huiles essentielles pénètrent dans les entités à des degrés divers (**Davidson et al., 2005**).

Les recherches ont découvert qu'un certain nombre d'huiles essentielles ont une activité antivirale contre certaines souches virales de la grippe, les adénovirus, les souches de la fièvre glandulaire, de l'entérite virale, de l'entérocolite virale et le VIH-1 (**Schnitzler et al., 2001**). Des chercheurs ont montré que certains composés spécifiques des huiles essentielles, testés séparément, possèdent une activité antivirale remarquable. Il s'agit de l'acétate d'anéthole, carvone, bêta-caryophyllène, citral, eugénol, limonène, linalol et linalyle (**Belaiche, 1979**).

Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques et certaines infections virales graves peuvent montrer une grande amélioration par la phytothérapie (**Hayashi et al., 1994**). La synergie entre les composés d'huile tels que cinéole -monoterpénol a été utilisée pour

traiter des infections virales des voies respiratoires; cétones et composés cryptones des huiles essentielles ont montré une capacité de lutte contre les virus nus (**Bhaskara et al., 1998**).

Plusieurs méthodes d'action antivirales ont été proposées pour les huiles essentielles bien que pour leurs composés. Certaines huiles interfèrent avec la glycoprotéine de surface dans L'enveloppe virale, empêchant ainsi l'attachement du virus avec la cellule hôte. On croit que les autres huiles attaquent le virus dans la cellule hôte, possiblement au niveau de la membrane cellulaire (**Belaiche, 1979**).

1-8-3-Activité antifongique

Les infections fongiques ont augmenté durant ces dernières années en raison du nombre croissant de patients à haut risque, particulièrement les hôtes immunodéprimés (personne avec système immunitaire déficient) (**Rapp, 2004**).

Les huiles essentielles de nombreuses plantes sont reconnues qu'elles possèdent une activité antifongique (**Kalemba et kunicka, 2003**), cependant, Il y a des informations limitées sur l'activité vers les champignons pathogènes humains (**Okoh, 2010**).

1-8-4-Activité insecticide

La conservation des denrées entreposées est généralement assurée par des insecticides synthétiques qui peuvent être le moyen le plus efficace et le moins coûteux pour contrôler les insectes. Cependant, l'utilisation abusive des insecticides chimiques a des effets nocifs (**Guarrera, 1999**), ce qui oriente les travaux actuels vers la recherche des substances extraites des végétaux qui présentent une activité insecticide, répulsive ou anti -appétant à l'égard des insectes (**Barkire, 1996**).

En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (**Bouzouita et al., 2008**).

1-8-5-Activité antioxydante

1-8-5-1-L'origine du stress oxydatif

Le stress oxydatif est le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à les neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (**Boyd et al., 2003**). Il correspond à une perturbation du statut oxydatif intracellulaire (**Morel et Barouki, 1999).**

La peroxydation lipidique est un processus complexe de stress oxydatif, qui se produit dans les cellules, en aérobiose et reflète l'interaction entre l'oxygène moléculaire et des acides gras polyinsaturés (**Janero, 1990**). L'asthme, l'inflammation, l'arthrite, la neurodégénérescence, la maladie de Parkinson, le mongolisme et la démence sont des résultats de l'effet de formation de radicaux libres (**Perry et al., 2000**).

1-8-5-2-Les radicaux libres

Un radical libre est une molécule ou un atome ayant un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui le rend extrêmement réactif (**Vansant, 2004**). L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé: espèces réactives de l'oxygène (**Favier, 2003**). L'appellation n'est pas restrictive, elle inclut les radicaux libres de l'oxygène proprement dit, mais aussi certains dérivés oxygènes réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tel le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), le péroxynitrite (ONOO) (**Novelli, 1997**).

Les radicaux libres sont produits par divers mécanismes physiologiques (inflammation, cycle de redox,…etc.), afin de détruire des bactéries au sein des cellules phagocytaires (macrophage, polynucléaires) ou pour réguler des fonctions cellulaires létales telle la mort cellulaire programmée ou apoptose (**Favier, 2003**).

L'ingestion d'alcool est suivie de la formation de radicaux libres selon divers mécanismes, également des antibiotiques, des anticancéreux (**Hadi, 2004**) l'infection au VIH a pour effet d'accroitre la production de radicaux libres dans l'organisme (**Hosein et Lytle, 2001**).

1-8-5-3-Les antioxydants

Un antioxydant est définit comme toute substance qui peut retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques (**Boyd et al., 2003**). Ce sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs (**Vansant, 2004**).

Les antioxydants sont en fait des agents de prévention. Ils bloquent l'initiation, en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres. Ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. D'autres en interrompant la réaction en chaine de peroxydation ou en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puissent réagir avec un nouvel acide gras. Tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur (**Berset et Cervelier, 1996**).

Au cours de ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour la recherche d'antioxydants naturels. Les propriétés antioxydantes de nombreuses herbes et épices ont été signalées pour être efficace à cet égard, notamment les espèces appartenant à la famille des Lamiaceae qui possèdent une activité antioxydant appréciable (**Gutteridge et Halliwell, 1994).**

1-9-Toxicité des huiles essentielles

La toxicité des huiles essentielles est un terme utilisé généralement lors de l'utilisation abusive de ce produit naturel. Certains confondent en effet un peu rapidement plantes à huiles essentielles et huiles essentielles: l'innocuité des premières est presque toujours, un fait établi; la toxicité des secondes est assez souvent démontrée. L'automédication est favorisée par le fait que bon nombre de ces produits sont distribués en dehors du secteur pharmaceutique.

Les huiles essentielles ont une toxicité aigue par voie orale faible ou très faible dont la majorité de celle qui est utilisées ont une DL_{50} compris entre 2 et 5g/kg.

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue, au moins en ce qui concerne leur utilisation dans le cadre de pratique comme l'aromathérapie et ce quelle que soit la voie d'administration; les éventuels effets indésirable ne sont pas que rarement signalés **(Bruneton, 2009).**

Chapitre 2

les plantes médicinales

2-1-Définition d'une plante médicinale

La plante, organisme vivant, marque son identité par des spécificités morphologiques, à l'origine de la classification botanique, mais aussi biochimiques, liées à des voies de biosynthèses inédites, représentant l'intérêt de l'usage des plantes médicinales **(Bruneton, 1987).**

Dans le code de la Santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médicinal. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales **(Moreau, 2003).**

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents **(Sanago, 2006).**

D'après Danton et Baffray (1995), une plante médicinale est un végétal dont un des organes, par exemple la feuille ou l'écorce, possède des vertus curatives lorsqu'il est utilisé à un certain dosage et d'une manière précise**.**

La plante médicinale porte sur deux origines. Les plantes spontanées dites "sauvages" et les plantes cultivées **(Bezanger et al., 1986).**

2-2- Fonctionnement des plantes médicinales

Au cours des dernières décennies, la recherche pharmaceutique a décrypté la composition chimique des propriétés de nombreuses plantes médicinales. L'industrie pharmaceutique a réussi à reproduire chimiquement un grand nombre de leurs composantes et à découvrir de nouvelles combinaisons, pour le bénéfice de patients et celui de la protection des ressources naturelles **(Kunkele et Lobmeyer, 2007).**

Chaque plante est composée de milliers de substances actives, présentes en quantité variable. Ces principes actifs isolés ne sont pas d'une grande efficacité, mais lorsqu'ils sont prélevés avec d'autres substances de la plante, ils révèlent leur aspect pharmacologique **(Cieur et Carillon, 2012)**. On parle alors de synergie, car contrairement aux médicaments allopathiques qui ne sont composés que d'un seul principe actif, les médicaments phytothérapeutiques utilisent l'ensemble des constituants de la plante **(Donald, 2000).** Ces végétaux auraient des effets curatifs et préventifs chez leurs utilisateurs **(Simon, 2001).**

Les premiers produits de la photosynthèse sont des substances à basse molécularité nommés métabolites primaires : les oses (sucres), les acides gras et les acides aminés. Par la suite sont produits les métabolites spécialisés. Certains possèdent des vertus thérapeutiques **(Bruneton, 1999).**

2-3- Composantes et principes actifs des plantes médicinales

2-3-1-Définition de principe actif

C'est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal. Le principe actif est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale **(Pelt, 1980).**

2-3-2- Types de principes actifs des plantes médicinales

2-3-2-1-Les huiles essentielles : Ce sont des molécules à noyau aromatique et caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on trouve ces molécules dans les organes sécréteurs **(Iserin et al., 2001).** Ces huiles Jouent un rôle de protection des plantes contre un excès de lumière et attirent les insectes pollinisateurs **(Dunstan et al., 2013).** Ils sont utilisées pour soigner des maladies inflammatoires telles que les allergies, eczéma, et soulagent les problèmes intestinaux **(Iserin et al., 2001).** Leur utilisation est également présente dans l'industrie cosmétique et alimentaire **(Kunkele et Lobmeyer, 2007).**

2-3-2-2-Les flavonoïdes : sont un groupe fréquent parmi les substances naturelles. Ils sont à l'origine de la coloration des feuilles, fleur, fruit ainsi que d'autres parties végétales. Les flavonoles, flavonones et flavones sont les trois groupes principaux existants **(Kunkele et Lobmeyer, 2007)**. Les flavonoïdes sont des antibactériennes **(Wichtl et Anton, 2009).** Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire, et de l'industrie pharmaceutique, comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales **(Iserin et al., 2001).**

2-3-2-3-Les alcaloïdes : sont des substances naturelles azotées à réaction basique fréquente issus d'acides aminés. En général, ils portent le nom du végétal qui les contient **(Kunkele et Lobmeyer, 2007)**. Tous les alcaloïdes ont une action physiologique intense, médicamenteuse ou toxique. Très actifs, les alcaloïdes ont donné naissance à de nombreux médicaments **(Delille, 2013).**

2-3-2-4-Substances amères : qui forment un groupe très diversifié de composants dont le point commun est l'amertume de leur goût. Cette amertume stimule les sécrétions des glandes salivaires et des organes digestifs, ces sécrétions augmentent l'appétit et améliorent la digestion. Avec une meilleure digestion, et l'absorption des éléments nutritifs adaptés, le corps est mieux nourri **(Iserin et al., 2001)**.

2-3-2-5- Tanins : c'est un terme provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux **(Hopkins, 2003).** C'est une substance amorphe contenue dans de nombreux végétaux. Elle est employée dans la fabrication des cuirs car elle rend les peaux imputrescibles.

Elle possède en outre des propriétés antiseptiques mais également antibiotiques, astringentes, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices (diminution du calibre des vaisseaux sanguins) **(Delille, 2013)**. Les plantes contenant du tanin sont par exemple le chêne et la noix **(Kunkele et Lobmeyer, 2007).**

2-3-2-6- Glucosides : Les glucosides sont des composés organiques très répandus, contenus dans un grand nombre de préparations pharmaceutiques. Outre les sucres (simples et composés) **(Kunkele et Lobmeyer, 2007).**

2-3-2-7- Les résines : matières nées d'un fluide dont la fonction est de limiter les pertes en eau du végétal dont elles sont issues. La résine la plus connue est l'ambre, résine fossile provenant de conifères **(Delille, 2013).**

2-3-2-8-Les phénols : sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique **(Wichtl et Anton, 2009).** Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques **(Iserin et al., 2001)**.

2-3-2-9-Lesglucosinolates: provoquent un effet irritant sur la peau, causant inflammation et ampoules. Appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, ils augmentent le flux sanguin dans la zone irritée, favorisant ainsi l'évacuation des toxines **(Iserin et al., 2001).**

2-3-2-10-L'amidon : est l'élément actif le plus courant du règne végétal et couvre une large proportion des besoins du corps en hydrates de carbone. L'industrie pharmaceutique utilise largement l'amidon dans la fabrication des comprimés,ou comme base pour les poudres et les pommades (**Kunkele et Lobmeyer, 2007).**

2-5-8-11-Les mucilages : forment des solutions à l'aspect visqueux et colloïdal qui calment les irritations de la toux et les bronchites. Ils ont une légère action laxative, atténuent les aigreurs

d'estomac et ont un effet lubrifiant. Les végétaux qui en contiennent, sont utilisées dans le traitement des maladies infectieuses du tube digestif, comme les ulcères par exemple **(Kunkele et Lobmeyer, 2007).**

2-4-Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales

Les plantes médicinales peuvent s'employer de différentes manières. Voici la liste des préparations les plus courantes :

2-4-1-Infusions : l'infusion est la façon la plus simple d'accommoder les feuilles et les fleurs pour obtenir des remèdes ou des boissons fortifiantes ou calmantes. On la prépare exactement comme le thé, à partir d'une seule plante ou d'un mélange de plusieurs, et on la boit chaude ou froide **(Iserin et al., 2001)**.

2-4-2-Décoctions : Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et des baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergique qu'aux feuilles ou aux fleurs. Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux. On peut la consommer chaude ou froide **(Iserin et al., 2001).**

2-4-3-Les huiles essentielles : avant d'employer les huiles essentielles, il faut les diluer dans une huile neutre **(Iserin et al., 2001**).

2-4-4-Teintures : sont des parties végétales fraiches, séchées, râpées, ou pilées **(Kunkele et Lobmeyer, 2007)**. Ce sont des préparations médicinales traditionnelles, et pour obtenir une teinture, il suffit de laisser macérer une plante dans de l'alcool: les substances actives se dissolvant ainsi facilement, les teintures sont plus efficaces que les infusions ou les décoctions. D'un emploi simple, elles se conservent pendant deux ans **(Iserin et al., 2001).**

2-4-5-Poudres médicinales : les plantes (feuilles, fleurs, graines écorces) préparées sous forme de poudre obtenue par pulvérisation, dans un mortier ou dans un moulin, peuvent s'utiliser pour un soin interne ou externe. Les poudres sont parfois comprimées en cachets et parfois utilisées telles quelles **(Dellile, 2013)**. Les poudres peuvent aussi être saupoudrées sur les aliments ou diluées.On les applique sur la peau, comme du talc, ou, mélangées avec des teintures, en cataplasm **(Iserin et al., 2001).**

2-4-6-Sirops : le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge. La saveur sucrée des sirops permet de masquer le mauvais goût de certaines plantes, de manière à ce que les enfants les absorbent plus volontiers **(Iserin et al., 2001)**.

