



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة شاذلي بن جديد - الطارف
Université Chadli Bendjedid - El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master II

Spécialité :

Toxicologie Fondamentale & Appliquée

THEME

**CARACTERISATION PHYTOCHIMIQUE ET EVALUATION
DES ACTIVITES ANTI-OXYDANTE ET ANTIMICROBIENNE
DE *LAVANDULA STOECHAS* ET *OCIMUM BASILICUM***

Présenté par :

Mlle : OKNENE RAFIKA

Mlle : HARBI AHLEM

Encadreur : Dr. MEDJELDI SAIDA

MCB ; Université C. Bendjedid El- Tarf

Devant le jury :

Président : Dr. BOUGHRARA Boudjema

MCB ; Université C. Bendjedid El- Tarf

Examineur : Dr. BELDI Moncef

MAA ; Université C. Bendjedid El- Tarf

Soutenu le : 08/07/2019

Année universitaire 2018 - 2019



Figure 29. Appareils utilisées (balance, broyeur et agitateur) (Oknene et Harbi, 2019)

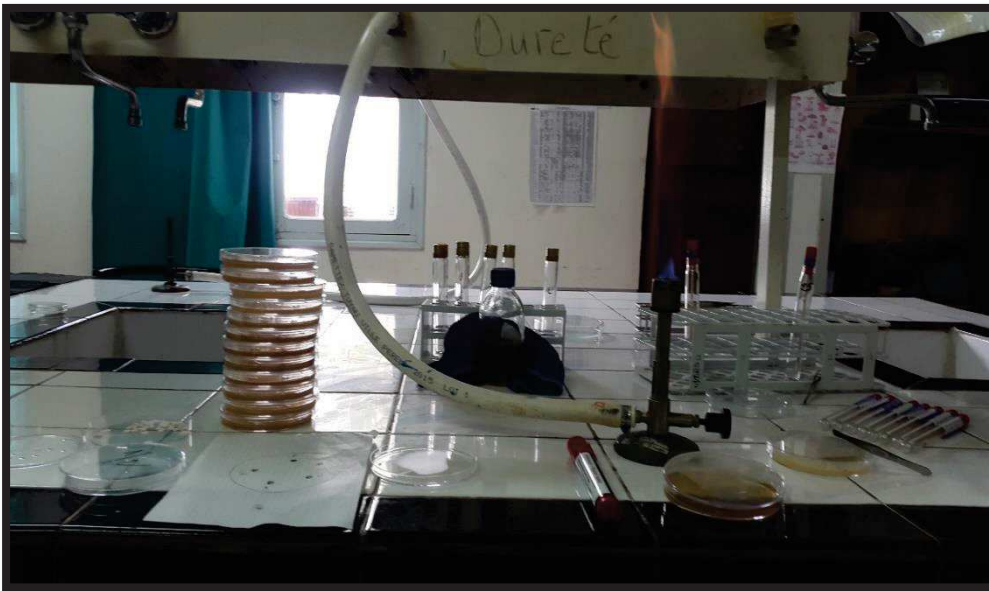


Figure 30. Matériels utilisées pour l'activité antibactérienne (Oknene et Harbi, 2019)



Figure 27. Matériels utilisés pour le dosage phytochimique (Oknene et Harbi, 2019)

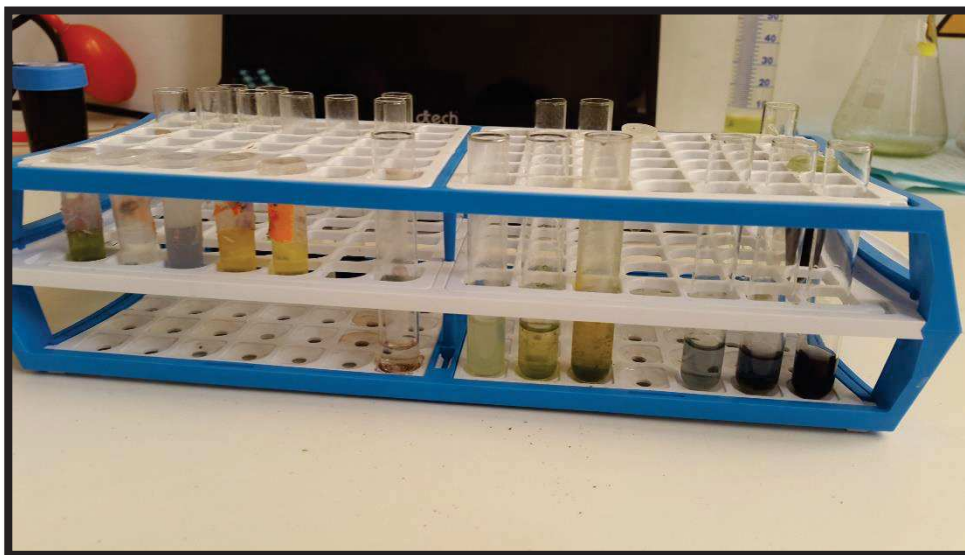


Figure 28. Dosage phytochimique de différentes concentrations (Oknene et Harbi, 2019)

Tableau 21. Absorbance de différente concentration d'extrait méthalonique avec DPPH de *L.stoechas*

Concentration mg/ml	Absorbance
0,01	0,7
0,02	0,6
0,1	0,52
0,2	0,45
0,3	0,3
0,5	0,15

Tableau 22. Absorbance de différente concentration d'extrait méthalonique avec DPPH de *O.basilicum*.

concentration	Absorbance
0,01	0,62
0,02	0,6
0,1	0,55
0,2	0,52
0,3	0,4
0,5	0,25

Tableau 17. Dosage de tanin d'extrait méthalonique d'*O.basilicum*

Dilution	Absorbance
1/2	0,014
1/5	0,002
1/10	0,001

Tableau 18. Dosage de polyphénols totaux d'extrait aqueux d'*O.basilicum*

Dilution	Absorbance
1/2	2
1/5	0,93
1/10	0,42

Tableau 19. Dosage de flavonoides d'extrait aqueux d'*O.basilicum*

Dilution	Absorbance
1/2	0,55
1/5	0,37
1/10	0,28

Tableau 20. Dosage de tanin d'extrait aqueux d'*O.basilicum*

Dilution	Absorbance
1/2	0,032
1/5	0,014
1/10	0,01

Tableau 13. Dosage de flavonoïdes d'extrait aqueux de *L.stoechas*

Dilution	Absorbance
1/2	0,33
1/5	0,05
1/10	0,03

Tableau 14. Dosage de tanin d'extrait aqueux de *L.stoechas*

Dilution	Absorbance
1/2	0,17
1/5	0,1
1/10	0,042
1/50	0,032

Tableau 15. Dosage de polyphénols totaux d'extrait méthanolique de *O.basilicum*

Dilution	Absorbance
1/2	0,8
1/5	0,5
1/10	0,2

Tableau 16. Dosage de flavonoïdes d'extrait méthanolique de *O.basilicum*

Dilution	Absorbance
1/2	0,61
1/5	0,5
1/20	0,33

Les annexes

Tableau 8. La masse d'extraits sec des deux plantes testées

Matériel végétal	La masse d'extrait sec aqueux (g)	La masse d'extrait sec méthalonique (g)
<i>L.stoechas</i>	0,3	0,12
<i>O.basilicum</i>	0,7	0,56

Tableau 9. Dosage de polyphénols totaux d'extrait méthalonique de *L.stoechas*

Dilution	Absorbance
1/2	0,83
1/5	0,41
1/10	0,22
1/20	0,1
1/50	0,04

Tableau 10. Dosage de flavonoïdes d'extrait méthalonique de *L.stoechas*

Dilution	Absorbance
1/2	0,97
1/5	0,62
1/20	0,32

Tableau 11. Dosage de tanin d'extrait méthalonique de *L.stoechas*

Dilution	Absorbance
1/2	0,097
1/5	0,026
1/10	0,005

Tableau 12. Dosage de polyphénols totaux d'extrait aqueux de *L.stoechas*

Dilution	Absorbance
1/2	1,42
1/5	1,19
1/10	1,22
1/20	0,83
1/10	0,38

Anonyme4 :https://fr.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_aureus_r%C3%A9sistant_%C3%A0_la_m%C3%A9ticilline.

Anonyme 5 : https://fr.wikipedia.org/wiki/Candida_albicans

oils of *Ocimum basilicum* grown in north central Nigeria; *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 3: 47-52.

V

Vekiari, S.A., Protopapadakis, E.F., Papadopoulou, P., Papadopoulou, D., Panou, C. et Vamvakias M., 2002. Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a limon variety ; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 5(1), 147-153.

Vermerris, W., Nicholson. 2006. R: Phenolic compound biochemistry Springer. The

W

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

Waston, R. R., Preedy, V. R., & Zibadi, S. 2013. Polyphenol in Human Health and Disease. Edition *Academic Press is an Imprint of Elsevier*, p 643.

Weber, F.J., et Bont, J. A. M. 1996. Adaptation mechanisms of microorganisms to the toxic effects of organic solvents on membranes. *Biochimi. Biophys. Acta*.12, 225245.

Wenkakoon, C.N., Sakguchi, M. 1995. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices; *J. of Food Protection*; 58: 280-283.

Wollgast, J. & Anklam, E. 2000. Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International* 33, 423 - 447.

Y

Yen, G.C., Duh, P.D., Tsai, C.L. Relationship between antioxidant activity and maturity of peanut hulls, *J. Agric. Food Chem.* 41 (1993) 67–70.

Yoshimoto, M., Sakamoto, H., Yoshimoto, N., Kuboi, R. & Nakao, K. 2007. Stabilization of quaternary structure and activity of bovine liver : Catalase through encapsulation in liposomes. *Enzyme and Microbial Technology* 41, 849–858.

Les sites web

Anonyme 1 : file:///C:/Users/Public/Documents/linum /Wikip/dia.htm (Page consultée le 09/02/16).

Anonyme 2 : www.wikipedia.fr

Anonyme 3 : outbreak News Today <http://outbreaknewstoday.com/bacillus-cereus-sickens-dozens-at-ottawa-chinese-restaurant-47500/> [Accessed 15 May 2018].

Schuster, C. 2001. Pseudomonas et apparentés Syst. Microbiol : 1-6.

Shankar, S., & Srivastava, R. K. 2012. Nutrition, diet and cancer. Edition *springer Dordrecht Heidelberg London New York London*, p 213.

Sharma, S., Sheehy, T., Kolahdooz, F., & Barasi, M. 2015. Nutrition at a Glance. Second Edition *Wiley Backwell*, p 162.

Sipailiene, A., Venskutonis, P.R., Baranauskiene, R. et Sarkinas, A. 2006. Antimicrobial Activity of Commercial Samples of Thyme and Marjoram Oils. *Journal of Essential Oil Research*; P: 698-703.

Skandamis, P.N. et Nychas, G.J.E. 2001. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres; *J. Applied Microbiol*; Vol.91: 1011-1022.

Sokovic, M., Van Griensven, L.J., 2006. Antimicrobial activity of essential oils and their components against the three major pathogens of the cultivated button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Eur. J. Plant Pathol.* 116:211-224

Stocker, R., Yamamoto, Y., McDonagh, A. F., Glazer, A. N. & Ames, B. N. 1987. Bilirubin is an antioxidant of possible physiological importance. *Science* 235 (4792), 1043-1046.

Svoboda K., Svoboda T. 2000. Secretory structures of aromatic and medicinal plants. ed: MICROSCOPIX PUBLICATIONS. p: 7-12.

T

Tanguy, M. 2009. Antioxydants Première partie : Les antioxydants dans l'alimentation. *Médecine*. Vol 5 (6):256-260.

Torreggiani, A., Tamba, M., Trincherio, A., Bonora, S. 2005. Copper(II)–Quercetin complexes in aqueous solutions : spectroscopic and kinetic properties. *Journal of Molecular Structure*. 744–747.(SPEC. ISS.) 759-766.

Tsuchiya, H., Sato, M., Miyazaki, T., Fujlwara, S., Taniaaki, S., Ohyama, M., Tanaka, T., Linuma, M., 1996. Comparative study on the antibacterial activity of phytochemical flavanones against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; *J.Ethnopharmacol*; 50: 27-34.

Turkoglu, S., Turkoglu, I., Kahyaoglu, M., Celik, S. Determination of antimicrobial and antioxidant activities of Turkish endemic *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber subsp. *euphratica* P.H. Davis (Lamiaceae), *J. Med. Plants Res.* 4 (2010) 1260–1268.

U

Usman, L.A., Ismaeel, R.O., Zubair, M.F., Saliu, B.K., Olawore, N.O., Elelu, N. 2013. Comparative studies of constituents and antibacterial activities of leaf and fruit essential

R

Rahmouni, S; Reghis, S. Etude phytochimique et évaluations des activités anti-oxydantes et anti-bactériennes des espèces : *Lavandula steochas*, *Glycyrrhizza glabra* *Crocus sativus* *L* et *Linum usitassimum* L. 2016. *Thèse de master* : Université des Frères Mentouri Constantine.

Ramakrishna, A. et Ravishankar, G. A. 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11), 1720-1731.

Reichling, J., Weseler, A., et al. Bioactive essential oils used in phytomedicine as anti-infective agents: Australian tea tree oil and manuka oil. *Act. Pythoter*, 1, 26-32. 2002.

Riaz M., Qamar S., Choudhary F.M. et Pack. J., 1999. *Sci. Ind – Res* ; Vol 6 ; P: 332

Ribeiro, M.A., Bernardo-gil, M.G. et Esquivel, M.M. 2011. *Melissa officinalis*, L. Study of antioxidant activity in supercritical residues, *Journal of Supercritical Fluids*, 21 51 –60.

Rigane, G., Ben Salem., R., Sayadi, S. et Bouaziz M. 2011. Phenolic composition, isolation, and structure of a new deoxyloganic acid derivative from Dhokar and Gemri-Dhokar olive cultivars. *J Food Sci*, 76 : 965- 973.

Robert, D. et Catesson, A. M. 2000. *Biologie végétale : caractéristiques et stratégie évolutives des plantes. Organisation végétative. Wolters Kluwer France Edition*, Volume2, p 320.

Rolland, Y. 2004. *Actualités des lipides en cosmétique .Antioxydants naturels végétaux.OCL*. Vol 11(6) : 419 - 424.

Roux, D. & Catier, O. 2007. *Botanique, Pharmacognosie et Phytothérapie. Wolters Kluwer France Edition*, p 74.

S

Saadali, B. 2007. Etude de la qualité des eaux de sources issues de massif dunaire de Bouteldja. *Thèse de master* : UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR-ANNABA. p 09

Sarni-Manchad, P., et Cheynier, V. 2006. *Les polyphénols en agroalimentaire*, Éd Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 398 p.

Sartoratotto, A., Machado, A.LM., Delarmelina, C., Figueira, G.M., Duarte, M.C.T., Rehder, V.L.G. 2004. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Braz. J. Microbiol.* 35:275-280.

Schauenberge, P. 2006. *Guide des plantes médicinales : Analyse, description et utilisation de 400 plantes* ; Ed. Ferdinand ; Paris ; P : 396.

Ouibrahim, A. 2015. « Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis L.*, *Ocimum basilicum L.* et *Rosmarinus officinalis L.*) de l'Est Algérien » ; *Thèse de doctorat* ; Univ. Badji Mokhtar – Annaba.

P

Pastre, J., Priymenko, N. 2007. Intérêt des anti-oxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. *Revue Méd. Vét.* (4) :187p.

Pelletier, E., Campbel, P., Denizeau, F. 2004. *Ecotoxicologie moléculaire*. Ed. Presses de l'université du Québec. Canada : 182p.

Pelletier, E., Campbell, P. G. C. & Denizeau, F. 2004. *Écotoxicologie moléculaire : Principes fondamentaux et perspectives de développement*. Edition PUQ, p 182.

Pénicaud, C. 2009. Etude et modélisation du couplage entre le transfert d'oxygène et les réactions d'oxydation dans les aliments au cours de leur conservation. *Thèse de Doctorat* : Université de MONTPELLIER II.

Pietta, P.G. 2000. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Production*. 63: 1035-1042.

Pilet, C., Bourdon, J.L., Toma, B., Marchal, N., Balbastre, C. Les entérobactéries *Bactériologie médicale et vétérinaire : systématique bactérienne* Doins, Paris, 2e ed (1979) : 109-187.

Pincemail, J., Bonjean, K., Cayeux, K., Defraigne, J O. 2002. Mécanismes physiologiques de la défense anti-oxydante *Physiological action of antioxidant defences*. *Nutrition clinique et métabolisme*. 16: 233-239.

Pincemail, J., Meurisse, M., Limet, R., Defraigne, JO. 1999. L'évaluation du stress oxydatif d'un individu: une réalité pour le médecin. *Vaisseaux, Coeur, Poumons*. Vol 4(5) : 133– 8.

Poirier, J. 2004. L'indispensable pour vivre en santé, *Edition Merlin*, p 72.

Pousset, L.J. 2004. « Plantes médicinales d'Afrique : comment les reconnaître et les utiliser ? » ; Ed. La calade, UE ; P : 287 (187-188).

Prescott, L., Harley, J., Klein, D. 2010 : *Microbiologie*. 3ème Ed., De Boeck. 520-582.

Q

Quezel, P., et Santa, S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II, *Ed. CNRS*, Paris.

Macheix, J.J., A. Fleuriet, A., Jay-Allemand, C. 2005. Nature et diversité des composés phénoliques des végétaux. In : Les composés phénoliques des végétaux. Ed : *Technique et documentation*. Lavoisier. 10-15.

Magness, J.R., Markle, G.M. 1971. Compton, Food and feed crops of the United States, Bul. 828 New Jersey Agr. Expt. Sta.

Mahmoudi, Y. 1982. La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. Doctorat dissertation, Blida. Pp 55-58.

Manian, R., Anusuya, N., Siddhuraju, P., Manian, S. 2008 : The antioxidant activity and freeradical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chemistry* 107(3), 1000- 1007.

Marcos, M.A., Vila, J., Jimenez De Anta, M.T. Epidemiologia de las infecciones por *Acinetobacter baumannii*, *En ferm Infect. Microbiol. Clin.*, 1993, 11 : 29-33

Marie-Claude, M. 2004. Les antioxydants. Actifs et additifs en cosmétologie .Ed.Tec &Doc : 337 -352.

Mcgraw-Hill. 2007. Encyclopedia of Science and Technology, 10th Edition

Medjeldi, S ; Bouslamab, L; Benabdallaha, A ; Essidb, R ; Haoua, S ; Elkahouib, S. Biological activities, and phytochemicals of northwest Algeria *Ajuga reptans* (L.) extracts: Partial identification of the antibacterial fraction. *Microbial Pathogenesis* 121 (2018) 173–178.

Mompon, B., Lemaire, B., Mengal, P. et Surbel, D. 1996. Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. In « Polyphénols 96 ». Ed *INRA*. 31-35.

N

Nagao, A., Seki, M., Kobayashi, H. 1999. Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63(10), 1787-1790.

Nauciel, C., et Vildé, J.L. 2005. Bactériologie médicale, 2^{ème}Ed. Masson. Paris. pp: 5-10.Netherlands.

Nickavar, B., Kamalinejad, M., Izadpanah, H. In vitro free radical scavenging activity of five *Salvia* species, *Pak. J. Pharm. Sci.* 2 (2007) 291–294.

Noun, A. 2013. « Etude de l'extraction et de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *rosmarinus officinalis* L. de la région d'Ain defla » ; *mémoire de master* ; univ. Khemis Miliana.

O

Khomdram, S.D., Singh, P.K. Polyphenolic compounds and free radical scavenging in eight Lamiaceae herbs of Manipur, *Not. Sci. Biol.* 3 (2011) 108–113.

King-Thom, C., Wong, T.Y., Cheng, I.W., Yao-Wen, H., Yuan, L. Tannins, Human Health, *Crit. Rev. Food Sci.* 38 (1998) 421–468.

Kitchel, B., Rasheed, J.K., Patel, J.B., Srinivasan, A., Navon-Venezia, S., Carmeli, Y., Brolund, A., Giske, C.G. 2009. Molecular epidemiology of KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* isolates in the United States: clonal expansion of multilocus sequence type 258. *Antimicrob. Agents Chemother* 53(8), 3365-3370.

Koechlin-Ramonatxo, C. 2006. Oxygène, stress oxydant et suppléments anti-oxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition clinique et métabolisme.* 20: 165-177.

Kothe, H.W. 2007. 1000 plantes aromatiques et médicinales ; Ed. Terres ; P : 336(220)

Koudjega, K. 2004. Développement de stratégies de gestion intégrée de la fertilité des sols pour le basilic (*Ocimum basilicum* L.) Sur les exploitations de Darégal Equatorial ; Mémoire d'Ingénieur Agronome, IFDC Afrique / ESA -UL, P : 96.

Koutsoudaki, C., Krsek M., Rodger A. 2005. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* Var. *J. Agric. Food Chem.* 53:7681-7685.

L

Lee, S.J., Umamo, K., Schibamoto, T. et Lee, K.G. 2005. Identification of Volatils composants in basil (*Ocimum basilicum* L.) And thyme Leaves (*thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties – *Food Chemistry* ; Vol 91 ; p : 131 -137.

Lopez, P., Sanchez, C., Batlle, R., Nerin, C. 2005. Solid and vapor phase antimicrobial activities of six essential oils : Susceptibility of selected food borne bacterial and fungal strains; *J. Agric. Food Chem*; 53: 6939- 6946.

Lu, L., Liu, S.W., Jiang, B., Wu, S.G. Tannin inhibits HIV-1 entry by targeting gp41, *acta Pharmacol. Sin.* 25 (2004) 213–218.

Lv, F., Liang, H., Yuan, Q., Li, C. In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms, *Food Res. Int.* 44 (2009) 3057–3064.

M

Macheix, J. J., Fleuriet, A., et Jay-Allemand, C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaire d'importance économique. Edition *Presse Polytechniques & Universitaires Romandes*, p Vii, 2, 3.