2-4-7-Huiles médicinales : l'infusion d'une plante dans de l'huile permet d'extraire les principes actifs solubles dans l'huile. Les huiles médicinales élaborées à chaud sont portées à faible ébullition, tandis que celles élaborées à froid sont chauffées naturellement par le soleil. Les huiles médicinales ne doivent pas être confondues avec les huiles essentielles, constituants naturels des plantes qui ont des propriétés médicinales propres et un arôme distinct. Ces dernières peuvent être ajoutées aux huiles médicinales pour renforcer leur efficacité thérapeutique **(Iserin et al., 2001)**.

2-4-8-Onguents-pommades : sont des préparations d'aspect crémeux réalisées à base d'huile ou de tout autre corps gras, dans laquelle les principes actifs des plantes sont dissous. Ils comprennent des constituants médicinaux actifs, tels que les huiles essentielles. On les applique sur les plaies pour empêcher l'inflammation **(Iserin et al., 2001)**.

2-4-9-Cataplasmes : préparations de consistance pâteuse que l'on applique sur la peau. Ils sont particulièrement utiles dans le cas de blessures dont la cicatrisation est difficile, ou dans le cas de contusions profondes **(Delille, 2013).**

2-4-10-Crèmes : on prépare une crème en associant de l'huile ou un autre corps gras à de l'eau, par un processus d'émulsion **(Iserin et al., 2001)**.

2-4-11-Inhalations : de la vapeur d'infusions à base de plantes médicinales qui contiennent des huiles éthérées **(Kunkele et Lobmeyer, 2007).** Les inhalations sont efficaces contre la bronchite, la sinusite, le rhume des foins et l'asthme L'action conjuguée de la vapeur d'eau et des substances antiseptiques dégagent les sinus et les voies respiratoires **(Iserin et al., 2001).**

2-4-12-Gargarismes et bains de bouche : D'une manière générale, les gargarismes et les bains de bouche sont préparées à partir de plantes astringentes qui resserrent les muqueuses de la bouche et de la gorge **(Iserin et al., 2001).**

2-4-13-Bains : Les bains de plantes se préparent à partir d'huiles essentielles diluées ou d'infusions. Les bains d'yeux sont recommandés en cas d'irritation ou d'inflammation de l'œil **(Iserin et al., 2001)**. Il peut être aromatique, stimulant, fortifiant, relaxant, voire sédatif. Efficaces en cas de rhumatismes, les bains stimulent et rafraîchissent le corps **(Delille, 2013).**

2-4-14-Macérations : La chaleur détruisant les principes actifs des certaines plantes, une macération à froid est parfois plus indiquée qu'une décoction **(Iserin et al., 2001).** Cette méthode est particulièrement indiquées pour les plantes riches en huiles essentielles et permet de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent **(Delille, 2013).**

2-5-Description des deux plantes

2-5-1-*Ruta chalepensis* :

2-5-1-1- Description botanique et répartition

La rue d'Alep, plante herbacée à tige ligneuse à la base, pouvant atteindre 1 m **(Baba Aissa, 1999).**

Les feuilles de 6 à 12 cm de long, sont aromatiques, ovales, larges, bleu-vert, elles présentent de nombreux lobes oblongs, lancéolés ou aborales. En été, s'épanouissent des fleurs de 1 à 2 cm de diamètre, en coupe, de couleur jaune foncé, portant quatre ou cinq pétales frangés de longs poils. Elles sont réunies en cymes lâches **(Mioulane, 2004).**

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

Photo 1: *Ruta chalepensis* de la région de bordj T'har

2-5-1-2-Systématique:

La position systématique de l'espèce *Ruta chalepensis* est la suivante :

Règne :	Plantae
Sous règne :	Tracheobionta (plantes vasculaires)
Super division :	Spermatophyta (plantes à graine)
Division :	Magnoliophyta (plantes à fleurs)
Sous division :	Angiospermae
Classe :	Magnoliopsida (dicotylédons)
Sous classe :	Rosidae
Super ordre :	Rutanae
Ordre :	Sapindales
Famille :	Rutaceae
Genre :	*Ruta*
Espèce :	*chalepensis*

2-5-1-3-Utilisation

La rue est très utilisée à des fins diverses : Fébrifuge, antivenimeux local, contre les nausées et les vomissements, dans les constipations, dans le paludisme, pour soigner les anémies **(Chiali, 1973)**, le rhumatisme, contre les douleurs gastriques, les vers intestinaux **(Baba Aissa, 1999)**, dans les accouchements difficiles, les maux des yeux et des oreilles, dans l'asthme, les névroses **(Chiali, 1973)**. La manutention de la plante peut causer des réactions allergiques (photodermatites) semblables à celles de l'herbe à puce chez certaines personnes **(Bruneton, 2005**).

2-5-1-4-Composition chimique

L'hydrodistillation des parties aériennes de*R. Chalepensis* donne 5,51% (v / w) d'huile essentielle jaunâtre, principalement des composés oxygénés (cétones, alcools et acétates) **(Mejri et al., 2010).**

L'huile essentielle de *Ruta Chalpensis* L. contient une dizaine de substances (Cétones, Alcools, esters, terpènes). Les composantes majeures sont 2-undecanone, 2-nonanone, 1-nonene,1-dodecene et d'autre composés **(Bernard, 1988).**

2-5-2-*Achillea ligustica*

2-5-2-1- Description botanique et répartition

Plante vivace de 30-100 cm, à souche courte et peu rameuse. Tiges anguleuses. Feuilles des rosettes et basilaires a 5-7 segments de chaque côté. Inflorescences en corymbe relativement lâche.Fleurons à corolle ne coiffant pas ou coiffant à peine l'ovaire ou l'akène, elle pousse dans les forêts claires et aux bords des ruisseaux **(Quezel et Santa, 1963).**

La majorité des aspects d'*Achillea* sont des plantes médicinales ayant des applications thérapeutiques (**Sheidai et al., 2009**).

Photo 2 : *Achillea ligustica* de la région de bordj T'har

2-5-2-2- la systématique

La position systématique de l'espèce *Achillea ligustica* est la suivante :

Règne :	Plantae
Sous règne:	Tracheobionta (plantes vasculaires)
Super division:	Spermatophyta (plantes à graine)
Division :	Magnoliophyta (plantes à fleurs)
Sous division :	Angiospermae
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Astérale
Famille:	Asteraceae
Genre :	*Achillea*
Espèces :	*ligustica.*

2-5-2-3-l'utilisation

Puisque le genre *Achillea* est répandu dans le monde entier, ses espèces ont été utilisées par les populations locales en tant que médecines traditionnelles ou à base de plantes. Ils sont signalés comme agents tonique, anti-inflammatoire, antispasmodique, diaphorétique, diurétique et emmenagogique, et ont été utilisés pour le traitement de l'hémorragie, la pneumonie, la douleur rhumatismale et la cicatrisation des plaies dans la littérature traditionnelle persane (**Zargari, 1996; Saeidnia et al., 2005**). Les tisanes préparées à partir de certaines espèces d'Achillea sont traditionnellement utilisées pour les douleurs abdominales et les flatulences en Turquie (**Honda et al., 1996**). En termes de médecine chinoise, *Achillea* peut avoir trois actions principales: le vent extérieur clair (diaphorétique), le déficit tonifiant (tonique) et le phlegme du cœur clair (anti-hypertention) (**Ross, 2003**). Beaucoup de ces usages thérapeutiques ont été confirmés par de nouvelles études expérimentales et cliniques. La consommation de tisanes de différentes espèces d'Achillea, en particulier pour le traitement du tractus gastro-intestinal, est courante dans la médecine populaire (**Skocibusic et al., 2004**).

2-5-2-4-Constituants phytochimiques

Des études phytochimiques sur les espèces d'*Achillea* ont été révélé que de nombreux composants de ce genre sont hautement bioactifs (**Falk et al., 1975**). La recherche documentaire montre que les flavonoïdes, les terpénoïdes, les lignanes, les dérivés d'acides aminés, les acides gras et les alcamides tels que le p-hydroxyphénylamide IV ont été identifiés chez l'espèce A*chillea*. Les constituants principaux de la plupart des espèces ont déjà été examinés (**Si, 2006**). Par conséquent, d'autres composés mineurs ou rares et en particulier leurs usages médicinaux ou industriels qui ont été moins décrits sont passés en revue. Parmi eux, les alcamides, les composés lipophiles et azotés, sont responsables de l'insecticide, de l'anti-inflammatoire et de certaines activités immunologiques des plantes *Achillea* (**Greger, 1984**). Le genre *Achillea* comprend des espèces aromatisées qui produisent des huiles essentielles intenses. Les huiles volatiles d'*Achillea* contiennent des monoterpènes en tant que métabolites les plus représentatifs. Cependant, il existe des rapports sur les niveaux élevés de sesquiterpènes par rapport aux monoterpènes (**Nemeth, 2005; Bakkali, 2008**). Plusieurs actions pharmacologiques ont été principalement attribuées à la présence de sesquiterpène lactones azulénogènes dans l'huile essentielle d'Achillée.

Chapitre 3

Matériel et méthodes

3-1- Préparation des extraits

3-1-1- Récolte du matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette présente étude est représenté par deux espèces: *Ruta chalepensis* connu sous le nom vernaculaire « Fidjel » et *Achillea ligustica* connu sous le nom vernaculaire « Belkissoum».Le choix de ces espèces se justifié par leur abondance dans la région d'étude et leur utilisation en médicine traditionnelle. L'expérimentation a été effectué sur la partie aérienne de *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica* prélevé durant le mois d'Avril de l'année en cours de la région de bordj T'har de la wilaya de Jijel, à une altitude de 677m (figure 6). La récolte a été réalisée manuellement d'une manière aléatoire.

Fig. 4 : Présentation de la zone d'étude (Google Map, 2018).

3-1-2- Séchage et stockage du matériel végétal

Après la récolte, le matériel végétal a été séché à l'air libre et à l'abri de la lumière. La matière sèche obtenue a été réduite, à l'aide d'un moulin électrique, en poudre fine. Par la suite, cette dernière a été tamisée à l'aide d'un tamis de granulométrie permettant l'obtention d'une poudre fine, afin d'optimiser l'extraction des composés phytochimiques.

3-1-3-Tests phytochimiques préliminaires

3-1-3-1- Substances polyphénoliques

- **Solution à analyser**

Nous avons projeté 5 g de poudre dans 100ml d'eau bouillante contenue dans un erlenmeyer de 250 ml. Après infusion de 15mn, nous avons filtré et complété le filtrat à 100ml avec l'eau distillé.

- **Caractérisation**

3-1-3-1-1-Tanins

Dans un tube à essai, nous avons introduit 5 ml d'infusé à 5% et ajouté 1 ml de solution aqueuse de $FeCl_3$ à 1 %.En présence de tanin, il se développe une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre **(Trease et Evans, 1987).**

3-1-3-1-1-1-Tanins catéchiques

A 5mld'infusé à 5%, nous avons ajouté 5ml d'HCl concentré. L'ensemble a été porté à ébullition pendant 15 mn puis filtré sur papier filtre. En présence de tanins catéchiques, il se forme un précipité rouge soluble dans l'alcool iso-amylique **(Trease et Evans, 1987).**

3-1-3-1-1-2-Taninsgalliques : réaction de Stiasny

A 30 ml d'infusé à 5%, nous avons ajouté 15 ml de réactif de Stiasny (10ml de formol à 40 % et 5ml d'HCl concentré), puis nous avons chauffé au bain-marie à 90°C pendant 15 mn environ. Après filtration, le filtrat a été saturé par 5 g d'acétate de sodium pulvérisé. Nous avons ensuite ajouté 1 ml goutte à goutte d'une solution de $FeCl_3$ à 1%.L'obtention d'un précipité montre la présence de tanins galliques **(Trease et Evans, 1987).**

3-1-3-2- Saponosides

- **Décocté à 1%**

Nous avons porté à ébullition 100 ml d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250 ml et ajouté 1 g de poudre puis maintenir une ébullition modérée pendant 15 mn. Après filtration, nous avons ajusté le filtrat à 100 ml **(Trease et Evans, 1987).**

- **Caractérisation**

Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10, nous avons repartie successivement 1,2,……10 ml du décocté à 1 % préparé et ajusté le volume dans chaque tubes à 10 ml avec de l'eau distillé. Ensuite, chaque tube a été agité dans le sens de la longueur pendant 15 secondes en raison de 2 agitations par seconde. Après avoir laissé au repos pendant15 minute nous avons mesuré la hauteur de la mousse dans chaque tube. Le tube dans lequel la hauteur de la mousse est de 1 cm indique l'indice de mousse **(Trease et Evans, 1987).**

3-1-3-3- Coumarines

Placer 1g d'échantillon de la plante humide dans un tube à essai. Couvrir le tube avec un papier imbibé d'une solution de NaOH et le placer dans un bain-marie pendant quelque minute.