J

Jarrige, R. et Ruckebusch, Y. 1995. Nutrition des ruminants domestiques : Ingestion et digestion. *Editions Quae*, p 57.

Jayasinghe, C., Gotoh, N., Aoki, T. et al. 2003. Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *J. Agric Food Chem*; 51:4442-4449.

Jovanovic, S.V., Steenkenn S., Totic, M., Marjanovic, B., Simic, M.G. 1994. Flavonoids as antioxidants. *Journal of the American Chemistry Society*. 116: 4846-4851.

Judd, W.S., Capbell, C.S., Kellogg, E.A. et Stevens, P ; 2002. Botanique Systématique : une perspective phylogénétique ; Ed 1 : DEBOECK.

K

Kadri, H. 2017. Etude phytochimique de quelques plantes de la Numidie Algérienne. *These de Doctorat en Chimie*. Université Badji Mokhtar. Annaba.P 75.

Kakhlon, O., Cabantchik, Z.I. 2002. The labile iron pool: characterization, measurement, and participation in cellular processes1. *Free Radical Biology & Medicine*. 33(8): 1037–1046.

Kalemba, D., et Kunicka, A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem* : 10,813-829.

Kallel, F., Driss, D., Chaari, F., Belghith, L., Bouaziz, F., Ghorbel, R., Chaabouni, S. Déchets de cosses d'ail (*Allium sativum* L.) en tant que source potentielle de composés phénoliques : influence des solvants d'extraction sur ses propriétés antimicrobiennes et antioxydantes, *Ind. Surgir. Prod.* 62 (2014) 34–41.

Kelen, M. et Tepe, B. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora; *Bioresource Technology*; 99,4096-4104.

Khamouli, O. et Grazza, B. 2007. Détection et comparaison de composition chimique de plusieurs variétés de basilic « *Ocimum basilicum* L.» cultivées en trois régions différentes de sud d'Algérie ; *Univ. kasdi merbah ouargla*; mémoire d'Etudes Supérieures en Biologie.

Kheyar, N., Meridja, D., Belhamel, K. 2014. Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Laurus nobilis* de la région de Bejaia .Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université de Bejaia. Laboratoire des Matériaux Organiques, Faculté de Technologie, Université de Bejaia,18-26

Khelifi, D., Hamdi, M., El-Hayouni, A., Cazaux, S., Souchard, J.P., Couderc, J. F. 2011, Bouajila, Composition chimique globale et antioxydante et antituberculeuse activités de divers extraits de feuilles de *Globularia alypum* L. (*Globulariaceae*) ,*Molecules* 16, 10592–603.

- Hamoudi, N. 2012. Caractéristiques des huiles essentielles et son application antimicrobienne de la plante « *Ocimum basilicum* » ; mémoire DEUA ; Univ. Khemis-Miliana.
- He, Z., Xia, W et Chen, J. 2008. Isolation and structure elucidation of phénolics compounds in Chinese olive (*Cnarium album L.*) fruit. *European Food Research and Technology*. 226 : 1191-1196.
- Heywood, V.H. 1996. Flowering Plants of the World. 3th edition, Oxford University Press, Oxford, pp. 141-145, 149-152.
- Himed, L. 2011 : Evaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles de Citruslimon : application à la margarine. *Mémoire magister*. Université mentouri Constantine.
- Hodek, P., Trefil, P., Stiborova, M. 2002. Flavonoids -potent and biologicallyactive compounds interacting with cytochromes P450. *Chemico- Biologica Interactions*. 139: 1-21.
- Hornok, I. 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. Budapest: Akademiai Kiado.
- Hubert, R. 2007. Les plantes aromatique et huiles essentielles à Grasse, Quatrième partie : les Lamiacée, Les basilics''*Ocimum ssp*'', ''Botanique- culture-chimie-production et marché'' ; Ed. L'Harmattan, France (paris) ; P : 414
- Hurtel, M.J. 2000 « Phytothérapie, plantes médicinales, aromathérapie, huiles essentielles » ; Copyright.
- Hynes, M.J., O'Coinceanainn, M. 2004. The kinetics and mechanisms of reactions of iron(III) with caffeic acid, chlorogenic acid, sinapic acid, ferulic acid and naringin. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 98: 1457–1464.
- Hynes, M.J., O'Coinceanainn, M. 2001. The kinetics and mechanisms of the reactions of aluminium(III) with gallic acid, gallic acid methyl ester and adrenaline. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 84:1-12.
- I**
- Inouye, S., Takazawa, T. et Yamaguchi, H. 2001. Antimicrobial activity of the essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact; *Journal of Antibacterial Chemotherapy*; 47: 565-573.
- Iwashima, M., Mori, J., Ting, X., Matsunaga, T., Shinoda, D., Saito, H. et Ayashi, T. 2005. Antioxydant and antiviral activities of plastoquinones from the brown alga *Sargassum micracanthum* and a new chromene derivative convertes the plastoquinones. *Biol Pharm Bull*, 28 : 374-377.

F

Farmer, J.J., Boatwright, K.D., et Janda, J.M. 2007. Enterobacteriaceae: Introduction and identification. Manual of Clinical microbiology. Washington, DC, USA : ASM press. 9th ed : 649-669.

Favier, A. 2003. Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité Chimique. p108-11.

France, A. 2013. Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer. Conseil spécialisé des plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM) ; focus plante : cas du safran. Rapport de séance du. 15 p.

G

Ghazel, Kh. 2014. Etude ethno-pharmacologique et evaluation de l'activité antioxydante des extraits d'*Ocimum basilicum* L. thèse. Université de M'SILA. Page : 28.

Giray, S., Kırıcı, S et al. 2008. Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas*. Talanta 74, 930-935.

Gören, A. C., Topçu, G., et al. 2002. The chemical constituents and biological activity of essential oil of *Lavandula stoechas* ssp. *stoechas*. Z. Naturforsch 57c, 797-800.

Goudable, J. & Favier, A. 1997. Radicaux libres oxygénés et antioxydants. Nutrition Clinique et Métabolisme 11,115-120.

Guessenn, N., Kacou-N'douba, A., et al. 2008 Prévalence et profil de résistance des entérobactéries productrices de -lactamase à spectre élargie (BLSE) à Abidjan Côte d'Ivoire de 2005 à 2006. J. Sci. Pharm. Biol. 9(1), 63-70.

Guignard, J. L. 1996. Abrégé de biochimie végétale. Edition Masson, Paris, p 160.

Guinoiseau, E. 2010. Molécules, antibactérienne issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action. Thèse de Doctorat, Univ. Corse ; Option: Biochimie-Biologie moléculaire ; France ; P50.

H

Halliwell, B. 1994. Free radicals and antioxidants: A personal view. *Nutrition Reviews*. 52 :253-265.

D

D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., et Masella, R. 2007. Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann. Ist. Super Sanità*, 43 (4), 348 – 361.

Dangles, O. 2012. Antioxidant activity of plant phenols: chemical mechanisms and biological significance. *Current Organic Chemistry*. 16 : 692-714.

Dangles, O., Dufour, C. 2006. Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications. Eds Andersen O. and Markham K. *CRC Press, Boca Raton*. Chapter 9: p 443-469.

Dangles, O., Dufour, C. 2008. Flavonoid-protein binding processes and their potential impact on human health. In *Recent Advances in Polyphenol Research*. Blackwell Publishing: Oxford. 01: 67-87.

Dangles, O., Dufour, C. 2008. Recent advances in Polyphenol Research. Chapter 3: 67-87.

Day, A-J., Bao, Y., Morgan, M-R-A., Williamson, G. 2000. Conjugation position of quercetin glucuronides and effect on biological activity. *Free Radical Biology and Medicine*. 29 : 1234-1243.

Descheemaeker, K., et Provoost, C. 1999. L'impact de la nutrition sur la santé, développements rcebts-1. Edition. *Louvain-Garant*, p 95.

Dewanto, V. Wu, X., Adom, K. et Liu, R.H. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agr Food Chem* 50 : 3010-3014.

Dicko, M. H., Gruppen, H., Traoré, A. S., Voragen, A. G. J. et Van Berkel, W. J. H. 2006. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. *Biotechnology and Molecular Biology Review* 1 (1), 21-38.

Droillard, M.-J et Paulin, A. 1990. Isozymes of Superoxide Dismutase in Mitochondria and Peroxisomes Isolated from Petals of Carnation (*Dianthus caryophyllus*) during Senescence. *Plant Physiology* 94 (3), 1187-1192.

E

El Haci, IA et Atik- Bekkara, F. 2011. Antioxidant activity of stems and leaves organic fractions of *Ecballium elaterium* L. *Annals of biological Research*, 2(3) : 327- 332.

El Kalamouni, C. 2010. Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits aromatiques oubliées de Midi- Pyrénées ; *thèse de doctorat* ; université de Toulouse.

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

C

Caniova, A. et Brandsteterov, E. A., 2001. HPLC Analysis of Phenolic Acids in *Melissa Officinalis*, *J. Liq. Chrom. & Rel Technol.*, 24 (17) 2647 – 2659.

Carbonnelle, B., Denis, F., Marmonier, A., Pinon, G., Vargues, R. 1987. *Bactériologie Médicale : Techniques usuelles*. SIMEP SA, Paris : 121-137 ; 146-155

Carson, C.F et Riley, T.V. 1995. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Appl Bacteriol*, 78(3): 264-269.

Cazes, J. 2005. *Encyclopedia of chromatograph*. Second Edition. Edition *Taylor & Francis*, p1250.

Commission des Communautés Européennes. 2001. *propositins de la commission en matière de lutte contre la résistance antimicrobienne*. Bruxelles, vol 885.

Chaouche, T.M., Haddouchi, F., Ksouri, R., Medini, F., El-Haci, I.A., Boucherit, Z., Sekkal, F.Z., Atik-Bekara, F. Antioxidant potential of hydro-methanolic extract of *Prasium majus* L : an in vitro study, *Pakistan J. Biol. Sci.* 16 (2013) 1318–1323.

Charafati –Chalestori, R., Rokni, N., Rafieian-Kopaei, M., Drees, F et Salehi, E. 2015. Antioxidant and Antibacterial Activity of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Essential Oil in Beef Burger; *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 17: 817-826.

Chu, W. L., Lim Y.W., Radhakrishnan, A. K et Lim, P. E. 2010. Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. *BMC Complementar and alternative Medicine*, 10(59) : 2-8

Collin, S et Crouzet, J. 2011. Agence universitaire de la francophonie. Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire. *Edition Lavoisier*, p 13.

Collin, S et Crouzet, J. 2011. Polyphénols et procédés. *Edition Lavoisier TEC & DOC*, p 5,13, 16, 235.

Constantin, D., Roger, H., Nebie, C., Andre, B., Mouhousine, N et Faustin S. 2011. Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits d'*Ocimum basilicum*L. ; *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3) : 1082-1095.

Cowan, M.M. 1999. Plants products as antimicrobial agent. *Clinical. Microbiology, Review.* 12: 75-82.

- Bédane, C. 2008. Photodermatologie : Photobiologie cutanée, photoprotection et photothérapie. *Edition Wolters Kluwer France*, p 20.
- Bekkali, F., Averbek, S., Averbek, L. 2008. «Review MI-Biological effects of essential oils A Review Food and Chemical Toxicology»; Vol 46. 446-475.
- Ben Hadj, A. I., Bahri, R., Chaouachi, M., Boussaïd, M., Harzallah-Skhiri, F. 2017. Phénolique. contenu, activités antioxydantes et allélopathiques de divers extraits de *Thymus numidicus* Poir. *Organes, cultures ind. Prod.* 62. 188-195
- Benabdelkader, T., Zitouni, A., Guitton, Y., Jullien, F., Maitre, D., Casabianca, H., Legendre, L., et Kameli, A. 2011. Essential oils from wild populations of algerian *Lavandula stoechas* L.: composition, chemical variability and in vitro biological properties. *Chemistry & Biodiversity* 8(5), 937-953.
- Bénard, C. 2009. Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate. Thèse de Doctorat : Université de NANCY.
- Benbrook, M. 2005. Accroître la teneur antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques. Ed. The organic center : 6-8.
- Besancon. 2012. Progrès en dermato - Allergologie. Ed. John libbey Eurotext. Paris: 111p.
- Bezanger, L., Beauquesne, L., Pinkas, M et Torck Metotroutin, F. 1990. Plantes médicinales des régions tempérées ; Ed. Maloine.
- Botineau, M. 2010. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs ; ed TEC et DOC, Lavoisier, Paris. P : 1021-1043.
- Bouzouita, N., et al., 2008. Composition chimique et activités antioxydants, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*; *Journal de la Société Chimique de Tunisie* :10, 119-125.
- Bouzouita, N., Kachouri, F. et al. 2005. Volatile constituents and antimicrobial activity of *Lavandula stoechas* L. oil from Tunisia. *J. Essent. Oil Res.* 17, 584-586.
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Simin, N., Anackov, G. 2006. Characterization of the volatile composition of essential oil of some Lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils; *J. Agric. Food Chem*; 54: 1822-1828.
- Brenner, D.J. 1981. Introduction to the family Enterobacteriaceae In : Starr M.P., Stolp H., Trüper H.G., Balows A., Schelegel H.G. Eds the Prokaryotes Springer-Verlag K.G., Berlin : 1105-1127
- Bruneton, J. 2009 : Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales, 4 ème édition, Technique & documentation, Paris.

Références bibliographique

A

Abo-Amer, A. 2010. "Biodegradation of Diazinon by *Serratia marcescens* DI101 and its use in bioremediation of Contaminated Environment." *microbiology and biotechnology*: 71-80.

Adeola, S.A., Folorunso O.S. et Amisu K.O. 2012. Antimicrobial Activity of *Ocimum basilicum* and its Inhibition on the Characterized and Partially Purified Extracellular Protease of *Salmonella typhimurium*; *Research Journal of Biology*. 02(05) : 138-144.

Ahn, C. K., Holt, N. J. et Tarr. P. I. 2009. Shiga-toxin producing *Escherichia coli* and the hemolytic uremic syndrome : what have we learned in the past 25 years *Adv Exp Med Biol* 634 :1-17.

Akroum, S. 2010. Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. Thèse de doctorat : Université MENTOURI de CONSTANTINE-ALGERIE.

Amrani, R. 2012. Etude comparative des composés phénoliques et du pouvoir antioxydant de quelques variétés de dattes d'Algérie, *master académique*, Université de Ouargla.

Anthoula, A. 2003. Plantes Aromatiques & Médicinales ; Ministère De L'agriculture ; Direction des Etudes et de La Coordination.

Arabici, O et Bayram, E. 2004. The effect of nitrogen and different plant density on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil) ; *Asian Network for Scientific Information* ; 3(4) : 255-262.

Ardestani, A., Yazdanparast R. 2007. Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. *Food Chem*. 104: 21-29.

Atanasova, A., Atanasova, M et Ribarova, F. 2009. Phenols et flavonoides totaux dans les extraits secs des feuilles des bouleaux argentés bulgares (*Betula pendula*). *Revue de génie industriel*, vol. 4, pp 21-25.

Avril, J.L., Dabernat, H., Denis, F et Monteil, H. 2000. *Bactériologie clinique*, Ellipses, Paris. 2^{ème} édition : 171-211.

Avril, J.L., Dabernat, H., Denis, F., Montiel, H., 1992. *Bactériologie clinique*, 2^{ème} Ed., Ellipse, Chapitre XXII — *Pseudomonas*, 265 P.

B

Bachiri, L., Echchegadda, GH., Ibijbijen, J., Nassiri, L. 2016. Etude Phytochimique Et Activité Antibactérienne De Deux Espèces De Lavande Autochtones Au Maroc : «*Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L.». Maroc.

Conclusion et perspectives

Le travail de recherche que nous avons entrepris, s'inscrit dans le cadre de la valorisation des substances naturelles de la flore algérienne d'El -Tarf. Nous sommes intéressés à l'étude phytochimique et l'activité antioxydante et antimicrobienne de deux plantes d'El-Tarf à savoir : *Lavandula stoechas* et *Ocimum basilicum*.

Le dosage phytochimique, en tant qu'analyse quantitative, a mis en évidence la forte présence des polyphénoliques totaux et des tanins dans les feuilles de *L.stoechas* par rapport à *O.basilicum*. Cependant ces plantes contiennent des faibles quantités en tanins. L'extraction aqueuse est toujours la meilleure pour les polyphénols totaux et les tanins que l'extraction méthanolique à l'encontre des flavonoïdes totaux qui sont mieux extrait par le méthanol.

Il ressort de l'étude des activités antioxydantes que les feuilles des deux plantes ont une bonne activité antioxydante. Ces résultats présentent une bonne corrélation positive avec les teneurs en polyphénols totaux.

Nous avons pu mettre en évidence l'effet inhibiteur *in vitro* des huiles essentielles des deux plantes sur plusieurs souches bactériennes. Les résultats obtenus montrent que la majorité des huiles essentielles présentent des effets inhibiteurs plus au moins remarquables. Cette étude indique la présence de corrélations avec les teneurs en composés phénoliques totaux.

En conclusion, les résultats obtenus méritent d'être complétés. Il serait intéressant d'évaluer d'autres activités pharmacologiques *in vitro* et *in vivo* tout en cherchant à isoler et à caractériser les molécules bioactives responsables de ces activités.

du pouvoir inhibiteur de l'HE du basilic. Plusieurs recherches, ont estimé que la forte teneur en linalol est le précurseur de l'activité antibactérienne (Sartoratotto et *al.*, 2004; Koutsoudaki et *al.*, 2005; Sokovic et *al.*, 2006).

Quant au mode d'action des HEs sur les cellules bactériennes, il semble plus probable que l'activité antimicrobienne résulte de l'association conjointe de plusieurs mécanismes sur différentes cibles cellulaires (Burt, 2004). Ainsi, les composés phénoliques auraient pour cible la membrane plasmique et la paroi (Weber et *al.*, 1996). D'autres agents compromettent plutôt l'intégrité structurale de la membrane plasmique en induisant une perte du matériel cytoplasmique (Reichling et *al.*, 2002) au moment où la cible pour d'autres est probablement l'ADN bactérien suite à diffusion à travers les membranes bactériennes (Guessennd et *al.*, 2008). Outre les propriétés de l'HE, la sensibilité d'un microorganisme dépend du microorganisme lui-même, en effet les bactéries Gram (+) sont plus sensibles aux HEs que les bactéries Gram (-), ceci revient en partie à la complexité de l'enveloppe cellulaire de ces dernières qui contient une double membrane, contrairement à la structure simple de la paroi des bactéries Gram (+). (Kalemba et Kunicka, 2003 ; Burt, 2004). Cependant d'autres travaux persuadent que la susceptibilité des bactéries est indépendante du Gram (Usman et *al.*, 2013; Adeola et *al.*, 2012 ; Inouye et *al.*, 2001). Nos résultats corroborent cette dernière affirmation.

zone d'inhibition maximale. Les souches bactériennes qui sont moyennement sensibles sont : *Escherichia coli* (BLSE), *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase négative, *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase positive, *Salmonella* sp par contre les souches bactériennes qui sont faiblement sensibles sont suivantes : *Bacillus cereus*, *Serratia* sp, *Pseudomonas aeruginosa* 53, *Pseudomonas aeruginosa* (VIM2). *Escherichia coli* 22 et levure *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline, *Acinetobacter* sont résistantes à l'huile essentielle de *L.stoechas*.

Il a été rapporté que les huiles essentielles de *L. stoechas* récoltée à l'ouest de la Turquie, sont actives sur *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. mirabilis*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, et être sans activité sur *Staphylococcus epidermidis* et *Enterococcus faecalis* (Gören et al., 2002). De même, l'effet de 11 HE extraites à partir (*L. viridis*, *L. stoechas* ; *L. pedunculata*, plus les sous-espèces et les hybrides) récoltée en Algérie a été positif sur des bactéries Gram+ « *Bacillus subtilis* », et des bactéries Gram- (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *Salmonella enterica* ; *Pseudomonas aeruginosa* (Benabdelkader et al, 2011). Par ailleurs l'huile volatile de *Lavandula stoechas* de provenance de Tunisie s'est aussi avérée envers six espèces bactériennes parmi lesquelles *Staphylococcus aureus* est la plus sensible (Bouzouita et al., 2005).

Comme la montre (Tableau.6), les souches *Staphylococcus aureus* résistant à méthicilline, levure *Candida albicans* et KPC- sont plus sensibles à HE d'*O.basilicum*. A l'encontre *Acinetobacter*, *E.coli* (BLSE), KPC+, *Pseudomonas aeruginosa* 53 sont les souches qui sont résistantes à HE d'*O.basilicum*. Les souches faiblement sensibles sont : *Serratia* sp, *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Salmonella* sp. Les souches *Pseudomonas aeruginosa* VIM₂ et *Escherichia coli* 25922 sont moyennement sensibles.