Ajouter 0.5 ml de NH_4OH (10%). Mettre deux taches sur un papier filtre et examiner sous la lumière ultra-violette. Lafluorescence des taches confirme la présence des coumarines **(Rizk, 1982).**

3-1-3-4- Composées réducteurs

Nous avons introduit 5 ml de décocté aqueux à 10 % dans un bécher de 100 ml et évaporé à sec au bain –marie. A ce résidu, il a été ajouté 1 ml de réactif de Fehling (0.5 ml de réactif A et 0.5 ml de réactif B, mélange extemporané). L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence de composés réducteurs **(Trease et Evans, 1987).**

3-1-4- Extraction des HE par hydrodistillation

L'appareil utilisé pour l'hydrodistillation est de type Clvenger, il est constitué d'une chauffe ballon qui permet la distribution homogène de la chaleur dans le ballon, un ballon en verre pyrex où l'on place les parties de la plante et l'eau, une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) qui vient de l'échauffement du ballon, un collecteur en verre pyrex également qui reçoit les extraits de la distillation (figure5)**.**

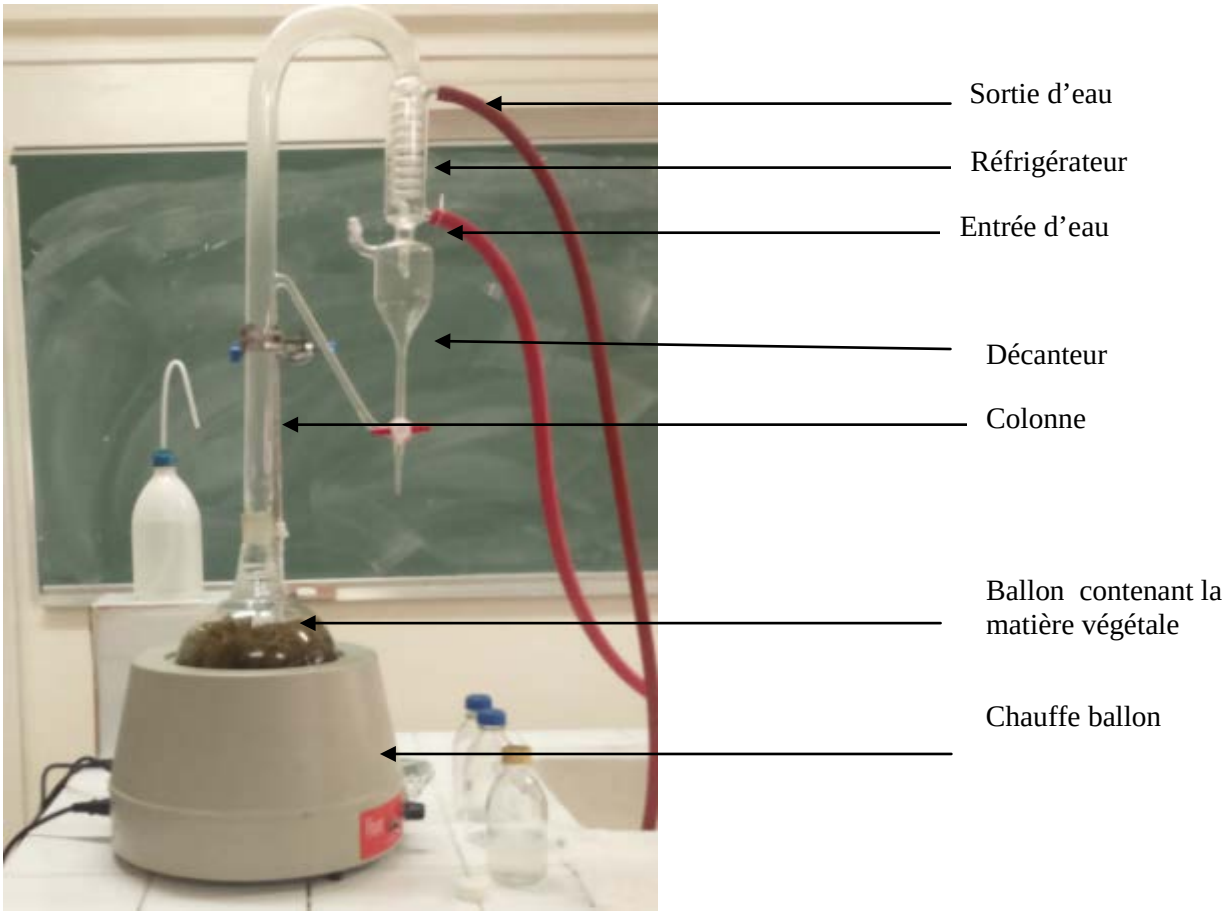

Fig. 5 : Dispositif d'extraction des huiles essentielles (Clvenger)

100g de la partie de la plante riche en huiles essentielles préalablement broyés en poudre, sont mis dans un ballon contenant 500 ml d'eau; l'ensemble est porté à ébullition pendant 02 heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielle, en traversant le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter. Après repos, ils se forment deux couches bien distinctes en fonction de leurs densités, dont la couche supérieure représente la couche huileuse. Après la séparation, l'huile essentielle est conservée à une température voisine de 4°C, dans un flacon en verre opaque fermé hermétiquement pour la préserver de l'air, et de la lumière (agents de dégradation).

3-1-5-Détermination du rendement d'extraction

Selon la norme **AFNOR (1987)**,le rendement en huile essentielle **(RHE)** est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (**M'**) et la masse de la matière végétale utilisée (**M**). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante:

$$RHE\ (\%) = M'/M * 100$$

RHE: rendement en huile essentielle des feuilles sèches.

M': masse d'huile essentielle en gramme à partir des parties aériennes.

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

3-1-6- Conservation des huiles essentielles obtenues

Les huiles essentielles obtenues sont mises dans des tubes en verre bien fermés à l'obscurité pour les préserver de l'air, et de la lumière (agents de dégradation). L'ensemble est conservé dans un réfrigérateur à 4˚C.

3-1-7-Analyse des huiles essentielles par chromatographie en phase gazeuse-CPG-

L'analyse des HE obtenues est réalisée par un chromatographe type GCMS d'un détecteur relative et d'un injecteur split/splitless. La colonne utilisée est de type SE-30 de 25 cm long et de 0.25 mm de diamètre intérieur. La phase stationnaire à une granulométrie de 0.25 m. le gaz vecteur est l'Hélium (He) avec un débit de 0.77 ml/min, vitesse linéaire de 35.0 cm/sec et une pression de 24.4 Kpa et avec le rapport fondu 20.0. Le temps de coupe dissolvant est 2.00 min et la vitesse de balayage est 666.Les conditions d'analyse sont:

- Température de l'injecteur : 250.00°C
- Température de four de la colonne : 55.00°C
- Température d'ion source : 200.00°C

- Température d'interface : 250.00°C
- Gradient de température : 55 à 120°C à 3°C/min et de 120 à 180°C à 5°C/min.

Fig.6 : Chromatographe en phase gazeuse couplé à la masse (CPG/SM)

3-2- Evaluation de l'activité antioxydante in vitro

L'activité antioxydante a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage duradical DPPH•, de la méthode de pouvoir réducteur et la capacité oxydative total.

Le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle testée a été estimé par comparaison avec un antioxydant naturel (acide ascorbique).

3-2-1-Préparation des dilutions des huiles essentielles des deux espèces

En se basant sur des essais préalables, une gamme de dilutions de concentrations allant de 0.25µl/ml à 4µl/ml a été préparée.

3-2-2. Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH•

- **Principe**

La capacité de donation des électrons par les huiles essentielles est mise en évidence par une méthode spectrophotométrique, en suivant la disparition de la couleur violette d'une solution méthanolique contenant le radical libre DPPH• (1,1-Diphenyl-2-picryhydrazyl).

- **Mode opératoire**

L'activité antiradicalaire de l'huile essentielle des deux plantes a été mesurée par la méthode décrite par **Ba et al. (2010).** Cent microlitres (100µl) de différentes dilutions d'huiles essentielles (0.25µg/ml, 0.5 µg/ml, 1 µg/ml, 2 µg/ml, 4 µg/ml) ont été mélangés avec 2.9ml de la solution

méthanolique du DPPH• (0.004%) dans des tubes à essais secs. Après 30min d'incubation à une température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 510nm.

Le contrôle négatif est composé de 100µl de méthanol et de 2.9ml de la solution de DPPH•.

Le contrôle positifest représenté par une solution d'un antioxydant standard (acide ascorbique).

- **Expression des résultats**

L'activité antiradicalaire est exprimée par le pouvoir de réduction de la solution méthanolique du DPPH•.

Le pouvoir de réduction est déterminé en appliquant la formule suivante:

$$PR = (At-Ae)/Ac*100$$

PR: pouvoir de la réduction en %.

Ae: absorbance de la solution de DPPH• en présence de l'huile essentielle ou de la vitamine C.

At: absorbance de la solution de DPPH• en absence de l'huile essentielle et de la vitamine C (Témoin).

3-2-3-Méthode du pouvoir réducteur

- **Principe**

Le pouvoir réducteur est basé sur la réduction des ions de fer ferrique $[Fe(CN)_6]^{3-}$ en ions de fer ferreux $[Fe(CN)_6]^{4-}$ et qui est donné par l'absorbance de l'échantillon à une longueur d'ondes de 700 nm **(karagozler,2008).**

- **Mode opératoire**

1 ml de chaque solution de HE et de l'acide ascorbique(1µg/ml,2µg/ml, 4µg/ml,8µg/ml,16µg/ml)à des concentrations de (0.25µl/ml, 0.5 µl/ml, 1 µl/ml, 2 µl/ml, 4 µl/ml) ont été introduits à l'aide d'une pipette dans des tubes à essai, suivis de l'addition de 1 ml d'une solution ferricyanure de potassium (K_3Fe, 1%), 1 ml de solution tampon phosphate (pH=6.6 C=0.2M). Les solutions ont été agité immédiatement et bien mélangées, puis ils sont maintenus dans un bain marie pendant 20 minutes à une température de 50 °C.

Ensuite, on ajoute 1 ml de l'acide trichloracétique (TCA 10%). 1.5 ml de chaque tube a été prélevé et introduit dans d'autres tubes à essai et l'on ajoute 1.5 ml de l'eau distillé, 150µl de solution de chlorure ferrique ($FeCl_3$, 0.1 %). L'évolution de l'activité antioxydante des HE est

comparée par rapport à l'acide ascorbique (vitamine C) et cela en traçant une courbe d'étalonnage. L'absorbance de chaque solution a été déterminée à 700 nm contre un blanc.

3-2-4-Méthode de la capacité antioxydante totale (CAT)

- **Principe**

La capacité antioxydante totale (CAT) des extraits est évaluée par la méthode de **(Prieto et al., 1999)**. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate à molybdène Mo (V) MoO2+ en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo (V) à PH acide.

- **Mode opératoire**

Dans un tube à vis un volume de 0.3 ml de l'huile essentielle diluée dans l'éthanol, est mélangé avec 3 ml de solution du Réactif (0.6 M acide sulfurique, 28 mM phosphate de sodium et 4 mM molybdate d'ammonium). Ensuite, les tubes sont vissés à demis et incubés dans un bain Marie à 95°C pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions est mesurée à 695 nm contre le blanc qui contient 3 ml de la solution du réactif et 0.3 ml de l'éthanol et il est incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon. L'étalonnage consiste à préparer une gamme de concentration croissante d'acide ascorbique (1µg/ml, 2µg/ml 4µg/ml 8µg/ml, 16 et 32µg/ml), 3ml du Réactif de molybdate/phosphate doit être ajoutée à chaque concentration, après agitation et homogénéisation les tubes vissés vont subir les mêmes conditions que l'échantillon. L'équation déterminée à partir de la courbe d'étalonnage (Annexe) nous a permet de calculer la capacité antioxydante totale de chaque huile essentielle. La capacité antioxydante totale est exprimée en milligramme équivalents d'acide ascorbique par gramme de la matière sèche (mg EAA/ g MS).

3-3-Evaluation de L'activité antibactérienne par la méthode d'aromatogramme

L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des deux espèces est réalisée d'abord par la méthode de diffusion des disques (méthode d'aromatogramme), en raison de sa simplicité et son efficacité pour tester la sensibilité des bactéries

3-3-1-Choix des bactéries

Les germes qui ont été testés pour mettre en évidence l'activité antibactérienne des extraits de *Ruta chalepensis* et *d'Achillea ligustica* sont les suivants :

Deux souches de collection internationale ATCC (American type culture collection) et deux souches provenant d'un milieu hospitalier (Hôpital de Jijel):

–*Escherichia coli* (milieu hospitalier) (Gram négative). .

– *Staphylococcus aureus* (milieu hospitalier) (Gram positive).

–*Vibrio cholera* ATCC (Gram négative).

– *Pseudomonas aeruginosa* ATCC (Gram négative).

3-3-2-Choix des milieux de culture

Le milieu de culture utilisé pour étudier l'activité antibactérienne est l'Agar de Muller Hinton (AMH) parce que c'est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens.

3-3-3-Enrichissement des bactéries

Une aliquote bactérienne (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Vibrio cholera*) est mise en culture dans des tubes à essais contenant 5 ml de boillon nutritif, ces derniers sont ensuite incubés à l'étuve pendants 24 h à 37° C.

3-3-4-Préparation des disques

Les disques sont fabriqués à partir du papier Wattman, avec un diamètre de 6 mm. A l'aide d'un perforateur. Ensuite, ces disques sont placés dans un tube à essais et stérilisés à l'autoclave pendant 20 minutes à 120C°, puis stockés à une température ambiante dans un tube à essai hermétiquement fermé.

3-3-5-Préparation des boites de Pétri

La gélose de Muller-Hinton stérile prête à l'usage a été coulée dans des boites de pétrie stériles. L'épaisseur de la gélose est de 4-5 mm répartie uniformément dans les boites, ces derniers sont placées à côté du bec bunsen jusqu'à la solidification de la gélose.

3-3-6-Ensemencement des souches

L'ensemencement consiste à prélever quelques gouttes de suspension fraichement préparée par une pipette pasteur stérile puis l'étaler sur la totalité de la surface gélosée.

3-3-7-Dépôt des disques

Dans des conditions aseptiques et à l'aide d'une pince stérile, des disques du papier Wattman imbibé par 15µl de l'huile essentielle de chaque plantes à différentes concentrations (200µg/ml, 400µg/ml, 800µg/ml, 1000 µg/ml) sont déposés sur la gélose, précédemment inoculé

avec le microorganisme choisi. Les boites sont maintenues à 4C° pendant 1 heur pour assurer une bonne diffusion de l'extrait dans la gélose.

3-3-8-Incubation des boites

Les boites sont ensuite incubées à l'étuve pendant 17-24h à 37C°.

3-3-9-Lecture

La lecture des résultats s'effectuant par mesure des diamètres d'inhibitions autour des disques.

Chapitre 4

Résultats et discussion

4-1-Résultats des tests phytochimiques

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur des extraits préparésà partir de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica* en utilisant différents réactifs spécifiques de révélation.

Le screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence des composés chimiques basé sur des essais de solubilité, des constituants des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultra violette.

4-1-1-Les tanins

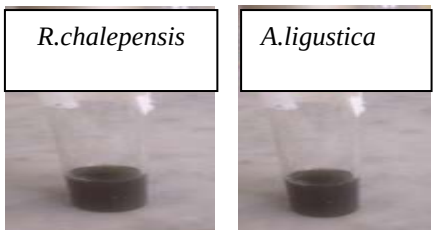

Fig. 7: Test des tanins

Comme le montre la figure 7, les tanins sont présents avec une intensité importante dans les deux plantes. Cette présence est confirmée par une réaction positive avec la solution de chlorure ferrique en donnant une coloration verdâtre.

La présence des tanins catéchiques avec une intensité importante dans les deux plantes, sa présence est confirmé par une réaction positive avec l'alcool iso-amylique en donnant une précipité rouge.

Dans le cas de tanins galliques, le test est négatif pour les deux plantes (absence de précipités).

4-1-2- Les saponosides

Fig. 8: Test des saponosides

Comme le montre la figure 8, on remarque une présence de la mousse chez *Achillea ligustica* avec une hauteur de 0,3-0,9 cm qui indique la présence des saponosides. Les indices de

mousses indiquent que l'intensité des saponosides est plus importante dans la partie aérienne d'*Achillea ligustica*, Par contre on remarque une absence de la mousse chez *Ruta chalepensis* ce qui indique leur absence.

4-1-3-Les composés réducteurs

L'absence de composé réducteur chez les deux espèces est confirmée par une réaction négative avec le réactif de Fehling (absence de précipité rouge brique).

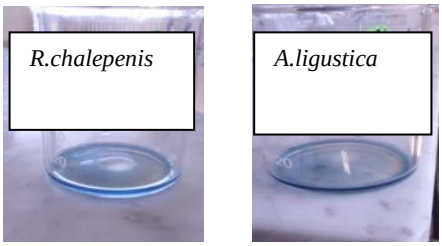

Fig. 9 : Test des composés réducteurs

4-1-4- Les coumarines

Les coumarines sont présentes aussi dans les deux plantes, ceci est confirmé par l'apparition d'une fluorescence sous une lumière ultra-violette qui indique leur présence. Cette fluorescence est plus intense chez *Achillea ligustica.*

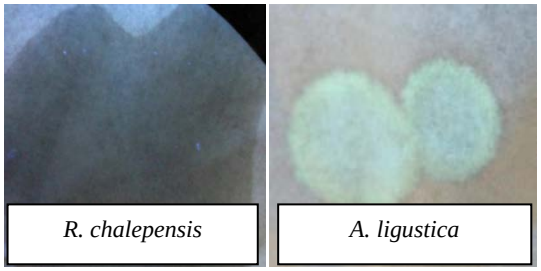

Fig.10: Test des coumarines

En conclusion, le screening phytochimique réalisé dans cette étude a révélé la richesse de nos plantes en tanins, spécialement des tannins catéchiques en en coumarines. Les saponosides sont présent dans les feuilles d'*Achillea ligustica* seulement. Par contre, les tanins galliques et les composés réducteurs se sont révélés négatifs pour les deux plantes.

4-2-Rendement d'extraction

Le résultat de l'extraction des huiles essentielles est exprimé par leur rendement et qui a été calculé à partir de quatre répétition, ceci varie entre 0.52 et 0.20% pour respectivement *Ruta chalepensis et Achillea ligustica*.

Ce résultat est inférieur à celui trouvé par **Daoudi et al. (2016)** qui ont travaillé sur la partie aérienne de *Ruta chalepensis* où ils ont trouvé un rendement de l'ordre de 1%. Tandis que chez *Achillea ligustica*, **Maggi et al. (2009)** ont trouvé des rendements au niveau des fleurs et de la partie végétative (tiges et feuilles) de l'ordre de 0,91% et 0,18% respectivement. Ce qui conforme à nos résultats (0,2%).

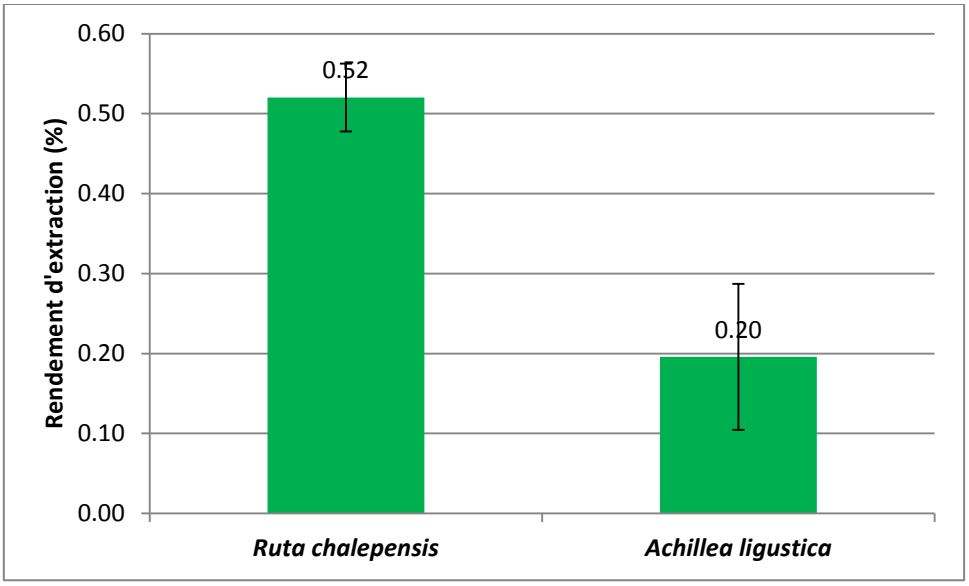

Fig. 11 : Histogramme du rendement moyen d'extraction de *R. chalepensis* et *A. ligustica*

4-3-Analyse chromatographique des huiles essentielles

Les résultats de la chromatographie sont représentés sous forme de graphes avec une série de pics, où chaque pic représente un composé chimique bien définie. Les chromotogrammes obtenus lors de l'analyse en chromatographie en phase gazeuse de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica* sont illustrés dans la figure 12 et 13 et dont la composition est regroupée dans les tableaux (1 et 2).

4-3-1- Analyse chromatographique des huiles essentielles de *Ruta chalepensis*

L'hydro-distillation de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* a donné une huile essentielle jaunâtre, et dont l'analyse par CPG/SM nous a permis d'identifier 44 composés (figure12 et tableau1) dont le constituant majoritaire est 2-undecanone avec un taux de 35.57% suivi par le 2-nonanone (26.86%), le 2-acetoxytridecane (8,75%), le 2-decanone (5,82%), le 2-Dodecanone (4,03%), le Cyclohexene,5,6-diethenyl-1-methyl- (2-nonynal) (2,82%), Cyclohexene,3,4-diethenul-3-methyl- (2,70%) et le 2-tetradecanone (2,13%) et le 2-tridecanone (1,95%).

D'autres constituants sont présents avec des taux moins importants, c'est le cas du Limonene (0.93%), Alpha-Curcumene (0,42%), Spathulenol (0,39%) et Beta-Phellandrene (0.07%).

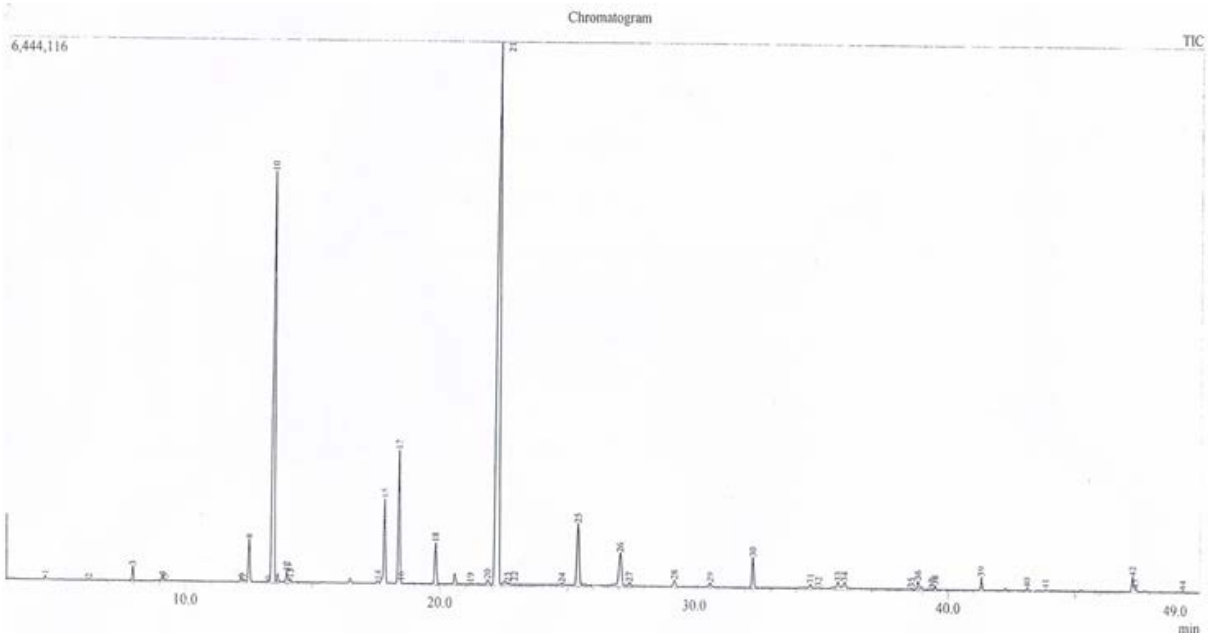

Fig. 12: Chromatogramme d'huile essentielle de *Ruta chalepensis*.

Les mêmes constituants ont été trouvés par la bibliographie mais avec des taux différents. **Mejri et al. (2010)** travaillant sur la partie aérienne de la même plante de la région de Zaghouan (nord de la Tunisie), ont trouvé 23 composants seulement dont le plusimportant est aussi le undecan-2-one avec un taux très important (77.7 %) par rapport à nos résultats (suivi par le E, E-farnesal (12.13 %), decane-2-one (2.26 %), 2-nonyl acetate (2.07 %) et dodecan-2-one (1.04 %).

Tableau 1 : Composition de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*

N° de pic	Temps de rétention	Composés	formule chimique	Taux%
1	4.541	butanoicacid, 3-oxo-,1,1-dimethylethyl ester	$C_8H_{14}O_3$	0.26
2	6.233	Beta-Phellandrene	$C_{10}H_{16}$	0.07
3	7.966	Limonene	$C_{10}H_{16}$	0.93
4	9.120	Hexane,1-chloro	$C_6H_{13}Cl$	0.26
5	9.233	2-heptanone	$C_7H_{14}O$	0.12
6	12.187	1,3-cyclopentadine,1,2-dimethyl-	C_7H_{10}	0.24
7	12.300	1,4-cyclohexadiene,1-methyl-	C_7H_{10}	0.18
8	12.505	Cyclohexene,5,6-diethenyl-1-methyl-	$C_9H_{14}O$	2.82
9	13.286	1-heptanol	$C_7H_{16}O$	0.05
10	13.488	2-nonanone	$C_9H_{18}O$	26.86
11	13.643	Nonanal	$C_9H_{18}O$	0.54
12	14.005	2-heptanol,6-methyl-	$C_8H_{18}O$	0.65
13	14.156	2-octanol,acetate	$C_{10}H_{20}O_2$	0.20
14	17.566	1-octanol	$C_8H_{18}O$	0.16
15	17.826	2-decanone	$C_{10}H_{20}O$	5.56

16	18.056	Hexane,3-ethyl-4-methyl-	C_9H_{20}	0.09
17	18.390	2-acetoxytridecane	$C_{15}H_{30}O_2$	8.75
18	19.836	Cyclohexene,3,4-diethenul-3-methyl-	$C_{11}H_{16}$	2.70
19	21.185	1-hexene,3,5,5-trimethyl-	C_9H_{18}	0.09
20	21.852	Aceticacid,nonyl ester	$C_{11}H_{22}O_2$	0.30
21	22.286	2-undecanone	$C_{11}H_{22}O$	35.57
22	22.497	2-hexanol,5-methyl-	$C_7H_{16}O$	0.17
23	22.656	Crotonyl isothiocyanate	C_5H_5NOS	0.11
24	24.788	1 3 6 10-dodecatriene 3 7 11-trimethyl- (z e)-	$C_{15}H_{24}$	0.11
25	25.410	2-Dodecanone	$C_{12}H_{24}O$	4.03
26	27.065	2-tetradecanone	$C_{14}H_{28}O$	2.13
27	27.424	Aceticacid, decyl ester	$C_{12}H_{24}O_2$	0.21
28	29.214	benzene,1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl- (α-Curcumene)	$C_{15}H_{22}$	0.42
29	30.630	2-decanone	$C_{10}H_{20}O$	0.26
30	32.300	2-tridecanone	$C_{13}H_{26}O$	1.95
31	34.585	3-isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	$C_{16}H_{48}O_6Si_7$	0.22
32	34.910	butanimidamide	C4H10N2	0.06
33	35.670	Spathulenol	$C_{15}H_{24}O$	0.39
34	35.933	propanoic acid,2-methyl-,1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl este	$C_7H_{14}O_2$	0.39
35	38.554	propan-1-one,1-[3-fluoro-4-(1-pyrrolidinyl)phenyl]-	/	0.07
36	38.812	9-methyl-10-methylenetricyclo[4.2.1.1(2,5)]decan-9-ol	C12H18O	0.54
37	39.382	2-thioacetylimino-3-methyl-2,3-dihydrobenzothiazole	$C_{10}H_{10}N_2S_2$	0.03
38	39.485	propanoic acid,2-methyl-,2-phenylethyl ester	$C_{12}H_{16}O_2$	0.24
39	41.319	furazan-3-amine,4-(3,4-methylenedioxybenzyloxy)-	/	0.85
40	43.114	tetradecanoic acid,12-methyl-,methy ester,(s)-	C16H32O2	0.16
41	43.835	p-anisicacid, morpholide	$C_{12}H_{15}NO_3$	0.08
42	47.313	9-octadecenoic acid(z)-,methyl ester	$C_{19}H_{36}O_2$	0.97
43	47.420	Non identifié	/	0.14
44	49.303	methyl2,3,5-tris-o-(4-methoxybenzoyl)pentofuranoside#	$C_{30}H_{30}O_{11}$	0.09
Monoterpènes hydrocarbonés				1.03
Monoterpènes oxygénés				5.76
Sesquitèrpènehydrocarbonés				0.53
Sesquitèrpèneoxygénés				6.14
Autres				83.56

4-3-2-Analyse chromatographique des huiles essentielles d'*Achillea ligustica*

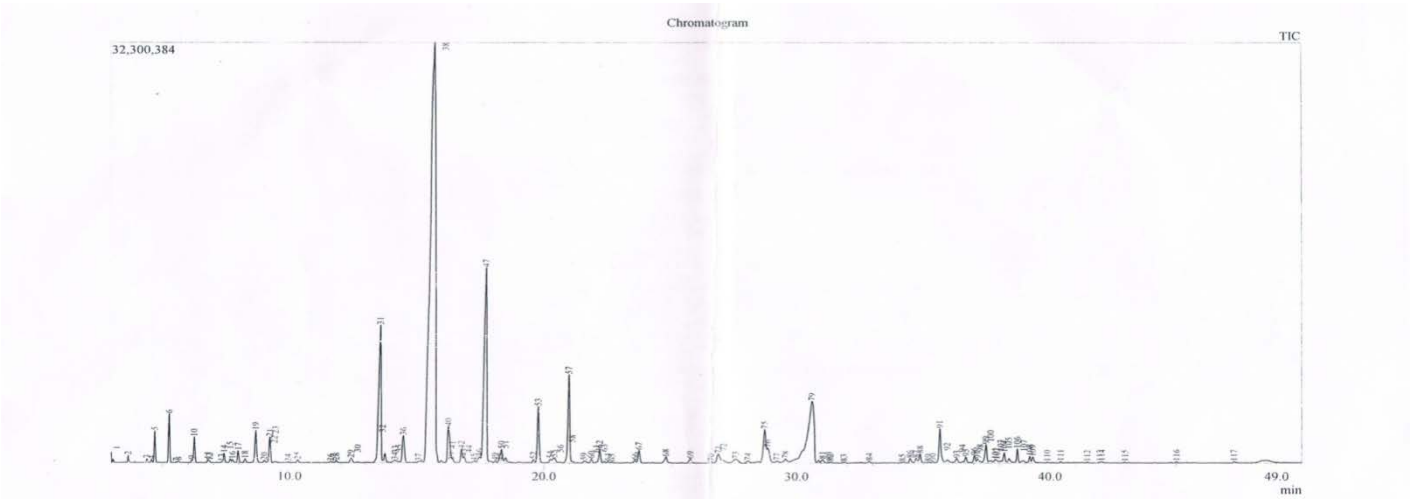

Fig. 13: Chromatogramme d'huile essentielles d'*Achillea ligustica.*

L'hydro-distillation de la partie aérienne d'*Achillea ligustica* a donné aussi une huile essentielle bleu-vert. L'analyse de cette huile par CPG/SM nous a permis d'identifier 117 composés (figure 13 et tableau 2).