Nos résultats sont différents à ceux indiqués par Ouibrahim, (2015) qui a trouvé que, la souche qui s'est montrée la plus sensible à l'HE d'*O.basilicum* est *E. coli* avec une CMI de (0.12%), suivie d'*E. faecalis*, *Citrobacter Freundii*, et *Salmonella* sp dont la croissance a été inhibée à la concentration de (0,25%). D'autres études ont montré que la plus grande inhibition est enregistrée avec *Klebsiella pneumoniae* (39 mm), suivi par *Bacillus cereus* (33 mm) qui sont donc les plus sensibles à l'HE d'*O.basilicum*. En revanche, *Staphylococcus aureus*, *Entérocooccus cloacae*, *Echerichia coli*, *Salmonella typhimirium*, et *Acénitobacter baumannii* sont légèrement moins sensibles à cette HE. L'HE d'*O. basilicum*, contient une forte quantité de β -linalol suivie d' α -Terpinéol acétate, et de 1,8 cinéole qui sont à l'origine

Tableau 6. Diamètres d'inhibition des souches bactériennes par l'HE d'*O.basilicum*

Souches bactériennes	HEB		Dilution 1/2		Dilution 1/4		Dilution 1/8		Dilution 1/16	
	DZI	S	DZI	S	DZI	S	DZI	S	DZI	S
<i>S.aureus</i> résistant à méthicilline	24,8	+++	20,4	+++	16,2	++	14,6	++	11,6	+
<i>S. ATCC25923</i>	7,4	+	4	+	3	+	2,6	+	2	+
<i>E.coli</i> 25922	15	++	13,2	++	11	+	8	+	4	+
<i>E.coli</i> BLSE	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R
KPC-	25	+++	15	++	10	+	9	+	5	+
KPC+	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R
<i>Serratia</i> sp	11,4	+	9,4	+	9	+	6	+	5,6	+
<i>Salmonella</i> sp	10,5	+	9	+	6,2	+	4	+	2	+
<i>Pseudomonas</i> 53	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R
<i>Pseudomonas</i> VIM ₂	15	++	13	++	11	+	9	+	5	+
<i>Acinetobacter</i>	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R

HEB : huile essentielle brute ; S : Signification ; DZI : diamètre de zone d'inhibition (mm) ;

+++ : activité intense ; ++ : activité modérée ; + : activité faible ; R : Résistante.

Tableau 7. Diamètres d'inhibition de levure *candida albicans* par HE d'*O.basilicum* et *L.stoechas*.

Matériel végétal	HEB		Dilution 1/2		Dilution 1/4		Dilution 1/8		Dilution 1/16	
	DZI	S	DZI	S	DZI	S	DZI	S	DZI	S
<i>L.stoechas</i>	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R
<i>O.basilicum</i>	20	+++	17,4	++	14	++	9,4	+	6,4	+

Le potentiel antimicrobienne des huiles essentielles de *L.stoechas* et *O.basilicum* contre trois souches de Gram (+), neuf de Gram (-) et une levure, a été évalué qualitativement par la présence de zones d'inhibition. D'après Lv et ses coauteurs (2009), L'activité antimicrobienne est caractérisée comme suit : (+) une activité faible (inhibition zone ≤ 12 mm), (++) activité modérée (12 mm < inhibition zone < 20 mm) et, (+++) activité intense (zone d'inhibition ≥ 20 mm). Comme la montre le (Tableau.5) ; (Tableau.7) et la (Figure.26) la souche *Staphylococcus aureus* ATCC25923 s'est avérée être le plus sensible avec une

Tableau 5. Diamètres d'inhibition des souches bactériennes par l'extrait des HEB des feuilles *L.stoechas*

Souches bactériennes	HEB		Dilution 1/2		Dilution 1/4		Dilution 1/8		Dilution 1/16	
	DZI	S	DZI	S	DZI	S	DZI	S	DZI	S
<i>B. cereus</i>	9,6	+	7	+	6	+	5,2	+	4,8	+
<i>Staphylococcus aureus</i> résistant à la méthicilline	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	29,4	+++	24	+++	25,4	+++	16,4	++	12,8	++
<i>Escherichia coli</i> 25922	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R
<i>Escherichia coli</i> (BLSE)	12,8	++	10,8	+	9	+	7,4	+	6	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i> carbpenemase -	14,2	++	12,2	++	11,3	+	10,2	+	8,8	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i> carbpenemase +	16,4	++	12,6	++	10,6	+	9	+	5,2	+
<i>Serratia sp</i>	6,6	+	5,6	+	5	+	4	+	2	+
<i>Salmonella sp</i>	12,5	++	11,6	+	9,8	+	8,3	+	6,6	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 53	8,2	+	7,4	+	6,2	+	5,6	+	2	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (VIM2)	4,6	+	4,2	+	3,3	+	2	+	1	+
<i>Acinetobacter</i>	0	R	0	R	0	R	0	R	0	R

HEB : huile essentielle brute ; S : Signification ; DZI : diamètre de zone d'inhibition (mm) ; +++ : activité intense ; ++ : activité modérée ; + : activité faible ; R : Résistante.

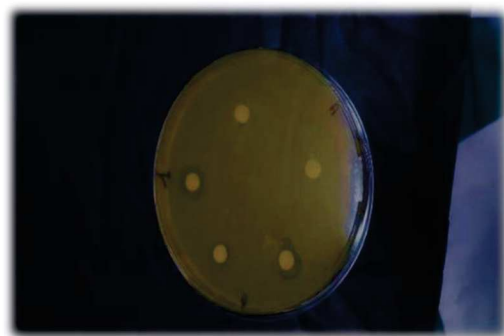
dans sa molécule. Cet acide est présent chez la majorité des espèces de la famille des 'Lamiacea' (Ribeiro et *al.*, 2001).

V Evaluation de l'activité antimicrobienne

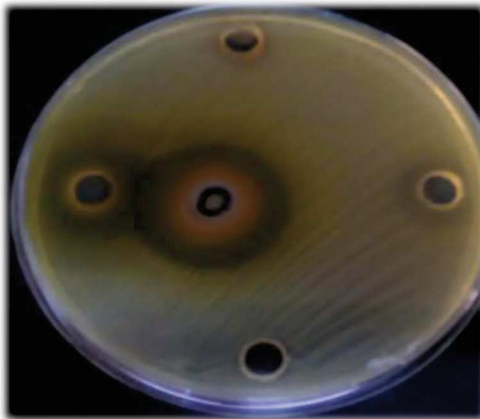
Cette partie de notre travail vise à évaluer l'effet antimicrobien des huiles essentielles de *L.stoechas* et *O.basilicum* c'est pour cette raison nous avons opté la méthode des disques, c'est une méthode qualitative de diffusion sur gélose, en mesurant les diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne. Les résultats de l'aromatogramme sont résumés dans les tableaux (Tableau 5 et 6) et les figures (Fig. 26) suivants :



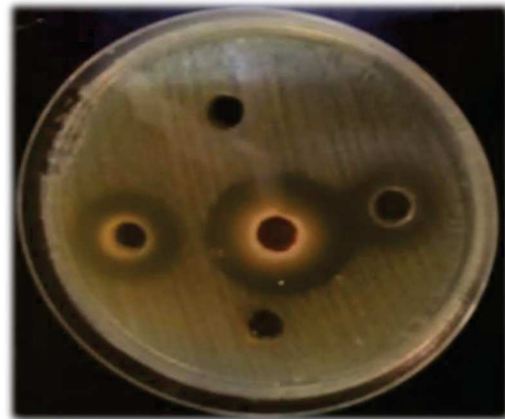
a : . *S. aureus* ATCC25923



b : *B.cereus*



c : *K. pneumoniae* Carbapenemase (-)



d : *K. pneumoniae* Carbapenemase (+)

Figure 26. Photos illustrant l'activité antibactérienne de l'HE des feuilles de *L.stoechas*

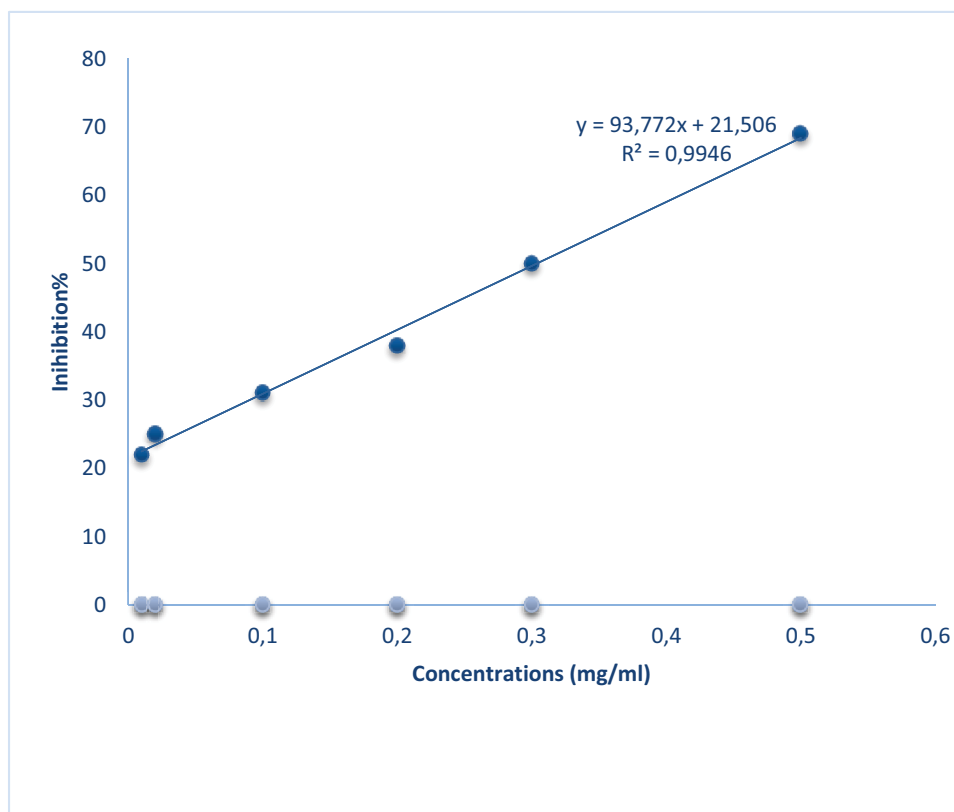


Figure 25. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait méthalonique d'*O. basilicum*

On remarque que les deux plantes présentent des valeurs IC_{50} très rapprochées de l'ordre de 0,23 mg/ml (*L.stoechas*) et 0,3 mg/ml (*O.basilicum*).

Par comparaison à d'autres études, une IC_{50} de même grandeur que la nôtre ($304.82 \pm 24.15 \mu\text{g/ml}$) a été attribuée à l'extrait méthalonique des feuilles d'*O. basilicum* (Ghazel, 2014). Par ailleurs, Rahmouni et Reghis (2016), ont mentionné une IC_{50} supérieure à la nôtre (0.9 mg/ml) pour l'extrait méthalonique de *L.stoechas*. A titre d'exemple, l'étude menée par Chaouche et ses co-auteurs (2013), ont publié une remarquable IC_{50} ($0,75 \mu\text{g/ml}$) pour l'extrait hydro-méthanolique de *Prasium majus* (Lamiaceae).

Les acides phénoliques et les flavonoïdes sont des agents donneurs d'hydrogène donc de bons antioxydants, en raison de leurs valeurs élevées de pKa. La teneur totale en polyphénols fournit des informations préliminaires sur les résultats de l'activité antioxydante.

Le principal antioxydant déterminé au niveau des feuilles du basilic est l'acide rosmarinique (Jayasinghe et al., 2003). D'après Caniova et al., (2001), l'activité antioxydante de l'acide rosmarinique est due à la présence de quatre groupements 'hydroxyle'

Reghis, 2016). Ce radical est l'un des substrats le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicalaire et la simplicité de l'analyse (Bozin et *al.*, 2008).

Le pourcentage d'inhibition de ce radical est calculé selon la formule indiquée dans la partie « Matériel et Méthode ». La diminution de l'absorbance du radical DPPH à 517 nm, induite par les antioxydants, est une indication de leur capacité de réduction. Le paramètre définit la concentration efficace de l'extrait qui cause la perte de 50% de l'activité du radical DPPH. L'effet antioxydant d'un extrait végétal est d'autant plus élevé que la valeur en IC₅₀ est plus faible.

L'IC₅₀ de l'extrait méthanolique de chaque plante est estimée à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe : pourcentage d'inhibition (PI) en fonction des concentrations de l'extrait (Fig. 24 et 25). Les profils d'activité anti radicalaire obtenus, révèlent que les extraits possèdent une activité anti radicalaire dose dépendante.

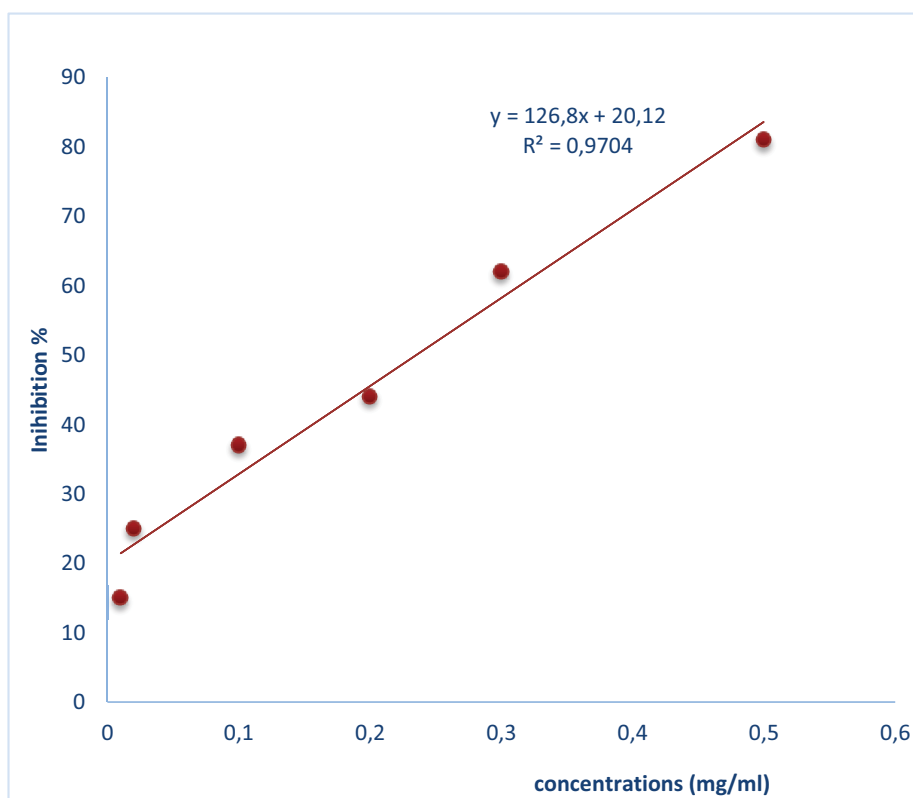


Figure 24. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait méthanoliques de *L.stoechas*.

Pour ce qui est des flavonoïdes totaux (FT), on a rapporté que leur teneur est significativement plus élevée dans l'extrait méthanolique que l'extrait aqueux pour la plante *L. stoechas*, mais cette variation est légère dans le cas du basilic (Fig.22). Par ailleurs, Ghazel (2014), a indiqué une forte teneur en FT dans l'extrait méthanolique du basilic (*O. basilicum*).

Il est connu que les flavonoïdes qui sont responsables de la coloration des plantes sont facilement ingérés par les humains et semblent présenter d'importantes activités anti-allergiques, anti-inflammatoires et anticancéreuses.

Le teneur en tanins condensés (TC) dans les extraits aqueux est nettement supérieure à celle dans les extraits méthanoliques et ceci pour les deux plantes testées sachant que la lavande (*L. stoechas*) est doublement plus riche que le basilic (*O. basilicum*) (Fig. 23).

Il a été décrit dans la littérature scientifique qu'une faible concentration en tanins dans le régime alimentaire est bénéfique pour la santé humaine. D'un autre côté, les tanins à forte concentration, inhibent les enzymes digestives et réduisent la biodisponibilité des enzymes, du fer et de la vitamine B₁₂ (King-Thom, 1998). Sinon, les tanins ont montré des effets potentiels antiviraux, antibactériens, antiparasitaires et anticancérogènes (Lu, 2014).

De nos jours, on sait que les activités biologiques issues d'extraits de plantes, sont étroitement liées aux composés phénoliques. L'une de leur remarquable activité biologique et l'activité antioxydante qui joue un rôle important dans la stabilisation de la peroxydation des lipides. (Turkoglu et al., 2010)(Yen et al., 1993).

En fin, toutes ces différences dans la teneur des composés phénoliques ne sont que le résultat de l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la synthèse de ces métabolites secondaires. En effet, les facteurs environnementaux, à savoir la température, l'humidité, l'intensité de la lumière, la fourniture d'eau, de minéraux et de CO₂ agissent sur la production des métabolites secondaires (Ramakrishna et Ravishankar, 2011).

IV Évaluation de l'activité antioxydante par piégeage du radical libre DPPH·

L'activité antioxydante des différents extraits vis-à-vis du radical DPPH· a été évaluée spectrophotométriquement en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 517 nm. (Rahmouni et

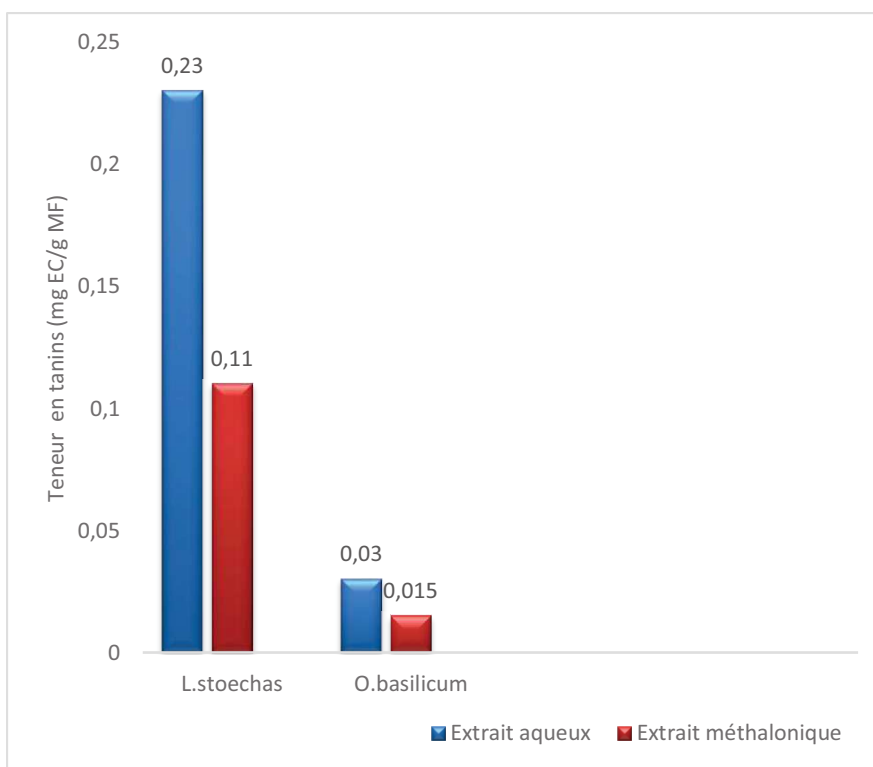


Figure 23. Teneur en tanins des extraits de *L.stoechas* et *O.basilicum*

Il ressort de ces résultats que la lavande (*L.stoechas*) est plus riche en tanins que le basilic (*O basilicum*). Par ailleurs, à l'encontre des flavonoïdes le type de tanins des deux plantes semble mieux extrait avec de l'eau qu'avec le méthanol.

Discussion

En se référant juste à notre travail, on retient que la teneur en composés phénoliques diffère selon le genre de plante et le type de solvant d'extraction. Pour ce qui est des phénols totaux (PT), on a rapporté que leur teneur est plus importante dans l'extrait aqueux que dans l'extrait méthanolique et ceci dans le cas *L. stoechas*. Cependant, cette différence n'est pas significative chez *O basilicum* (Fig.21). Ghazel (2014) a plutôt montré chez la même espèce *basilium* une différence significative dans le taux des PT qui est plus important dans l'extrait méthanolique en comparaison avec l'extrait aqueux.

D'un autre côté, plusieurs travaux ont dévoilé que la concentration en PT est plus intéressante dans un extrait hydro-alcoolique que dans un extrait aqueux ou alcoolique (Bachiri et al, 2013 ; Kadri, 2017).

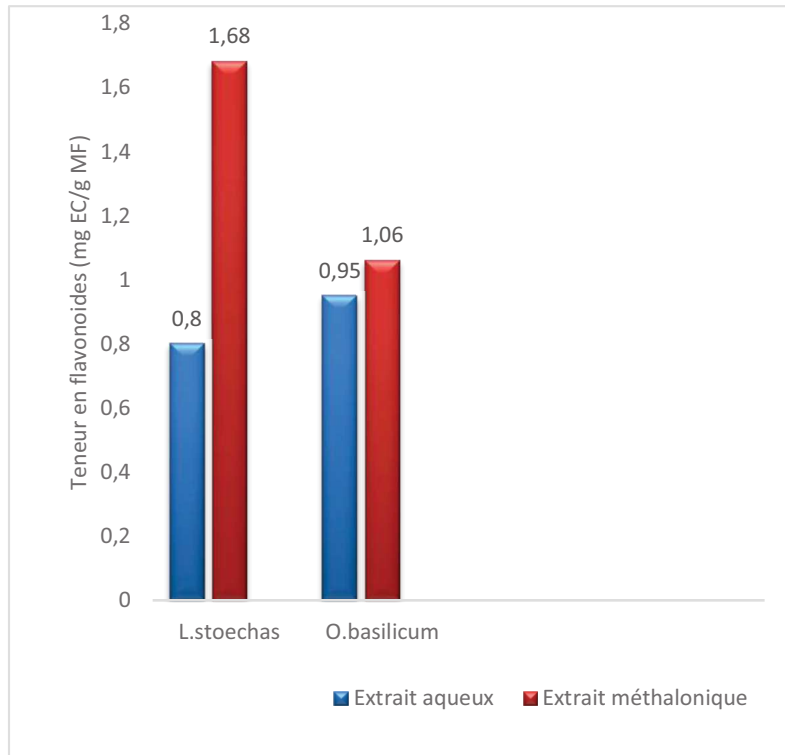


Figure 22. Teneur en flavonoïdes des extraits de feuilles de *L.stoechas* et *O.basilicum*

A travers ces résultats, on déduit que les flavonoïdes chez les deux plantes sont mieux extraits avec le solvant méthanol qu'avec de l'eau et ceci est plus remarquable dans le cas de *L. stoechas*.