Les principales composées sont : 2-Pinen-7-one (Chrysanthenone)(48%), L-Borneol(11.99), Bornylacetate (5.42%), trans-Verbenyl acetate (3,45%), Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-,(1R)- (2,22%), Alloaromadendrene (2,09%), alpha-pinène (1,93%),Bicyclo[3.1.0]hexane,4-methylene-1-(1-methylethyl)- (sabinene) (1,56%), gamma-Terpinen (1,56%)et β-Himachalene (1,11%).

Tableau 2 : Composition de l'huile essentielle d'*Achillealigustica*

N° de pic	Temps de rétention	Composés	Formule chimique	Taux (%)
1	3.072	1,3 cyclopentadiene,1,2,5,5-tetramethyl-	C_9H_{14}	0.20
2	3.653	1-nonene	C_9H_{18}	0.44
3	4.391	tricyclo[2.2.1.0(2,6)heptane,1,7,7-trimethyi-(Tricyclene)	$C_{10}H_{16}$	0.23
4	4.571	bicyclo [3.1.0] hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- (alpha-Thujene)	$C_{10}H_{16}$	0.19
5	4.698	alpha-pinène	$C_{10}H_{16}$	1.93
6	5.264	camphene	$C_{10}H_{16}$	2.99
7	5.552	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,4-methylene-1-(1-methylethyl)- (Thujane-2,4(10)-diene)	C10H14	0.04
8	5.630	1-hexen-3-yne 2 5 5-trimethyl-	C_9H_{14}	0.12
9	6.150	bicyclo [3.1.1] heptane 6 6-dimethyl-2-methylene- (1s)-	$C_{10}H_{16}$	0.19
10	6.247	Bicycle[3.1.0]hexane,4-methylene-1-(1-methylethyl)- (sabinene)	$C_{10}H_{16}$	1.56
11	6.783	Non identifié		0.19
12	6.850	Non identifié		0.10
13	7.325	Non identifié		0.05
14	7.422	1,3-Cyclopentadiene, 1,2,5,5-tetramethyl-	C9H14	0.58
15	7.666	(+)-4-Carene	$C_{10}H_{16}$	0.24
16	7.758	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	C_9H_{12}	0.20
17	7.980	Limonène	$C_{10}H_{16}$	0.73
18	8.253	1 4-cyclohexadiene 1-methyl-4-(1-methylethyl)- (γ-Terpinen)	$C_{10}H_{16}$	0.24
19	8.673	benzene 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	$C_{10}H_{14}$	1.96
20	9.009	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	C_9H_{12}	0.14
21	9.236	1 4-cyclohexadiene 1-methyl-4-(1-methylethyl)- (gamma-Terpinen)	$C_{10}H_{16}$	1.56
22	9.408	Non identifié		0.04
23	9.465	3-Cyclohexene-1-one,2,5,5-trimethyl-		0.06
24	9.956	Cyclohexene, 1-(1-propynyl)-	C_9H_{12}	0.03
25	10.323	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- (Terpinolene)	$C_{10}H_{16}$	0.16
26	11.608	3-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl-	C9H14O	0.07
27	11.725	Non identifié		0.03
28	11.840	benzene 1-methyl-4-(1-methylethyl)- (p-Cimene)	$C_{10}H_{14}$	0.12
29	12.422	Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1α,2β,5α)- (cis-Sabinene hydrate)	C10H18O	0.29
30	12.683	n-Amylisovalerate	C10H20O2	0.05
31	13.593	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, 2,7,7-trimethyl- (Chrysanthenone ou 2-Pinen-7-one)	C10H14O	8.45
32	13.667	Nonanal	C9H18O	0.14
33	13.752	3-cyclohexene-1-carboxaldehyde, 2, 4, 6-trimethyl-	C10H16O	0.56
34	14.149	Methoxyaceticacid, 10-undecenyl ester	C14H26O3	0.13
35	14.317	Non identifié		0.05
36	14.487	1,3-Cyclopentadiene, 5,5-dimethyl-2-ethyl-	C9H14	1.65
37	15.092	3-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 1,3,4-trimethyl-	C10H16O	0.07
38	15.754	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, 2,7,7-trimethyl- (Chrysanthenone ; 2-Pinen-7-one)	C10H14O	25.81
39	15.964	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol, 4,6,6-trimethyl-, [1S-(1α,2β,5α)]- ((S)-cis-Verbenol)	C10H16O	0.14
40	16.250	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-,(1R)-	$C_{10}H_{16}O$	2.22
41	16.410	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-ol, 2,7,7-trimethyl-, acetate, [1S-(1α,5α,6β)]-	C12H18O2	0.27
42	16.760	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- (L-terpinen-4-ol)	C10H18O	0.85
43	16.859	Bicycle[2.2.1]heptan-3-one,6,6-dimethyl-2-methylene-	C10H16O	0.37
44	17.055	1,3-Cyclohexadiene-1-carboxaldehyde, 2,6,6-trimethyl- (Safranal)	C10H14O	0.03
45	17.259	2,6-Nonadienal, (E,Z)-	C9H14O	0.08
46	17.466	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol, 4,6,6-trimethyl-, [1S-(1α,2β,5α)]-((S)-cis-Verbenol)	C10H16O	0.36
47	17.741	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)- (L-Borneol)	C10H18O	11.99
48	17.871	2-Decanone	C10H20O	0.09
49	18.090	Decanal	C9H19CHO	0.11
50	18.334	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (S)-	C10H16O	0.80

51	18.486	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-4-ol, 2,6,6-trimethyl-, acetate	C12H18O2	0.26
52	19.588	Borneol	C10H18O	0.19
53	19.784	trans-Verbenyl acetate	C12H18O2	3.45
54	20.258	cis-α-Bisabolene	C15H24	0.23
55	20.403	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl- (2-Pinen-4-one)	C10H14O	0.30
56	20.652	3,6-octadienoic acid,3,7-dimethyl-,methyl ester,(Z)-		0.05
57	20.984	Bornylacetate	C12H20O2	5.42
58	21.117	1,5,9,11-Tridecatetraene, 12-methyl-(E,E)-	C14H22	0.10
59	21.570	Non identifié		0.11
60	21.854	Ylangene	C15H24	0.24
61	22.050	Copaene	C15H24	0.07
62	22.174	2-Undecanone	C11H22O	0.88
63	22.358	Hydroxy-alpha-terpenylacetate		0.10
64	22.501	2-Undecanol	C11H24O	0.10
65	22.657	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)- (l-Verbenone)	C10H14O	0.07
66	23.569	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1α,2β,4β)]- (β-Elemen)	C15H24	0.15
67	23.735	2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethenyl)-(S)-		0.78
68	24.789	Caryophyllene	C15H24	0.35
69	25.757	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)-	C15H24	0.23
70	26.597	1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8,8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1α,3aα,7α,8aβ)- (α-Patchoulene)	C15H24	0.07
71	26.882	Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- (Carvacrol)	C10H14O	0.54
72	27.100	Non identifié		0.12
73	27.575	cis-(-)-2,4a,5,6,9a-Hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl(1H)benzocycloheptene	C15H24	0.20
74	28.067	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8-hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl-, (R)- (β-Himachalene)	C15H24	0.12
75		Non identifié		
76	28.867	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)- (α-Himachalene)	C15H24	0.89
77	29.224	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl- (α-Curcumene)	C15H22	0.09
78	29.564	1,5cyclodecadiene,1,5-dimethyl-8-(1-methylethylidene)-,(E,E)- (β-Germacrene)	$C_{15}H_{24}$	0.20
79	30.620	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, 2,7,7-trimethyl- (Chrysanthenone)	C10H14O	3.75
80	30.879	Cyclohexene, 3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-, [S-(R*,S*)]- (β-Sesquiphellandrene)	C15H24	0.13
81	31.034	Non identifié		0.19
82	31.340	Butanoicacid, 3-methyl-, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-	C15H26O2	0.04
83	31.879	21.xi-methyl-17-isocholest-16-en-3.beta.-ol		0.05
84	32.861	3-Buten-2-one, 4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-	C13H20O	0.12
85	34.177	4aH-cycloprop[e]azulen-4a-ol,decahydro-1,1,4,7-tetramethyl-		0.05
86	34.481	bicyclo[6.3.0]undec-1(8)-en-3-one, 2,2,5,5-tetramethyl-	C15H24O	0.27
87	34.723	Nerolidylacetate	C17H28O2	0.28
88	34.882	Cyclohexanemethanol, 4-ethenyl-α,α,4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1α,3α,4β)]- (Elemol)	C15H26O	0.55
89	35.200	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)-	C15H24	0.04
90	35.380	Longipinane, (E)-	C15H26	0.08
91	35.663	1h-cycloprop[e]azulene,decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-,[1aR-(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha)] -(Alloaromadendrene)	C15H24	2.09
92	35.953	ethanone,1-[2-methyl-5-(1-methylethenyl)cyclopentyl]-,(1.alpha.,2.alpha.,5.beta.)-		0.16
93	36.332	cedrene	$C_{15}H_{24}$	0.26
94	36.551	Non identifié		0.06
95	36.684	murolan-3,9(11)-diene-10-peroxy	$C_{15}H_{24}O_2$	0.34
96	37.020	1,1,4a-trimethyl-5,6-dimethylenedecahydronaphthalene	$C_{15}H_{24}$	0.42
97	37.146	Cedrene	$C_{15}H_{24}$	0.20
98	37.250	Beta-neoclovene	$C_{15}H_{24}$	0.07
99	37.472	1h-benzocycloheptene,2,4a,5,6,7,8-hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl-,(R)- (β-Himachalene)	$C_{15}H_{24}$	1.11
100	37.654	6-(p-tolyl)-2-methyl-2-heptenol	$C_{15}H_{22}$	0.11
101	37.825	longipinocarveol,trans-	$C_{15}H_{24}O$	0.18
102	37.892	Non identifier		0.14
103	38.051	(-)-neoclovene-(ii) dihydro-		0.11
104	38.179	1h-benzocycloheptane,2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-,(4as-cis)- (α-Himachalene)	$C_{15}H_{24}$	0.59
105	38.367	Cubenol	$C_{15}H_{26}O$	0.24
106	38.700	1h-3a 7-methanoazulene octahydro-1 4 9 9-tetramethyl-,[3r-.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-		0.84
107	38.958	alloaromadendreneoxide-(2)	$C_{15}H_{24}O$	0.09
108	39.193	aromadendran('2')		0.39
109	39.315	longipinocarveol,trans-		0.35
110	39.897	3,4-dimethoxy-6-methylpyrocatechol		0.04
111	40.424	1h-cycloprop e azulene-7-decahydro-1 1 7-trimethyl-4-methylene-[1ar-(1a.alpha.,4a.alpha,7.beta,7a.beta,7b.alpha…		0.08
112	41.486	androstan-17-one 3-ethyl-3-hydroxy- (5.alpha.)-	$C_{21}H_{34}O_2$	0.05
113	41.985	2-pentadecanone 6 10 14-trimethyl-	$C_{18}H_{36}O$	0.06

114	42.065	bicyclo 4.1.0 heptane-7-methanol,1,5,5-trimethyl-2-methylene-,(1.alpha,6.alpha.,7.alpha)-		0.08
115	42.971	Cedren-13-ol,8-	$C_{15}H_{24}O$	0.05
116	45.025	phosphonous dichloride,(1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl)-	$C_{10}H_{17}Cl_2P$	0.07
117	47.322	9-octadecenoic acid methyl ester (e)-	$C_{19}H_{36}O_2$	0.07
Monoterpènes hydrocarbonés				12.21
Monoterpènes oxygénés				54.71
Sesquitèrpène hydrocarbonés				6.48
Sesquitèrpène oxygénés				1.76

Les monoterpènes sont plus nombreux et représentent environ 66,92 % de l'huile essentielle totale (tableau 2) dont les monoterpènes majoritaires sont des composés oxygénés (54,71%), les monoterpènes hydrocarbonés sont de l'ordre de 12,21%.Les Sesquiterpènes représentent (8.24%) de l'huile totale.

Selon **Maggi et al. (2009),** les composants les plus abondants (> 5%) de l'huile sont représentés par le viridiflorol (14,54%), le terpinen-4-ol (12,95%) et le β-pinène (9,55%). D'autre part, les monoterpènes oxygénés représentent la fraction principale de l'huile (27,98%) tandis que les monoterpènes hydrocarbonés (20,13). Les monoterpènes oxygénés et sesquiterpènes ont montré an taux similaire (27,98% et 30,20%, respectivement), ce qui est différent de nos résultats.

4-4- Evaluation de l'activité antioxydante

4-4-1- Evaluation du pouvoir réducteur

D'après la figure 14, tous les extraits testés présentent une augmentation de la réduction du fer qui est proportionnelle aux concentrations des huiles essentielles testées et de l'acide ascorbique. Le pouvoir réducteur d'*Achillea ligustica* est plus puissant que la substance de référence (acide ascorbique), par contre le faible pouvoir réducteur est représenté par l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*.

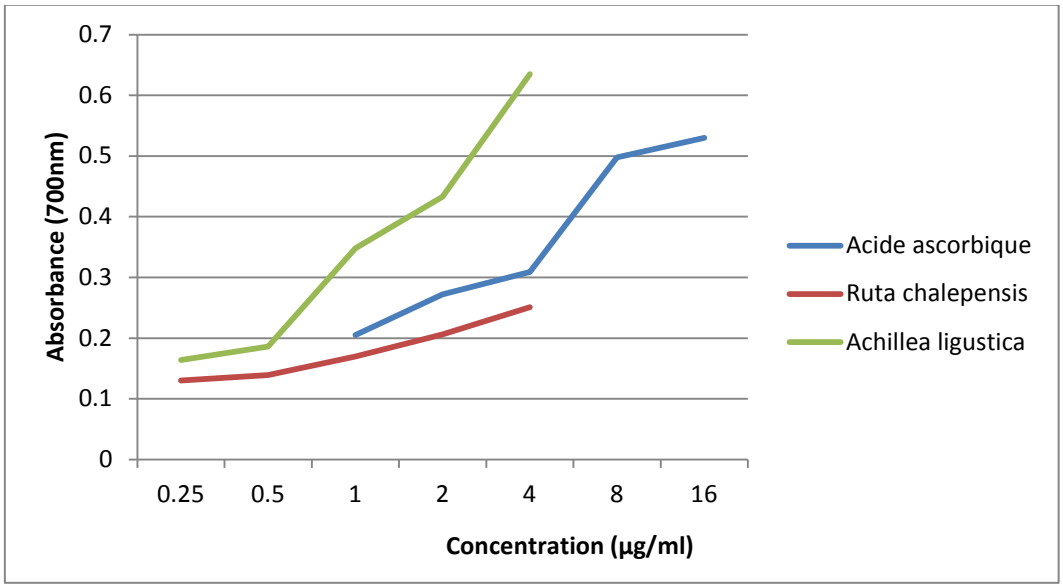

Fig.14 : Pouvoir réducteur des huiles essentielles et de l'acide ascorbique

Selon **Attou (2011),** tous les extraits de *Ruta chalepensis* présentent des activités antioxydantes nettement inférieures que celle de la référence (acide ascorbique). Ce qui est conforme à nos résultats.

Détermination de $CR_{0.5}$:

Pour comparer l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Ruta chalepensis et Achillea ligustica* nous avons calculé $CR_{0.5}$ qui est considérée comme la concentration qui donne une absorbance de 0.5 à 700 nm qui représente la réduction de 50% du fer. Elle est obtenue à partir des courbes de régression représentées par les figures1, 2 et 3 en annexe 2. Les résultats du $CR_{0.5}$ sont représentés dans la figure 15.

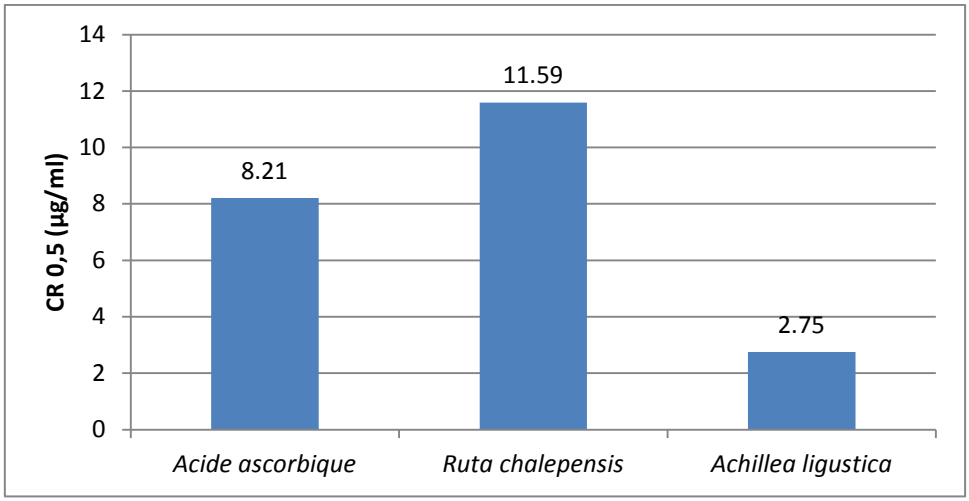

Fig. 15 : Histogramme du $CR_{0,5}$ des huiles essentielles et de l'acide ascorbique

On remarque que l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* a présenté un pouvoir réducteur plus important ($CR_{0,5}$ de 2,75 µg/ml) que l'acide ascorbique (8,21 µg/ml). *Ruta chalepensis* a présenté la plus faible activité avec un $CR_{0,5\ de}$ 11.59 µg/ml.

4-4-2- Evaluation de l'activité antioxydante par $DPPH^{\cdot}$

Les résultats de l'activité antiradicalaire des huiles essentielles et de l'acide ascorbique sont représentés par la figure 16 ou on peut constater que le pourcentage d'inhibition du radical $DPPH^{\cdot}$ augmente en fonction de la concentrations des huiles essentielles et de l'acide ascorbique.

Le pourcentage d'inhibition oscille entre 1,67% et 44,37% pour *Achillea ligustica*, entre 8,70% et 21,96% pour l'acide ascorbique et entre 1,56% et 13,82% pour *Ruta chalepensis.*

L'huile essentielle d'*Achillea ligustica* a montré un pouvoir de piégeage du radical plus important que l'acide ascorbique et l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*.

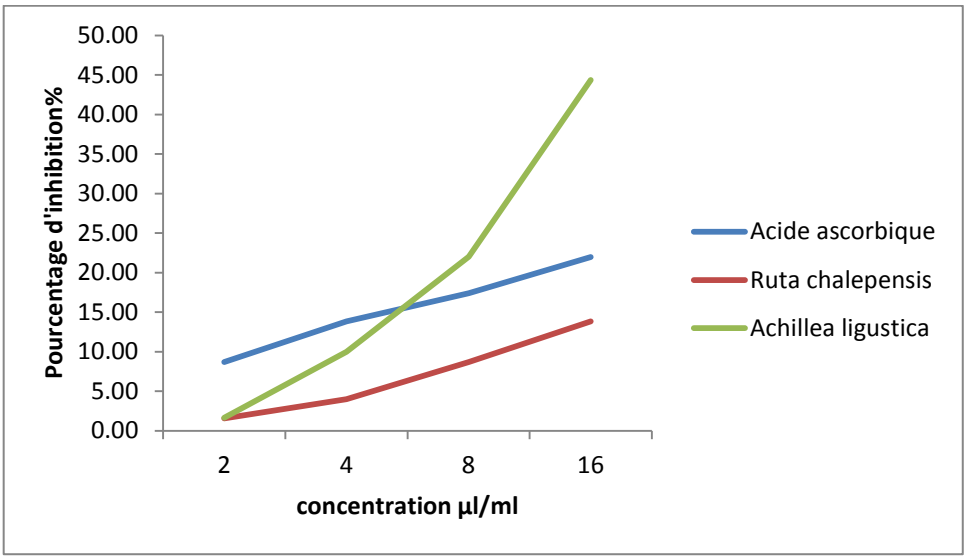

Fig. 16 : Activité antioxydante par DPPH· des huiles essentielles et de l'acide ascorbique

Détermination de l'IC$_{50}$

La valeur IC$_{50}$ (Concentration d'inhibition à 50%) aussi appelée EC50 (Efficient concentration50) est définie comme étant la concentration de la substance nécessaire à diminuer 50% du radical DPPH·.

Les IC$_{50}$ sont inversement proportionnelles à l'effet scavenger dont les valeurs faibles reflètent un effet anti-radicalaire important**.** La IC$_{50}$ de l'huile essentielle des deux espèces et de l'acide ascorbique est déduite à partir des équations de la droite de régression représentées dans la figure 4,5 et 6 en annexe 2.

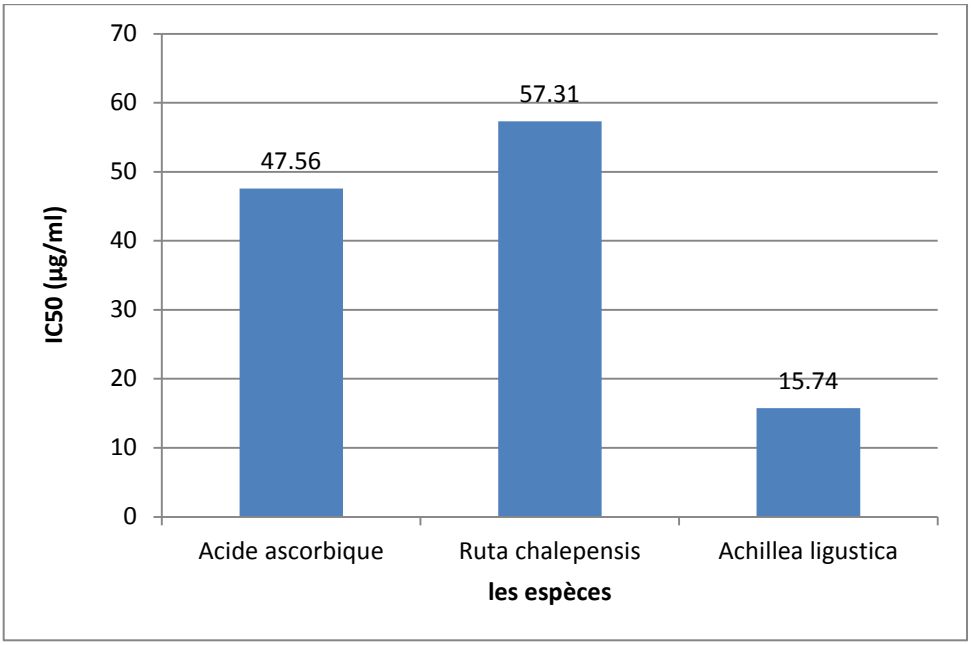

Fig. 17 : Histograme de l'IC$_{50}$ des huiles essentielles et de l'acide ascorbique

On remarque que l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* a montré la meilleure activité (15.74µg/ml) par rapport à l'acide ascorbique (47.56 µg/ml). La plus faible activité a été obtenue par l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* (57.31 µg/ml).

Des résultats similaires ont été rapportés par **Attou (2011),** qui a trouvé que l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* a une activité moins importante que la substance de référence, l'acide ascorbique. D'autre part, **Maggi et al (2009),** ont montré que l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* avait une activité antioxydante plus faible que celle de l'acide ascorbique.

4-4-3-Evaluation de la capacité anti oxydante totale (CAT)

La méthode de la Capacité Anti oxydante Totale CAT permet de déterminer la quantité des espèces anti oxydantes présentes dans les extraits. La capacité antioxydante totale des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* et d'*Achillea ligustiga* est exprimée en équivalents d'acide ascorbique. A cet effet, une courbe d'étalonnage a été effectuée en parallèle, dans les mêmes conditions, en utilisant l'acide ascorbique comme étalon (figure 7 en annexe 2, tableau 1 en annexe 3).

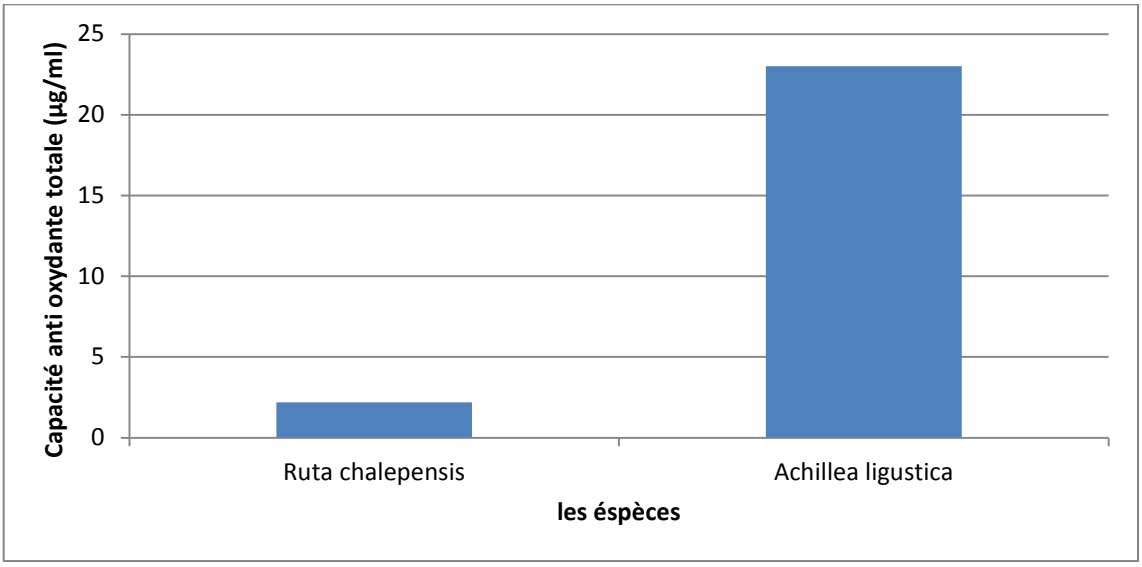

Fig. 18 : Histogramme de la capacité oxydatif totale des huiles essentielles

On remarque que la capacité oxydatif totale de l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* (23µg/ml) est beaucoup plus importante que la capacité de *Ruta chalepensis* (2.18µg/ml).

En conclusion, il convient de dire que l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* présente une meilleur activité antioxydante par rapport à *Ruta chalepensis* et même de la substance de référence

l'acide ascorbique. Ceci est peut être du à la richesse d'*Achillea ligustica* en ¨composés phénoliques (coumarines et saponosides) et composés terpénoîdes (75,16%).

4-5- Evaluation de l'activité antibactérien

L'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de la plante *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica* quatre souches bactériennes :

- *Escherichia coli ;*
- *Staphylococcus aureus ;*
- *Vibrio cholera ;*
- *Pseudomonas aeruginosa* .