III.3 Teneur en tanins

Les taux en tanins des extraits ont été obtenus à partir de la regression linéaire de la courbe d'étalonnage réalisée avec la catéchine d'équation de type : $y = 0.0177x$ avec $R_2 = 0.9966$ (Fig.16). Le résultat est exprimé comme dans le cas des flavonoïdes en mg EC/ g de MF. Les valeurs des taux en tanins chez les deux plantes et dans les deux extraits sont présentés ci-dessous (Fig. 23).

courbe dans la détermination des phénols totaux. Le résultat est exprimé en milligramme équivalent acide gallique par gramme de matière fraîche (mg EAG/g MF). Les valeurs calculées sont illustrées sur (Fig. 21).

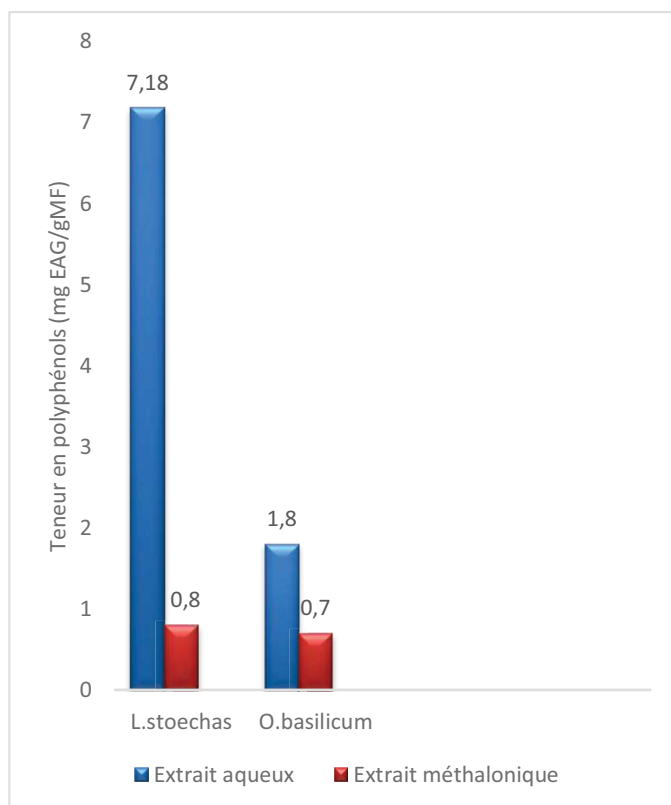


Figure 21. Teneur en polyphénols des extraits de *L.stoechas* et *O.basilicum*

On remarque d'une part que les feuilles de *L. stoechas* sont plus riches en phénols totaux que celles de *O.basilicum* et que d'autre part, l'extraction des composés phénoliques est meilleure avec l'eau qu'avec les solvants. Ceci est en entière accordance avec nos résultats concernant les rendements d'extraction.

III.2 Teneur en flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée avec la catéchine d'équation $y = 0.0115x$ avec $R_2 = 0.9967$ (Fig.14). Le résultat est exprimé en milligramme équivalent de catéchine par gramme de masse fraîche (mg EC/g MF). Les valeurs calculées sont représentées sur (Fig. 22)

II Rendement en huiles essentielles

Les extractions par hydrodistillation des feuilles de *L. stoechas* et *O. basilicum* ont fourni des HEs ayant une coloration variable allant du jaune relativement foncé au jaune clair mais ayant toujours une très forte odeur et persistante. Les rendements en HEs sont représentés en (Tableau. 4).

Tableau 4. Rendement en HEs des feuilles de *L.stoechas* et *O.basilicum*

Matériel végétal	Rendement %
<i>L.stoechas</i>	1.42
<i>O.basilicum</i>	0.8

Des rendements en HEs pouvant être qualifiés de moyens ont été obtenus, soit 1.42% et 0.8% respectivement pour *L.stoechas* et *O. basilicum*.

Des études réalisées sur la même espèce d'*Ocimum*, récoltée de diverses régions Algériennes à savoir Ourgla, Beskra et Ghardaia (Khamouli et Grazza, 2007), Khemis miliana (Hamoudi, 2012), El-Taref (Ouibrahim, 2015) et Constantine (Ougadougou et *al.*, 2011), ont rapporté pour ces six régions des taux en HEs respectivement de l'ordre de 0.1%, 0.33%, 0.48%, 0.14%, 0.6% et 0.79% . L'étude menée par l'équipe de Bachiri (2013), a rapporté pour la même espèce de *Lavandula*, un rendement en HEs de 2,5%.

Cette différence en terme de rendement et de la qualité de l'HE pourrait être expliquée par la diversité de plusieurs paramètres tels que, le choix de la période de récolte, le climat, la zone géographique, l'organe de la plante utilisé, la période de séchage etc. (Kelen et Tepe, 2008 ; Vekiari et *al.*, 2002).

III Analyse des extraits du *L.stoechas* et *O.basilicum*

Les analyses quantitatives des polyphénols totaux, des flavonoides et des tanins sont déterminées à partir des équations de la regression linéaire de chaque courbe d'étalonnage

III.1 Teneur en polyphénols totaux

La teneur en phénols totaux est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique d'équation $y = 0.0231x$ (Fig.13). Le coefficient de régression de cette droite ($R^2 = 0.9839$) étant proche de 1, ceci prouve la fiabilité de cette

Résultats et discussion

I Rendement des différents extraits

Le rendement d'extraction exprimé en pourcentage, est égal au rapport entre le poids de l'extrait et le poids du matériel végétal initial. Les valeurs déterminées pour les différents extraits, sont présentées au (Tableau. 3).

Tableau 3. Rendement d'extraction de *L stoechas* et *O basilicum*

Matériel végétal	Extraits	Rendements %
<i>Lavandula stoechas</i>	Extrait aqueux	6
	Extrait méthanolique	2.4
<i>Ocimum basilicum</i>	Extrait aqueux	14
	Extrait méthanolique	11.2

On remarque alors que l'extraction aqueuse est plus rentable que l'extraction alcoolique, et ceci pour les deux plantes. Par ailleurs, les meilleurs rendements sont attribués au basilic (*Ocimum basilicum*).

Plusieurs auteurs ont indiqué que les rendements d'extraction des polyphénols avec de l'eau, sont plus intéressants qu'avec les solvants alcooliques (Khlifi et al., 2011; Kallel et al., 2014 ; Ben Hadj et al., 2017). A titre d'exemple, Bachiri et ses co-auteurs (2016), ont rapporté pour la même espèce de *Lavandula* des taux de rendement d'extraction, de l'ordre de 13,4% avec de l'eau, et 7% avec le méthanol. A l'encontre, Ghazel (2016), a rapporté pour la même espèce d'*Ocimum* des taux de rendement d'extraction, de l'ordre de 28,67% et 15,24% pour l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux respectivement.

D'après nos résultats et ceux mentionnés par d'autres chercheurs, le rendement d'extraction semble être influencé par le degré de polarité du solvant, ainsi que des divers composants de l'extrait tels que les constituants phénoliques.

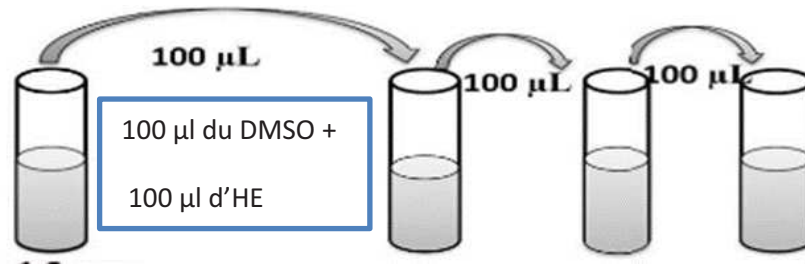


Figure 20. Schéma de protocole de dilution d'huile essentielle

III.4.6.3 Incubation et lecture

Après incubation pendant une nuit à 35°C dans l'étuve, le test d'activité antibactérienne est estimé par la présence ou l'absence d'une zone d'inhibition autour du disque ou du puits en mesurant les diamètres d'inhibition. Deux répétitions ont été effectuées pour chaque test.

A cet effet, les souches testées ont été repiquées sur culture solide LB et incubées pendant une nuit à 30°C. Des suspensions bactériennes ont été préparées dans l'eau physiologique stérile à raison de 10^8 CFU/ml, puis étalées à l'aide d'un écouvillon sur des boîtes de Petri contenant le milieu Muller Hinton.

100 μ l de différentes concentrations de huiles essentielles, sont déposés délicatement sur des disques Whatman de 6 mm de diamètre. Cette quantité a été choisie arbitrairement selon la littérature (Benzekri *et al.*, 2015).

Après séchage, ces disques sont ajustés, sur les boîtes de Petri préalablement ensemencées avec les souches indicatrices. (Fig.19)

Pour ce qui est des huiles essentielles, ils sont déposés dans des puits creusés dans la gélose nutritive préalablement ensemencée avec les bactéries. Les puits sont réalisés à l'aide des embouts pour micropipette (embouts bleus pour le dépôt de 100 μ l d'extrait et embouts jaunes pour 50 μ l) tout en prenant la précaution d'enfermer le fond des puits avec la gélose et de laisser bien sécher sous la hotte.



Figure 19. L'ensemencement des suspensions bactériennes sur Muller Hinton

III.4.6.2 Préparation des dilutions des extraits d'huile essentielle

Des dilutions en cascade de $\frac{1}{2}$ ont été réalisées avec le solvant (DMSO) correspondants selon le schéma ci-dessous : par exemple 100 μ l d'extrait d'huile essentielle sont mélangées à 100 μ l de solvant (dilution $\frac{1}{2}$). Après homogénéisation, on prélève 100 μ l de cette dilution auxquels on leur ajoute 100 μ l de solvant (dilution $\frac{1}{4}$) et ainsi de suite jusqu'à la dernière dilution à laquelle on lui retranche 100 μ l.

On prélève 100 μ l de chaque dilution et on teste l'activité antibactérienne selon les mêmes conditions expérimentales décrites dans le test préliminaire d'évaluation.

III.4.5.2 Calcul le rendement d'extraction

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraire et le poids de la plante à traiter, le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R = M_1 / M_2 \times 100$$

R : est le rendement en %

M_1 : est la masse de l'huile essentielle

M_2 : est la masse de la plante

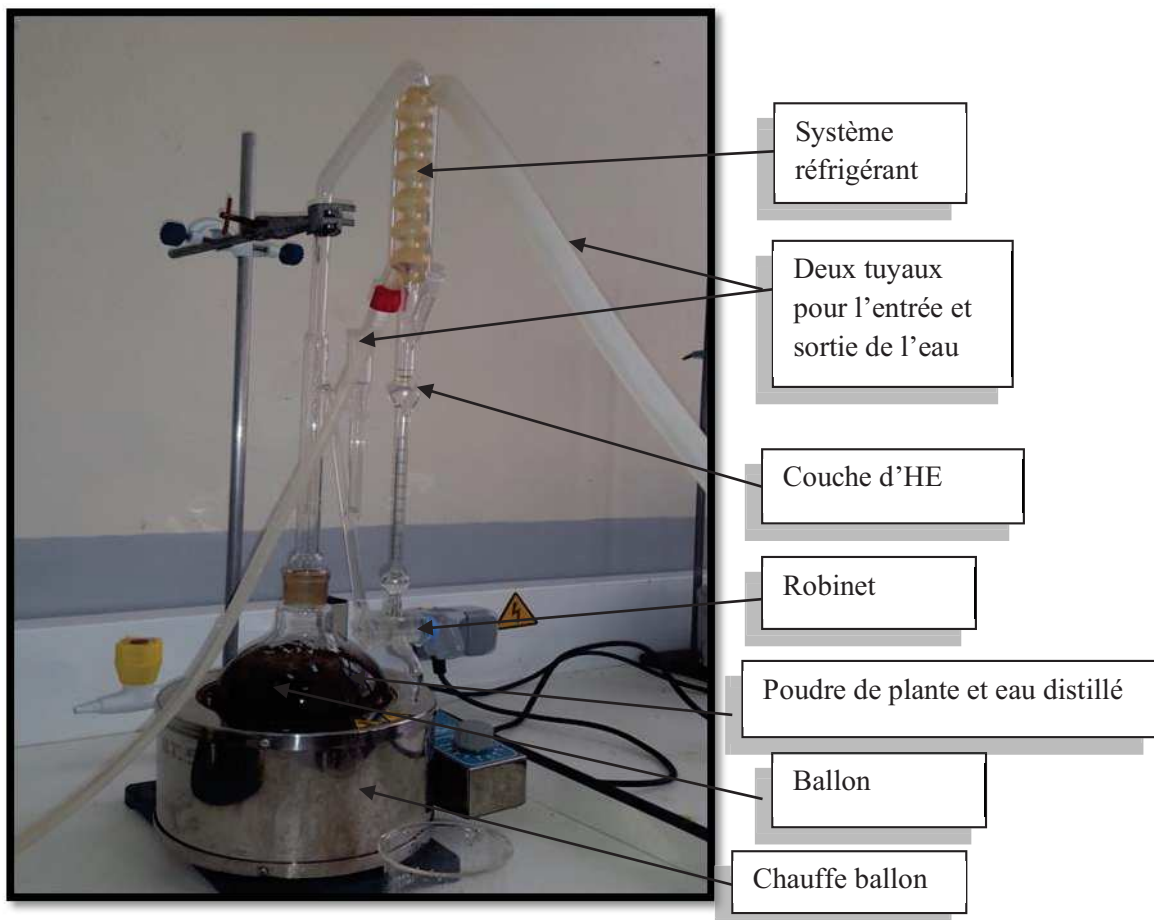


Figure 18. Hydrodistillateur type de clevenger (Oknene et Harbi, 2019)

III.4.6 Evaluation de l'activité antibactérienne par diffusion sur milieu solide

III.4.6.1 Test préliminaire

Tout le matériel utilisé ainsi que les milieux de culture ont été préalablement stérilisés. Ce test consiste à déterminer la présence ou l'absence d'inhibition de la croissance bactérienne qui sera visualisée par l'existence d'une zone d'inhibition.

III.4 Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'activité antibactérienne a été testée avec les huiles essentielles. Le protocole d'extraction des HE citée ci-dessous.

III.4.1 Matériel végétale

L'huile essentielle de deux plantes : *Lavandula stoechas* et *Ocimum basilicum*

III.4.2 Les souches microbiennes

Les souches microbiennes qui ont été utilisées pour ce test ont été récupérées de laboratoire de microbiologie de de la faculté de médecine à Annaba sont :

Gram positif : *Staphylococcus aureus* résistant à la methicillin, *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Bacillus cereus*.

Gram négatif enterobacteries : *Escherichia coli* 25922, *Escherichia coli* produisant le BLSE, *Klebsiello pneumoniae* carbapenemase positive (Kpc+), *Klebsiello pneumoniae* carbapenemase négative (Kpc-), *Serratia* sp, *Salmonella* sp.

Gram négatif non enterobacteries : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Pseudomonas aeruginosa* produisant (VIM2), *Acinetobacter*.

Levure : *Candida albicans*.

III.4.3 Les milieux de culture

La culture des bactéries a nécessité l'utilisation des milieux suivants : la gélose Mueller Hinton (MH), milieu Luria –Bertani (LB).

III.4.4 Matériels de laboratoire

L'hydro distillateur (Montage Clevenger), vortex, balance de précision, les eppendorfs, les tubes à essai, les écouvillons, les micropipettes, portoir, spatule, les cuves, boîtes de pétrie, bec bunsen, bain marie, l'étuve, autoclave, pied à coulisse, Diméthylsulfoxyde (DMSO).

III.4.5 Extraction des huiles essentielles

III.4.5.1 Procède d'extraction

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydro distillation en utilisant l'appareil de clévenger, une quantité 100g de plante sèche est introduite dans un ballon imprégné d'eau distillée jusqu'à deux tiers de sa capacité environ 700ml, l'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures. Les vapeurs chargées d'huile ; en traversant un réfrigérant se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité en phase aqueux et phase huileux cette derniers constitue l'huile essentielle. (Fig. 18)

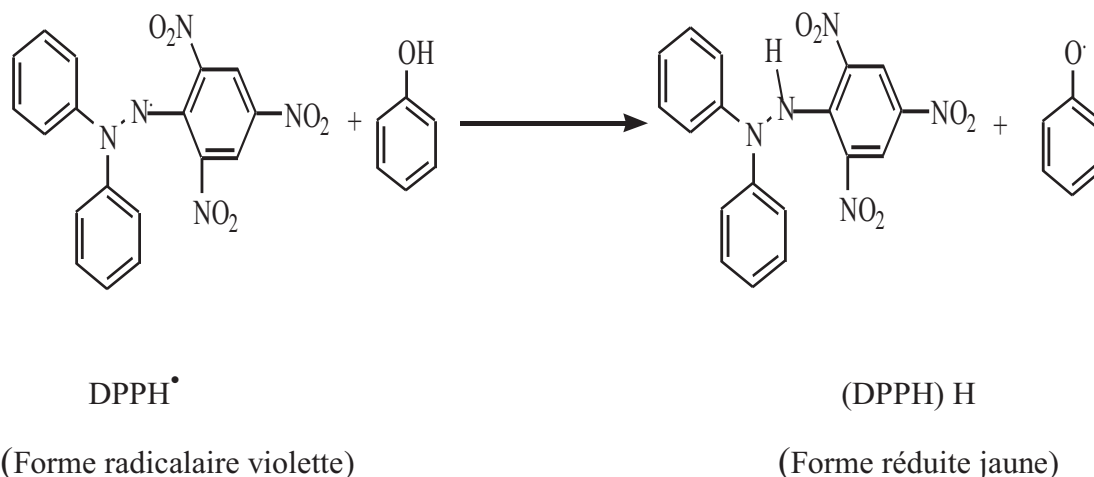


Figure 17. Réaction du radical DPPH avec un donneur d'hydrogène (antioxydant).

b/ Protocole

L'estimation de l'activité antiradicalaire est déterminée selon la méthode décrite par El-Haci et *al.*, (2011) avec quelques modifications. A 975 μl d'une solution méthanolique de DPPH à (4%) sont ajoutés 25 μl de l'extrait à différentes concentrations. Après agitation vigoureuse, le mélange est gardé à l'obscurité pendant 1h. L'absorbance est mesurée à 517 nm en se référant à un témoin sans extrait. Le méthanol est utilisé comme blanc.

Expression de l'activité antiradicalaire

Elle est exprimée en pourcentage d'inhibition qui est calculé selon la formule suivante :

$$\text{PI}\% = \left[\frac{(\text{DO}_{\text{témoin}} - \text{DO}_{\text{extrait}})}{\text{DO}_{\text{témoin}}} \right] \times 100$$

PI%: pourcentage d'inhibition

DO témoin : Absorbance de la solution témoin (DPPH)

DO extrait : Absorbance de la solution antioxydante (extrait)

La régression linéaire de la courbe : $\text{PI}\% = f [C_{\text{extrait}}]$ permet de déterminer l' IC_{50} qui correspond à la concentration en extrait responsable de l'inhibition de 50% de radical DPPH'. L' IC_{50} est exprimée en unités de concentration de l'extrait.

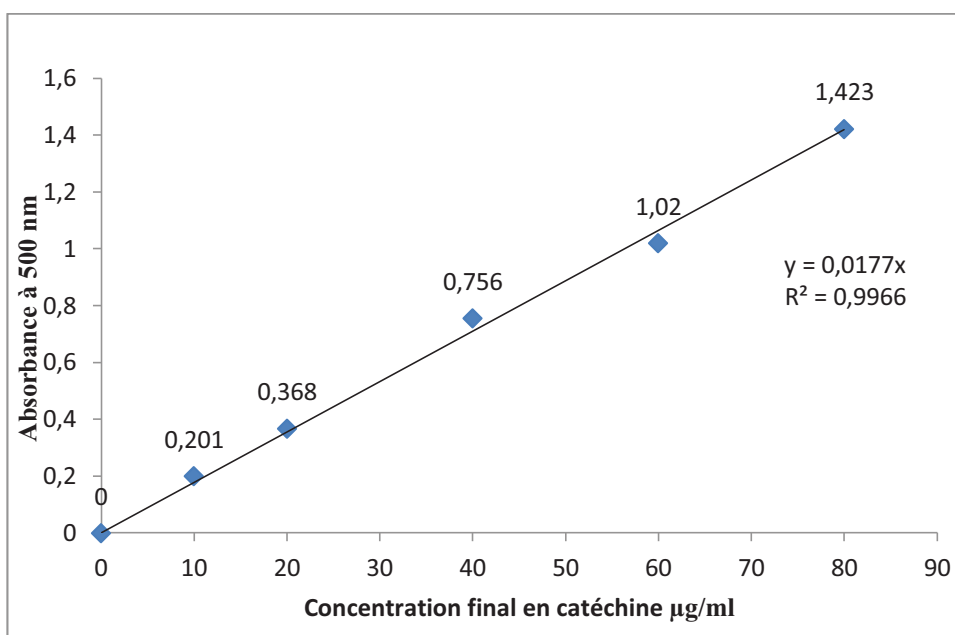


Figure 16. Courbe d'étalonnage de catéchine

III.3 Evaluation du pouvoir antioxydant

III.3.1 Piégeage du radical libre DPPH.

Cette méthode est décrite par plusieurs auteurs entre autres, (Iwashima *et al.*, 2005 ; Rigane *et al.*, 2011 ; Medjeldi *et al.*, 2018). C'est une technique avantageuse du fait qu'elle soit indépendante, simple et rapide.

a/ Principe

Le DPPH^{*} (2,2 diphenyl-1 picrylhydrazyl) est un radical stable qui absorbe dans le visible entre 515 à 520 nm. Le test consiste à faire réagir le DPPH de coloration violette avec des molécules dites « antioxydantes » afin de mesurer leur capacité à le réduire en DPPH-H de coloration jaune (Fig.17). Ce changement de couleur reflète le pouvoir de l'extrait végétal à piéger ce radical. Le phénomène peut donc être suivi par spectrophotométrie visible.

III.2.3 Dosage des tanins condensés

a/ Principe

En présence d'acide concentré, les tanins condensés se dépolymérisent et en réagissant avec la vanilline, se transforment en anthocyanidols de couleur rouge spécifique, mesurable par spectrophotométrie.

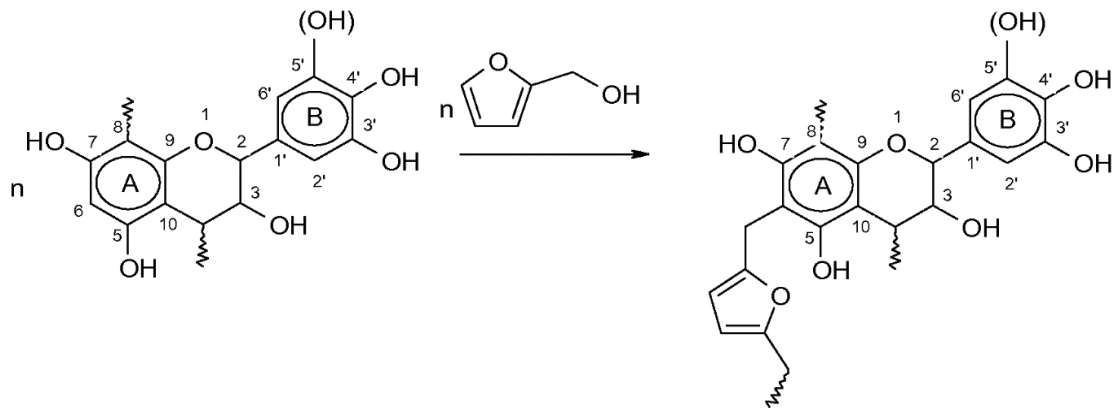


Figure 15. La réaction des tanins en présence de la vanilline

b/ Protocole

Les tanins condensés sont analysés par la méthode colorimétrique (Medjeldi et *al.*, 2018). Une prise de 100 μl de l'extrait convenablement dilué est mélangée avec 600 μl de vanilline (4%) fraîchement préparé et 300 μl de HCL concentré. La solution obtenue est homogénéisée par agitation, puis maintenue au repos pendant 30 mn à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 500 nm.

La gamme étalon est préparée avec à des concentrations finales de catéchine allant de 12,5 à 100 $\mu\text{g/ml}$. Les teneurs en tanins sont exprimées en milligramme d'équivalent de catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MF).

III.2.2 Dosage des flavonoïdes

a/ Principe

La formation d'un complexe entre les flavonoïdes et le chlorure d'aluminium est à la base de ce dosage spectrophotométrique.

b/Protocole

Le dosage des flavonoïdes est effectué selon la méthode rapportée par Medjeldi et *al.*, (2018). Une prise de 100 μl d'échantillon convenablement dilué est mélangée à 400 μl d'eau distillée et 30 μl de NaNO_2 (5%). Après 5 mn de repos, on ajoute 60 μl d'une solution d' $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (10%) fraîchement préparée puis après 6 mn d'incubation, on ajoute 200 μl de NaOH (1M). le mélange réactionnel est ajusté à 1 ml avec de l'eau distillé. Après une incubation de 1 h à l'obscurité, la lecture de l'absorbance est faite à 510 nm contre le tube « blanc » dans lequel l'extrait est remplacé par le solvant d'extraction.

Une gamme étalon de catéchine à des concentrations finales allant de 20 à 100 $\mu\text{g/ml}$ est utilisée pour la quantification des flavonoïdes. Les teneurs en flavonoïdes sont exprimés en milligramme d'équivalent de catéchine par gramme de matière fraîche (mg EC/g MF).

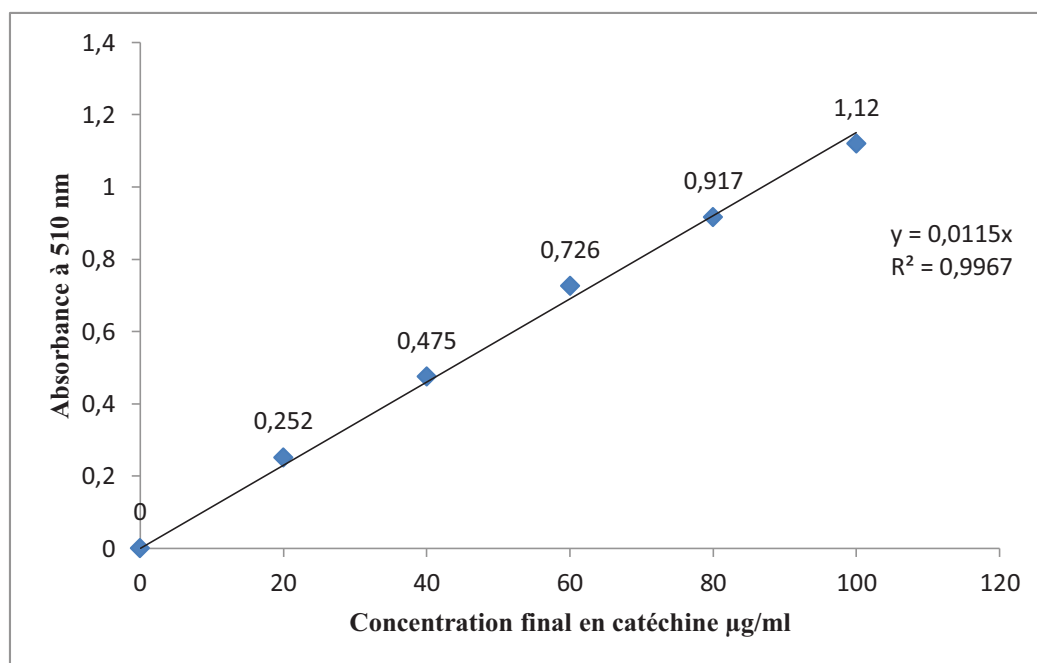


Figure 14. Courbe d'étalonnage de catéchine

composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption entre 700 et 750 nm.

b/ Protocole

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode de Dewanto et *al.*, (2002) reprise et modifiée par Medjeldi et *al.*, (2018). A 100 μl d'extrait (dilution appropriée) ou de standard, on ajoute 400 μl du réactif de Folin-ciocalteu (dilué 10 fois dans de l'eau ultra pure). Le mélange réactionnel est agité, puis après 5 mn, la couleur bleue apparue est intensifiée et stabilisée par l'ajout de 500 μl de sodium (Na_2CO_3) à 7.5 %. Après agitation au vortex, le mélange est incubé pendant 1h à l'obscurité et à température ambiante. La densité optique (DO) est mesurée à $\lambda=725$ nm, à l'aide d'un spectrophotomètre (JENWAY 6300). Le tube « blanc » ne contenant pas d'extrait, sert à ajuster le zéro de l'appareil.

La quantification des polyphénols est réalisée à partir d'une gamme étalon d'acide gallique en concentrations finales (10 à 50 $\mu\text{g/ml}$) en milieu aqueux.

Les teneurs en polyphénols sont exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière fraîche (mg EAG/g MF).

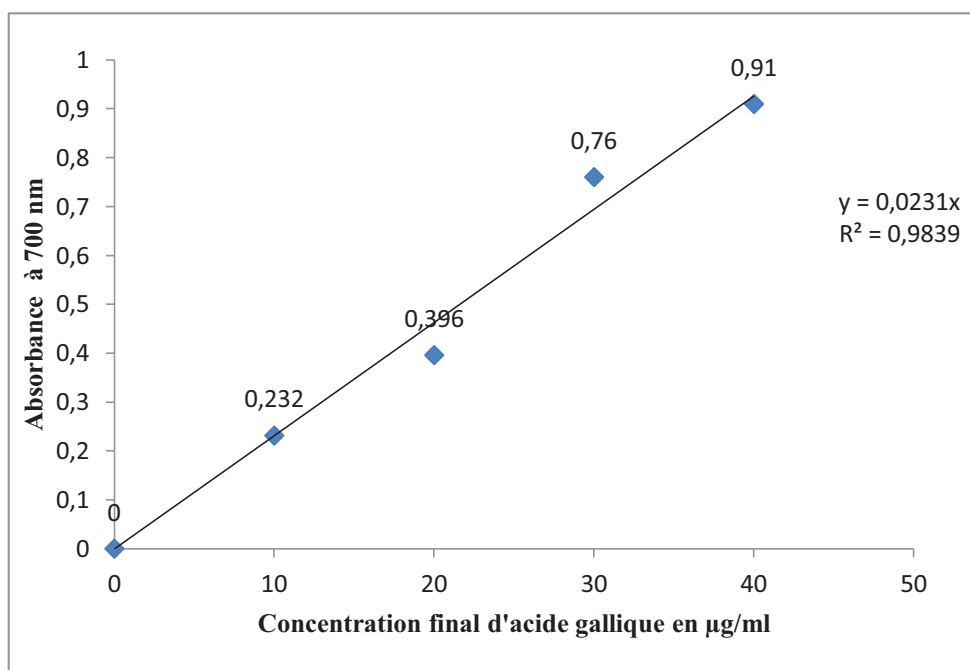


Figure 13. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour l'analyse des polyphénols

centrifugation. Le précipité séché et pesé est repris dans un volume adéquat de méthanol. Ces trois extraits sont répartis en fractions aliquotes et conservés à -20°C jusqu'à leur analyse.



Figure 11. Les feuilles sèches des *Lavandula stoechas* et *Ocimum basilicum* (Oknene et Harbi, 2019)

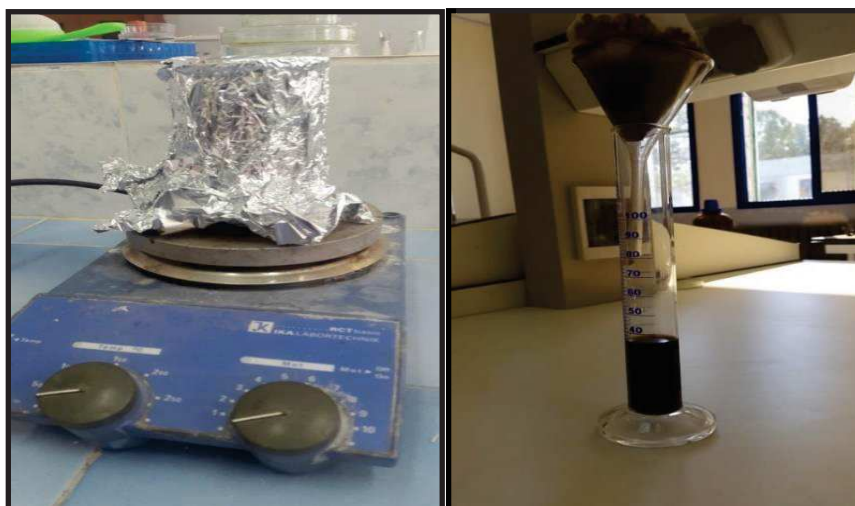


Figure 12. Macération et filtration (Oknene et Harbi, 2019)

III.2 Analyse des composés phytochimiques

III.2.1 Dosage des polyphénols totaux

a/ Principe

Une réaction d'oxydoréduction est à la base de ce dosage. Le réactif de Folin-ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acides phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMO}_{12}\text{O}_{40}$). Il est réduit au cours de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de

impuretés, ensuite séchées pendant plusieurs jours à l'abri de la lumière directe du soleil, Enfin, elle est broyée grossièrement.

II.2 Réactifs et produits chimiques

Solvants organiques : méthanol, éthanol, eau distillé.

Acide/bases : acide chlorhydrique (Hcl à 70%), vanilline à 4%.

Etalon (composés phénoliques) : acide gallique, catéchine.

Réactifs : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical(DPPH), Folin-Ciocalcu.

Sels : carbonate de sodium(Na_2CO_3), chlorure d'aluminium(AlCl_3), nitrite de sodium (NaNO_2), hydroxyde de sodium(NaOH).

II.3 Matériels de laboratoire

Vortex, agitateur, balance de précision, le spectrophotomètre, mixeur, les eppendorfs, les tubes à essai, les béchers, les éprouvettes, les micropipettes, Erlen Meyer, pipette pasteur, cône bleu et jaune, portoir, la hotte, baromagnétiques, papier filtre et papier aluminium, les cuves, entonnoir.

III Méthodes

III.1 Extraction des phénols totaux à partir des feuilles

L'objectif de L'extraction est de libérer les phénols totaux présents dans les structures vacuolaires par rupture du tissu végétal et par diffusion. Ces composés sont isolés par le procédé solide-liquide en s'inspirant des méthodes décrites par plusieurs auteurs entre autres (Atanosova et Ribarova, 2009).

Les feuilles sont séchées dans un endroit sec et aéré, à l'abri de la lumière du soleil. Après broyage, la matière végétale obtenue est mise à macération dans deux solvants séparés : l'un constitué un méthanol et l'autre étant de l'eau distillée.

La macération (10g/100 ml de solvant adéquat) est maintenue 24 h, en obscurité, sous agitation douce et à température ambiante. L'homogénéisât est ensuite filtré sur du papier filtre sans cendre.

Le filtrat issu de la macération aqueuse qu'on a susnommé est clarifiée par centrifugation (4000 tours/mn ; 15 mn).

Le filtrat récupéré de la macération alcoolique est débarrassé de la phase organique à l'aide d'un évaporateur rotatif à 50°C. La phase aqueuse résultante est clarifiée par

Matériel et méthodes

Toutes les manipulations se rapportant aux extractions et aux dosages ont été réalisées aux Laboratoires de Biochimie et de Chimie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université d'El-Tarf. La partie de l'activité antibactérienne a été effectuée au Laboratoire de bactériologie de la faculté de médecine à Annaba.

I Présentation de la région d'étude

I.1 Situation géographique de la wilaya d'El Tarf

La wilaya d'El Tarf se situe à l'extrême nord-est de l'Algérie à environ 700 km d'Alger. Elle est frontalière à la Tunisie (120 km de frontière), elle s'étend sur une superficie de 300.000 ha, limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par la Tunisie, à l'Ouest par la wilaya d'Annaba et au sud par les wilayas de Souk-Ahras et Guelma.

La wilaya d'EL Tarf est issue de la réorganisation territoriale de 1984. Elle comprend 07 daïras et 24 communes.

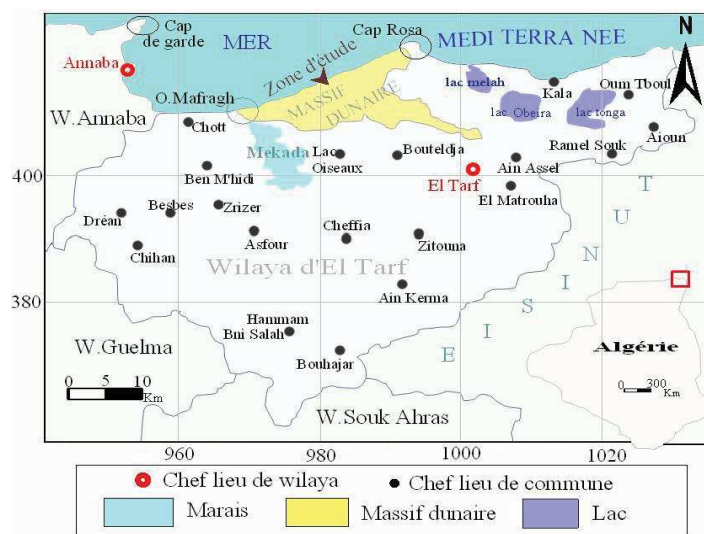


Figure 10. Situation géographique de la wilaya d'El Tarf (Saadali, 2007)

II Matériels utilisés

II.1 Matériel végétal

Les plantes à étudier sont lavande (*Lavandula stoechas*) et basilic (*Ocimum basilicum*). Elles sont appelées en arabe Algérien « halhala » et « habak ». Elles ont été récoltées au nord-est de l'Algérie dans son habitat naturel de la région d'EL Tarf (lac des oiseaux) durant le mois de février de l'année 2019. L'organe des plantes étudiées étant les feuilles. La partie aérienne de ces deux plantes est recueillie puis elle est débarrassée des

III.7 *Pseudomonas aeruginosa*

C'est une bactérie Gram négative où les bacilles sont fins droits et très mobiles, ayant une taille de 0,5 à 1,0 µm de diamètre sur 1,5 à 3,0 µm de longueur, aérobies stricts, ce germe est ubiquitaire du sol, de l'air ou de l'eau on le trouve souvent dans l'environnement hospitalier et surtout dans les endroits humides. La plupart des espèces sont psychrotrophe, leur croissance est possible entre 4°C et 37°C. La *Pseudomonas aeruginosa* peut provoquer des infections parfois sévères chez les sujets dont les défenses sont amoindries. Elle peut provoquer des infections urinaires, bronchiques comme elle est responsable d'infections cutanées et d'infection de l'oreil (sinusites, otites...) (Avril et al., 1992).

III.8 *Acinetobacter*

Les *Acinetobacter* sont des bactéries ubiquistes par excellence, mais on les rencontre également sur les revêtements cutanés de l'homme et des animaux. La morphologie particulière des *Acinetobacter* permet, presque à coup sûr, d'orienter correctement leur identification. L'examen au microscope optique de culture en milieux liquides peptonés simples, montre des diplobacilles à extrémités arrondies, toujours immobiles, isolés en courtes chaînettes, accompagnés de formes de cocci plus ou moins nombreux, plus rarement de formes allongées et massues dites « formes souffrantes » dont la formation serait favorisée par l'agitation des cultures (Schuster, 2001 ; Marcos, 1993).

III.9 *Candida albicans*

Candida albicans est l'espèce de levure la plus importante et la plus connue du genre *Candida*. *Candida albicans* est un organisme vivant à l'état naturel dans les muqueuses de l'être humain. On le retrouve dans 80 % de la population, et il n'entraîne habituellement aucune maladie ou symptôme en particulier. C'est un organisme commensal saprophyte. Elle provoque des infections fongiques (candidiase ou candidose). Au laboratoire médical, la culture en boîte de Pétri des *Candida* donne des colonies qui sont grandes, rondes, de couleur blanche ou crème (Anonyme 5).

III.4 *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase

C'est une entérobactérie, avec la forme de bacille à Gram négatif, forme de bâtonnet, non mobile et généralement encapsulée, ce qui augmente son aptitude à se multiplier, en agissant comme une barrière physique pour échapper à la réponse immunitaire de l'hôte. Les KPC sont habituellement des anaérobies facultatifs, et leur taille varie de 0,3 à 1,0 µm de largeur et de 0,6 à 6,0 µm de longueur, appelées aussi Enterobacteriaceae résistant au carbapenem, car la bactérie produit une enzyme qui peut décomposer la classe d'antibiotiques appelée carbapenems. Cette bactérie est naturellement présente au niveau de certains organes comme le tube digestif ou les poumons, mais son action est généralement bien contrôlée par le corps, d'où l'absence d'infection. Cette bactérie peut toutefois devenir « agressive » dans certaines conditions, quand les défenses immunitaires sont diminuées, chez les personnes alcooliques ou encore diabétiques. C'est une cause importante de pneumonie et d'abcès pulmonaires d'origine communautaire ou nosocomiale, où les principaux symptômes sont la fièvre, les frissons. Elle peut ainsi être responsable d'angines, d'infections pulmonaires, parfois d'infections urinaires ou d'infections plus généralisées, la septicémie et la méningite (Kitchel et al., 2009).

III.5 *Serratia*

D'une manière générale, les espèces du genre *Serratia* sont isolées des plantes (légumes, champignons, mousses), du tube digestif des rongeurs, des insectes, de l'eau et du sol. Cette bactérie est rarement pathogène, mais elle est fréquemment présente dans l'environnement hospitalier et certaines souches sont responsables d'infections nosocomiales (Abo et al., 2010).

III.6 *Salmonella*

Présents dans l'eau et dans diverses denrées alimentaires, les Salmonelles sont pathogènes, soit exclusivement pour l'homme (*Salmonella typhi*), soit exclusivement pour l'animal (*Salmonella abortus ovis*). Chez l'homme, elles sont responsables de la fièvre typhoïde et de gastro-entérites. Chez l'animal, les tableaux cliniques sont variés : avortements chez différentes espèces, septicémies du jeune, entérites. La morphologie est celle des entérobactéries. Certaines souches habituellement mobiles peuvent à l'isolement se présenter sous forme immobile. Les colonies mesurent en général 1,5 à 3 mm après 24 heures à 37°C et apparaissent lors de l'isolement sous forme S. (Brener, 1981 ; Carbonnelle et al., 1987 ; Pilet et al., 1979).

d'entérotoxines dans l'intestin grêle. Sa dose infectieuse nécessite un nombre élevé de bactéries, généralement plus de 10⁵ (Anonyme 3).

III.2 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus appartient à la famille des Staphylococcaceae, c'est une bactérie sous forme de Cocci à Gram positif, d'un diamètre d'environ de 0,8 µm à 1µm. Immobile, asporulé habituellement disposé en grappes, et ne présente pas de capsule visible au microscope optique. *Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau. *Staphylococcus aureus* cultive facilement sur des milieux ordinaires, en aérobiose comme en anaérobiose, en formant, sur milieux solides, des colonies lisses, luisantes et bombées, plus ou moins pigmentées en jaune doré d'où l'appellation de staphylocoque "doré". En milieu liquide, il produit, dans le bouillon, un trouble homogène. C'est un microorganisme pyogène responsable de la plupart des infections suppurées de la peau et des muqueuses, il surinfecte souvent les plaies négligées. (Prescott et al., 2010). *Staphylococcus aureus* résistante à la méticilline (antibiotique) est contrairement au *Staphylococcus aureus* sensible à la méticilline (MSSA), le MRSA croît plus lentement sur divers médias et a été trouvé dans des colonies mixtes de MSSA. Le gène *mecA*, qui confère la résistance à un certain nombre d'antibiotiques, est présent dans le MRSA et non dans le MSSA (Anonyme 4).

III.3 *Escherichia coli* produisant le BLSE

Escherichia coli qui appartient à la famille des Enterobacteriaceae. C'est un Bacille à Gram négatif, assez grand (1–1.5 × 2–6 µm), aéro-anaérobie facultatif, oxydase négatif, nitrate positif et qui fermente le glucose (Farmer et al., 2007). *E.coli* est naturellement sensible à l'ensemble des β-lactamines. Cependant, le nombre de souches produisant une β-lactamase à large spectre (BLSE) va croissant depuis plusieurs années. Ces BLSE appartiennent à la classe A de la classification des β-lactamases d'Ambler, c'est à dire qu'elles hydrolysent l'ensemble des pénicillines et des céphalosporines à l'exception des céphamycines, du moxalactam et des carbapénèmes. Les souches d'*E.coli* productrices de BLSE responsables des infections urinaires de l'enfant produisent le plus souvent une enzyme de type CTX-M qui confère un plus haut niveau de résistance au céfotaxime qu'à la ceftazidime (Ahn et al., 2009).

les fruits, les feuilles, les racines, les graines et les écorces de nombreux végétaux. Les huiles essentielles sont constituées de plusieurs molécules chimiques de synthèse naturelle. Ces molécules sont différentes selon la nature de la plante, le sol, le temps de récolte, la partie de la plante, la préparation de l'échantillon, ainsi que la méthode d'extraction (Noun, 2013). Les HE regroupent des "composés majeurs : les alcools, les esters, les aldéhydes, les cétones etc.

II.2 Le mécanisme d'action des HE sur les cellules bactériennes

Le mécanisme d'action des HE sur les cellules bactériennes et fongiques reste difficile à cerner, compte tenu de la composition complexe des huiles volatiles (Guinoiseau, 2010). La variabilité des constituants des huiles suggère qu'elles agissent sur plusieurs sites d'action étant donné que chaque composé possède son propre mode d'action (Sipailiene, 2006). Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (Wendakoon, 1995).

Leur action se déroule en trois phases (El kalamouni, 2010) :

- **1ère Phase** : attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- **2ème Phase** : acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- **3ème Phase** : destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

III Les souches bactériennes

III.1 *Bacillus cereus*

Bacillus cereus (*B. cereus*) est un Gram-positif, facultativement anaérobie, endospore formant, gros bâtonnet et morphologie coloniale d'environ 2 à 7 mm de diamètre, avec une texture granulaire blanche. La température de croissance optimale est de 28 ° C à 35 ° C, avec une croissance minimale température de 4 ° C (39,2 ° F) et maximale de 48 ° C (118,4 ° F). La croissance peut se produire dans les gammes de pH de 4,9 à 9.

Il provoque deux types de maladies d'origine alimentaire : i) une intoxication due à une toxine préformé dans l'aliment et ii) d'une infection due à l'ingestion de cellules productrices

Chapitre III : Bactéries et levures

I Généralités

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés parmi les procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Ce caractère les distingue des autres organismes unicellulaires classés parmi les eucaryotes (champignons, algues, protozoaires). Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1µm. On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique (Nauciel et Vildé, 2005).

Le terme "agent antimicrobien" désigne toute substance utilisée pour détruire les micro-organismes ou empêcher leur croissance, y compris, agents antibactériens. Les agents antimicrobiens sont utilisés depuis des décennies pour traiter les maladies transmissibles et prévenir les infections (CCE, 2001). Le mode d'action de ces agents sur les bactéries, peuvent être : bactériostatique, lorsque la substance inhibe la multiplication des bactéries ou bactéricides : lorsque la substance détruit totalement les bactéries.

Face au problème soulevé depuis plusieurs années par la résistance des bactéries aux antibiotiques, la seule alternative fiable à l'usage des antibiotiques semble être celle des HEs. Connue de façon empirique depuis des siècles, leur efficacité antibactérienne a été démontrée par de nombreux travaux *In vitro* et *In vivo* et vis-à-vis des bactéries à Gram négatif et à Gram positif, elles ont un champ d'action très large qui est lié à leurs compositions chimiques, aux groupements fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leurs effets synergiques (Carson et *al.*, 1995).

II Huile essentielle

II.1 Définition

Une huile essentielle est en général un mélange de substances naturelles volatiles obtenues par codistillation avec la vapeur d'eau à partir de la biomasse végétale. Les huiles essentielles se caractérisent par leur odeur, leur goût, leurs propriétés physicochimiques et biologiques (McGraw-Hill, 2007). Les HE sont stockés sous forme des microgouttelettes dans les glandes des plantes. (Encyclopædia Britannica, 2016). On les trouve dans les fleurs,

carbohydrolases) ou d'autres interactions pour inactiver les adhesines microbiennes, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire (Cowan, 1999).

Ar-O• : radical aryloxy qui, s'il s'agit d'un noyau catéchol, peut réagir avec un autre radical pour former une *o*-quinone plus stable.

IV.1.5.2 Chélation des ions métalliques

Les polyphénols contribuent à l'inhibition de la formation des radicaux libres par la chélation de métaux de transition tels que le fer (Fe^{2+}) et le cuivre (Cu^+), qui sont essentiels pour de nombreuses fonctions physiologiques. Ils entrent notamment dans la composition des hémoprotéines et de cofacteurs d'enzymes du système de défense antioxydant (Fe^{2+} pour la catalase et Cu^+ pour le superoxyde dismutase). Cependant, ils peuvent aussi être responsables de la production du radical $\text{OH}\cdot$ par la réduction de H_2O_2 lors de la réaction de Fenton (Pietta, 2000). En outre, l'autoxydation des ions Fe^{2+} et Cu^+ est une source de $\text{O}_2\cdot^-$ et de H_2O_2 . Ainsi, complexer les ions du fer et du cuivre sous une forme qui bloque leur activité redox est un mécanisme d'action antioxydante. Les polyphénols abondants dans l'alimentation, notamment les flavonoïdes, séquestrent ces ions métalliques au niveau de différents sites.

IV.1.5.3 Inhibition des enzymes

Inhibition enzymatique En raison de la présence de multiples fonctionnalités phénol, ils interagissent avec les protéines si fortement, que la précipitation des complexes protéines-polyphénols se produit fréquemment, ce qui est la base de leur utilisation dans le processus de tannage du cuir. Les phénomènes d'interaction polyphénols-protéines ont été largement étudiés *in vitro*, particulièrement dans le cas des flavonoïdes. Afin de préciser le mécanisme d'action de l'activité inhibitrice des flavonoïdes, des études ont été réalisées sur l'effet de la quercétine sur l'oxydation de l'acide linoléique par une lipoxygénase. Ces auteurs ont constaté que le mécanisme d'inhibition des lipoxygénases par la quercétine ne serait pas dû à une complexation ou à une oxydation du Fe^{2+} , mais plutôt à une inhibition irréversible résultant de liaisons covalentes entre l'enzyme et les dérivés oxydés de la quercétine (quinone ou radical phénoxy) (Halliwell, 1994).

IV.1.6 Activité antimicrobienne des polyphénols

Les polyphénols sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes (Cowan, 1999). Une contamination des végétaux par des microorganismes pathogènes entraîne une forte augmentation des teneurs en composés phénoliques, ce qui correspond à la mise en place de mécanisme de défense de la plante (Macheix et al., 2005). Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les

que physiologique (stress oxydant). Ces substances suscitent beaucoup d'intérêts dans plusieurs domaines, celui de la nutrition par leur caractère préventif à l'égard de diverses maladies citées précédemment, en cosmétologie et surtout dans les industries agroalimentaires par leurs implications, en particulier, sur la flaveur des aliments et leur incidence sur la conservation des produits alimentaires. Ainsi, ils pourraient constituer une alternative à l'utilisation des additifs alimentaires synthétiques, butylhydroxyanisole (BHA) et butylhydroxytoluène (BHT), qui ont montré des effets nuisibles (effet carcinogène) (He et *al.*, 2008). Une meilleure connaissance du devenir des polyphénols d'importance alimentaire après ingestion et des effets nutritionnels qui en découlent est essentielle d'un point de vue de nutrition préventive. Un des objectifs de la recherche en nutrition préventive est de parvenir à démontrer *in vivo* les effets de la consommation de polyphénols sur la santé et à identifier, parmi les centaines de polyphénols, ceux qui pourraient jouer un rôle protecteur plus important dans une optique de nutrition préventive.

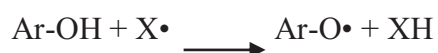
IV.1.5 Activité antioxydante des polyphénols

Les composés phénoliques exercent une activité antioxydante via plusieurs mécanismes :

- Le piégeage direct des ERO ;
- L'inhibition des enzymes génératrices d'EOR ;
- La chélation des ions de métaux de transitions, responsables de la production des ERO ;
- L'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydantes (Halliwell, 1994).

IV.1.5.1 Piégeage des radicaux libres

La réduction de divers radicaux par les polyphénols a été beaucoup étudiée afin de déterminer les éléments majeurs de l'activité antioxydante. A cause de leur faible potentiel redox (Jovanovic et *al.*, 1994). Les polyphénols (Ar-OH), sont capables de réduire rapidement les radicaux libres oxydants comme le superoxyde, les peroxydes (ROO•), les alkoxydes (RO•) et l'hydroxyle par transfert d'hydrogène



X• : Représente l'une des ERO mentionnées ci-dessus ;

solubilité et de limiter leur toxicité pour la cellule. Au niveau de la paroi, on trouve surtout de la lignine et des flavonoïdes liés aux structures pariétales. Les composés phénoliques sont synthétisés dans le cytosol. Une partie des enzymes impliquées dans la biosynthèse des phénylpropanoïdes est liée aux membranes du réticulum endoplasmique, où elles sont organisées en métabolons.

Au niveau tissulaire, la localisation des polyphénols est liée à leur rôle dans la plante et peut être très caractéristique. Au sein même des feuilles la répartition des composés est variable, par exemple les anthocyanes et les flavonoïdes sont majoritairement présents dans l'épiderme. Au niveau de la plante entière, il faut noter que certains composés ne sont accumulés que dans des organes bien définis. Chez la pomme par exemple, les composés phénoliques interviennent au niveau de la coloration de la peau via les anthocyanes, et dans la qualité organoleptique de la chair, notamment pour l'amertume ou l'astringence (Bénard, 2009).

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans le métabolisme de la plante mais aussi peuvent réagir dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV). Toutes les catégories de composés phénoliques sont impliquées dans les mécanismes de résistance (Dicko et *al.*, 2006). Ils assurent la communication entre les cellules, entre végétaux, entre végétaux et animaux (Robert et Catesson, 2000).

IV.1.4 Rôle de polyphénols dans la nutrition

Le régime méditerranéen, caractérisé par une consommation élevée et variée de produits végétaux (légumes, fruits, huile d'olive, thé...etc), est associé à un allongement de l'espérance de vie. Plusieurs études épidémiologiques suggèrent que la protection qu'une alimentation riche en produits végétaux semble apporter contre le développement de diverses pathologies dégénératives associées au stress oxydant telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives et divers cancers, serait due aux microconstituants de cette diète dont les polyphénols sont les principaux représentants (Mompon et *al.*, 1996). Les polyphénols possèdent un large éventail d'activités biologiques *in vitro* (antibactériennes, anti-cancérogène, anti inflammatoire, antioxydante etc...) liées à leur caractère réducteur et à leur affinité pour les protéines et les ions métalliques. Les polyphénols présentant ainsi des propriétés antioxydantes bien établies et en lien avec l'inhibition de l'oxydation aussi bien dans le domaine alimentaire (oxydation des lipides)

IV.1.2.3 Tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structures variées, ayant en commun la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire de rendre imputrescible. Ces substances ont en effet la propriété de se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant. Très répandu dans le règne végétal ils peuvent exister dans divers organes, mais on note une accumulation plus particulièrement dans les tissus âgés ou d'origine pathologique. Ils sont localisés dans les vacuoles, quelques fois combinés aux protéines et aux alcaloïdes. On distingue : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Roux et Catier, 2007).

Les tanins sont largement répandus dans les organismes végétaux et plus particulièrement dans les fruits, les graines de céréales et diverses boissons. Dans l'alimentation humaine, les sources les plus importantes de tannins sont le vin et le thé (Pénicaud, 2009).

IV.1.2.3.1 Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables ou acides tanniques sont des polymères de l'acide gallique ou de son produit de condensation : l'acide éllagique. Ils ont un poids moléculaire plus faible et précipitent beaucoup moins les protéines que les tanins condensés. Ils peuvent diminuer la dégradation des parois dans le rumen et être hydrolysés dans l'intestin en libérant des produits toxiques pour le foie et le rein (Jarrige et Ruckebusch, 1995). Ils sont divisés en éllagitannins et gallotannins, Les gallotannins libèrent par hydrolyse acide, hydrolyse basique, à l'eau chaude ou par action enzymatique de l'acide gallique (Collin et Crouzet, 2011).

IV.1.2.3.2 Tanins condensés

Appelés aussi proanthocyanidines ou procyanidines. Les tanins condensés sont des polyphénols de masse molaire élevée. Ils résultent de la polymérisation auto-oxydative ou enzymatique des unités de flavan-3,4-diol liées majoritairement par les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) des unités adjacentes, et se nomment ainsi proanthocyanidines de type B. Lorsque la condensation se produit entre les unités adjacentes par la liaison C4-C8 et par une liaison d'éther additionnelle entre C2 et C7, les proanthocyanidines sont dits de types A (Wollgast et Anklam, 2000).

IV.1.3 Localisation et intérêt des polyphénols dans les plantes

A l'échelle de la cellule, les composés phénoliques sont principalement répartis dans deux compartiments : les vacuoles et la paroi. Dans les vacuoles, les polyphénols sont conjugués, avec des sucres ou des acides organiques, ce qui permet d'augmenter leur

IV.1.2.1.1 Acides hydroxybenzoïques C6-C1

Les acides hydroxybenzoïques sont des dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type (C6-C1) (Macheix et *al.*, 2005). Les variations dans les structures de l'acide hydroxybenzoïque individuel se trouvent dans l'hydroxylation et la méthylation du cycle aromatique (Shankar et *al.*, 2012). Sept acides benzoïques sont connus : acide p-hydroxy benzoïque, acide protocatéchique, vanillique, gallique, syringique, salicylique et gentisique (Collin et Crouzet, 2011).

IV.1.2.1.2 Acides hydroxycinnamique C6-C3

Les acides hydroxycinnamiques représentent une classe très importante des polyphénols, dont la structure de base (C6-C3) dérive de celle de l'acide cinnamique. Les molécules de base de la série hydroxycinnamique : L'acide p-coumarique, caféique, férulique, et l'acide sinapique (Macheix et *al.*, 2005).

IV.1.2.2 Flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. On les trouve dissous dans la vacuole des cellules à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastides particuliers, les chromoplastes (Guignard, 1996). Les flavonoïdes sont formés d'un squelette à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6) correspondant à la structure du diphenylpropane (Collin et Crouzet, 2011). Ils sont constitués d'un cycle benzoïque présentant plusieurs groupements hydroxyles et pour cette raison ils sont nommés polyphénols. Ces groupements hydroxyles sont responsables de la fonction antioxydante des polyphénols (Descheemaeker et Provoost, 1999).

Plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés chez les plantes. La liste de ces derniers est en croissance continue. Celle-ci est dû à la survenance de nombreux modèles dans les quelle les substitutions primaires (comme le groupe hydroxyle) peuvent être substitués (glycosylés ou acylés) et parfois créés des structures très complexe (D'Archivio et *al.*, 2007). Les principales classes des flavonoïdes sont : les flavonols, les flavones, les flavanones, les flavan-3-ols, les isoflavones et les anthocyanes, ils varient dans leurs caractéristiques structurelles par la diversité fonctionnelle autour de l'oxygénation de l'hétérocycle.

IV.1.1.1 Voie de l'acide shikimique

Elle conduit à la formation du précurseur immédiat des phénols par désamination de la phénylalanine. La séquence biosynthétique qui suit, appelée séquence des phénylpropanoïdes, permet la formation des principaux acides hydroxycinnamiques. L'association des formes actives de ces derniers avec le coenzyme A produisent les principales classes des composés phénoliques (Sarni et Cheynier, 2006).

IV.1.1.2 Voie de l'acétate / malonate

La glycolyse et la β -oxydation aboutissent à la formation de l'acétyl-CoA donnant le malonate. C'est à travers cette voie que s'effectue la cyclisation des chaînes polycétoniques, obtenues par condensation répétée d'unités « Acétate » qui se fait par carboxylation de l'acétyl-CoA. La pluralité structurale des composés phénoliques, due à cette origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité très fréquente d'une participation simultanée du shikimate et de l'acétate à l'élaboration des composés mixtes comme les flavonoïdes, les stilbènes et les xanthones (Akroums, 2010).

IV.1.2 Classification des composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base ensuite par le degré de modification de ce squelette et enfin par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules. De ce fait, trois grandes classes sont distinguées : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins (Vermerris et Nicholson, 2006).

IV.1.2.1 Acides phénoliques

Sont les principaux polyphénols alimentaires (Watson et *al.*, 2013), ils sont présents dans tous les fruits et les légumes et représentent environ un tiers de la teneur totale de l'alimentation en polyphénols (Sharma et *al.*, 2015). Les acides phénoliques constituent un groupe important de composés organiques naturels avec un large spectre d'activités pharmacologiques, ils possèdent des propriétés non seulement antioxydantes, mais également des propriétés antivirales et antibactériennes. L'activité anti-oxydante phénolique est généralement combinée avec des groupes hydroxyles trouvés dans leurs molécules (Cazes, 2005). Ils ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénols, ils se divisent en deux catégories dérivés de l'acide benzoïque et dérivés de l'acide cinnamique (watson et *al.*, 2013).

IV Métabolites secondaires

Ce sont des molécules qui ne sont pas produites directement lors de la photosynthèse, mais résultent de réactions chimiques ultérieures (réactions secondaires) du métabolisme, ils sont synthétisés par les plantes, entre autres en tant qu'agents protecteurs, odorants et colorants et aussi agents de défense pour la survie dans l'écosystème. Ils sont d'une variété structurale extraordinaire mais elles sont produites en faible quantité. Ces molécules marquent de manière originale, une espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique (Bruneton, 2009).

On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes parmi ceux-ci :

- les composés phénoliques.
- les terpènes et stéroïdes.
- les composés azotés dont les alcaloïdes.

IV.1 Composés phénoliques

Les polyphénols, dénommés aussi composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (Torreggiani et *al.*, 2005). On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Leurs fonctions ne sont pas strictement indispensables à la vie du végétal, cependant ces substances jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement (Hynes et *al.*, 2004), contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème. Le terme « phénol » englobe approximativement 10000 composés naturels identifiés (Hynes et *al.*, 2001). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau phénolique à 6 carbones auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside (Kakhlon et Cabantchik, 2002). Les polyphénols sont généralement des composés aromatiques solubles dans les solvants polaires tels que l'éthanol, le méthanol, le diméthylsulfoxyde, le butanol, acétone et l'eau etc.

IV.1.1 Biosynthèse des polyphénols

Les composés phénoliques sont issus par deux grandes voies métaboliques : la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acétate/malonate.

III.2.5 Antioxydants secondaires ou préventifs

Les antioxydants secondaires assurent l'inhibition de la production des radicaux libres. Ce sont des substances décomposant les hydroperoxydes en alcool, comme thiols (glutathion, acides aminés soufrés) ou les disulfures, des protecteurs vis-à-vis des UV, comme les carotènes, des chélatants des métaux promoteurs d'oxydation type fer et cuivre, comme l'acide citrique et les lécithines ou enfin de séquestrant d'oxygène comme l'acide ascorbique (Rolland, 2004).

III.2.6 Antioxydants enzymatiques

Le corps humain possède un système antioxydant interne de base contre les radicaux libres. Trois types d'enzymes antioxydantes sont mis en œuvre pour la destruction des espèces réactives de l'oxygène (Pelletier et *al.*, 2004) sont :

- Les superoxydes dismutases (SOD) qui catalysent la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène (Droillard et *al.*, 1990).
- La catalase qui catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau permettant l'élimination de celui-ci (Yoshimoto et *al.*, 2007).
- La glutathion peroxydase (GPX) qui décompose aussi le peroxyde d'hydrogène en utilisant le glutathion comme donneur d'hydrogène (Bédane, 2008).

III.2.7 Antioxydants non enzymatiques

Ce sont des antioxydants naturels capables de prévenir les dommages oxydatifs. Ils peuvent se comporter comme des piègeurs des radicaux libres par les interventions directes sur les molécules prooxydantes ou indirectement, en chélatant les métaux de transition. Ce type d'antioxydants possède un avantage considérable par rapport aux antioxydants enzymatiques. Du fait de leur petite taille, ils peuvent en effet pénétrer facilement au cœur des cellules et se localiser à proximité des cibles biologiques. Ce type d'antioxydants regroupe un grand nombre de substances hydrophiles ou lipophiles et ils sont en partie produits par l'organisme au cours de processus biosynthétiques. Néanmoins le nombre d'antioxydants produits *in vivo* est très limité ; on peut citer parmi les plus actifs : le glutathion, le NADPH, les dipeptides, l'acide urique, l'acide lipoïque ou la bilirubine (Stocker et *al.*, 1987).

stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (Himed, 2011).

III.2.2 Antioxydants synthétiques

Les antioxydants synthétiques comme les médicaments, les compléments alimentaires ou les additifs alimentaires qui sont, certes, très efficaces mais susceptibles de manifester des effets secondaires et même être toxiques (Manian *et al.*, 2008). Il est donc louable de chercher des antioxydants naturels efficaces sans ou présentant moins d'effets secondaires pour remplacer les synthétiques ou pour plus de choix à partir des plantes alimentaires et médicinales.

III.2.3 Antioxydants synergiques

Les antioxydants synergiques sont des substances qui ne sont guère actives en tant qu'antioxydants, et dont les propriétés apparaissent surtout en présence des autres antioxydants. Il en est ainsi des lécithines, des acides citrique et tartrique, des acides aminés, de certains flavonoïdes. Leurs propriétés peuvent s'expliquer par un effet chélatant de métaux comme le fer ou le cuivre, dont on connaît bien l'effet pro-oxydant à faible dose. Cependant, ce n'est peut-être pas la seule explication, car plusieurs de ces produits sont d'assez mauvais chélatants. Certains produits ont un effet inhibiteur de la décomposition des hydroperoxydes, et d'autres semblent régénérer des antioxydants, comme les tocophérols ou les dérivés de l'acide ascorbique à partir de leurs formes oxydées (Marie, 2004).

III.2.4 Antioxydants primaires

Ce genre d'antioxydants peut inhiber la réaction d'initiation et la propagation de l'oxydation en participant au processus d'oxydation et en convertissant les radicaux libres vers leurs formes inactives. Les antioxydants primaires sont généralement des composés phénoliques (AH) capables de donner un atome d'hydrogène au radical libre et le convertir en un composé stable non radicalaire. Les antioxydants de ce groupe réagissent de façon prédominante avec les radicaux peroxylysés, pour deux raisons : la concentration élevée de ces radicaux et la faible énergie du groupement (ROO·), un piègeur du radical libre, même à des concentrations faibles, entre en compétition avec les lipides pour rendre le radical libre inactif par l'intermédiaire d'une réaction de libération d'un électron, suivie d'une déprotonation (Frankel *et al.*, 2000 ; Huang *et al.*, 2005).

liaisons peptidiques et de former ainsi des fragments protéiques. L'ADN, qu'il soit nucléaire ou mitochondrial, est également une cible majeure des EOR. Ces altérations structurales lorsqu'elles ne sont « réparées » entraînent à long terme des altérations géniques (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

La plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge, car le vieillissement diminue les défenses anti-oxydantes et augmente la production mitochondriale de radicaux. En faisant apparaître des molécules biologiques anormales et en sur-exprimant certains gènes, le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigu, oedème pulmonaire, vieillissement accéléré. Le stress oxydant est aussi un des facteurs potentialisant l'apparition de maladies plurifactorielles tel que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Favier, 2003).

III Antioxydants

III.1 Définition

Les antioxydants sont définis par Halliwell comme « toute substance qui en faible concentration par rapport au substrat susceptible d'être oxydé prévient ou ralentit l'oxydation de ce substrat » (Pastre et Priymenko, 2007). Les antioxydants piègent les radicaux libres en inhibant les réactions à l'intérieur des cellules provoquées par les molécules de dioxygène et de peroxyde, aussi appelées espèces oxygénées radicalaires (EOR) et espèces azotées radicalaires (Benbrook, 2005). Les antioxydants sont largement présents dans nos aliments, soit sous forme naturelle, soit sous forme d'additifs utilisés dans l'industrie agroalimentaire (Tanguy et *al.*, 2009).

III.2 Classification des antioxydants

Les antioxydants sont classés selon leur origine en antioxydants naturels ou synthétiques et selon le mode d'action en antioxydants primaires ou secondaires enzymatiques et non enzymatiques très efficaces.

III.2.1 Antioxydants naturels

Les antioxydants sont naturellement présents dans presque toutes les plantes, tous les micro-organismes, les champignons et même dans les tissus animaux (Amrani, 2012). Elles incluent le bêta-carotène, l'albumine, l'acide urique, les oestrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, l'acide ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine c, etc. Elles peuvent

qui peuvent être inactivés, soit directement, soit par défaut de synthèse. Les espèces réactives de l'oxygène, peut attaquer tous les types de constituants cellulaires et engendrer diverses altérations (dégradation protéique, inactivation enzymatique, lipoperoxydation, adduits à L'ADN) (Pelletier *et al.*, 2004).

II.1 Origine de stress oxydatif

Ce déséquilibre peut avoir diverses origines, telle que les conséquences inévitables du métabolisme aérobie. En effet, l'organisme a besoin d'O₂ pour produire de l'énergie au cours des réactions dites de respiration oxydative. Cependant, une faible partie de l'oxygène échappe à sa réduction en eau au niveau de la mitochondrie, elle peut alors être à l'origine de la production de radicaux libres oxygénés (RLO) (Chu *et al.*, 2010) et de l'oxygène singulet (¹O₂) mais surtout de l'anion superoxyde (O₂^{•-}). La dismutation de O₂^{•-} va donner naissance au peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) puis indirectement au radical hydroxyl (•OH).

Les radicaux libres peuvent également être produits lors de la défense antibactérienne. Les cellules phagocytaires (macrophages, neutrophiles...) activées pendant la réaction inflammatoire, vont libérer un anion superoxyde O₂^{•-}. Ce phénomène est appelé la flambée respiratoire. Les radicaux superoxydes formés peuvent alors subir eux aussi des transformations donnant naissance aux dérivés oxygénés toxiques. La régulation des fonctions cellulaires létales telle la mort cellulaire programmée (apoptose) fait appelle aussi à la production endogènes des radicaux libre (Pincemail, 2002 ; Valko *et al.*, 2006).

Les autres sources sont l'exposition aux radiations ionisantes (exposition importante au soleil, radioactivité artificielle ou naturelle), la pollution, le contact avec certains pesticides et solvants, la consommation de tabac et d'alcool, la prise de certains médicaments, la pratique du sport intensif et tout processus susceptible de surcharger les réactions de détoxification hépatique, notamment une perte de poids importante (Poirier, 2004).

II.2 Conséquences du stress oxydant

L'attaque des radicaux libres au sein des doubles liaisons lipidiques membranaires, induit des processus de peroxydations en cascade aboutissant à la désorganisation complète de la membrane, altérant de ce fait ses fonctions d'échange, de barrière et d'information.

Les EOR sont en effet capables de réagir avec différents acides aminés des chaînes de protéines, altérant également leur fonction. Les EOR sont aussi capables de couper des

Chapitre II : Stress oxydatif et métabolites secondaires

I Radical libre

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, morceau de molécule ou simple atome, capable d'avoir une existence indépendante (libre) en contenant un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié sur une orbitale). Cela lui confère une grande réactivité donc une demi-vie très courte. En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé (Goudable et Favier, 1997).

I.1 Rôle biologique

Le paradoxe des radicaux libres en biologie est qu'ils constituent des espèces extrêmement dangereuses, susceptibles d'engendrer un nombre considérable de maladies, tout en étant des espèces indispensables à la vie. Ils remplissent en effet de très nombreuses fonctions utiles qui à part la phagocytose, ont été découvertes récemment. Les radicaux libres participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à la destruction par apoptose des cellules tumorales, à la régulation de la dilatation capillaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire, à la fécondation de l'ovule, à la régulation des gènes (Favier, 2003) à la production énergétique, au règlement de la croissance des cellules et à la signalisation intracellulaire (Ardestani et Yazdanparast, 2007 ; Touafek, 2010 ; Marfak, 2011).

II Stress oxydant

Le stress oxydatif se définit comme étant un déséquilibre profond de la balance entre les prooxydants et les antioxydants (Pincemail et *al.*, 1999) en faveur des premiers et impliquant la production d'espèces réactives de l'oxygène. La formation incontrôlée d'espèces réactives de l'oxygène comme l'anion superoxyde (O_2^-), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) ou le radical hydroxyle (OH^\bullet) aura la conséquence souvent lourde pour l'organisme. La formation d'espèces réactives n'est pas toujours synonyme de toxicité. En effet, certaines sont des intermédiaires de processus physiologiques normaux. Ce n'est que lorsque les systèmes de défense sont dépassés et ne suffisent plus à neutraliser la surproduction de ces espèces que la toxicité apparaît. Un stress oxydative pourra être induit lors de la surproduction d'espèces réactives et /ou par suite de l'inhibition des systèmes antioxydants

souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélules de poudre de plante sèche que le sujet avale (Besancon, 2012).

5 à 8 et d'une température plus de 15°C et une exposition abritée et cinq heures d'ensoleillement quotidien (Bezanger et *al.*, 1990).

II.4 Utilisation de basilic

➤ Pour l'alimentation

Comme herbe aromatique fraîche. Les feuilles sèches sont utilisées pour assaisonner des ragoûts, des dressages et des potages. Les feuilles et les jeunes tiges sont séchées, ou utilisées comme source d'huile essentielle (Magness et *al.*, 1971).

Comme huile essentielle pour les préparations de parfums et de liqueurs ; la plante fraîche distillée donne une essence contenant de l'eucalyptol et de l'eugénol.

➤ En pharmacie

- Partie utilisée : feuilles et sommités fleuries
- Propriété : Stomachique, carminatif, lactagogue, stupéfiant léger
- Mode d'emploi : Infusion, poudre, essence, oenolé, cataplasme

Sédative, antispasmodique des voies digestives, diurétique, antimicrobienne, contre l'indigestion et en tant que vermifuge. Elle éloignerait les moustiques et c'est un remède contre l'héméralopie.

III Phytothérapie

La phytothérapie concerne le traitement des maladies par les plantes ou par leurs extraits (Bordeaux, 2009). Il est recommandé d'utiliser la plante entière, appelée aussi «totum» plutôt que des extraits obtenus en laboratoire. Il existe différents types de phytothérapie :

- **L'aromathérapie** : c'est une thérapeutique qui utilise les huiles essentielles, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes.

- **La gemmothérapie** : se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules.

- **L'herboristerie** : correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboriste se sert de la plante fraîche ou séchée, soit entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus

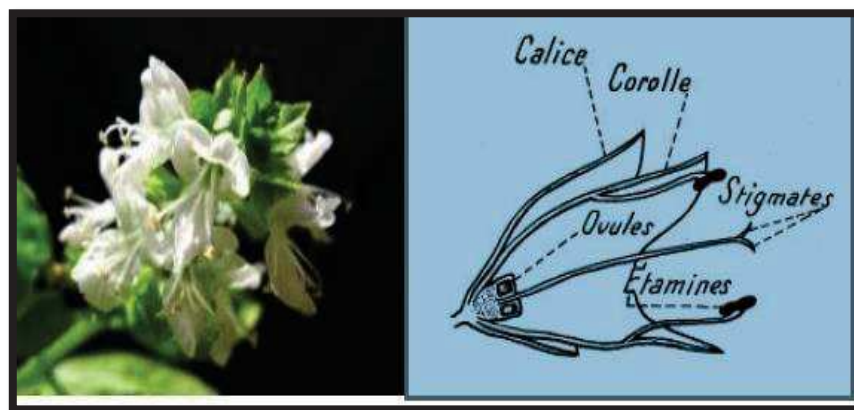


Figure 8. Les fleurs d'*Ocimum basilicum* (Anonyme 2)

- **Graines** : petites (fines), oblongues et marron foncé (Pousset, 2004), la durée de germinative de cette graine est de huit ans (Riaz, 1999) (Fig.9).



Figure 9. Les graines d'*O.basilicum* (Dreamstime, 2016)

- **Le système racinaire** : est du type pivotant (Arabici et Bayram, 2004).

II.3 Habitat et culture

Le basilic étant une plante des pays chauds méditerranéen, introduit dans toutes les régions tropicales et subtropicales (Bulgarie, Madagascar, Italie, Comores et Maroc ...etc.) et cultivé dans les pays tempérés (Schauenberge, 2006 ; Hubert, 2007 ; Bezanger *et al.*, 1990). Herbe de saison chaude, son multiplication se fait par semis au printemps, vers Mars-Avril. En climat tempéré, il faut le faire en serre ou dans des pots maintenus à une température de l'ordre de 20°C. La germination se produit au bout de 4 à 7 jours. Le repiquage en pleine terre peut se faire lorsque le sol est suffisamment réchauffé. Le basilic a besoin d'un pH de



Figure 6. La tige d'*Ocimum basilicum* (Oknene et Harbi, 2019)

- **Les feuilles** : sont opposées, denticulées dans la partie supérieure, ovales, cunées à la base, acuminées au sommet (Pousset, 2004). Elles sont petites ou larges et toujours très brillantes (vert pâle à vert foncé) (Fig.7).



Figure 7. Les feuilles d'*Ocimum basilicum* (Oknene et Harbi, 2019)

- **Les fleurs** : bilabées et petites, ont la lèvre supérieure découpée en quatre lobes, entourée d'une substance mucilagineuse qui se renfle dans l'eau comme celle de la graine de lin (Riaz, 1999). Elles sont de couleur crème, blanche, rose ou violacée selon la variété (Arabici et Bayram, 2004 ; Koudjéga, 2004) (Fig. 8).

II Présentation d'*Ocimum basilicum*

II.1 Nomenclature et classification systématique

Ocimum basilicum sont des plantes à croissance rapide (*Ocimum* est dérivé du grec *Okimon*, *okus* signifiant rapide) (Hubert, 2007). Le nom basilic vient du grec *Basilikon* qui signifie « plante royale » ; lui-même dérivé de bas-latin *Basilicum Royal* en référence à la grande estime portée à cette herbe (Kothari *et al.*, 2008).

- Nom botanique : *Ocimum basilicum*.
- Nom commun (français) : Basilic.
- Nom commun (Arabe) : ريحان (Rihan).
- Appellation locale : حبق (Hback).
- Autres noms : Herbe royal, Basilic romain, Grand basilic (Kothe, 2007).

Ocimum basilicum désigne un genre de Magnoliophyta de l'ordre des Lamiales et de famille des Lamiacées (Tableau. 2).

Tableau 2. Classification d'*Ocimum basilicum*.

Règne	Plantea
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Ocimum</i>
Espèce	<i>basilicum</i>

II.2 Description botanique

O. basilicum est une plante annuelle de la famille des Lamiacées (Labiacée, Labiées) (Hurtel, 2000), herbacée ligneuse, feuillée, très ramifiée et parfumée.

- **La tige** : quadrangulaire, pouvant atteindre jusqu'à 1m de hauteur (Fig.6).

En Algérie, *Lavandula stoechas* est largement distribuée à travers toute la périphérie nord du pays (Mahmoudi, 1982) (Fig.5).

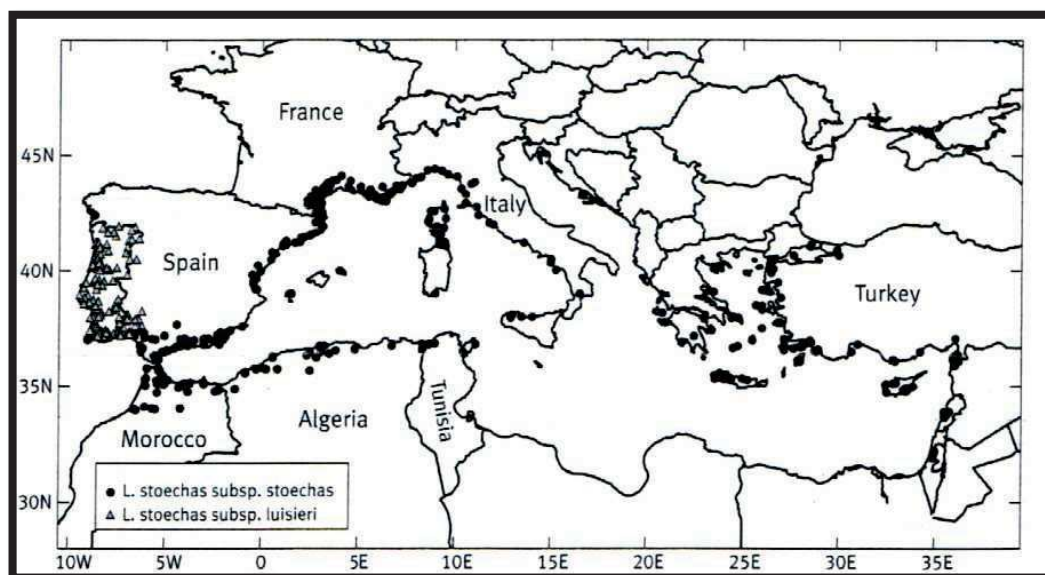


Figure 5. Distribution géographique de *L. stoechas* (France, 2013)

I.4 Utilisation médicinale

Lavandula Stoechas est une espèce végétale bien connue et utilisée à travers toute la région méditerranéenne pour ses vertus médicinales, Elle était utilisée par les médecins musulmans qui la considéraient comme céphalique (tonique), résolvente, désobstruant, et carminative. Ils la prescrivent pour lutter contre des infections pulmonaires et pour l'expulsion des humeurs bilieuses et flegmatiques sont également utilisée comme insectifuge (Heywood, 1996). La plante est également utilisée dans la médecine populaire comme antispasmodique dans les douleurs des coliques (Judd et *al.*, 2002). Expectorant, stimulant et pour les différentes maladies du système nerveux central, comme l'épilepsie et la migraine. Elle est appelée 'le balai du cerveau', (Heywood, 1996) Elle est d'ailleurs utilisée sous forme de fumigation pour soigner "le mal des sinus" (Hornok, 1992). Cette lavande a aussi des effets positifs sur les plaies, les infections urinaires, les maladies cardiaques et l'eczéma. Finalement, elle possède également des vertus analgésiques, sédatives, antiseptiques et antimicrobiennes.

Dans la médecine populaire algérienne, les parties aériennes, surtout les inflorescences, sont utilisées comme un agent antiseptique et stimulant (Hodek et *al.*, 2002).

calice est sessile, à treize nervures avec des lobes moyens modifiés en un appendice. La Corolle est de couleur violet foncée ou mauve (Fig.3). La floraison, plus précoce que chez les autres lavandes, se déroule d'avril à mai puis en automne (Giray et *al.*, 2008).



Figure 3. Fleurs de *Lavandula stoechas* (Oknene et Harbi, 2019)

- **Les fruits :** Comme toutes les Lamiacées, les fruits sont sans intérêt économique. Ils permettent cependant la production de graines (Fig.4). Les taxons de la section *Stoechas* s'hybrident facilement pour donner de nombreux taxons variant (Giray et *al.*, 2008).



Figure 4. Les fruits de *Lavandula stoechas* (Giray et *al.*, 2008).

I.3 Distribution géographique

Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l'Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie-Egypte. Actuellement, elle a été introduite et est cultivée en Bretagne, Nouvelle Zélande et en Australie (France, 2013).

I.2 Description botanique

Lavandula stoechas se présente sous la forme d'un arbrisseau ou d'un buisson (Fig.1) très aromatique et très ramifié pouvant atteindre un mètre de haut avec une lourde odeur semblable à celle du pin. Contrairement à beaucoup d'autres lavandes, celle-ci préfère les sols siliceux et les terrains acides. Elle supporte l'ombre et tolère le froid jusqu'à -5°C (Giray et *al.*, 2008).



Figure 1. Arbuste de *Lavandula stoechas* (Oknene et Harbi, 2019)

- **Les feuilles :** opposées de 2-4 cm de long sont sessiles, tomenteuses, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords et sont souvent grises (Giray et *al.*, 2008).(Fig.2).



Figure 2. Feuilles de *Lavandula stoechas* (Oknene et Harbi, 2019)

- **Les inflorescences :** de coupe carrée sont sessiles, compactes et surmontées d'une couronne de bractées florales violettes, élargies, stériles, obovale ou spatulées de 1 à 2 cm de longueur. Les bractées fertiles sont largement ovales à obovale et trilobées, brièvement acuminées, membraneuses, veinées et plus courtes que le calice. Le

Chapitre I : Présentation des plantes

La famille des Lamiacées connue également sous le nom des Labiées, comporte environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites ; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le romarin. Les Lamiacées sont des herbacées, parfois sous-arbrisseaux ou ligneuses (Botineau, 2010). Une grande partie de ces plantes sont aromatiques riches en huile essentielle d'où leur intérêt économique et médicinal. Un très grand nombre des genres de la famille des Lamiaceae sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes et iridiodes, glycosylés et composés phénoliques (Lee et *al.*, 2005).

I Présentation de *Lavandula stoechas*

I.1 Nomenclature et classification systématique

Lavandula stoechas est connue dans le monde sous les noms suivant :

- En français : La lavande.
- En arabe : Halhal, moqif rwah, astuhudus, meharga.
- En anglais : Lavande espagnole (en Amérique).

D'après Quezel et Santa (1963), la systématique de *Lavandula stoechas* est la suivante :

Tableau 1. Classification de *L.stoechas*

Règne	Plantae
Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous-classe	Astéridées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>stoechas</i> (L.)

médicinales, la famille des Lamiacées représente une grande importance aussi bien pour son utilisation en industrie alimentaire et en cosmétique. Elle est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (Bakkali et *al.*, 2008). C'est dans ce contexte que nous choisissons d'investiguer les deux plantes de cette famille qui sont : *Ocimum basilicum* et *Lavandula Stoechas*.

Notre étude a pour l'objectif de valoriser ces plantes par :

- Analyse quantitative de leur fraction phytochimique (polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés) ;
- l'évaluation du pouvoir antioxydant de leurs divers extraits foliaires ;
- l'estimation de l'activité antimicrobienne de leurs huiles essentielles foliaires.

Introduction

Au travers des temps, l'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins de base tel que, nourriture, abris, vêtements et aussi pour ses besoins médicaux. Les plantes possèdent d'extraordinaires vertus thérapeutiques. Leurs utilisations pour le traitement de plusieurs maladies chez les êtres vivants et en particulier l'homme est très ancienne et a toujours été faite de façon empirique. Actuellement, l'organisation mondiale de la santé estime qu'environ 80% des habitants de la terre ont recours aux préparations traditionnelles à base de plantes en tant que soins de santé primaire (Svoboda et Svoboda, 2000).

Des recherches pharmacologiques sur les plantes se font actuellement à travers tous les laboratoires du monde pour élucider les propriétés thérapeutiques des différents métabolites et leurs rôles thérapeutiques et identifier et purifier les principes actifs responsables de ces activités biologiques. Parmi ces composés on trouve les polyphénols qui constituent une famille de molécules largement présente dans le règne végétal et qui sont en effet doués de multiples vertus thérapeutiques (Wang et *al.*, 2010).

La région méditerranéenne d'une manière générale, avec son climat doux et ensoleillé est particulièrement favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales (Anthoula, 2003). Ces plantes ont été traditionnellement employées pour l'assaisonnement et la prolongation de la durée de conservation des aliments (Wang et *al.*, 2010).

L'Algérie, riche par sa biodiversité et son climat, est une plate-forme géographique très importante et possède une richesse floristique considérable. On compte environ 3000 espèces de plantes médicinales dont 15% sont endémiques. Ce potentiel comporte des milliers d'espèces qui méritent d'être explorées pour leurs effets biologiques qui ont pour longtemps servi à une grande tranche de population comme moyen incontournable de médication (Anthoula, 2003).

Les plantes aromatiques sont prometteuses et constituent une grande source d'activités biologiques naturelles pour différents secteurs entre autres l'agroalimentaire, le médical ; l'environnemental, le cosmétique et le biologique (Anonyme1). La présence des antioxydants dans l'alimentation est devenue essentielle pour la qualité et la sécurité de l'aliment. Les effets négatifs des antioxydants synthétiques encouragent à leur substitution par des agents naturels (El kalamouni, 2010). Parmi les familles des plantes aromatiques et

mm : millimètre

MH : Mueller Hinton

min : minute

nm : nanomètre

Mo₈ O₂₃ : molybdène

Na₂CO₃ : carbonate de sodium

NaNO₂ : nitrite de sodium

NaOH : hydroxyde de sodium

O.basilicum : *Ocimum basilicum* L

PI% : pourcentage d'inhibition

R : radical libre.

RH : radical libre d'un acide gras insaturé.

ROOH : peroxyde lipidique.

R : le rendement

S : signification

UFC/g : unité fermante colonie par gramme.

UV : ultra-violet

W₈ O₂₃ : tungstène

Liste des abréviations

Alc₁₃ : chlorure d'aluminium

C° : degré Celsius

CI₅₀ : concentration inhibitrice 50.

CMI : concentration minimum d'inhibition

CPT : concentration de polyphénols totaux

CF : concentration de flavonoïde

CT : concentration de tanins

DMSO : Di-Méthyl-Sulf-Oxide

DPPH : 2,2 -diphényl -1- picrylhydrazyl

DO : densité optique

DZI : diamètre de zone d'inhibition

E : extrait

g : gramme

H : heure

H₃ PW₁₂ O₄₀ : acides phosphotungstique

H₃ PMO₁₂ O₄₀ : d'acide phosphomolybdique

Ha : hectare

Hcl : acide chlorhydrique

HE : huile essentielle

HEB : huile essentielle brute

Km : kilomètre

L.stoechas : *Lavandula stoechas*

M1 : la masse de l'huile essentielle

M2 : la masse de la plante

mg : milligramme

mg EAG/g MF : milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière fraîche

mg EAC/g MF : milligramme équivalent d'acide catéchine par gramme de matière fraîche

ml : millilitre

µl : microlitre

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification de <i>L.stoechas</i>	3
Tableau 2. Classification d' <i>Ocimum basilicum</i>	7
Tableau 3. Rendement d'extraction de <i>L.stoechas</i> et <i>O.basilicum</i>	42
Tableau 4. Rendement en HEs des feuilles de <i>L.stoechas</i> et <i>O.basilicum</i>	43
Tableau 5. Diamètres d'inhibition des souches bactériennes par l'extrait des HEs des feuilles <i>L.stoechas</i>	51
Tableau 6. Diamètres d'inhibition des souches bactériennes par l'HE d' <i>O.basilicum</i>	52
Tableau 7. Diamètres d'inhibition de levure <i>candida albicans</i> par HE d' <i>O.basilicum</i> et <i>L.stoechas</i>	52
Tableau 8. La masse d'extraits sec des deux plantes testées	70
Tableau 9. Dosage de polyphénols totaux d'extrait méthalonique de <i>L.stoechas</i>	70
Tableau 10. Dosage de flavonoïdes d'extrait méthalonique de <i>L.stoechas</i>	70
Tableau 11. Dosage de tanin d'extrait méthalonique de <i>L.stoechas</i>	70
Tableau 12. Dosage de polyphénols totaux d'extrait aqueux de <i>L.stoechas</i>	70
Tableau 13. Dosage de flavonoïdes d'extrait aqueux de <i>L.stoechas</i>	71
Tableau 14. Dosage de tanin d'extrait aqueux de <i>L.stoechas</i>	71
Tableau 15. Dosage de polyphénols totaux d'extrait méthalonique de <i>O.basilicum</i>	71
Tableau 16. Dosage de flavonoïdes d'extrait méthalonique de <i>O.basilicum</i>	71
Tableau 17. Dosage de tanin d'extrait méthalonique d' <i>O.basilicum</i>	72
Tableau 18. Dosage de polyphénols totaux d'extrait aqueux d' <i>O.basilicum</i>	72
Tableau 19. Dosage de flavonoides d'extrait aqueux d' <i>O.basilicum</i>	72
Tableau 20. Dosage de tanin d'extrait aqueux d' <i>O.basilicum</i>	72
Tableau 21. Absorbance de différente concentration d'extrait méthalonique avec DPPH de <i>L.stoechas</i>	73
Tableau 22. Absorbance de différente concentration d'extrait méthalonique avec DPPH de <i>O.basilicum</i>	73

Figure 29. Appareils utilisées (balance, broyeur et agitateur) (Oknene et Harbi, 2019) 75

Figure 30. Matériels utilisées pour l'activité antibactérienne (Oknene et Harbi, 2019)..... 75

Liste des figures

Figure 1. Arbuste de <i>Lavandula stoechas</i> (Oknene et Harbi, 2019).....	4
Figure 2. Feuilles de <i>Lavandula stoechas</i> (Oknene et Harbi, 2019).....	4
Figure 3. Fleurs de <i>Lavandula stoechas</i> (Oknene et Harbi, 2019).....	5
Figure 4. Les fruits de <i>Lavandula stoechas</i> (Giray et al., 2008).....	5
Figure 5. Distribution géographique de <i>L. stoechas</i> (France, 2013)	6
Figure 6. La tige d' <i>Ocimum basilicum</i> (Oknene et Harbi, 2019).....	8
Figure 7. Les feuilles d' <i>Ocimum basilicum</i> (Oknene et Harbi, 2019)	8
Figure 8. Les fleurs d' <i>Ocimum basilicum</i> (Anonyme 2).....	9
Figure 9. Les graines d' <i>O.basilicum</i> (Dreamstime, 2016).....	9
Figure 10. Situation géographique de la wilaya d'El Tarf (Saadali, 2007)	30
Figure 11. Les feuilles sèches des <i>Lavandula stoechas</i> et <i>Ocimum basilicum</i> (Oknene et Harbi, 2019).....	32
Figure 12. Macération et filtration (Oknene et Harbi, 2019).....	32
Figure 13. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour l'analyse des polyphénols	33
Figure 14. Courbe d'étalonnage de catéchine.....	34
Figure 15. La réaction des tanins en présence de la vanilline	35
Figure 16. Courbe d'étalonnage de catéchine.....	36
Figure 17. Réaction du radical DPPH avec un donneur d'hydrogène (antioxydant).	37
Figure 18. Hydrodistillateur type de clevenger (Oknene et Harbi, 2019)	39
Figure 19. L'ensemencement des suspensions bactériennes sur Muller Hinton	40
Figure 20. Schéma de protocole de dilution d'huile essentielle	41
Figure 21. Teneur en polyphénols des extraits de <i>L.stoechas</i> et <i>O.basilicum</i>	44
Figure 22. Teneur en flavonoides des extraits de feuilles de <i>L.stoechas</i> et <i>O.basilicum</i> ...	45
Figure 23. Teneur en tanins des extraits de <i>L.stoechas</i> et <i>O.basilicum</i>	46
Figure 24. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait méthaloniques de <i>L.stoechas</i>	48
Figure 25. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait méthaloniques d' <i>O.basilicum</i>	49
Figure 26. Photos illustrant l'activité antibactérienne de l'HE des feuilles de <i>L.stoechas</i> . 50	
Figure 27. Matériels utilisées pour le dosage phytochimique (Oknene et Harbi, 2019)	74
Figure 28. Dosage phytochimique de différentes concentrations (Oknene et Harbi, 2019)	74

V	Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	50
	Conclusion et perspectives	55
	Références bibliographique	56
	Les annexes.....	70

III.1	Extraction des phénols totaux à partir des feuilles.....	31
III.2	Analyse des composés phytochimiques.....	32
III.2.1	Dosage des polyphénols totaux	32
III.2.2	Dosage des flavonoïdes	34
III.2.3	Dosage des tanins condensés.....	35
III.3	Evaluation du pouvoir antioxydant.....	36
III.3.1	Piégeage du radical libre DPPH.	36
III.4	Evaluation de l'activité antimicrobienne	38
III.4.1	Matériel végétale	38
III.4.2	Les souches microbiennes	38
III.4.3	Les milieux de culture	38
III.4.4	Matériels de laboratoire.....	38
III.4.5	Extraction des huiles essentielles	38
III.4.5.1	Procède d'extraction.....	38
III.4.5.2	Calcul le rendement d'extraction	39
III.4.6	Evaluation de l'activité antibactérienne par diffusion sur milieu solide	39
III.4.6.1	Test préliminaire	39
III.4.6.2	Préparation des dilutions des extraits d'huile essentielle.....	40
III.4.6.3	Incubation et lecture.....	41
	Résultats et discussion	42
I	Rendement des différents extraits	42
II	Rendement en huiles essentielles	43
III	Analyse des extraits du <i>L.stoechas</i> et <i>O.basilicum</i>	43
III.1	Teneur en polyphénols totaux.....	43
III.2	Teneur en flavonoïdes totaux.....	44
III.3	Teneur en tanins.....	45
IV	Évaluation de l'activité antioxydante par piégeage du radical libre DPPH	47

IV.1.5.2	Chélation des ions métalliques.....	23
IV.1.5.3	Inhibition des enzymes.....	23
IV.1.6	Activité antimicrobienne des polyphénols	23
Chapitre III : Bactéries et levures.....		25
I	Généralités.....	25
II	Huile essentielle	25
II.1	Définition	25
II.2	Le mécanisme d'action des HE sur les cellules bactériennes	26
III	Les souches bactériennes	26
III.1	<i>Bacillus cereus</i>	26
III.2	<i>Staphylococcus aureus</i>	27
III.3	<i>Escherichia coli</i> produisant le BLSE	27
III.4	<i>Klebsiella pneumoniae</i> carbapenemase	28
III.5	<i>Serratia</i>	28
III.6	<i>Salmonella</i>	28
III.7	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	29
III.8	<i>Acinetobacter</i>	29
III.9	<i>Candida albicans</i>	29
PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE		
Matériel et méthodes		30
I	Présentation de la région d'étude	30
I.1	Situation géographique de la wilaya d'El Tarf	30
II	Matériels utilisés.....	30
II.1	Matériel végétal	30
II.2	Réactifs et produits chimiques	31
II.3	Matériels de laboratoire	31
III	Méthodes.....	31

III	Antioxydants	14
III.1	Définition	14
III.2	Classification des antioxydants	14
III.2.1	Antioxydants naturels	14
III.2.2	Antioxydants synthétiques.....	15
III.2.3	Antioxydants synergiques.....	15
III.2.4	Antioxydants primaires.....	15
III.2.5	Antioxydants secondaires ou préventifs	16
III.2.6	Antioxydants enzymatiques.....	16
III.2.7	Antioxydants non enzymatiques.....	16
IV	Métabolites secondaires	17
IV.1	Composées phénoliques.....	17
IV.1.1	Biosynthèse des polyphénols	17
IV.1.1.1	Voie de l'acide shikimique	18
IV.1.1.2	Voie de l'acétate / malonate	18
IV.1.2	Classification des composés phénoliques.....	18
IV.1.2.1	Acides phénoliques	18
IV.1.2.1.1	Acides hydroxybenzoïques C6-C1	19
IV.1.2.1.2	Acides hydroxycinnamique C6-C3	19
IV.1.2.2	Flavonoïdes	19
IV.1.2.3	Tanins	20
IV.1.2.3.1	Tanins hydrolysables.....	20
IV.1.2.3.2	Tanins condensés	20
IV.1.3	Localisation et intérêt des polyphénols dans les plantes	20
IV.1.4	Rôle de polyphénols dans la nutrition	21
IV.1.5	Activité antioxydante des polyphénols.....	22
IV.1.5.1	Piégeage des radicaux libres	22

Sommaire

Résumé	i
Abstract.....	ii
ملخص	iii
Liste des figures.....	ix
Liste des tableaux	xi
Liste des abréviations	xii
Introduction	1

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Présentation des plantes.....	3
I Présentation de <i>Lavandula stoechas</i>	3
I.1 Nomenclature et classification systématique	3
I.2 Description botanique	4
I.3 Distribution géographique	5
I.4 Utilisation médicinale	6
II Présentation d' <i>Ocimum basilicum</i>	7
II.1 Nomenclature et classification systématique	7
II.2 Description botanique	7
II.3 Habitat et culture.....	9
II.4 Utilisation de basilic	10
III Phytothérapie.....	10
Chapitre II : Stress oxydatif et métabolites secondaires.....	12
I Radical libre	12
I.1 Rôle biologique.....	12
II Stress oxydant	12
II.1 Origine de stress oxydatif	13
II.2 Conséquences du stress oxydant.....	13

ملخص

في هذا البحث قمنا بدراسة نبتة الحبق *Ocimum basilicum* و الخزامة *Lavandula stoechas* اللتان حصدناهما من ولاية الطارف واللتان تنتميان إلى العائلة الشفوية Lamiaceae ، بهدف فحصها كيميائيا و دراسة نشاطاتها البيولوجية (المضاد للأكسدة، المضاد للبكتيريا).

وكشف التحليل الكيميائي النباتي وجود وفرة من مجموع البوليفينول والفلافونويد. ومع ذلك التانينات ، موجودة بكميات صغيرة في كل من النباتات التي شملتها الدراسة. المحتوى الكلي للفينول في المستخلص المائي *L stoechas* (7.18 ملغم EAG / g MF) أعلى من ذلك الموجود في المستخلص الميثانولي (1.71 ملغم EAG / g MF) ، في حين أن بالنسبة ل *O basilicum* المستخلص المائي (1.80 ملغم EAG / جم MF) أعلى قليلاً من المستخلص الميثانولي (0.7 ملغم EAG / جم MF). تكون كميات مركبات الفلافونويد الموجودة في المستخلصات المائية أقل من تلك الموجودة في المستخلصات الميثانولية وهي على التوالي في حدود (0.8 و 1.68 ملغم / غ من MF) بالنسبة لـ *L Stoechas* و (0.95 و 1,06 ملغم EC / غ من MF) *O basilicum*. تكون محتويات التانين في كلا النباتين أعلى في المستخلصات المائية من المستخلصات الميثانولية وهي على التوالي (0.23 و 0.11 ملغم EC / جم MF) لـ *L stoechas* و (0.03 و 0.015 ملغم EC / جم MF) *O basilicum*

قمنا في هذا العمل بدراسة الخاصية المضادة للأكسدة لهذه المستخلصات باستخدام إختبار DPPH وقد أبدت النتائج أن المستخلص الميثانولي يملك فعالية كبيرة جدا ومهمة لكلى النباتين.

تم اختبار النشاط المضاد للميكروبات من الزيوت الأساسية من أوراق هذين النباتين ضد 12 من البكتيريا المسببة للأمراض والخميرة باستخدام طريقة الانتشار. اظهرت النتائج ان مستخلص نبات الخزامة مضاد للميكروبات حيث له تأثير كابح بشكل خاص على نمو *Staphylococcus aureus ATCC25923* لكن نبات الحبق له تأثير قوي على نمو بكتيريا التالية :

staphylococcus aureus résistant à méthicilline, *Klebsiella pneumoniae* carbpenemase négative et levure *candida albicans*

الكلمات المفتاحية:

Ocimum basilicum, Lavandula stoechas , مركبات البوليفينولية، مضادة للاكسدة ، للمكروبات

Abstract

Our work focused on two important plant species (*Ocimum basilicum* and *Lavandula stoechas*) belonging to the Lamiaceae family and harvested in the in a region (El-Tarf) located in the north-east of Algeria. The objective of this study is to characterize secondary metabolites and biological activities (antioxidant, antibacterial).

Phytochemical analysis revealed the abundant presence of total polyphenols and flavonoids however, tannins are present in small quantities in the two plants studied.. Total phenols content of *L. stoechas* aqueous extract (7.18mg EAG/g MF) was more than the methalonic extract (0.8 mg EAG /g MF) while for *O. basilicum* the difference between aqueous extract (1.80mg EAG/g MF) and methalonic extract (0.7 mg EAG /g MF) is almost insignificant. The flavonoid levels in the aqueous extracts are lower than in methalonic extracts and they are respectively of the order of(0.8 and 1.68 mg EC/g MF) for *L.stoechas* and (0.95 and 1.06 mg EC g MF) for *O.basilicum*. Tannin contents for the two plants are more in the aqueous extracts than methalonic extracts and they are respectively (0.23 and 0.11mg EC/g PF)for *L.stoechas* and (0.03 and 0.015 mg EC /g PF) for *O. basilicum*.

The antioxidant activity studied by the DPPH test confirmed that the interesting antioxidant activities were attributed to the both plant species methalonic extracts.

Antimicrobial activity of essential oils of the two plant leaves was tested against 12 pathogenic bacteria and one yeast (*Candida albicans*) using the diffusion method. The results showed that *L stoechas* essential oils strongly inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC25923 bacteria while those of *O basilicum* are rather active against *Methicilline-resistant Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae carbeneemase negative* and *Candida albicans* yeast.

Keywords

Ocimum basilicum, *Lavandula stoechas*, phenolic compounds, antioxidant activity, antimicrobial activity

Résumé

Nos travaux ont porté sur deux espèces végétales importantes (*Ocimum basilicum* et *Lavandula stoechas*) appartenant à la famille des Lamiacées et récoltées dans une région (El-Tarf) située au nord-est de l'Algérie. L'objectif de cette étude est de caractériser les métabolites secondaires et les activités biologiques (antioxydant, antibactérien).

Une analyse phytochimique a révélé une présence abondante des polyphénols totaux et des flavonoïdes. Cependant, les tanins sont présents en petites quantités dans les deux plantes étudiées. La teneur en phénols totaux dans l'extrait aqueux de *L. stoechas* (7,18 mg EAG /g MF) est supérieure à celle dans l'extrait méthalonique (0,8mg EAG / g MF), tandis que pour *O. basilicum* l'extrait aqueux (1,80mg EAG /g MF) est légèrement supérieure à celle dans l'extrait méthalonique (0,7 mg EAG /g MF). Les quantités en flavonoïdes dans les extraits aqueux sont inférieures à celles dans les extraits méthaloniques et elles sont respectivement de l'ordre de (0,8 et 1,68mg CE/g MF) pour *L. stoechas* et de (0,95 et 1,06 mg CE/g MF) pour *O. basilicum*. Les teneurs en tanins dans les deux plantes sont plus élevées dans les extraits aqueux que dans les extraits méthaloniques et sont respectivement de (0,23 et 0,11mg EC/g de PF) pour *L. stoechas* et de (0,03 et 0,015mg EC/g de PF) pour *O. basilicum*.

L'activité antioxydante étudiée par le test DPPH a révélé que les activités antioxydantes intéressantes étaient attribuées aux extraits méthaloniques des deux espèces végétales.

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles issues des feuilles de ces deux plantes, a été testée contre 12 bactéries pathogènes et une levure (*Candida albicans*) en utilisant la méthode de diffusion. Les résultats ont montré que les huiles essentielles de *L. stoechas* inhibent fortement la croissance de la bactérie *Staphylococcus aureus* ATCC25923 alors que celles de *O. basilicum* sont plutôt actives contre les bactéries *Staphylococcus aureus* résistantes à la méthicilline, *Klebsiella pneumoniae* carbeneemase negative et la levure *Candida albicans*.

Mots clés

Ocimum basilicum, *Lavandula stoechas*, composés phénoliques, activité antioxydante, antimicrobien

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout « ALLAH » notre Dieu le tout puissant, qui nous a créés, instruit et grandi.

Nos infinies gratitude et nos remerciements vont à l'endroit de Dr. Medjeldi qui nous a fait l'honneur d'encadrer ce travail et lequel elle n'aménagé aucun effort malgré ses nombreuses responsabilités.

Nous exprime nos sincères remerciements et notre profonde à les membres de jury de cette soutenance Dr. Bouhrara et Dr. Beldi.

Nos remerciements et nos profondes considérations vont à l'endroit de Badi Yahiaouia qui a accepté de donner des critiques sur ce mémoire et de nous éclairer avec leurs commentaires.

Au responsable du laboratoire d'Annaba Dr. Djahoudi qui nous a acceptées de nous accueillir, et de nous faciliter notre intégration dans le milieu de la pratique, nous exprime nos gratitude.

Enfin, nos remerciements vont vers toutes les personnes qui, de près ou de loin nous ont apportés leur soutien, leur conseil et leur contribution dans l'édification de ce mémoire.

A ceux que on aime du fond de notre cœur, à qui on dois la vie et qui n'ont cessé, à aucun moment, de nous soutenir et de nous encourager par leurs prières et leurs sacrifices :

Nos chers parents ; A notre grand-mère et nos tantes, pour leur amour et leur soutien ; A nos cousins et cousines ; A nos frères et sœurs que Dieu nous a données sur le chemin de l'aventure, tous les étudiants du Master 2 Toxicologie.