Tableau3: Diamètres des zones d'inhibition de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*

Les concentrations / Les souches	0.2	0.4	0.8	1
Escherichia coli	**13mm**	**15mm**	**18mm**	**14mm**
Staphylococcus aureus	**10 mm**	**19mm**	**11mm**	**10mm**
Vibrio cholera	**9.5mm**	**10mm**	**12mm**	**10mm**
Pseudomonas aeruginosa	**-**	**-**	**-**	**-**

D'après les résultats du tableau 3, les huiles essentielles de *Ruta chalepensis* agissent différemment sur les souches testées. L'activité des huiles essentielles est plus importante contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, et moindre contre *Vibrio cholera*, et on remarque une absence de l'activité antibactérienne chez la souche *Pseudomonas aeruginosa.*

Selon **Daoudi et al. (2016),** il apparait que l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* à un effet sur *Staphylococcus aureus* (17,33±1,53 mm) proche de l'effet de la gentamicine (19 mm). Ceci confirme ce que nous avons obtenu.

Tableau 4: Diamètres des zones d'inhibition de l'huile essentielle d'*Achillea ligustica*

Les concentrations / Les souches	0.2	0.4	0.8	1
Escherichiacoli	**18mm**	**15mm**	**12mm**	**14mm**
Staphylococcus aureus	**7mm**	**7mm**	**8mm**	**7mm**
Vibrio cholera	**14.5mm**	**15mm**	**14mm**	**12.5mm**
Pseudomonas aeruginosa	**-**	**-**	**-**	**-**

D'après les résultats du tableau 4, les huiles essentielles d'*Achillea ligustica* agissent différemment sur les souches testées. L'activité des huiles essentielles est plus importante contre, *Escherichia coli* (18mm) *et Vibrio cholera (15mm),* et moindre contre les *Staphylococcus aureus* (8mm). On remarque aussi une absence de l'activité antibactérienne chez la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

Les travaux rapportés par **Carloi et al. (2005)** confirment en partie le résultat trouvé pour l'huile essentielle d'A*chillea ligustica vis-à-vis de la souche bactérienne Staphylococcus aureus* ou ils ont constaté une activité faible**.** Ces mêmes auteurs confirment une faible activité vis-à-vis de la souche bactérienne *Escherichia coli,* ce résultat est différent de celui trouvé dans la présente étude.

Les zones d'ihibitions obtenues contre les différentes souches bactériennes peuvent être dues aux composés présents dans les huiles essentielles tels que 2-undécanone.

En effet**, Ferhat et al. (2014**) Affirment que le 2-undécanone, constituant majeur de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* possède une forte activité antibactérienne.

En conclusion, il convient de dire que l'huile essentielle *Ruta chalepensis* présente une meilleur activité antibatérienne vis-à-vis de la souche bactérienne *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* tandis que d'*Achillea ligustica* à présente une meilleur activité antibatérienne vis-à-vis de la souche bactérienne *Vibrio cholera.*

Notre étude quantitative et qualitative des huiles essentielles est basé sur la détermination de la composition chimique par CPG/SM des huiles essentielles de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* et *Achillea ligustica* après hydrodistillation, et par la ensuite, l'évaluation de leur activité biologique (activité antioxydante et antibactérienne).

D'après les résultats qu'on a obtenus, on peut tirer la conclusion suivante :

- l'extraction des huiles essentielles des deux plantes aboutie a un pourcentage de rendement plus important chez *Ruta chalepensis* (0.52%) que *Achillea ligustica* (0.20%).
- le screening phytochimique réalisé dans cette étude a révélé la richesse de nos plantes en tanins, spécialement des tanins catéchiques et en coumarines. Les saponosides sont présent dans les chez *Achillea ligustica* seulement. Par contre, les tanins galliques et les composés réducteurs se sont révélés négatifs pour les deux plantes.
-l'analyse des huiles essentielles par CPG/SM, a révélé la présence de 44 et 117 composés pour respectivement *Ruta chalepensis* et d'*Achillea ligustica*. 2-undecanone (35.57%), 2-nonanone (26.86%), le 2-acetoxytridecane (8,75%), 2-decanone (5,82%) et le 2-Dodecanone (4,03%) sont majoritaires dans l'huile essentielle de *Ruta chalepensis.* Par contre, l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* est essentiellement constituée de : Chrysanthenone (48%), L-Borneol(11,99), Bornylacetate (5,42%), trans-Verbenyl acetate (3,45%).
-la mesure de l'activité antioxydante par le pouvoir réducteur et la capacité antioxydante totale prouve qu' *Achillea ligustica* ($PR_{0,5}$ *= 2.75µg/ml)* a une activité antioxydant plus puisant que *Ruta chalepensis* ($PR_{0,5}$ *= 8.21µg/ml).* Pour l'évaluation de l'activité antioxydante par le $DPPH^{\cdot}$, *Achillea ligustica* (IC_{50} =15,74µg/ml) a une activité plus importante que *Ruta chalepensis*a (57.31%), l'huile essentielle d'*Achillea ligustica* présente une meilleur activité antioxydante par rapport à *Ruta chalepensis* et même par rapport à la substance de référence (acide ascorbique).
- l'huile essentielle *Ruta chalepensis* présente une meilleur activité antibatérienne vis-à-vis de la souche bactérienne *Escherichia coli et Staphylococcus aureus tandis que* d'*Achillea ligustica* à présente une meilleur activité antibatérienne vis-à-vis de la souche bactérienne *Vibrio cholera.* Les diamètres des zones d'inhibition obtenus pour les micoorganismes testés ont été de 9,5-18 mm.

Comme perspectives de recherche, on propose:

- Evaluation de l'effet antioxydant in vitro en utilisant d'autres techniques ;
- Evaluation de l'effet antioxydant in vivo ;
- Tester ces extraits sur d'autres souches bactériennes ;
- Etudier d'autres activités biologiques à savoir l'activité anti-inflammatoire, anti-insecticide…etc.

Annexe 1 : photos

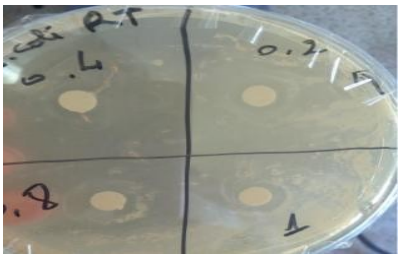

Fig. 1 : *Escherichia coli* hospitalier (*Ruta chalepensis*)

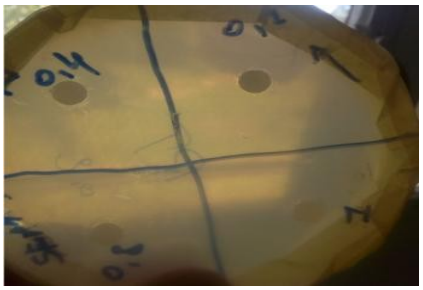

Fig. 2 : *Staphylococcus aureus* hospitalier (*Ruta chalepensis*)

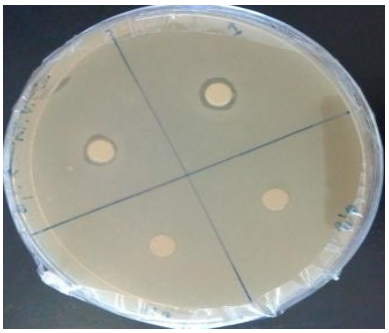

Fig. 3 : *Vibrio cholera* ATCC (*Ruta chalepensis*)

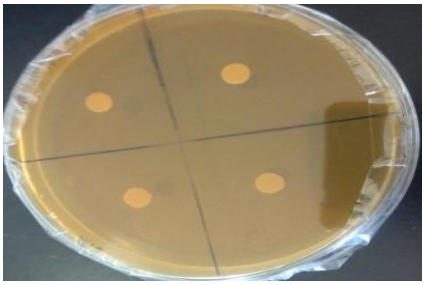

Fig. 4 : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC (*Ruta chalepensis*)

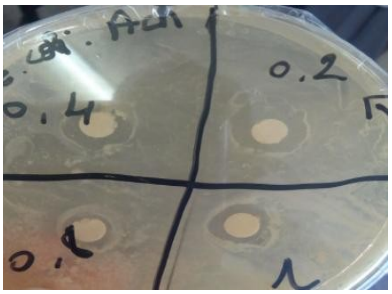

Fig. 5 : ***Escherichia coli*** **hospitalier (*Achillea ligustica)***

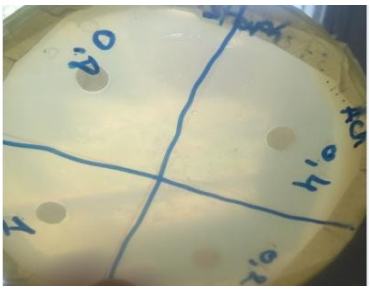

Fig. 6 : ***Staphylococcus aureus*** **hospitalier *(Achillea ligustica)***

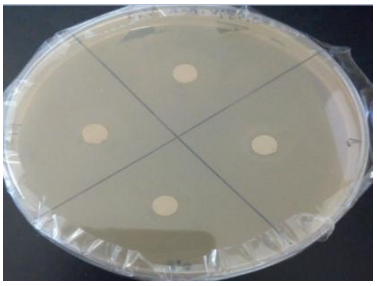

Fig. 7 : ***Vibrio cholera*** **ATCC (*Achillea ligustica)***

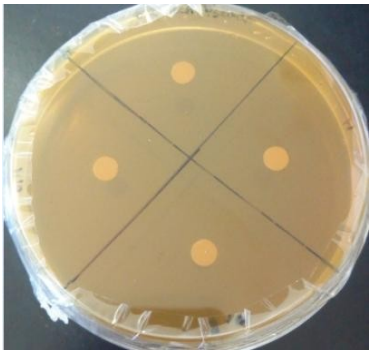

Fig. 8 : ***Pseudomonas aeruginosa*** **ATCC (*Achillea ligustica)***

Annexe 2 : Droites de régression

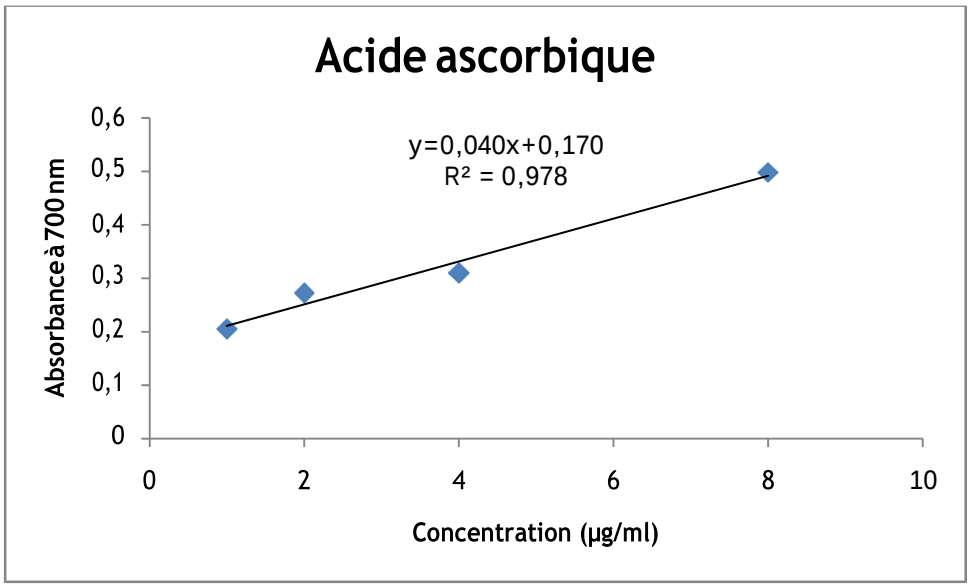

Fig. 1 : Pouvoir réducteur de l'acide ascorbique

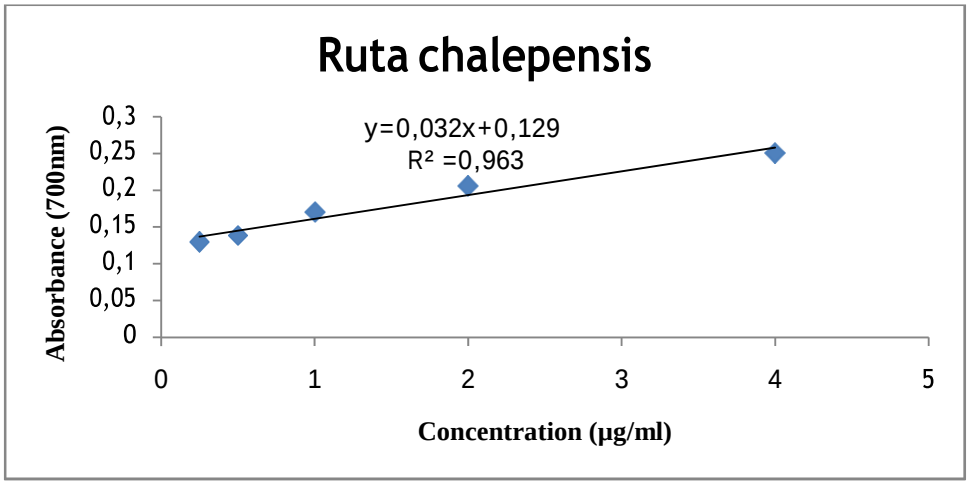

Fig. 2 : Pouvoir réducteur de *Ruta chalepensis*

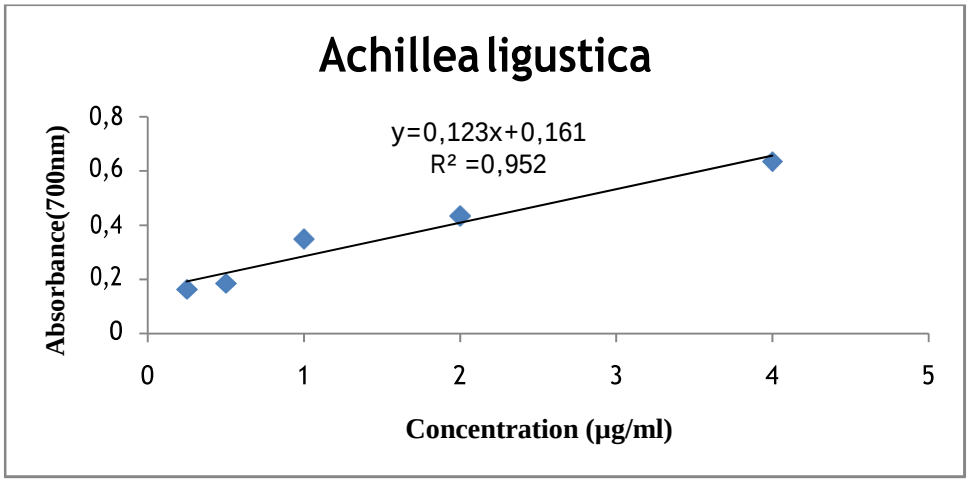

Fig. 3 : Pouvoir réducteur d'*Achillea ligustica*

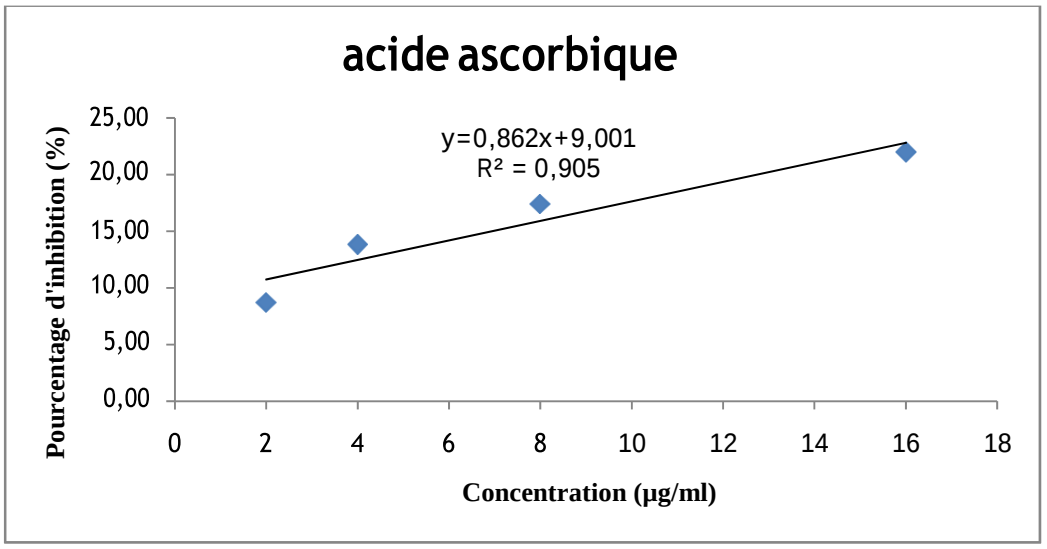

Fig. 4 : Activité antioxycidant de l'acide ascorbique vis-à-vis du radical DPPH·

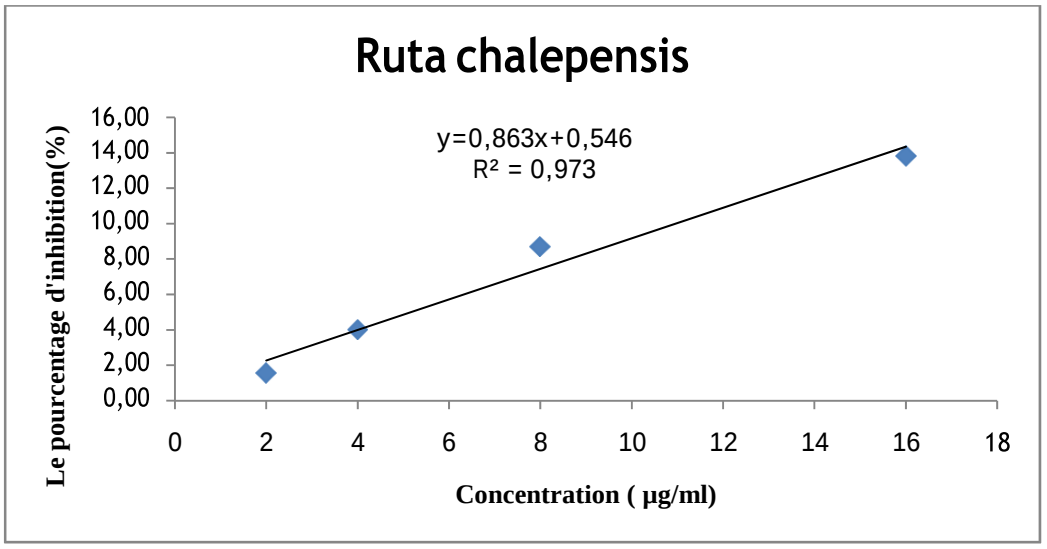

Fig. 5 : Activité antioxycidant de Ruta chalepensis vis-à-vis du radical DPPH

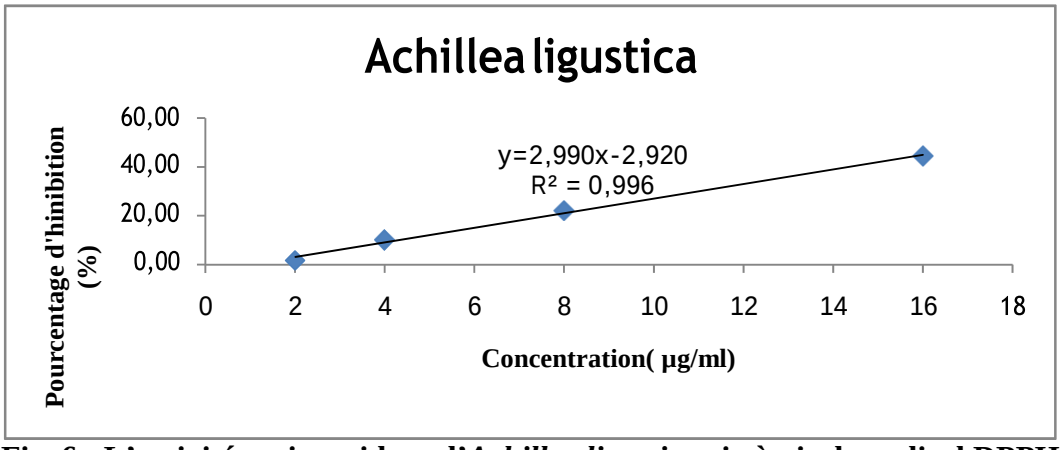

Fig. 6 : L'activité antioxycidant d'*Achillea ligustica* vis-à-vis du radical DPPH·

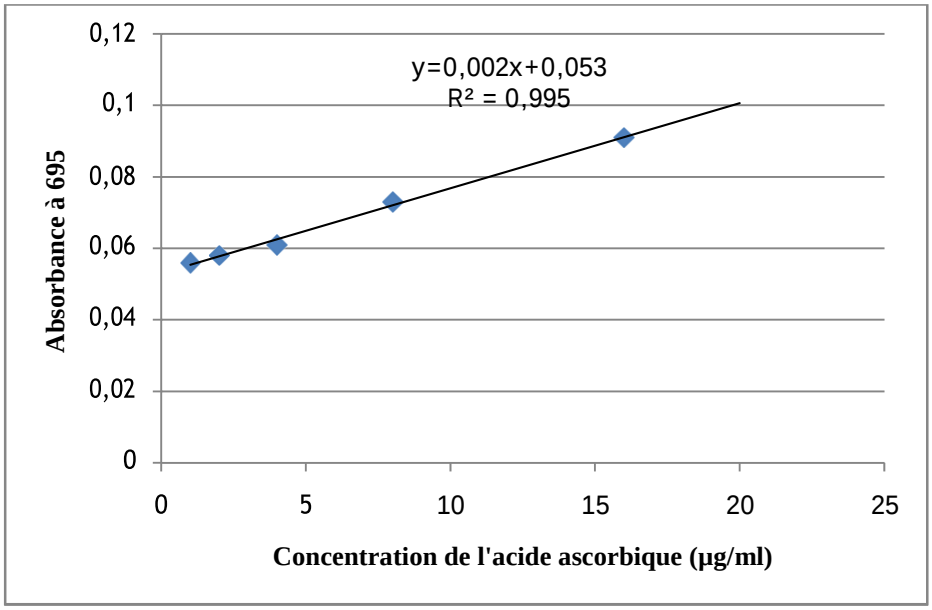

Fig. 7 : Courbe d'étalonnage de La capacité oxydatif totale de l'acide ascorbique

Annexe 3 : les tableaux

Tableau 1 : Absorbance de l'acide ascorbique de la capacité oxydatif totale

Concentration en µg/ml	1	2	4	8	16	32	64
Acide ascorbique	0,056	0,058	0,061	0,073	0,091	0,12	0,181

Tableau 2 : Absorbance des huiles essentielles *Ruta chalepensis et Achillea ligustica* de la capacité oxydatif totale

Concentration en µl/ml	0,25	0,5	1	2	4	10	20
Ruta chalepensis	0,023	0,038	0,044	0,089	0,12	0,385	0,595
Achillea ligustica	0,1	0,246	0,369	0,546	0,604	0,641	0,689

Réalisé par	Jury
BourouisNourElhouda	Président : M^{r} : Sebti M.
Merazka Fatima	Examinatrice : Mme : Lemzeri H.
	Encadreur : Mme : Benterrouche I.

Thème

Etude des huiles essentielle de *RutaChalepensis* et *Achillealigustica* et évaluation du leur activité biologique

Résumé

Les huiles essentielles de la partie aérienne de *Rutachalepensis* et d'*Achillealigustica* (deux espèces de Rutacea et Asteraceae), récoltées dans la région de BorjE'Thar à Jijel ont été extraites par entraînement à la vapeur et analysées en CPG et CPG-SM. L'Activité antioxydante a été déterminée par 3 méthodes (pouvoir réducteur, test du DPPH· et la capacité oxydatif totale) et l'activité antibactérienne a été testée vis-à-vis de quatre souches *(Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Vibrio cholera* et *Pseudomonas aeruginosa).* Les rendements d'extraction ont montré que *Rutachalepensis* est plus riche (0,52 %) qu'*Achillealigustica*(0,2%) en huile essentielle. 44 et 117 composés ont été identifiés pour respectivement *Rutachalepensis* et d'*Achillealigustica*. 2-undecanone (35.57%), 2-nonanon\e (26.86%), le 2-acetoxytridecane (8,75%), 2-decanone (5,82%) et le 2-Dodecanone (4,03%) sont majoritaires dans l'huile essentielle de *Rutachalepensis.* Par contre, l'huile essentielle d'*Achillealigustica* est essentiellement constituée de : Chrysanthenone (48%), L-Borneol(11,99), Bornylacetate (5,42%), trans-Verbenylacetate (3,45%). En outre, une puissante activité antioxydante (IC50 = 47,56 µg / ml et 57,31 µg / ml; CR0,5 = 2,75 et 11,59 µg / ml pour Achilealigustica et Rutachalepensis respectivement) et antibactérienne ont été obtenues. Les diamètres des zones d'inhibition pour les micoorganismes testés étaient respectivement de 12-18 mm et 9,5-19 mm.

Mot clés:*Rutachalepensis, Achillealigustica,* huiles essentielles, composition chimique, activité antioxydante, activité antibactérienne.

Abstract

Essential oilsfromaerial part of *Rutachalepensis* and *Achillealigustica*(twospecies of Rutacea et Asteraceae) collected in the region of BorjE'Thar in Jijel have been extracted by steam distillation and analyzed by GC and GC-MS. The antioxidantactivitywasdetermined by 3 methods (reducingability, DPPH test and total oxidativecapacity) and antibacterialactivitywastestedagainst four strains (*Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Vibrio cholera* and *Pseudomonas aeruginosa*). Extraction yields have showntha*tRutachalepensis* are richer in essential oils (0,52 %) than qu'*Achillealigustica* (0.2 %). 44 and 117 compounds of were identified for repectively*Rutachalepensis* and *Achillealigustica.* 2-undecanone (35.57%), 2-nonanone (26.86%), le 2-acetoxytridecane (8,75%), 2-decanone (5,82%) et le 2-Dodecanone (4,03%) are majority in the essential oil of *Rutachalepensis.* The principal compounds of *Achillealigustica* essential oil are: Chrysanthenone (48%), L-Borneol(11,99), Bornylacetate (5,42%), trans-Verbenylacetate (3,45%).

In addition, itshowed puissant antioxydant (IC_{50}=47,56 µg/ml et 57,31µg/ml ; $CR_{0,5}$= 2,75 et 11,59 µg/ml pour respectivement *Achillealigustica*et *Rutachalepensis*) and antibacterialactivities. The inhibition zones diameters for testedmicoorganismeswere in the range of 12-18mm and 9,5-19 mm respectively.

Keywords:*Rutachalepensis, Achillealigustica,* essential oils, chemical composition, antioxydant activity, antibacterialactivity.

ملخص

تم استخراج الزيوت الأساسية للجزء العلوي للفيجل وبلقيسوم و التي تم جمعها من منطقة برج الطهر بجيجل عن طريق التقطير بالبخار وتحليلها بواسطة الكرومتوغرافيا الغازية. تم تحديد النشاط المضاد للأكسدة عن طريق ثلاث طرق: قوة الارجاع، اختبار .DPPH والقدرة الإجمالية للاكسدة. والنشاط المضاد للجراثيم تم اختباره باستعمال أربع سلالات بكتيرية (الإشريكية القولونية، المكورات العنقودية الذهبية، ضمة الكوليرا و الزائفة الزنجارية). أظهرت عائدات استخلاص الزيت العطري أن الفيجل أغنى بنسبة تقدر ب(0.52%) مقابل نسبة استخلاص بلقيسوم التي تقدر ب(0.20%).تم تحديد44 مركب للفيجل و 117مركب لبلقيسوم .

المكونات الأساسية للفجل هي: (8.75 %) 2-acetoxytridecane (26.86%)2-nonanone (4,03%) ,2-Dodecanone (5,82%) ,2-decanone (35.57%)2-undecanone

في حين ان الزيت العطري لبلقيسوم يتكون أساسيا من:,(5,42%) Bornylacetate (48%))Chrysanthenone (3,45%) trans-Verbenylacetate ،(11,99) L- Borneol .

بالإضافة إلى ذلك هناك نشاط قوي مضاد للأكسدة (التركيز المثبط50 = 47.56 ميكروغرام /مل و57.31 ميكروغرام /مل .التركيز المختزل0.5=2.75و11.59 ميكروغرام /مل للفجل و البارو على التوالي.وتم الحصول على مضاد للجراثيم. كانت أقطارمنطق التثبيط بالنسبة إلى الكائنات الدقيقة التي تم اختبارها 12-18ملم و9.5-19 ملم على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الفيجل، بلقيسوم، التركيب الكيميائي، الزيوت الاساسية، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا.