

-INTRODUCTION.

L'utilisation des plantes dans des fins thérapeutiques est une pratique courante depuis des millénaires, les agents antimicrobiens d'origine végétale ont leur place dans l'arsenal de médicaments dont, plus de **25 %** des médicaments prescrits dérivent des plantes soit un total de **120** composés d'origine naturelle produits à partir de **90** plantes différentes. Près de **6377** espèces de plantes sont utilisées en Afrique parmi lesquelles plus de **400** sont de types médicinaux qui contribuent à **90%** du traitement médicaux.

En **2002**, L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a estimé que plus de **80 %** des populations dans le monde entier, surtout aux pays en voie de développement, ont fait recours, exclusif, aux plantes pour se soigner, en raison de la disponibilité des ressources végétales utilisées et au coût, souvent, abordable. [Amegninou A. et al., 2013], [Attou A., 2011], [Basli A. et al., 2012], [Bouterfas K. et al., 2014], [Damintoti K. et al., 2005], [Loubaki B.C. et al., 1999].

Presque toutes les cultures et les civilisations, de l'Antiquité à nos jours, ont dépendu, entièrement ou partiellement, de la phytothérapie en raison de son efficacité, son accessibilité, sa disponibilité, sa faible toxicité et son acceptabilité. [Rezaei-Golestani M. et al., 2015], [Khoudali S. et al., 2014].

Selon la revue « *l'Economiste* », le marché mondial des plantes aromatiques et médicinales est estimé à environ **64** milliards de dollar avec plus de **35 000** plantes qui sont exploitées dans le monde pour des fins cosmétiques, chimiques, pharmaceutiques, thérapeutiques, herboristeries et agro-alimentaires, aromatiques et/ou culinaires. [Blasco C., 2012], [Hmamouchi M., 1997].

En raison de la consommation inappropriée et l'utilisation abusive d'antibiotiques qui conduisent à l'émergence de microorganismes multi-résistants, par l'addition, au coût sans cesse élevé de la production des médicaments, un regain d'intérêt pour la pharmacopée est ainsi noté afin de rechercher de nouvelles molécules efficaces possédant des propriétés antimicrobiennes, et à large spectre d'action. L'une des stratégies la plus recommandée, et une piste intéressante, consiste à explorer des plantes utilisées en médecine traditionnelle. [Traoré Y. et al., 2012], [Chebaibi A., 2011].

Près de **100.000** métabolites secondaires sont connus, dont les plus étudiés, sont les polyphénols, on pense que la plupart d'entre eux sont impliqués dans le système de défense des plantes contre les herbivores, les microbes, les plantes concurrentes ou même dans l'adaptation et la pollinisation. [Kartal N. et al., 2007].

Plusieurs de ces molécules ont été identifiés, telles que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les terpénoïdes, les caroténoïdes, les stérols, les saponines, les coumarines, les composés acétyléniques ainsi que des lactones sesquiterpéniques faisant, tous, partie des « polyphénols ». [El Kalamouni C., 2010], [Ghedab N., 2014].

Aujourd'hui, ces produits sont pris une place dans les aliments, les cosmétiques, les parfums, l'industrie de détergents ainsi que dans l'industrie pharmaceutique du fait de leurs propriétés antibactériennes, antifongiques, antioxydantes, anti-cancérigènes, désinfectantes du système respiratoire, antivenimeuses, cicatrisantes,... [Benzeggouta N., 2005], [Berdowska I. et al., 2013], [Rezaei-Golestani M.R. et al., 2015].

Il existe un besoin continu de développer de nouveaux agents antimicrobiens pour réduire au minimum le risque d'une nouvelle résistance aux antimicrobiens.

Dans ce contexte, un dépistage systématique de métabolites secondaires d'herbes et de plantes médicinales peut entraîner la découverte et la sélection de nouveaux constituants antimicrobiens, de plus en plus, efficaces. [Hussain A. I. et al., 2011], [Tohidpour A. et al., 2010].

Cependant, avec l'argent et la médiatisation, une phytothérapie plus commerciale est apparue, soutenue par la créativité marketing, les argumentations pseudo-scientifiques. [Buraeu L., 2008].

C'est pour cela, la phytothérapie a besoin d'une reconversion plus scientifique, d'une modernisation plus radicale et moins commerciale [Buraeu L., 2008].

Dans cette optique, le présent travail va mettre en évidence, *in vitro*, le profil polyphénolique et les propriétés antibactériennes, vis-à-vis des souches bactériennes testées, des polyphénols contenus dans les extraits aqueux récupérés, après décoction et infusion, de trois plantes médicinales *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis*, couramment utilisées dans la pharmacopée traditionnelle pour certaines affections d'origine microbienne, ces plantes ont été, alors, soumis à des tests qui ont ensuite évalués puis comparés.

Afin d'identifier davantage de telles substances et rationaliser leurs utilisation, nous nous sommes intéressés, avant, d'étudier l'effet antibactérien des extraits de ces plantes.

Notre principale objectif sera donc d'identifier parmi ces plantes étudiées celles qui possèdent une richesse en matière de polyphénols et celles douées d'effets antibactériens. La sensibilité des germes testés est un indice biologique permet aux industriels d'extraire, d'isoler, de purifier et de caractériser les principes actifs, mais aussi, leurs exploitation en produisant des remèdes à base de telles plantes.

CHAPITRE I : PROPRIETES BIOLOGIQUES DES PLANTES AROMATIQUES UTILISEES.

1-Qu'est ce qu'une plante médicinale.

D'après la *Xème édition* de la *Pharmacopée française*, les plantes médicinales "sont des drogues végétales au sens de la pharmacopée européenne, dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

Selon « *Le petit Larousse des plantes qui guérissent* », une plante médicinale : « est une plante dont, un des organes, par exemple la feuille ou l'écorce, possède des vertus curatives lorsqu'il est utilisé à un certain dosage et d'une manière précise ». On peut distinguer deux types de plantes médicinales :

**Allopathique* : dans laquelle, les plantes ont une action importante et immédiate. Beaucoup des plantes utilisées dans ce mode de traitement peuvent s'avérer toxiques.

**Homéopathique* : plantes dépourvues d'effet iatrogène mais ayant une activité faible, elles sont employées en l'état ou dans des fractions réalisant le totem de la plante, soit la totalité des constituants [Chabrier J.Y., 2010], [Debuigne G., Couplan F., 2013].

Les plantes médicinales et aromatiques demeurent une source unique et inépuisable de substances utiles biologiquement actives et possèdent des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent une application dans divers domaines. Elles peuvent agir comme agents stabilisateurs des aliments et des boissons, fabrication des teintures, des colorants, des produits de protection des cultures, des produits de santé, des nutraceutiques et des suppléments alimentaires [Brahmi N. et al., 2015], [Ghomari F.N. et al., 2014], [Razzaghi-Abyaneh M. et al., 2009], [Viuda-Martos M. et al., 2011]. Elles sont, de se fait, bien connues aussi pour avoir une activité antibactérienne contre différents agents pathogènes grâce aux leurs terpénoïdes, saponines, flavonoïdes..., il est donc nécessaire de développer des méthodes alternatives, naturelles et sûres, afin de lutter contre les infections [Fratini F. et al., 2014], [Vegara S. et al., 2011].

À nos jours, les huiles essentielles et leurs constituants prennent un intérêt crucial à cause de leur état relativement sûr, leur large acceptation par les consommateurs et leurs usages fonctionnels et technologiques potentiels. À cet égard, plusieurs auteurs ont démontré les propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, antivirales, anti-inflammatoires anti-ulcéreuses, anti-cancérigènes des huiles essentielles des plantes aromatiques [Giarratana F. et al., 2014].

2-Les transformations à l'officine.

La plante peuvent être utilisée fraîche ou séchée en vue d'une transformation ultérieure, comme l'extraction de ses principes actifs à l'aide d'un solvant. Le terme "*tisane*" est en fait une appellation générique qui regroupe plusieurs formes liquides issues de préparations différentes, dans laquelle le solvant approprié est l'eau et la partie de plante est sèche, un liquide extractif se forme, la « *colature* ».

Ainsi, suivant le mode d'extraction utilisé, on peut distinguer l'infusion, la décoction, la macération,... Les huiles essentielles sont solubles dans l'eau d'une infusion lorsque la température est celle de l'eau bouillante. Lors d'une décoction elles disparaissent par évaporation lente. Pendant le refroidissement de l'infusé, elles précipitent en surface. De tous les composés, les polyphénols sont parmi les plus retrouvés dans les infusés. [Chabrier J.Y., 2010], [González M.J., Marioli M.J., 2010]

2-1-Infusion ou tisane

Les plantes sont plongées dans de l'eau bouillante, le mélange est laissé infuser pendant **10 à 15 min**. Pour ce type de préparation, on n'utilise que des plantes fragiles ou des fleurs [Goulley F., 2012].

Les rôles actifs des infusions de plantes sur la prévention des maladies, le contrôle ou la réduction ont été attribués, ou au moins en partie, à des fonctions antioxydantes des constituants liposolubles, par exemple, les vitamines A et E; les composants solubles dans l'eau, par exemple vitamine C; et plusieurs molécules amphipathiques, généralement appelés les composés phénoliques [Gião M. S. et al., 2013].

2-2-Décoction :

C'est l'inverse de la tisane, la décoction consiste à maintenir une drogue dans de l'eau froide, puis le mélange est porté à ébullition pendant une durée de 15 à 30 minutes, l'extract est filtré après un bref repos, on obtient alors un decocté.

Ce procédé permet de casser les membranes lignifiées (durcies) ou riches en silice, les écorces, les tiges des plantes utilisées pour la décoction [Chabrier J. Y., 2010], [Goulley F., 2012].

La Pharmacopée européenne propose des spécifications concernant la qualité microbiologique de ces préparations pharmaceutiques. La quantité de germes présents décroît au cours de la préparation d'une infusion. Par exemple une infusion de cinq minutes à l'eau bouillante élimine les streptocoques et les entérobactéries [Chabrier J. Y., 2010].

II-*Thymus vulgaris* L. (Thym)

1-Généralités

Le Thym ou « *Thymus vulgaris* Linné », a été utilisé historiquement à des fins cosmétiques, culinaires et médicinales. **Dioscoride** (2^{ème} moitié du premier siècle) et **Hippocrate** (460 à 370 av. J.-C.) le mentionnent déjà dans leurs écrits. Les spécialistes des cultures Egyptienne et Sumérienne s'en servaient pour embaumer les morts mais aussi à des fins médicinales; pour les Grecs, le Thym a servi un encens dans leurs temples ; à leur tour, les Romains ont brûlé le thym pour dissuader les animaux dangereux, ils aussi utilisé le thym en cuisine comme une source de miel, saveur au fromage et aux boissons alcoolisées.

Sur la base de son utilisation comme encens, le nom commun de thym peut être dérivé des mots grecs qui signifient «*Fumigation*» car était considéré comme l'«*Ennemi du poison*» et l'on s'en servait pour la fumigation des chambres de malades, ou du «*Thymon*», signifiant «*Courage*» et «*Force* » car ils ont pris des bains au thym pour se fortifier ou peut être du mot grec « *Thyo* » de « *Parfum* ».

Au Moyen-âge, les femmes ont parfois brodé les cadeaux pour les chevaliers d'un brin de thym. Dans les temps modernes, l'huile de thym est couramment utilisée dans la fabrication du savon, des cosmétiques, des rinces-à-bouche et du dentifrice [Basch E. et al., 2004], [Balladin D.A., Headley O., 1999], [Speck B. et al., 2008], [Morales R., 2002], [Goetz P., Ghedira K., 2012].

Thymus vulgaris (Thym) est une petite herbe botanique thérapeutique permanente indigène du bassin méditerranéen jusqu'au sud de l'Italie, et en Asie.

Elle appartient à la famille des Lamiacées, qui est l'une des plus grandes familles et de plantes fleuries, pratiquement, avec autour de gamme de 220 genres et 4000 espèces dans le monde [Colpaert P., 2006], [Javed H. et al., 2013], [Nikolić M. et al., 2014].

Cette plante colonise de nombreux milieux sans posséder d'adaptation spécifique à la dissémination, elle forme un type spécial de végétation touffue d'une hauteur qui n'atteigne pas le 50 cm, bien adapté aux conditions climatiques de l'été chaud et sec [Morales R., 2002], [Colpaert P., 2006], [Belhassen E. et al., 1987].

Du fait de sa position géographique et de sa diversité bioclimatique, l'Algérie est connue par sa richesse en plantes aromatiques médicinales, c'est pour cela le genre *Thymus* comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides [Ghomari F.N. et al., 2014], [Nadjib-Boukhatem M. et al., 2014].

Beaucoup de propriétés ethnomédicales sont attribuées aux infusions et aux décoctions des espèces *Thymus*, en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé. Ces espèces sont très riches en huiles essentielles et sont utilisées comme épices, conservateurs alimentaires et comme ingrédient aromatique.

Par addition à son large emploi en médecine populaire pour leurs propriétés antiseptiques, antidiarrhéiques, antioxydantes et antimicrobiennes. Elle permet aussi de traiter la toux, maladies infectieuses, les troubles broncho-pulmonaires et gastro-entériques ; ainsi que grâce à son aptitude vermifuge, carminative, sédative et diaphorétique [Ghomari F.N. et al., 2014], [Nikolić M. et al., 2014], [Berdowska I. et al., 2013], [Gumus T., 2010], [Seung-Joo L. et al., 2005], [Giarratana F. et al., 2014].

Aujourd'hui cette plante est cultivée principalement pour l'industrie alimentaire (bonbons, tisanes). Elle est communément vendue fraîche, moulue, séchée, ou sous forme d'une huile phénolique « huile de thym », qui a été classée parmi les 10 meilleures huiles essentielles [Vouillamoz J.F. et al., 2011], [Naghdi-Badi H. et al., 2004], [Goodner K.L. et al., 2006], [Hudaib M. et al., 2002].

2-Description et Propriétés botaniques

T. vulgaris est un sous arbrisseau vivace, très aromatique, de **10 à 30** cm de hauteur. Elle possède des petites feuilles persistantes, velues, vertes foncées, lancéolées et enroulées sur les bords.

Les tiges sont ligneuses, tortueuses et les rameaux sont ascendants.

Les fleurs sont mauves-roses blanchâtres groupées en inflorescence dense dont elles poussent dans une seule direction, tandis que le fruit est un tetrakène qui renferme à maturité quatre graines minuscules brun clair au brun foncé.

Cette espèce gynodioïque, avec des individus hermaphrodites et femelles, présente un polymorphisme chimique, au moins huit chémotypes ont été ainsi identifiés, le géraniol, le linalol, le γ -terpinéol, le carvacrol, le thymol, le trans-thujan-4-ol / terpinène-4-ol, le cis-8-myrcénal et le cinéole [Goetz P., Ghedira K., 2012], [Bock B., 2008], [Belhassen E. et al., 1987], [Zybak O., 2011], [Rota M.C. et al., 2008], [Duval L. et al., 2012], [Salabert J., 2009], [Nezhadali A. et al., 2014], [Khosravi R., Sendi J.J., 2013].



Figure 01. Photos réelles et schématisation de *T. vulgaris* fleurie [Colpaert P., 2006], [Javed H. et al., 2013], [Bock B., 2008].

La plupart des espèces de *Thymus* fleurissent au printemps, cependant *T. vulgaris* sp. de la région méditerranéenne, fleurit en automne. Elle représente une bonne espèce pour les jardins de rocaille, car elle se propage facilement [Tamura H., 1993], [Gouyon P.H., Verne T., 1980], [Morales R., 2002].

3-Classification de la plante

La situation taxonomique de l'espèce *Thymus vulgaris* L. se présente comme suit :

Règne *Plantae*.

Sous-règne *Tracheobionta*.

Embranchement *Magnoliophyta*.

Sous-embranchement *Magnoliophytina*.

Classe *Magnoliopsida*.

Sous-classe *Asteridae*.

Ordre *Lamiales*.

Famille *Lamiaceae*.

Genre *Thymus*.

Espèce *Thymus vulgaris* L.

[Goetz P., Ghedira K., 2012].

4-Ecologie et répartition géographique

L'espèce *Thymus vulgaris* L., est originaire de la région méditerranéenne occidentale, cette plante aromatique et médicinale dont l'importance économique ne cesse de croître, est maintenant largement cultivée en Amérique du Nord, en Europe, en Afrique du Nord et en Asie et dans d'autres régions de la zone tempérée [Kohiyama C.Y. et al., 2015], [Javed H. et al., 2013].

Le Thym est très résistant, ce qui leur permet de vivre dans des conditions climatiques extrêmes concernant la température et l'approvisionnement en eau, elle pousse bien sur des sols légers et calcaires, mais il prospère tout aussi sur sols fertiles argileux mais non détrempes.

Il nécessite des endroits bien ensoleillés et supporte relativement la sécheresse. C'est d'ailleurs sur sols pauvres (rocaïlle de garrigue) que se développe le mieux son arôme [Goetz P., Ghedira K., 2012], [Morales R., 2002].

5-Noms Vernaculaires

À cause de sa large distribution au monde entier, le thym a adopté de multiples dénominations :

Français : Thym ordinaire, Thym commun, Thym cultivé, Thym vulgaire, Thym des jardins, Farigoule, Barigoule, Pote [Colpaert P., 2006],[Bock B., 2008].

Anglais : Common thyme, Garden thyme, Culinary thyme, French thyme, Winter thyme.

Arabe : Saatar, صعتر Zaatar, زعتر

[Goetz P., Ghedira K., 2012], [Al-Bayati F.A., 2008].

6-Propriétés et données phytochimiques

Divers travaux de recherche ont montré que la composition chimique et les impacts biologiques de Thym sont très fluctuants. En effet, elles dépendent d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (sources géographiques, saisons de récolte, génotype, maturité, conditions édaphiques et climatiques) ou technologiques (mode de culture ou d'extraction, séchage et la partie exploitée de la plante). Du lieu où poussent cette dépendra la composition biochimique de leur essence et déterminera donc le chémotype, la spécificité de l'huile et les propriétés thérapeutiques [Nadjib-Boukhatem M. et al., 2014], [Oussalah M. et al., 2006], [Sárosi S.Z. et al., 2013].

Plus de **60** composés ont été identifiés dans *T. vulgaris* y compris le carvacrol, le citral, l'eugénol, le 1-8 cinéole, le limonène, le pinène, le linalol, le *p*-cymène, le myrténolet le thymol, ...

Ce dernier est **25** fois plus actif que le phénol et possède l'avantage de n'être pas toxique [Goodner K.L. et al., 2006], [Colpaert P., 2006], [Oussalah M. et al., 2006], [Basch E. et al., 2004].

6-1-Thymol: (2-isopropyl-5-méthylphénol)

Est un phénol monoterpénoïde, il constitue le composé majoritaire de *T. vulgaris* (20-55%), se caractérise par son odeur aromatique et sa forte activité antiseptique, antioxydante, antimicrobienne et anti-inflammatoire et analgésiques.

[Javed H. et al., 2013], [Balladin D.A., Headley O. 1999],

[Wei Z. et al., 2014], [Garcia-Risco M.R. et al., 2011],

[Azad I.S. et al., 2014].

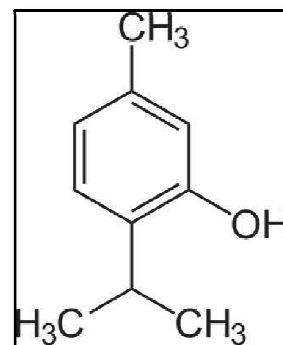


Figure 02. Thymol [Mayer F., 2012].

6-2-Carvacrol : (5-isopropyl-2-méthylphénol)

Est le phénol monoterpénoïde isomérique de Thymol, lui aussi, pourvu de nombreux effets biologiques : antithrombotique, anti-inflammatoire et antimicrobien [Javed H. et al., 2013], [Balladin D.A., Headley O., 1999].

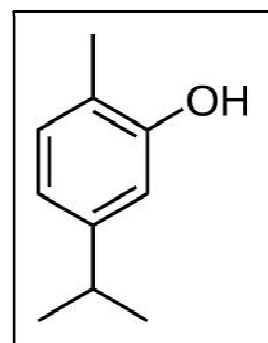


Figure 03. Carvacrol [Mayer F., 2012].

6-3-Eugénol: (2-méthoxy-4-(2-propenyl) phénol)

Se trouve chez une variété de plantes médicinales, a été utilisé depuis des décennies en médecine dentaire en raison de ses propriétés analgésiques. Il possède aussi une activité anticonvulsive, hypothermique, neuroprotectrice et antianaphylactique, en plus son amélioration de la perméabilité cutanée des médicaments hydrophiles.

[Javed H. et al., 2013], [Oliveira A.P. et al., 2010].

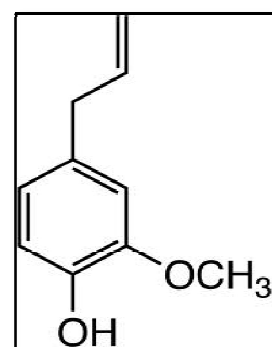


Figure 04. Eugénol [Mayer F., 2012].

6-4-Apigénine: (4', 5, 7,-trihydroxyflavone)

Est un flavonoïde dont des recherches scientifiques ont confirmés qu'il présente une action antimutagène, anticancérigène, antivirale et antioxydante à cause de sa faible toxicité intrinsèque. [Javed H. et al., 2013].

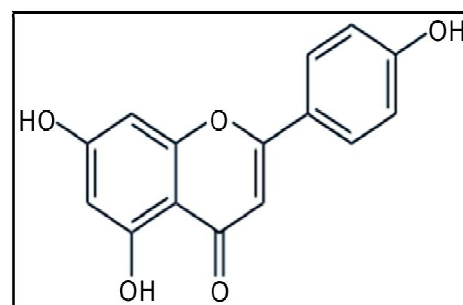


Figure 05. Apigénine [Liu J. et al., 2014].

7-Effets pharmacologiques et Usages

Les plantes produisent cette grande diversité de métabolites secondaires biologiquement actifs dont la fonction principale est la protection des plantes elles même contre les prédateurs et les microorganismes pathogènes en raison de leurs propriétés biocides.

Certains métabolites sont également impliqués dans les mécanismes de défense contre le stress abiotique. [Sajfrtova M., et al., 2013], [Oraby M.M., El-Borollosy A.M., 2013].

Le Thym est devenu l'une des plantes médicinales les plus importantes qui sont utilisées à des fins alimentaires comme épice pour ses qualités gustatives, elle est exploitée pour parfumer les viandes, les saucisses, les salades et les soupes.

En plus, elle s'est servie en tant que facteur de croissance naturel dans l'alimentation des volailles et des bétails. Selon des estimations annuelles, la demande du marché pour le thym ne cesse développer, celles-ci est à l'environ de 500 tonnes aux Etats-Unis et 1000 tonnes en Europe [Hamdy Roby M.H. et al., 2013], [Nezhadali A. et al., 2014].

Les utilisations et propriétés de *T. vulgaris* comprennent :

- ❖ Antibactérienne à large spectre d'action ;
- ❖ Antifongique, antiparasitaire, anthelminthique et antivirale ;
- ❖ Stimulante immunitaire, analgésique et antipyrétique ;
- ❖ Digestive, carminative, apéritive, diurétique et expectorant ;
- ❖ Antioxydante, antitussive et spasmodique;
- ❖ Révulsive, hépatoprotectrice et antimutagène.

[Zybak O., 2011], [Gavarić N. et al., 2015], [Colpaert P., 2006], [Rajendrakumar-Soni N., 2012], [Giordani R. et al., 2004], [Dapkevicius I. et al. 2002] [Goetz P., Ghedira K., 2012] , [Nikolić M. et al., 2014], [Regnier T. et al., 2014], [Babovic N. et al., 2010].

- ❖ Tonique et stimulante, (s'utilise en infusé ou en huile pour le bain, l'embaumement des corps) et désodorisant.

Permet de Traiter :

- ❖ La toux et la bronchite ;
- ❖ La congestion des voies respiratoires ;
- ❖ La tuberculose;
- ❖ La coqueluche ;
- ❖ Le catarrhe (inflammation des muqueuses se traduisant par une hypersécrétion)
- ❖ L'infection des voies urinaires et la dyspepsie;
- ❖ L'emphysème, les ulcères buccaux et les aphtes ;
- ❖ Les maladies intestinales et les ulcères de l'estomac et du duodénum.

[Javed H. et *al.*, 2013], [Basch E. et *al.*, 2004], [Essawi T., Srour M., 2000],
[Rajendrakumar-Soni N., 2012].

III-*Atriplex halimus* L. (Arroche halime)

1-Généralités

L'*Atriplex halimus* L. est un buisson halophyte pérenne des régions arides et semi-arides dans toute l'Eurasie : à partir des côtes de l'Atlantique, à travers les pays du bassin méditerranéen dont l'Afrique du Nord et au Moyen-Orient où cette espèce constitue une importante ressource fourragère [Benrebiha F. et *al.*, 1992], [Abbad A. et *al.*, 2004], [Walker D.J. et *al.*, 2014].

Elle fait partie de la famille d'*Amaranthaceae* (anciennement *Chenopodiaceae*), sa dénomination « Arroche » dérive du latin *Atriplex* qui désignait certaines de ces plantes dans l'antiquité. Le nom est tiré du grec « *Atraphaxis* » ou « *Andraphaxys* » de même sens. Le terme « *Halimus* » en latin et « *halimos* » en grec désignant cette plante, du nom « *Sel* » [Martirosyan V., Steinberger Y., 2014], [Couplan F., 2012].

Les plantes du genre *Atriplex* sont autochtones et se caractérisent par leur grande diversité. Elles tolèrent bien les conditions climatiques et pédologiques des régions arides et semi-arides, où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes [Rahmoune C. et *al.*, 2004].

reconnue depuis des années déjà pour ses capacités de résistance et d'adaptation aux stress abiotiques [Belkhodja M., Bidai Y., 2007], [Reham M. N. et *al.*, 2015], [Ben Hassine A.B., Bouzid S., 2008]. Ainsi que d'autres contraintes telles que le refroidissement, la congélation, la chaleur et la sécheresse [Manousaki E., Kalogerakis N., 2009].

Sa rusticité et son système racinaire développé lui permettent de se développer sur un sol pauvre en éléments minéraux essentiels et de mauvaise structure. Son système aérien forme une bonne couverture végétale à feuillage dense [Ben Hassine A., Bouzid S., 2008].

2-Description et Propriétés botaniques

Le genre *Atriplex*, est très variable et largement diffusé. L'*Atriplex halimus* est facilement identifiable grâce à son *habitus* droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes (20 cm) et recouvertes de feuilles. On compte plus de 80.000 ha cultivés avec *A. halimus*. Cet arbuste vivace, *Atriplex halimus*, qui se développe en touffes très denses variant en taille de 1 m x 1 m- 4 m de large et 2,5m de haut, a un aspect général blanc argenté.

Les rameaux dressés portent des feuilles alternes à pétioles courts et très variables de formes et de dimensions, comprise entre deltoïde orbiculaire et lancéolées qui sont verdâtres quand elle est jeune et grises argentées dès l'âge.

Les fleurs monoïques, jaunâtres sont réunies en épis avec des panicules terminales plus ou moins denses. Les rameaux florifères sont défeuillés au niveau des panicules [Walker D.J. et al., 2014], [Martirosyan V., Steinberger Y., 2014], [Ben Salem et al., 2003], [Mulas M., Mulas G., 2004].



Figure 6. Photos réelles et schématisation d'*A. halimus* fleurie.

[Bock B. et al., 2015].

Approximativement, 10 % des espèces d'*Angiospermes* développent des fleurs unisexuées. Les *Atriplex* en font partie, les différentes espèces étant monoïques ou dioïques [Talamali A. et al., 2001].

3-Classification de la plante

L'*Atriplex halimus* a fait partie de la famille des *Chénopodiacées*, qui sont une grande famille d'environ **100** genres et **1700** espèces. Parmi environ **14** genres du Groupe *Atripliceae*, le genre *Atriplex* est le plus important avec plus de **100** espèces [Fuentes-Bazan S. et al., 2012], [Dinan L. et al., 1998].

La hiérarchie taxonomique de l'espèce *Atriplex halimus* est:

Règne : *Plantae*.

Ordre : *Caryophyllales*.

Famille : *Amaranthaceae*. (Chénopodiacées)

Groupe : *Atripliceae*.

Genre : *Atriplex* L.

Espèce : *Atriplex halimus* L.

[Bock B. et al., 2015], [Chadefaud M., Emberger L., 1960].

4-Ecologie et répartition géographique

Atriplex halimus L. est une broussaille xéro-halophyte spontanée à l'intérieur d'une aire relativement vaste englobant les pays de la zone méditerranéenne, macaronisienne, du proche et moyen orient vers l'Asie occidentale jusqu'à l'Iran. Elle est bien adaptée aux sols secs, argileux, salins et dégradés qui reçoivent de précipitation annuelle (R) insuffisante et de potentielle évapotranspiration, dont beaucoup peuvent être classés comme aride (R =**100-400** mm) ou semi-aride (R =**400-600** mm).

Par addition à sa résistance au froid même au-delà de - 10°C, Cet arbuste tolère bien les sols fortement pollués par des métaux, elle est considéré comme un fourrage très appétent [Sadder, M.T. et al., 2013], [Romera P. et al., 2013], [Walker D.J. et al., 2014], [Ben Salem et al., 2003], [Márquez-García B. et al., 2013], [Fernández-Illescas F. et al., 2010].

Elle existe sous forme de deux sous-espèces, *subsp. schweinfurthii* et *subsp. halimus*. *A. halimus* est souvent l'espèce dominante sur les sites, ouverts et ensoleillés dont la température, est autour de 35°C [Walker D.J. et al., 2014].

Sous les climats méditerranéens, *A. halimus* est souvent exposé à différentes conditions de sol, en raison de l'assèchement du sol lors des périodes d'été chauds et sa re-mouillant dans des périodes d'hiver humides [Walker D.J. et al., 2005], [Walker D.J. et al., 2014].

5-Noms Vernaculaires

La variété des noms communs d'*Atriplex halimus* reflète sa large répartition géographique, elle comprend :

Français : Arroche halime, Arroche sauvage, Arroche de mer.

Anglais : Saltbush, Sea orach.

Arabe : قطف (Gttaf).

Espagnol : Salado/a.

Italien : Alismo.

Portuguais : Salgadeira.

[Walker D.J. et al., 2014], [Abdel Rahman M.S. et al., 2011], [Ghourri M. et al., 2013].

6-Propriétés et données phytochimiques

Les feuilles de cette espèce figurant des hauts niveaux de composés phénoliques totaux, L'étude de la composition chimique montre la présence des tanins, des flavonoïdes, des saponines, des alcaloïdes, des stéroïdes, des glycosides et des résines qui sont des substances phytochimiques actives, et elles contiennent du chlorure de sodium jusqu'à **10%**.

L'*A. halimus* se caractérise par sa haute teneur en cendres, en fibres brutes, en protéines brutes modérées et une faible teneur en matières grasses brutes [WalkerD.J. et al., 2014], [Benhammou N. et al., 2009], [Abdel Rahman S.M. et al., 2011].

La saponine était un type triterpène glycoside contient un β -acide D-glucuronique avec un groupe carboxyle [Hong K.J. et al., 2002].

7-Effets pharmacologiques et Usages

**Importance écologique :*

Depuis plus de trente ans, le genre *Atriplex* est largement utilisé dans le développement des terres à faible potentiel dans la partie sud de l'Algérie.

La végétation sur les bords des chotts et le repeuplement des terres pastorales en voie de désertification, ce phénomène qui se manifeste principalement par le recul de zones boisées (soit par exploitation non contrôlée, soit par incendie ou ravage) et par la perte de végétation de zones steppiques, comprennent principalement des membres de la famille des Chénopodiacées tels qu'*Atriplex halimus*.

Cette plante, très agréable au goût, productrice de biomasse pour les pâturages et résistante aux conditions environnementales difficiles, est l'un des arbustes de fourrage les plus préférés de bétails pendant les périodes de disette, car elle pourrait couvrir les nutriments essentiels pour les besoins d'entretien et nutritionnels des petits ruminants [Bouزيد A., Benabdeli K., 2011], [Prigent F., 2010], [Nedjimi B., 2012], [Walker D.J. et al., 2014], [Demarly Y., Chalbi N., 1990], [Nemat Alla M. et al., 2012], [Haddioui A., Baaziz M. et al., 2001].

De plus, elle peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés ou touchés par l'incendie, à la réduction de l'érosion et à l'amélioration des productions végétales et animales dans plusieurs régions démunies et comme plantes ornementales dans les jardins pour former des haies [Souayah N. et al., 2004], [Tapia Y. et al., 2013a].

La pollution en métaux lourds qui est la conséquence directe des activités humaines, telles que les mines métallifères, a devenue un problème répandu. Cette accumulation peut être une préoccupation pour la santé humaine et animale, la diminution de la croissance des plantes et de la couverture du sol, et les impacts négatifs sur les microorganismes du sol. En outre, les sols miniers présentent souvent des autres problèmes, tels que l'acidité élevée, le faible statut des nutriments et la structure physique médiocre, ce qui limite la mise en place de la végétation.

L'une des techniques employées pour remédier les sols et minimiser donc la diffusion des contaminants est la phytoremédiation par phytoextraction à l'aide des biosurfactants (saponines), focalisée sur les plantes hyperaccumulatrices, pour lesquels, *A. halimus* est particulièrement intéressante pour la phytostabilisation des polluants tels que As, Cd, Cu, Mn, Pb, Zn, B, Se, Mo [Hong K.J. et al., 2002], [Tapia Y. et al., 2013b], [Manousaki E., Kalogerakis N., 2009], [Martínez-Fernández D., Walker D. J., 2012], [Clemente R. et al., 2012], [Lotmani, B. et al., 2011], [Mendez M.O. et al., 2008], [Laffont-Schwob I. et al., 2011].

Elle peut agir en combinaison avec les méthodes de gestion des déchets urbains telles que le compostage et le plafonnement d'enfouissement par une stimulation microbienne [Pardo T. et al., 2014], [Lotmani B. et al., 2011], [Pérez-Esteban J. et al., 2013], [Martínez-Fernández D., Walker D.J. 2012], [Le Houérou H.N., 1992], [Lutts S. et al., 2004].

**Importance économique :*

A. halimus a été planté dans la zone aride méditerranéenne pour fournir en permanent de l'alimentation ou de l'ensilage, pour les ovins, les caprins, les bétails et les chameaux. La superficie cultivée est estimée à environ **100.000** ha en Algérie.

Cette buisson possède des effets bénéfiques sur les animaux monogastriques tels que les volailles, elle semble jouer un rôle important dans divers processus métaboliques, comme un osmoprotectant des cellules intestinales et les microbes de l'intestin elle participe aussi dans l'amélioration de la digestibilité des fibres. Elle est riche en protéines (**14-21%** de protéines brutes) [Walker D.J. et al. 2014].

L'*A. halimus* sera plus économique si elle est adaptée à la gazéification, à la pyrolyse ou à la combustion [McKendry P., 2002].

**Importance médicinale et pharmacologiques:*

Les plantes d'*A. halimus* ont été utilisées comme remèdes traditionnels pour de nombreuses maladies : diabète, douleurs musculaires et abdominales, les problèmes cardiaques, les affections de poitrine, le rhumatisme, contre les vers intestinaux, réguler les excrétions de la vésicule biliaire, l'utilisation d'extraits tels qu'antioxydants dans le traitement des taux accrues de LDL. Elles sont exploitées en tant qu'agent alcalin pour fabriquer du savon [Walker D. J. et al., 2014], [Martirosyan V., Steinberger Y., 2014], [Said O. et al., 2008]

A. halimus est également une source de vitamines A, C et D et des oligo-éléments tels que le chrome [Chikhi et I. et al., 2014], [Bahmani et al., 2014].

IV- *Citrullus colocynthis* L. (Coloquinte)**1-Généralités**

La *Citrullus colocynthis* Linn. Schard., est une plante xérophile, vivace et herbacée, pousse naturellement, et en état sauvage, sur des terres sablonneuses de l'Arabie, de l'Asie occidentale, de l'Afrique tropicale et de la région méditerranéenne vers l'Iran et l'Inde.

Elle a été introduite en Espagne et au Chypre par les Arabes au Moyen-âge.

Elle est endémique de sud de l'Algérie, populairement connue par « *Handhal* » ou « *Hdaj* », elle est employée couramment dans la médecine populaire algérienne.

Cette liane, se caractérise par une culture rampante à courte période, et se développe dans un loam sableux, sur des sols sub-désertiques et au niveau des côtes maritimes sablonneuses. Son nom souligne la ressemblance morphologique entre la coloration comparable de la coloquinte et du citron. Les fleurs sont à l'origine de fruits très décoratifs appelés des « péponides » [Boullard B., 2001], [Chavan S. B. *et al.*, 2014], [Chand-Meena M. *et al.*, 2014a], [Idoko A.S. *et al.*, 2014], [Pravin B. *et al.*, 2013], [Talole B. *et al.*, 2013], [Gacem M. A. *et al.*, 2013], [Lakshmi B. *et al.*, 2013], [Menon K. *et al.*, 2014], [Asiry K.A., 2015].

La Coloquinte est une plante médicinale inestimable extrêmement ancienne source d'huile précieuse, les plus anciens enregistrements publiés sur les cultures de *Citrullus* demeurent provenir de l'Egypte (1330 av. J.C.) et des graines de cette plante ont été trouvées dans plusieurs pays d'Afrique du Nord (en Libye), datant de 3800 av. J.C [Thomas H., 2012], [Van Der Veen M. *et al.*, 2011], [Khatri T. *et al.*, 2013].

Elle est considérée comme la gourde sauvage « Pakkuoth » ou « Gerbe » de l'Ancien Testament. Ses goûts extrêmement amers et ses propriétés purgatives violentes ont été bien connus aux anciens médecins grecs et romains. **Dioscoride**, qui emploie la dénomination « Kolokyntha » et « kolokynthis » confère d'autres épithètes « Cucumi samara », « Cucurbita silvatica », « Cucurbita Alexandrina » et « Cucurbita caprina », « Thymbre », « Autogenes », « Tutastra », « Fel-Terrae » ou « vésicule de terre », en référence à son amertume dépassant.

En plus à la dénomination « sikya pikra » désignat « Taille colossale », car cette herbe a été décrite qu'elle envoi des brindilles et de feuilles qui jonchent le sol, semblablement à celle de « sikyos » ou du « Concombre » cultivé. Ces fruits ont été déjà recommandés par **Hippocrate** qu'ils sont un fébrifuge efficace [Boullard B., 2001], [Lloyd J.O., Cincinnati O., 1898], [Van Der Veen M. *et al.*, 2011], [Janick J. *et al.*, 2007], [Hehn V., 1976].

De même, le nom de *Citrullus* a été inventé par **Peter Forskal** en 1775, mais **Hakea Schrader** a été le premier qui a classifié systématiquement ce genre [Nimmakayala P. *et al.*, 2011].

2-Description et Propriétés botaniques

Citrullus colocynthis est une petite herbe à tige grisâtre mince, ramifiée, rampante, angulaire, très rude avec de nombreux poils courts scabreuses, portant des fruits globuleux ou ellipsoïdes, lisses, indéhiscents charnus, 5-7 cm de diamètre, panachés de vert et de blanc dans sa jeunesse et légèrement jaune à maturité, glabre au mûrissement, remplis d'une pulpe spongieuse sèche à épicarpe mince [Gharehmatrossian S. et al., 2014].

Les racines sont vivaces, fibreuses, dures et filandreuses, d'une couleur blanc jaunâtre avec une large couronne. Les feuilles sont rugueuses, alternes, sur de longs pétioles hispides qui sont minces, légèrement ramifiées et aux vrilles latérales [Chand-Meena M. et al., 2014a], [Rodge S.V. et al., 2013], [Pravin B. et al., 2013], [Chavan S. B. et al., 2014].

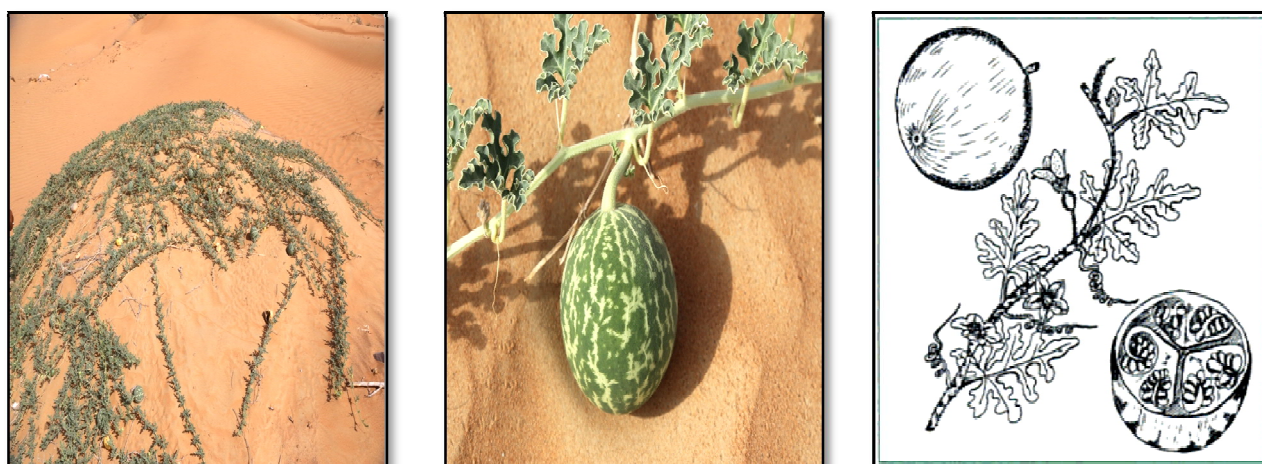


Figure 07. Photos réelles et schématisation de *C. colocynthis* et ses fruits.

[Shahid M., Rao N. K., 2014], [Boullard B., 2001].

3-Classification de la plante

La famille des cucurbitacées, dont *C. colocynthis* l'appartient, englobe un nombre considérable de plantes de près de **120** genres et **825** espèces, y compris les melons, les courges, les cucurbites, les concombres, et les citrouilles [Gill N.S. et al., 2011],[Rizvi T.S., Shahina F. et al., 2014].

La position systématique de cette plante est :

Règne : *Plantae*.

Division : *Spermatophyta*.

Sous-Division : *Angiospermae*.

Classe : *Dicotyledoneae*.

Sous-Classe : *Polypetalae*.

Groupe : *Calyciflorae*.

Ordre : *Passiflorales*.

Famille : *Cucurbitaceae*.

Genre : *Citrullus*.

Espèce : *Citrullus colocynthis* L.

[Verma B.K., 2011].

4-Ecologie et répartition géographique

La *C. colocynthis* est une plante originaire du bassin méditerranéen et d'Asie et elle est répartie entre la côte Ouest de l'Afrique du nord, vers l'Est à travers le Sahara, et de l'Egypte jusqu'au l'Inde et mer Caspienne [Alshammary A.S., Ibrahim A.N., 2014]. Cette plante est connue pour sa grande capacité d'adaptation et de propagation qui comprend les régions tropicales et subtropicales, la région méditerranéenne dont l'Europe du Sud et le Nord de l'Afrique, aussi se trouve sur les Îles de l'Atlantique, de l'Australie, du Nord-Ouest de l'Inde et le Pakistan ainsi qu'aux autres déserts arides et endroits tempérés.

Elle a un taux de survie dans des conditions xériques très extrêmes. En fait, elle prospère dans les régions chaudes avec sol sableux et sous lumière, elle se localise souvent sur les pentes en plaques grégaires et tolère bien les températures élevées et les périodes de faibles précipitations annuelles allant de 38 à 430 mm. [Alshammary A.S., Ibrahim A.N., 2014], [Ogbonna., Ejimofor P., 2013], [Quattrocchi U., 2000], [Idoko A.S. et al., 2014], [Giwa S. et al., 2010], [Chand-Meena M. et al., 2014a], [Rizvi T.S., Shahina F. et al., 2014], [Shahid M. N., Rao K., 2014], [Uma C., Sekar K.G., 2014], [Boustié J. et al., 2002], [Hammouda F. M. et al., 2005].

Toute l'année, les graines de *C. colocynthis* sont disponibles. C'est parce qu'elle est séchée après la récolte; dans cet état, elle peut être stockée pendant un temps très long [Abbah O. C. et al., 2014].

5-Noms Vernaculaires

Français : Coloquinte, Chicotin, Courge amère, Concombre amer, Gourde du désert

[Shahid M., N., Rao K., 2014], [Boustié J. et al., 2002], [Ambi A.A. et al., 2007], [Asiry K.A., 2015].

Anglais : Colocynth, Bitter apple, Bitter cucumber, Vine-of-Sodom, Egusi, Desert gourd, Wild Watermelon [Pravin B. et al., 2013], [Uma C., Sekar K.G., 2014], [Agarwal V. et al., 2012], [Idoko A.S et al., 2014], [Menon K. et al., 2014], [Sambamurty A.V.S.S., 2005].

Arabe : Hdejj (حديج), Thumba (طومبا), Handhal (حنظل), Tator (طاطور), Tabarka (طبركة), Says (صايس), âlqam (علقم), Mararet essahra (مرارة الصحراء), Dellaa El-Wad (دلاء الواد).

Berber : Tadjellet (تاجلات), Tifersit (تيفرسيت), Taferzizt (تافرزيت) [Ghourri M. et al., 2013], [Menon K. et al., 2014], [Soufane S. et al., 2013], [Hammouda F.M. et al., 2005], [Chabane-Sari D. et al., 2011], [Gacem M. A. et al., 2013].

6-Propriétés et données phytochimiques

L'analyse phytochimique de *C. colocynthis* révèle la présence d'une panoplie de composés actifs : terpénoides, caroténoïdes, alcaloïdes, stéroïdes, saponines, tanins, flavonoïdes, phytostérols glycosides, citrullol, citrulline, colocynthine, colocynthéine, cucurbitacine E (α -élatérine), cucurbitacine L. (dihydroélatéricine B), cucurbitacines A, B, C, D, E, F, I, J, citbittol (une huile amère), spinastérol [Boyaghchi M.Z. et al., 2008], [Chauhan R. et al., 2011], [Mukerjee A. et al., 2014], [Gharehmatrossian S. et al., 2014], [Soufane S. et al., 2013], [Omayma A.R. Abou Zaid. et al., 2013], [Elgerwi A.A. et al., 2013], [Dehghani F. et al., 2008], [Prasad. M. P., 2014].

En raison du comportement cytotoxique, les cucurbitacines semblent jouer un rôle important dans la découverte de nouveaux médicaments en particulier dans le développement de médicaments anticancéreux. [Hussain. A.I. et al., 2014] En plus aux deux flavonols, la quercétine et le kaempférol, détectés dans les feuilles et les fleurs de *C. colocynthis*, dotés d'excellent pouvoir antioxydant [Chand-Meena M., Patni V., 2008].

C. colocynthis est connue aussi par la teneur élevée des protéines et de l'huile de ses graines de 35% et 50% respectivement [Menon K. et al., 2014], [Bello E.I. et al., 2012].

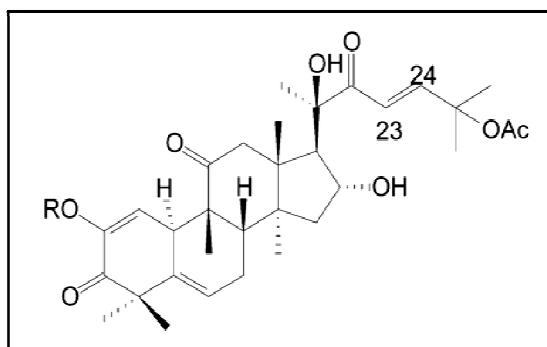


Figure 08. Cucurbitacine E [Chen J. C. et *al.*, 2005].

7-Effets pharmacologiques et Usages

L'espèce *C. colocynthis* est l'une des rares espèces indigènes qui pousse dans des conditions arides de certains pays en couvrant de vastes zones permettant ainsi l'amélioration de la fertilité des sols, le rendement en graines est d'environ **6500 kg/ha** et il est possible avec un peu d'effort de la cultiver, et donc de produire plus de **3000 kg/ha** de l'huile ce qui est comparable aux grandes cultures des graines oléagineuses. Par addition, cette huile a le potentiel d'être employée en tant que matière première pour le biodiesel [Menon K. et *al.*, 2014], [Milovanovic K., Picuric-Jovanovic M. 2005].

Elle est principalement cultivée dans certains endroits du monde pour ses fruits comestibles et ses graines qui sont riches en huiles et en protéines [Satyavani K. et *al.*, 2011].

Les fruits et la partie d'écorce ont été largement explorés pour leurs activités pharmacologiques, mais les graines ont été ignorées, malgré qu'ils aient été bien acceptés par la médecine Ayurvédique et par les systèmes de médecine traditionnelle [Gill N.S. et *al.*, 2011].

Parmi les nombreux effets de coloquinte cités dans la littérature :

Protection de la plante entière contre les diverses insectes et animaux herbivores [Mukherjee A., Patil S.D., 2012].

*Effet dissuasif, anti-appétant, régulateur de croissance ainsi que des propriétés réductrices de la fertilité des insectes; abortif, cathartique, vermifuge, purgatif, effet cytotoxique, hépatoprotecteur, cardiovasculaire [Torkey H.M. et *al.*, 2009], [Singh-Soam P. et *al.*, 2013], et en tant qu'insecticide naturelle [Asiry A.k., 2015] et larvicide [Arockia Rita J.J., John Milton M.C., 2013];

*Antiulcéreux [Mojtaba H. et *al.*, 2011], antioxydant [Gill N.S. et *al.*, 2011], antihypertensif, immunostimulant [Dehghani F. et *al.*, 2008] et analgésique [Rezvani M. et *al.*, 2011];

*Antidiabétique [Omayma A.R. Abou Zaid. et *al.*, 2013] du fait que leur infusé a un effet hypoglycémiant par une activité insulino-stimulante [Ghourri M. et *al.*, 2013], [Nmila R. et *al.*, 2002]; antispasmodique [Ali-Esmail E. O., 2012] anthelminthique, antiépileptique [Meena M.C. et *al.*, 2014b], [Mukerjee A. et *al.*, 2014].

Elle convienne aussi pour traiter :

*La fièvre [Mehni A.M. et al., 2014] du cancer [Mukherjee A., Patil S.D., 2012], de l'aménorrhée, du jaunissement, [Soufane S. et al., 2013], des rhumatismes, [Khare C. P., 2007] et la dyspepsie ;[Rezvani M. et al., 2011].

*Les parasitoses intestinales, des maladies hépatiques et abdominales, des congestions viscérales et cérébrales ;[Mehni A.M. et al., 2014].

*La constipation, l'œdème, la leucémie, [Dallak M. Bin-Jaliah., 2010], [Tanveer H.S. et al, 2012] la tuberculose, la syphilis, [Soufane S. et al., 2013] et les infections bactériennes [Dehghani F. et al., 2008].

Elle est largement utilisée pour minimiser la perte de cheveux [Marzouk B. et al., 2011].

La consommation de coloquinte provoque une intoxication et une gastroentérite sévère pouvant être à l'origine d'une déshydratation à cause des cucurbitacines [Flesch F., Krencker E., 2007].

L'huile de cette herbe riche en acide linoléique (~ 64,5%), est employée pour la cuisson et friture dans certains pays d'Amérique, d'Afrique et du Moyen-Orient. À l'antiquité, cette huile a servi d'essence pour les lampes. Elle est exploitée aussi par les industries et automobiles comme source de biodiesel, actuellement toute la quantité d'huile extraite est consommée par les industries de saponification.

Le tourteau a une importance cruciale dans l'industrie des engrais organiques, il sert d'alimentation animale. À leur tour, les feuilles de cette plante peuvent servir de fourrage en été quand il y a une pénurie assez élevée de cultures fourragères [Meena M.C. et al., 2014b], [Chavan S. B. et al., 2014], [Milovanović M. et al., 2005], [Thomas H., 2012].

Parmi les récentes innovations, il a été signalé la possibilité de formation des nanoparticules d'argent de dimensions assez bien définies via une nouvelle approche écologique de la chimie en se basant sur *C. colocynthis* [Satyavani K. et al., 2011].

D'ailleurs, il peut servir un outil innovant pour l'élimination des métaux lourds le cas du cadmium, qui est l'un des principaux contaminants de l'eau les plus dangereux [Ogonna-Daniel N. et al., 2014].

Conclusion:

Ces trois plantes ont été choisies en raison de leur utilisation étendue en médecine traditionnelle et afin de valoriser la richesse des régions sahariennes en plantes aux effets bénéfiques présentant des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, ...

CHAPITRE II : LES POLYPHENOLS

I-Les polyphénols

1-Définition des polyphénols

Les polyphénols constituent l'un des groupes les plus importants du règne végétal, avec plus de **8000** structures phénoliques identifiés, ce sont des composés phénoliques hydrosolubles, de poids moléculaire compris entre **500** et **3000** Dalton.

Un trait caractéristique des plantes est la production d'une grande diversité des métabolites secondaires, à partir des quels, les polyphénols font partie.

Dans de nombreux cas, ces substances agissent en tant que mécanismes de défense des plantes contre les agressions environnementales et la prédation par les micro-organismes, les insectes et les herbivores.

Les polyphénols regroupent un ensemble de substances chimiques dont la structure se compose d'un ou de plusieurs groupes hydroxyles rattachés à un noyau benzène ou un autre noyau arène, mais aussi des molécules à phénol avec un seul cycle.

Selon l'espèce végétale et le groupe polyphénolique, les polyphénols se localisent dans différentes parties des plantes : racine, tiges, feuilles, fleurs, fruits.

Ces molécules ont des classes principales : les flavonoïdes qui renferment plus de la moitié des polyphénols, les acides phénoliques (acide caféique, acide chlorogénique...), les tanins, les stilbènes, les lignanes, les anthocyanes, les quinones, les coumarines [Akroum S., 2011], [Boudjouref M., 2011], [Urquiaga I. N. E. S., Leighton F. E. D. E., 2000], [Yakhlef G., 2010], [Ramkissoo J.S. et al., 2013], [Passone M.A. et al., 2012], [Berdowska I. et al., 2013].

2-Classification des polyphénols

Sur la base de structure, le nombre des noyaux, des groupes hydroxyles etc...; plusieurs classes de composés phénoliques peuvent être distinguées: Les flavonoïdes, les phytoestrogènes, les tanins, les phytostérols, les stilbènes, les saponines,...[Berdowska I. et al., 2013], [Dacosta E., 2003].

2-1-Les acides phénoliques

Ce sont des composés avec une fonction acide et plusieurs fonctions phénols qui se divisent en deux groupes l'un dérive de l'acide benzoïque et l'autre de l'acide cinnamique [Hamidi A., 2013], [Akroum S., 2011].

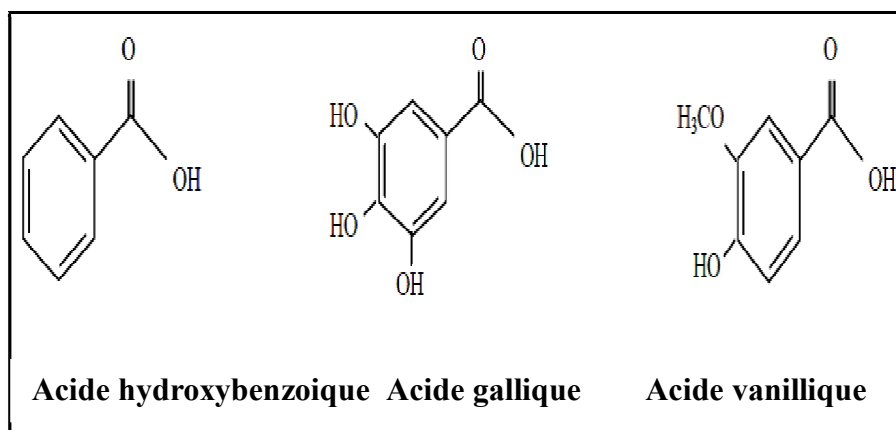


Figure 09. Acides phénols de la série benzoïque [Akroum S., 2011].

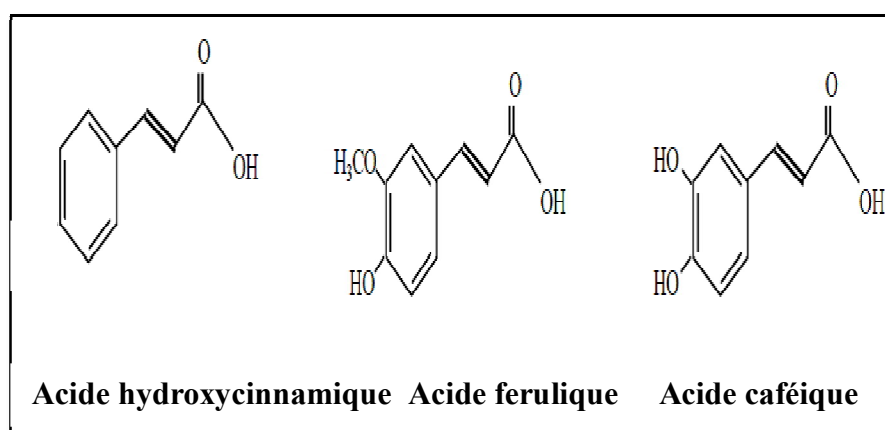


Figure 10. Acides phénols de la série cinnamique [Akroum S., 2011].

2-2-Les tannins

Ce sont des polyphénols macromoléculaires hydrophiles fortement hydroxylés et particulièrement abondants dans des familles telles que les rosacées, les conifères et les Fagacée. Ces molécules utilisées dans le traitement de la peau, contiennent deux groupes :

1-Les tannins hydrolysables : formés d'un glucose liés aux molécules d'acide gallique. On distingue dans ce groupe : les tanins galliques, et les tanins éllagiques.

2-Les tannins condensés : existent sous forme d'oligomères ou polymères de flavanes, flavan-3-ols, 5 desoxy-3-flavonols et flavan-3,4-diols [Akroum S., 2011], [Alkurd A. et al., 2008], [Boudjouref M., 2011].

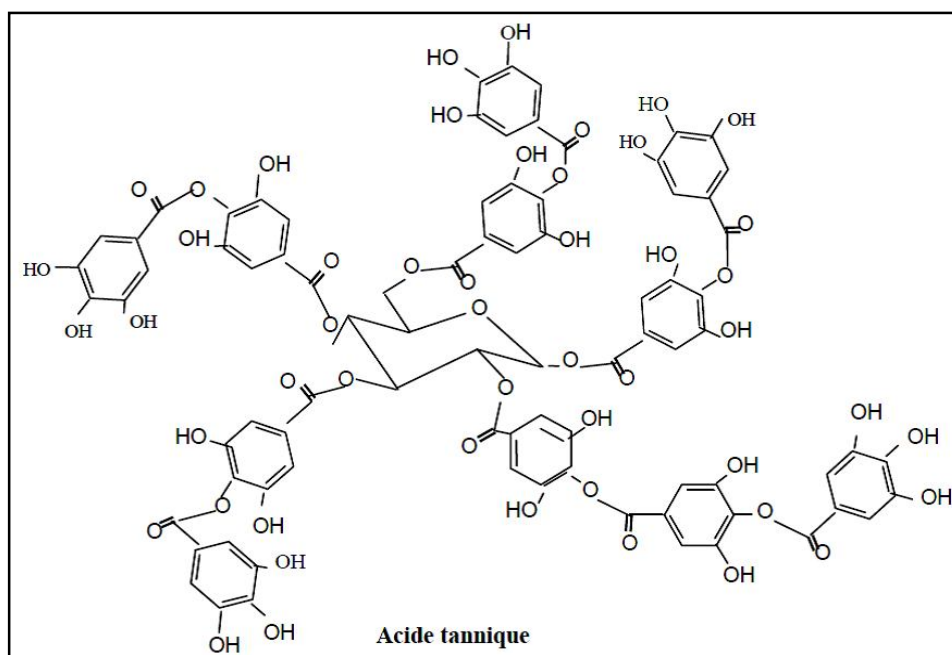


Figure 11. Quelques tannins hydrolysables représentatifs [Akroum S., 2011].

2-3-Les stilbènes

Se trouvent dans l'alimentation humaine, le resveratrol est l'un des stilbènes extrait des plantes médicinales et qui a un effet anticancéreux [Hamidi A., 2013].

2-4-Les flavanes

Très répandues dans les écorces végétales, ils se trouvent soit en monomères (la catéchine) ou en polymères (dimères, trimères...de catéchine) [Akroum S., 2011].

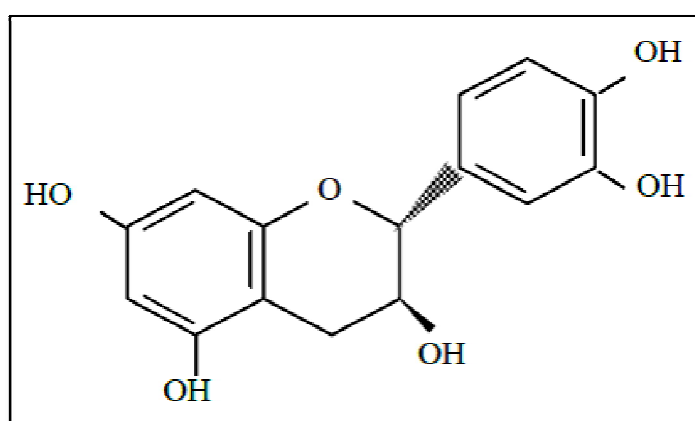


Figure 12. Structure de la (+) – catéchine [Akroum S., 2011].

2-5-Les anthocyanes

Les anthocyanes (du grec *anthos*, fleur et *Kuanos*, bleu violet) regroupent les anthocyanidols ainsi que leurs dérivés glycosylés, ces molécules ont un squelette de base en C15 à deux cycles A et B, et d'un hétérocycle (C) chargé positivement par l'existence du cation flavylum ou 2 phényl 1-benzopyrilium.

Les trois anthocyanes principaux sont : la pélagonidine, la cyanidine et la delphinidine [Muanda F. N., 2010].

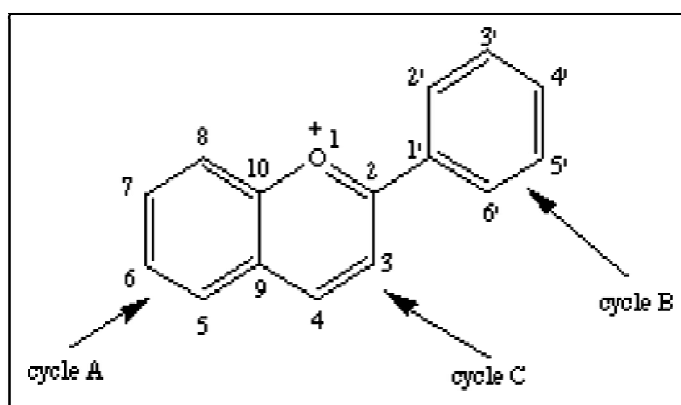


Figure 13. Structure du cation flavylum ou 2-phényl-1-benzopyrilium [Akroum S., 2011].

2-6-Les coumarines

Ces composés ont une structure de base formée de benzo-2-pyrone, Les coumarines sont utilisées en tant que des médicaments à utilisation humaine, on note l'isolement de près de **1000** structures coumariniques à partir de plus de **800** espèces de plantes [Ieri F. et al., 2012], [Hamidi A., 2013].

2-7-Les flavonoïdes

2-7-1-Structure et Définition

Leur dénomination « **flavonoïde** » provient du latin "*flavus*" qui signifie "*jaune*", ils constituent un groupe de composés phénoliques très varié avec plus de **6500** structures déjà identifiés. A l'état naturel, les flavonoïdes ont une forme de glycosides mais ils ont une partie autre que le sucre dite : **aglycone**.

La structure de base est celle d'un diphenyl propane à 15 atomes de carbone organisée en deux cycles en C6 (A et B) reliés entre eux par une chaîne en C3 forment la structure de base qui peut générer un hétérocycle (C).

Les flavonoïdes se divisent : flavones, flavonols, flavonones, isoflavones, chalcones, aurones.

Chez les végétaux, ces molécules ont une fonction principale attribuée à leur coloration jaune d'où la dénomination « *flavonoïde* » [Malešev D., Kuntič V., 2007], [Harborne J. B., Williams C. A., 2000], [Yakhlef G., 2010], [Bruneton J., 1999], [Boudjouref M., 2011], [Attou A., 2011], [Akroum S., 2011].

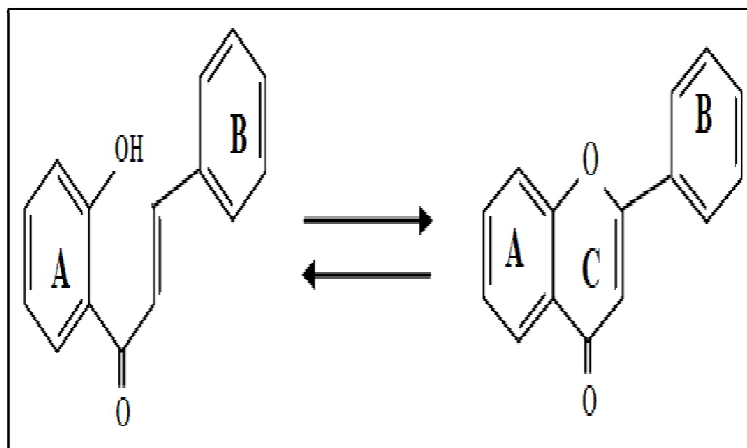


Figure 14. Structure de base d'un flavonoïde [Akroum S., 2011].

2-7-2-Localisation et distribution

Les flavonoïdes sont distribués dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs des plantes.

Selon l'espèce, les flavonoïdes de forme hétérosidique se répartissent dans les vacuoles, dans l'épiderme des feuilles ou entre l'épiderme et le mésophylle. Environ 2% du carbone photosynthétique est incorporé dans la biosynthèse des flavonoïdes [Remesy C. et al., 1996], [Boudjouref M., 2011].

2-7-3-Classification des flavonoïdes

Les flavonoïdes se produisent comme des aglycones, des glycosides ou en tant que des dérivés méthylés [RajNarayana K. et al., 2001].

2-7-3-1-Flavones et flavonols

Représentent plus de 90% des flavonoïdes, ils sont caractérisés par la substitution du cycle A par deux hydroxyles phénoliques en C5 et C7 libres ou estérifiés et par la substitution du cycle B en C4' seul ou en C3' et C4' par des groupements hydroxyles ou méthoxyles (OCH₃). Contrairement aux flavones, les flavonols ont un groupement OH en C3 [Boudjouref M., 2011], [Akroum S., 2011].

2-7-3-2-Chalcones et aurones

Les chalcones sont formés de deux unités aromatiques reliées par une chaîne insaturée tricarbonée et cétonique qui sont à l'origine d'un noyau central pyranique et ouvert.

Les chalcones les plus rencontrés sont : la butéine et la phlorétine, cependant, la structure de 2-benzylidène coumarone est celle des aurones [Boudjouref M., 2011], [Akroum S., 2011].

2-7-3-3-Flavan-3-ols, flavan-3,4-diols et anthocyanidols

Ces composés portent toujours un groupement OH en C3 et n'ont pas un groupement carboxyle en position C4, on obtient les flavan-3-ols et anthocyanidols si cette position reste libre mais si elle est hydroxylée on obtient les flavan-3,4-diols. L'OH en C3 forme une liaison hétérosidique ce qui permet d'avoir le groupe des anthocyanosides dont le palargonidol-3,4-O-glucoside et le cyamidol-3-O-rutinoside font partie [Akroum S., 2011].

2-7-3-4-Flavanones et hydroflavonols

Ces composés ont des centres d'asymétrie avec l'absence de double liaison entre C2 et C3. Les flavanones se différencient des dihydroflavonols par absence d'hydroxylation en position C-3. La naringénine est la principale flavanone, alors que la catéchine est la plus disponible des dihydroflavonols [Akroum S., 2011].

2-7-3-5-Les anthocyanidines

Elles sont toujours hydroxylées en position 3 avec absence du groupe hydroxyle en position 4. Les composés les plus abondants de cette classe sont: la cyanidine, la pélagonidine et la péonidine [Boudjouref M., 2011].

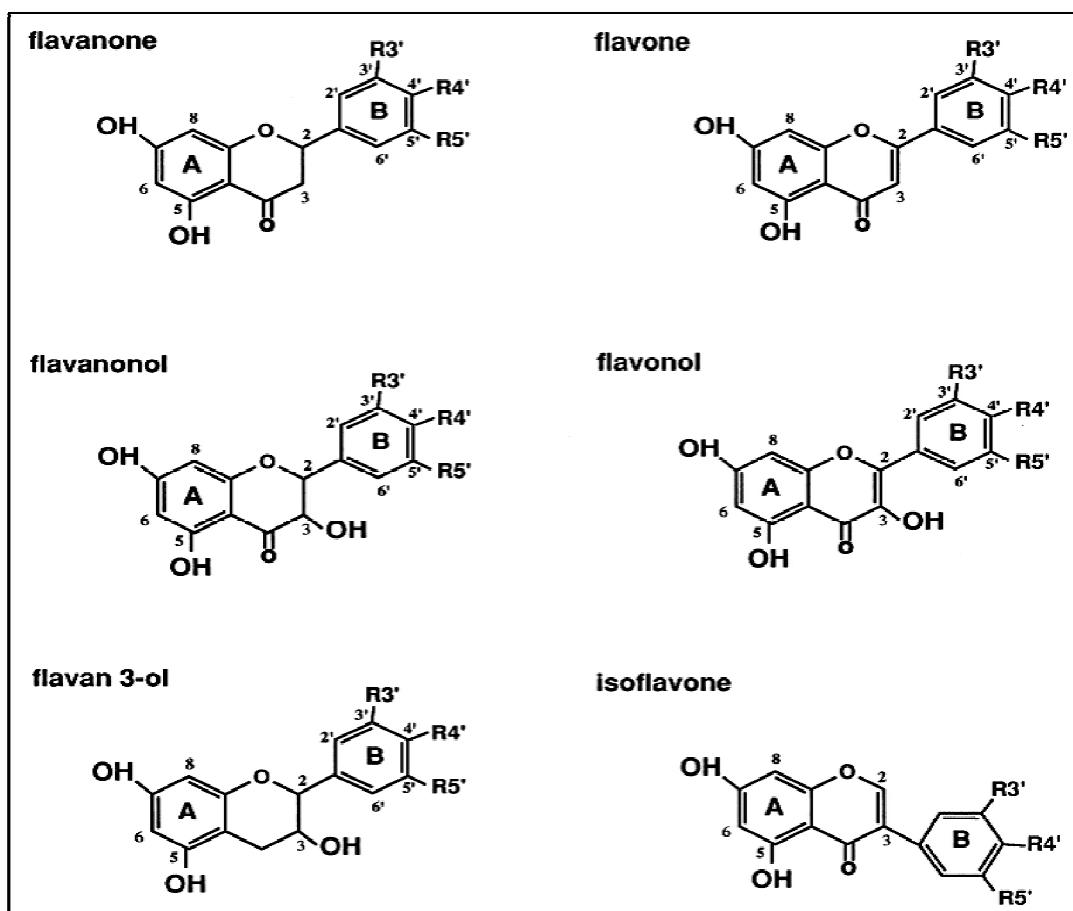


Figure 15. Structures des différentes classes des flavonoïdes [Gamet-Payraastre L. et al., 1999].

2-7-4-Biosynthèse des flavonoïdes

A l'état naturel, Ces composés sont sous formes de glycosides avec une structure en C15. Sur le plan cellulaire, ils sont synthétisés au niveau des chloroplastes ensuite migrent vers les vacuoles.

L'étape clé de la biosynthèse des flavonoïdes est la condensation de malonyl- CoA avec un ester du coenzyme A et d'un acide hydroxycinnamique. Les chalcones qui en résultent représentent le précurseur de tous les flavonoïdes, la chalcone est métabolisée en flavanone : naringénine. Cette dernière et sous l'action enzymatique donne des flavones : apigénine, dihydroflavonol. Le dihydroflavonol sera ensuite métabolisé en flavonol, kaempférol ou en flavan-3,4-diol.

Chaque groupe se distingue par le nombre, la position et la nature des substituants sur les deux cycles aromatiques et la chaîne en C3 intermédiaire ou l'hétérocycle [Zeghad N., 2009], [Muanda F. N., 2010], [Akroum S., 2011], [Attou A., 2011].

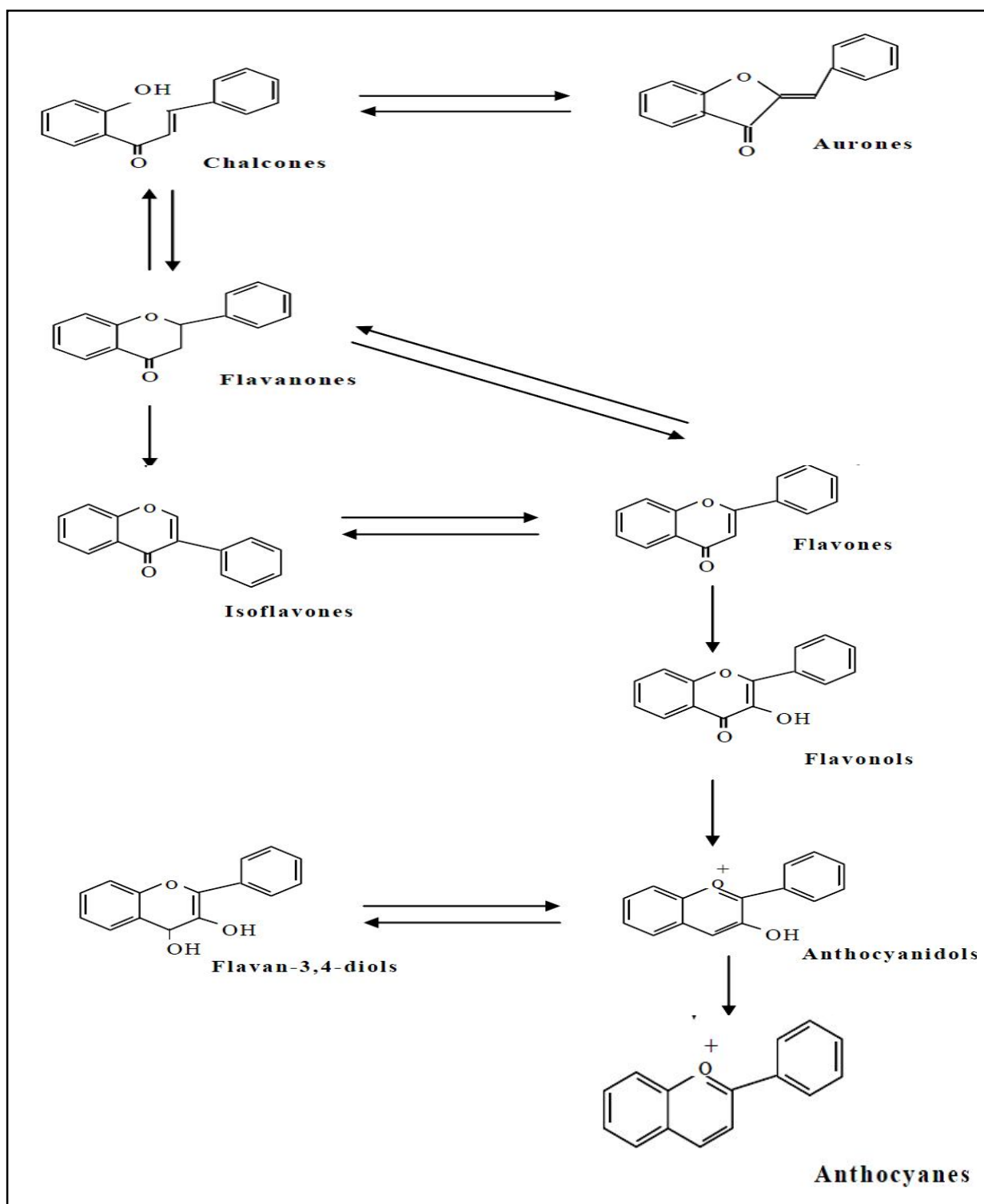


Figure 16. Schéma de la biosynthèse de différentes classes de flavonoïdes [Akroum S., 2011].

3-Biosynthèse des polyphénols

3-1-La voie de l'acide shikimique

L'érythrose 4-phosphate de la voie des pentoses phosphate et le phosphoénol pyruvate de la glycolyse sont des précurseurs des composés phénoliques C6-C1 donnant des tannins hydrolysables et de la chalcone, la molécule de base de tous les tannins condensés et flavonoïdes [Athamena S., 2009], [Akroum S., 2011].

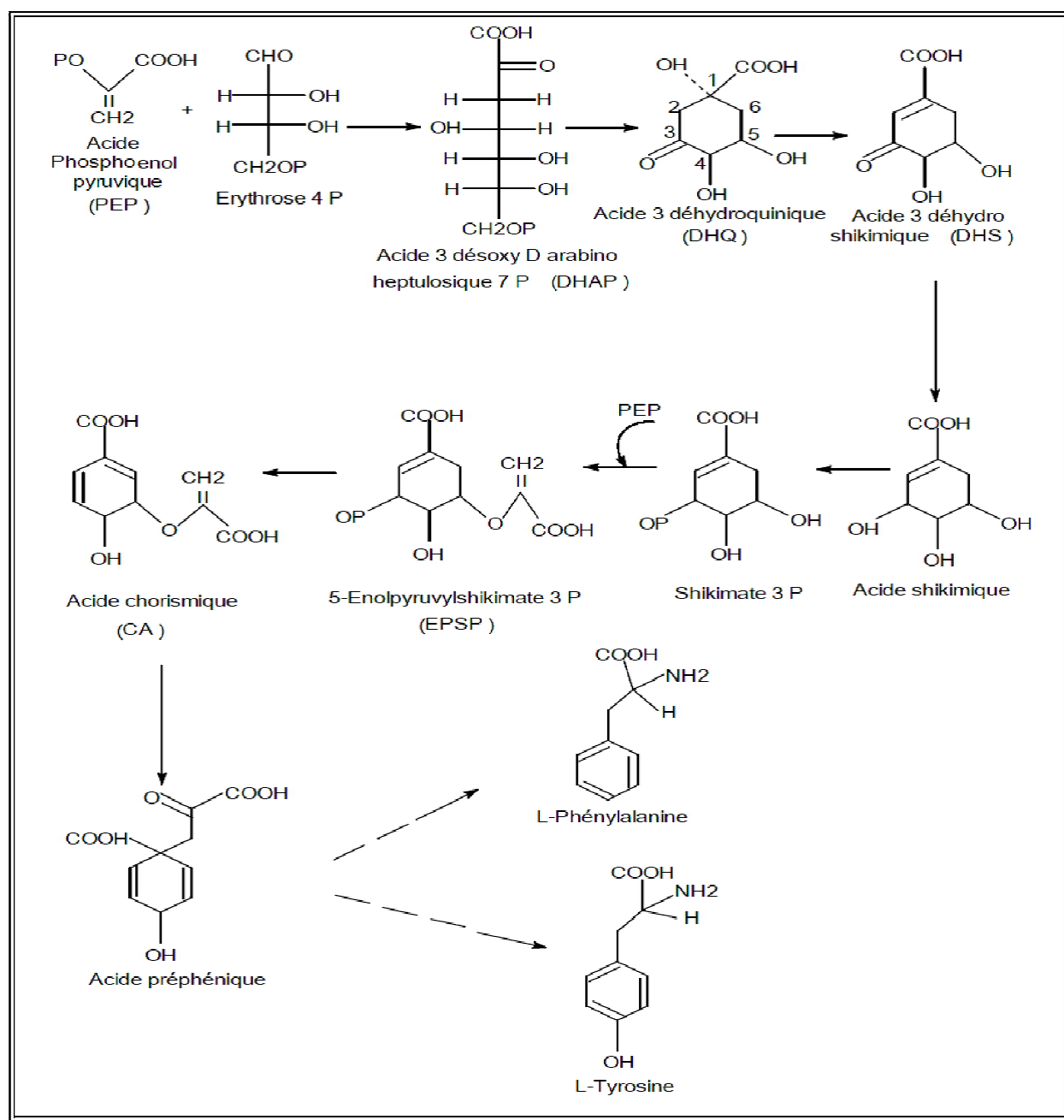


Figure 17. Biosynthèse des polyphénols par voie de l'acide shikimique [Floss H. G., 1997].

3-2-La voie de l'acide malonique

L'acétyl CoA qui résulte de la glycolyse et de la β -oxydation permet la formation du malonate. La carboxylation de l'acétyl-CoA donne de l'Acétate qui est ensuite condensé en chaînes polycétoniques cyclisées à travers cette voie [Akroum S., 2011].

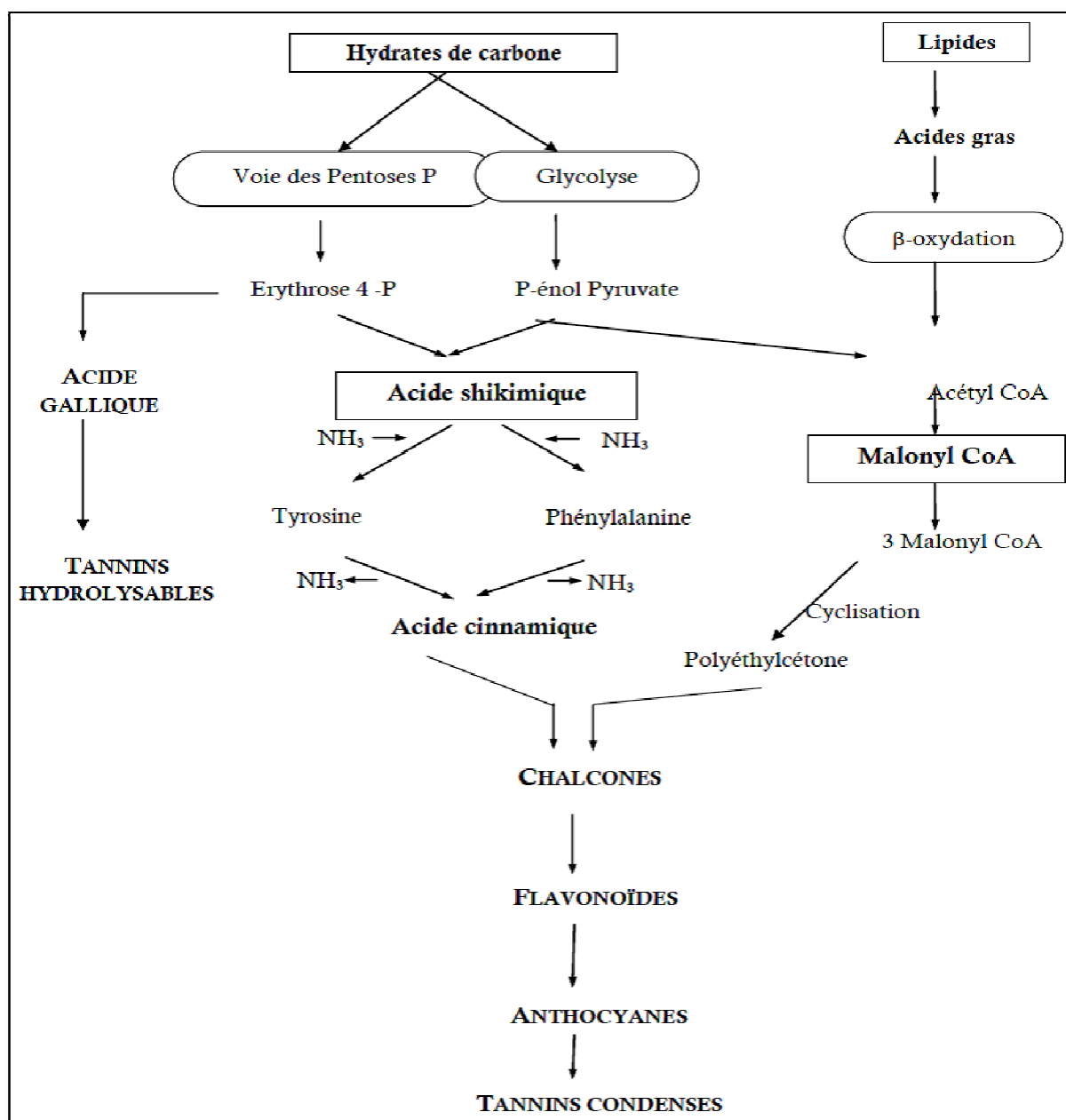


Figure 18. Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols [Akroum S., 2011].

4-Intérêts thérapeutiques des polyphénols et la santé humaine

4-1-Chez la plante

Au sein des plantes, les composés phénoliques jouent une variété de rôles vis-à-vis aux conditions défavorables du milieu environnement et sont étroitement associés à leurs activité antioxydante, améliorant donc la survie des cellules. Ils sont des acteurs importants dans la physiologie des plantes, ils peuvent, en tant que pro-oxydants, induire l'apoptose et prévenir la croissance tumorale. Outre leur fonction comme pigments des fleurs et des fruits visant à attirer les insectes pollinisateurs et les oiseaux disperseurs des semences, ils participent également à la protection contre les médiateurs d'UV, tout en contribuant à la fertilité et à la résistance aux maladies [Gião M.S. et al., 2013], [Brahmi N. et al., 2015].

4-2-Chez l'être humain

***Agents antioxydants :** très puissants et ceci grâce à leurs propriétés redox et leur capacité à neutraliser la surproduction d'espèces oxygénées radicalaires et de moduler les radicaux bon-mauvais comme l'oxyde nitrique responsable d'une bonne circulation sanguine. Les polyphénols activent les antioxydants existant dans le corps ce qui a donné l'idée de produire plusieurs médicaments, le cas de *Daflon* à base de diosmine.

***Coordonne les activités vitales :** entre le système immunitaire et le cerveau et modulent la communication entre les cellules nerveuses.

***Activité anticancéreuse :** Les polyphénols induisent les mécanismes naturels de la défense anticancéreuse. Ils stimulent la synthèse des enzymes de phase I et II de ces mécanismes au niveau des hépatocytes.

Les enzymes de phase I (des monooxygénases comme les cytochromes P-450) sont responsables d'oxydation des agents mutagènes hydrophobes en libérant des molécules qui servent des substrats pour les enzymes de phase II (glucoronyl-transférases, sulfotransférase) qui les métaboliser en composés hydrolysables excrétées hors les cellules.

***Défense contre les pathogènes :** tels que les moisissures et les bactéries phytopathogènes.

***Action gastro-protectrice :** des études effectuées sur des rates ont montré que les flavonoïdes et les acides phénoliques comme l'acide caféique, l'acide gallique limitent la surface des lésions gastriques résultantes de l'andométhacine chez les rates. L'acutissimine B et le phillyraeoïdine A isolées et purifiées à partir de *Quercus suber* et *Quercus coccifera* ont aussi confirmé l'action gastroprotectrice attribuée aux polyphénols.

***Dissuasion alimentaire :** certaines plantes produisent des substances inhibitrices de la croissance des autres plantes par le phénomène «*Allélopathie*»

***Attraction des pollinisateurs** par les couleurs ou les odeurs qui attirent les insectes.

***Protection contre les rayonnements UV :** protègent les structures cellulaires telles que les chloroplastes contre les effets néfastes des rayons UV en fonctionnant comme des filtres UV.

***Prévenir les maladies cardiovasculaires :** Les polyphénols favorisent la protection contre les altérations cardiaques et vasculaire, ces composés préviennent l'athérosclérose, la thrombose et limitent les risques d'infarctus du myocarde par réduction des phénomènes d'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) mais aussi l'agrégation plaquettaire.

***Prévenir les maladies hormonales :** Les polyphénols régulent la réponse aux œstrogènes endogènes par leur action pseudo-oestrogéniques comme les isoflavones du soja, la quercétine de l'oignon et le kaempférol de la chicorée offrant donc une protection contre l'ostéoporose.

Les lignanes font partie des polyphénols et qui ont une action bénéfique contre les cancers hormono-dépendants [Babar A. et al., 2007], [Fleuriet A. et al., 2005], [Yakhlef G., 2010], [Akroum S., 2011], [Zemouri S., 2012], [Oliveira A.P. et al., 2009].

***Effet vasodilatateur et anti-allergique** [Falleh H. et al., 2008].

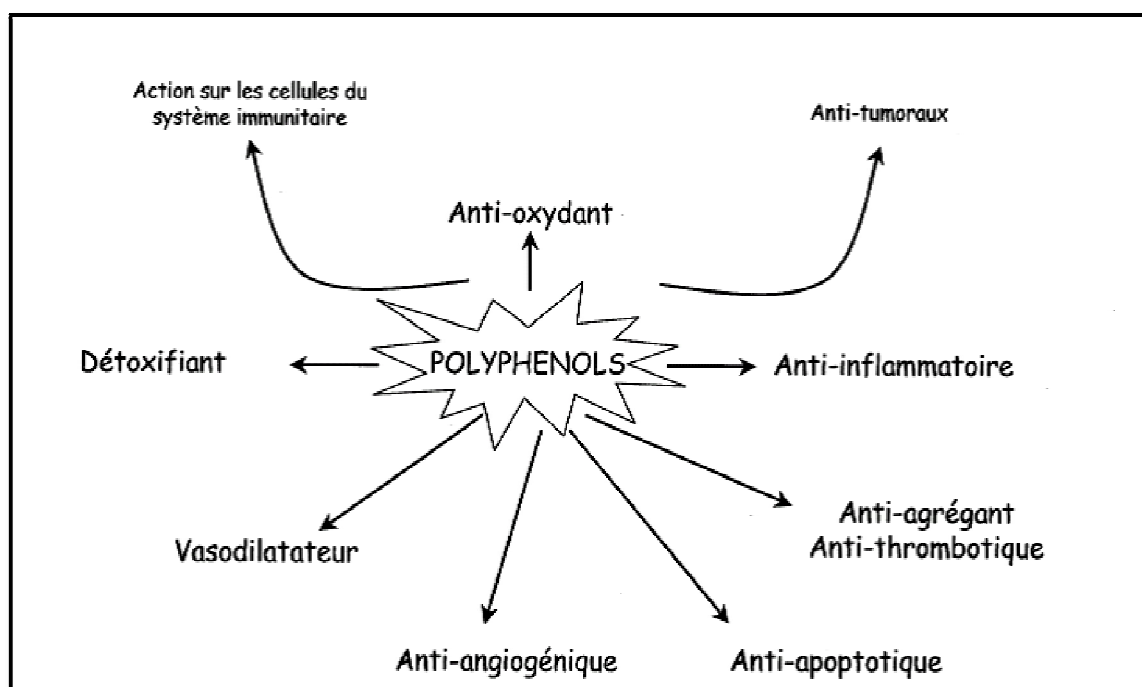


Figure 19. Effets biologiques des polyphénols [Athamena S., 2009].

4-3-Activité antimicrobienne des polyphénols

Les plantes aromatiques sont utilisées depuis des siècles pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques. *Origan*, *thym*, *sauge*, *romarin*, *cloude girofle* ont toutes une richesse en composés phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces trois composés ont un effet antimicrobien envers un large spectre de bactéries: *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*,

Salmonella enterica, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pylori*, et sont également de très bons agents antifongiques [Marianne P., 2008].

Les polyphénols, tels que les flavonoïdes, les tannins comme la catéchine, la quercétine, l'épigallocatechine, la myricétine, les Phytoaléxines et lutéoline pourvues d'une activité anti-infectieuse puissante à large spectre d'action avec en particulier celle antibactérienne, antifongique, antivirale, et antiparasitaire, la proportionnalité entre le taux d'hydroxylation et la toxicité a été démontré.

Parmi 182 flavonoïdes qui ont été étudiés, 25 ont manifestés une inhibition antibactérienne, cette activité est puissante contre un nombre important de bactéries, sur : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*... etc. L'apigénine, génisteine, naringénine et kaempférol ont des effets bactéricides et bactériostatiques démontrés et fortement efficaces [RajNarayana K. et al., 2001], [Taguri T. et al., 2004], [Ulanowska K. et al., 2007], [Essawi T., Srour M., 2000].

Leurs action pourrait être expliquée par leur aptitude à supprimer les facteurs de virulence microbienne par : atténuation d'adhésion aux récepteurs de l'hôte, neutralisation des toxines bactériennes, inhibition de la formation de biofilm, synergie avec certains antibiotiques.

Les flavonones ont montré un effet antimicrobien, la quercétine et la naringénine sont des inhibiteurs de *Staphylococcus epidermis*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* et *Saccharomyces cerevisiae*.

La quercétine-3-O-arabinoside, la morine-3-O-lyxoside possèdent une action bactériostatique sur les bactéries contaminantes des denrées alimentaires le cas de *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholera*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*.

L'activité antimicrobienne des polyphénols due probablement à :

- ❖ Leurs diversités structurales ;
- ❖ L'inhibition enzymatique soit par réaction avec les groupes sulfhydryle ou par interactions non spécifiques avec les protéines ;
- ❖ L'hydrophobicité qui est un paramètre de toxicité qui leur facilite intercalation avec les phospholipides membranaires et d'exercer les effets antibactériens à l'intérieur de la cellule ;
- ❖ La déstabilisation et augmentation de la perméabilité membranaire ;
- ❖ L'inhibition des enzymes extracellulaires ;
- ❖ L'action sur le métabolisme bactérien ;
- ❖ La privation des substrats de croissance bactérienne par chélation des métaux.
- ❖ Inhibition de l'expression d'ADN par atténuation d'ADN gyrase.

[Mayer F., 2012], [Athamena S. et *al.*, 2010], [Benbrinis S., 2012], [Oraby M.M., El-Borollosy A.M., 2013], [Harrar A. E-N., 2012].

Conclusion:

Les polyphénols sont produits végétaux afin d'accomplir des fonctions précises dans la biologie des plantes, de nombreuses études ont met le point sur l'impact positif de leur présence dans l'alimentation et de leurs consommation sur la santé humaine.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

1-Description de la zone d'étude

Béni Ounif (parfois orthographiée *Beniounif*), est une Daïra de la wilaya de Béchar en Algérie, située dans la région de la Saoura, à 110 km au Nord-est de Béchar, à 145 km au Sud-ouest d'Aïn Sefra et proche de la frontière Marocaine.

Le climat de la wilaya de Béchar est de type désertique continental qui se caractérise par un été très chaud ($+45^{\circ}\text{C}$) et un hiver très froid (2 à 3°C). Les précipitations sont de faible niveau avec **60** mm/an. Les vents de sables sont très fréquents et violents pouvant atteindre la vitesse de **100** km/h.

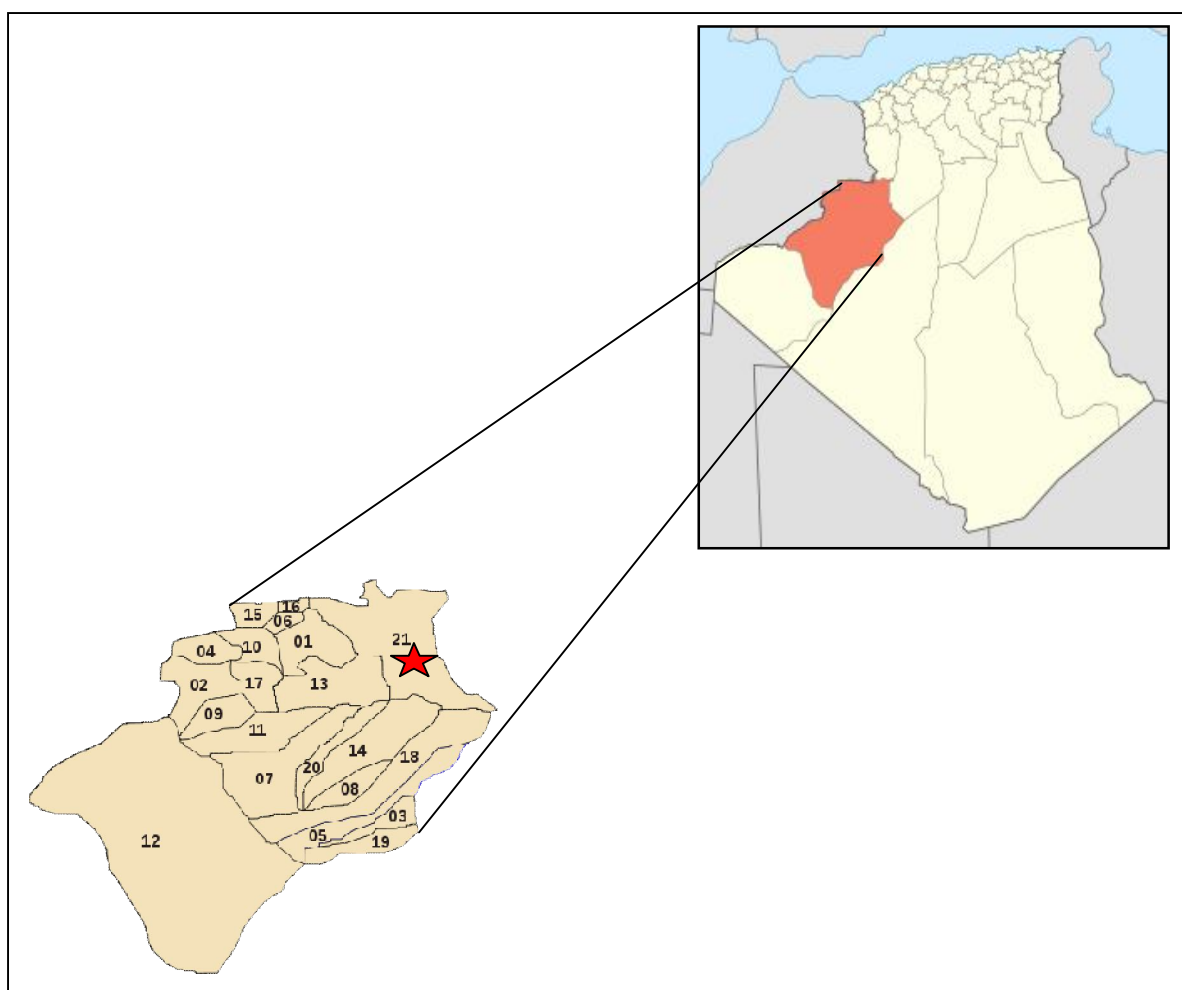


Figure 20. Présentation de zone d'étude « Béni Ounif » (★).

I-2-Matériel

I-2-1-Matériel végétal

Les plantes utilisées appartiennent aux espèces suivantes : *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis*. Elles ont été identifiées au niveau du laboratoire de physiologie végétale de l'université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen-

Les plantes ont été prélevées et récoltées durant la période du mois de Mars au mois de Mai 2015 de la région de Béni ounif de la Wilaya de Béchar, elles ont été nettoyées, séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière et de l'humidité, afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules, le matériel végétal de chacune des trois espèces est broyé dans un moulin électrique, puis stocké dans des boîtes jusqu'à son utilisation. Des récoltes supplémentaires ont été réalisées au mois de Juin 2015.

I-2-2-Préparation des extraits

I-2-2-1-Infusion.

Les méthodes de préparation et d'étude des métabolites secondaires issus de plantes ont été largement étudiées afin de mieux décrire leurs potentialités et leurs limites [Jimenez-Carmona M.M. et al., 1999].

L'infusion est une méthode d'extraction des principes actifs ou des arômes d'un végétal par dissolution dans un liquide initialement bouillant que l'on laisse refroidir.

Le terme désigne aussi les boissons préparées par cette méthode, comme les tisanes, le thé par exemple [Muanda F. N., 2010].

On effectue une infusion des parties parfaitement séchées des plantes aromatiques ainsi sélectionnées (feuilles, tiges et racines), en laissant 50g de poudre de chaque plante étudiée dans 500 ml d'eau distillée à l'ébullition pendant 15 minutes afin de permettre aux substances actives de se diffuser l'eau après refroidissement et séchage au rotavapor, l'obtention d'extraits contenant des principes actifs hydrosolubles sous forme d'eau infusée [Benzeggouta N., 2005].

I-2-2-2-Décoction.

La décoction consiste à réaliser l'extraction à température d'ébullition du solvant. Elle s'effectue en mettant à ébullition 500 ml d'eau distillée contenant 50g de poudre de plante pendant 15 minutes, ensuite le décocté subit une filtration après refroidissement suivi d'un séchage au rotavapor [Cheick-Traoré M., 2006].

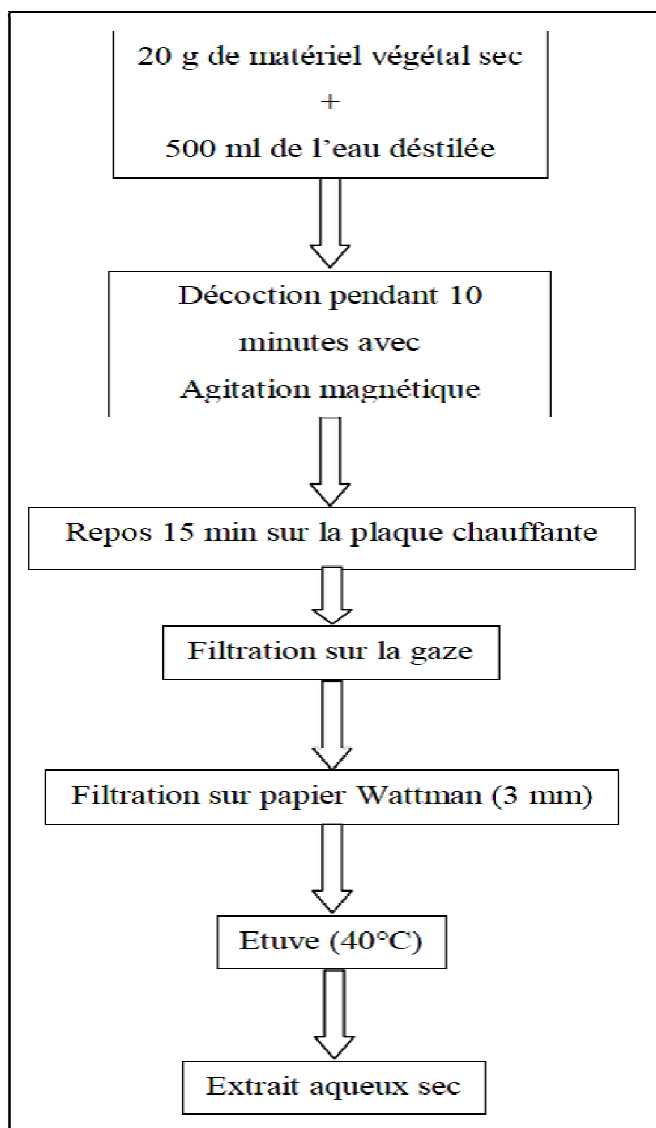


Figure 21. Protocole d'extraction de la solution aqueuse. [Belhattab et *al.*, 2004].

I-3-Détermination du rendement

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction [Boudjouref M., 2011].

$$R\% = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

Avec : **R%** : rendement, **M_f** : masse finale, **M_i** : masse initiale.

I-4-Calcul de la teneur en matière sèche

Dans le même sens, on a tenté d'évaluer, la teneur en matière sèche (MS), des trois espèces de plantes autochtones étudiées : *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis*.

La teneur en eau et en matières volatiles (ou humidité) relative, est déterminée selon la norme française NF V 03-909. Elle correspond à la perte de masse subie par l'échantillon après chauffage dans une étuve à 103 ± 2 °C jusqu'à poids constant (masse atteinte lorsque, au cours des opérations de séchage, la différence entre deux pesées successives de l'échantillon refroidi, à 4 h d'intervalle, ne dépasse pas 0.2 % (m/m) par rapport à la dernière masse déterminée.

La différence de masse avant et après séchage sert de mesure pour la teneur en matière sèche et en eau. La teneur en eau et en matières volatiles est exprimée en pourcentage massique :

$$\% \text{ Eau} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 = H$$

Où :

m₀ : est la tare de la coupelle en g.

m₁ : est la masse de la coupelle et de la prise d'essai avant chauffage en g.

m₂ : est la masse de la coupelle et du résidu après chauffage jusqu'à poids constant en g.

Exprimée aussi en pourcentage en masse, la teneur en matière sèche de l'échantillon, se déduit de la valeur de H :

$$\% \text{ Matière sèche} = 100 - H = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

Trois mesures ont été effectuées sur le même échantillon. [El Kalamouni C., 2010]. [Anonyme., 2014]

II-Méthodes d'analyses

II-1-Analyses phytochimiques des extraits

II-1-1-Dosage des polyphénols totaux

Le taux des polyphénols totaux des extraits a été estimé par la méthode de Folin-Ciocalteu [Ćujić N. et al., 2016].

1-Principe

Le réactif Folin-Ciocalteu se constitue d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolibdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$), sa réduction par des composés phénoliques donne naissance à un mélange d'oxydes de tungstène (W_8O_{23}) à couleur bleue et de molybdène (Mo_8O_{23}). Cette réaction aura lieu en condition alcaline à l'aide du carbonate de sodium, l'intensité de coloration bleue détectée en maximum d'absorption à 765 nm, reflète la quantité de composés phénoliques existant dans l'échantillon.

Elle est généralement exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique (ou catéchine) par gramme de poids sec (mg EAG/g Ps) [Georgé S. et al., 2005].

2-Mode opératoire

On additionne à 200 μ l de chaque extrait ou standard, 1 ml de réactif de Folin (10 fois dilué), 800 μ l d'une solution de carbonate de sodium (75 mg/ml) additionné après 4 min, au milieu réactionnel suivie de 2 h d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 765 nm contre un blanc contenant la totalité des réactifs utilisés sans extraits.

La même procédure est effectuée pour l'acide gallique à différentes concentrations. Toutes les mesures sont réalisées en triplicata.

Les concentrations des polyphénols totaux sont calculées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage établie via l'acide gallique et exprimées en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de poids sec d'extrait (mg EAG/g Ps) [Ćujić N. et al., 2016].

II -1-2-Dosage des flavonoïdes totaux

1-Principe

Le contenu en flavonoïdes des extraits est mesuré par le test colorimétrique direct par le chlorure d'aluminium. En effet, les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle libre en position 5 susceptible de donner, en présence de chlorure d'aluminium, un complexe « aluminium-flavonoïde » jaunâtre par chélation de l'ion Al^{+3} .

La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait, une absorbance maximale est détectable aux alentours du 510 nm [Li J.E. et al., 2015], [Basli A. et al., 2012].

2-Mode opératoire

Une quantité de 1 ml de chaque extrait et de standard (préparée dans le méthanol) est ajoutée à 1 ml de la solution de trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ (2 % dissous au méthanol). Après dix minutes, l'absorbance a été mesurée par rapport au blanc préparé de réactif au $\lambda_{max} = 430$ nm. Les concentrations des flavonoïdes ont été déduites à partir de la gamme de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine.

Les résultats ont été exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait) [Ghedadba A. et al., 2014].

II -1-3-Dosage des Anthocyanes totaux

1-Principe

Les anthocyanes subissent des transformations structurelles réversibles avec le changement de pH, manifestées par des spectres d'absorption différents. La forme colorée (oxonium) prédomine à pH 1,0 et la forme incolore (hémicétal) à pH 4,5.

La méthode du différentiel de pH est basée sur cette réaction, et permet une mesure rapide, simple et précise des anthocyanes totaux, même en présence de pigments polymérisés dégradés et d'autres composés interférents [Jiménez- Elizondo N., 2011].

2-Mode opératoire

La teneur des anthocyanines totaux a été mesurée selon la méthode du différentielle de pH par laquelle l'absorbance est déduit au 510 et 700 nm par deux systèmes tampons au pH 1.0 (Acide hydrochlorique, 0.2 M) puis au pH 4.5 (Acétate de sodium, 1 M), comme suit :

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1,0} - (A_{510} - A_{700})_{pH4,5}$$

Après qu'ils soient calculés en se basant sur l'équation suivante :

$$TAT = [(A \times MW \times DF) / MA] \times 100.$$

Avec: **TAT** : Taux d'anthocyanines totaux ; **A**: absorbance; **MW**: masse molaire (449.2g/mol); **DF**: facteur de dilution (10); **MA**: absorption molaire (26900L/mol/cm), ils sont exprimés en mg cyanidin-3-glucoside/100 g d'extrait [Ercisli S. et al., 2012], [Lako J. et al., 2007].

III-Procédures microbiologiques

III-1-Les souches bactériennes utilisées

Les souches bactériennes utilisées sont des souches référencées, obtenues de l'American Type Culture Collection (ATCC). Ces souches sont aimablement fournies par le laboratoire de recherche à la valorisation des ressources végétales et la sécurité sanitaire des aliments dans les zones semi-arides de l'université de Béchar, il s'agit de :

1-Les bactéries à Gram (-)

- **Enterobacter cloacae*. (ATCC 49452)
- **Citrobacter freundii*. (ATCC 8090)
- **Escherichia coli* (ATCC 25922)
- **Salmonella typhimurium*. (ATCC 13311)
- **Klebsiella pneumoniae*. (ATCC 4352)
- **Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853).

2-Les Bactéries à Gram (+)

- **Staphylococcus aureus*. (ATCC 25923).
- **Enterococcus faecalis*. (ATCC 49452)

III-1-1-Conservation des souches

Les espèces ont été conservées à 4°C dans des tubes stériles contenant 10 ml de milieu de culture incliné (gélose nutritive).

III-1-2-Les milieux de culture

Les milieux de culture employés :

- Bouillon nutritif pour le repiquage et le maintien des souches bactériennes;
- Gélose Mueller Hinton pour l'évaluation de la sensibilité des bactéries envers les extraits étudiés.

III-1-3-Préparation de précultures:



Pour le repiquage des souches, un ensemencement a été réalisé à partir des géloses nutritives renfermant des souches référencées sur bouillon nutritif.

III-2-Evaluation et Mise en évidence de l'activité antibactérienne des extraits

Le pouvoir antimicrobien d'une molécule in vitro peut être mis en évidence par des techniques classiques, aussi bien en milieu liquide qu'en milieu solide.

Les difficultés pratiques qui peuvent être rencontrées résultent de l'insolubilité des constituants dans l'eau, de leur volatilité et de la nécessité de les tester à faibles concentrations [El Kalamouni C., 2010].

Les deux méthodes suivantes, et qui sont des techniques effectuées en milieu solide fournissent des résultats reproductibles et répétables quand elles sont réalisées correctement :

-  Diffusion en disque,
-  Dilution en gélose.

[Threlfall E.J.et *al.*, 1999], [Walker R.D., 2000].

III-2-2-Méthode de la diffusion en disque (*L'Antibioaromatogramme*)

1-Principe :

La diffusion en disque est facile à mettre en œuvre, reproductible et ne nécessite pas d'équipement onéreux.

Dans cette technique de routine aux laboratoires de bactériologie pour tester la sensibilité des souches aux agents antimicrobiens, on mesure le diamètre de la zone d'inhibition autour d'un disque contenant de l'agent antimicrobien qui diffuse dans le milieu de culture déjàensemencé de la bactérie testée [El Kalamouni C., 2010], [Benzeggouta N., 2005].

Chaque halo, une zone claire montre la destruction des germes pathogènes et donne une indication précise de l'activité antibactérienne des agents antimicrobiens utilisées car ce diamètre est proportionnel à la concentration minimale inhibitrice (CMI).

L'aromatogramme représente un point de repère essentiel puisque sa technique est identique à celle utilisée pour mesurer l'activité bactéricide des antibiotiques [El amri J. et al., 2014].

2-Mode opératoire

Les extraits aqueux de *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis* été testés pour leur activité antibactérienne grâce au technique de diffusion des sur disques (méthode de diffusion sur agar) vis-à-vis de huit souches bactériennes.

Ces souches bactériennes ont été repiquées sur des tubes stériles contenant 10 ml d'un bouillon nutritif, puis incubées pendant 24 h à 37 °C.

Une turbidité apparente de ces tubes indique la croissance de ces différentes souches bactériennes. Des boîtes de Pétri contenant 20 ml du milieu Mueller Hinton sont ensuiteensemencées de cet inoculum. Des disques de papier filtre (papier Whatman #3) de 6 mm de diamètre stérilisés dans le four pasteur à 180°C pendant 30 min.

Ces disques sont imprégnés des extraits aqueux puis placés à la surface de milieu de cultureensemencé à l'intérieur des boîtes. Les disques des contrôles négatifs sont imprégnés d'eau distillée et de DMSO. Les boîtes de Pétri sont incubées à 37°C pendant 24h. Les diamètres des zones d'inhibition produites autour des disques sont mesurés [Falleh H. et al., 2008], [Liao C.H. et al., 2010].

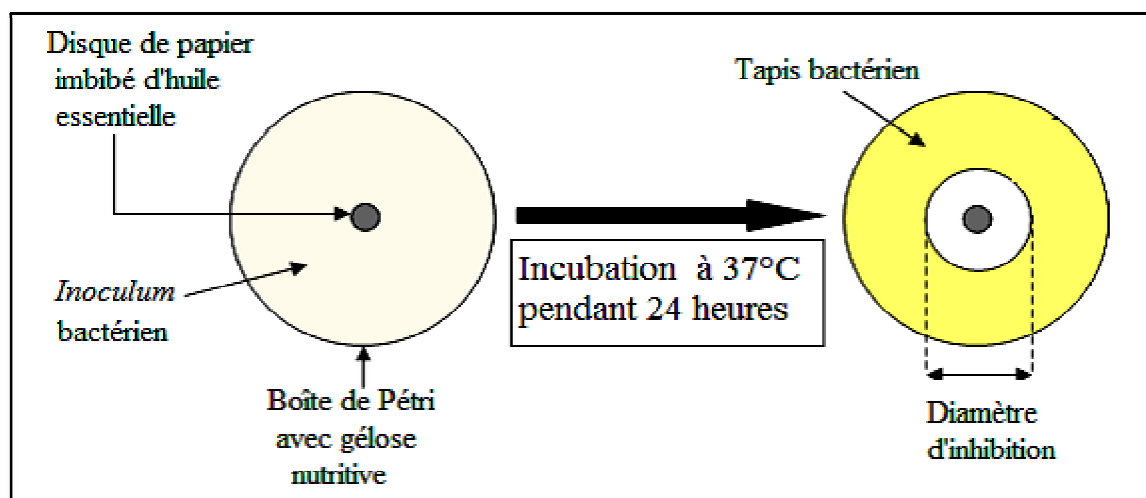


Figure 22. Principe de la méthode de diffusion des disques [Guinoiseau E.,2010].

3-Lecture des boîtes après incubation

La lecture correcte des résultats d'un test antibactérien exige la vérification de quelques paramètres :

Un inoculum et un ensemencement corrects doivent conduire à une culture confluyente et qui doit être répartie sur toute la surface de la gélose de façon à obtenir des zones d'inhibition circulaires.

La présence de colonies isolées indique que l'inoculum est trop faible, dans ce cas il faut refaire le test. Les diamètres des zones d'inhibition doivent exister dans les limites du contrôle de qualité.

1-2-Méthode de détermination de la concentration minimale inhibitrice

1-Principe :

La recherche de l'activité antibactérienne avec cette méthode est insuffisante, il faut cependant utiliser la technique de l'incorporation de l'extrait dans le milieu gélosé coulé en boîtes, qui est la méthode de « *détermination de la concentration minimale inhibitrice* » ou « méthode de contact direct », dans le but d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits infusés et décoctés [Benzeggouta N., 2005].

Les méthodes de dilution sont effectuées en milieu liquide ou en milieu solide. Elles consistent à mettre un inoculum bactérien standardisé au contact d'une gamme de concentrations croissantes de l'agent antimicrobien ou de l'extrait d'une plante.

La méthode par dilution successive en milieu solide est la méthode de référence pour déterminer la sensibilité bactérienne aux antibiotiques.

Cette détermination exige une standardisation rigoureuse du protocole expérimental (influence de l'inoculum, du délai séparant ensemencement et observation, milieu de culture), toute modification des conditions expérimentales rendant l'interprétation difficile.

2-Mode opératoire

Les extraits sont incorporés dans le milieu gélosé Mueller Hinton (20 ml/boîte) en raison de 1, 2 et 3 ml de chacun des extraits, puis la gélose coulée en boîtes de Pétri. La surface de la gélose est ensemencée avec un inoculum des souches à étudier. Après incubation pendant 24 h à 37 °C, la CMI de chaque souche est déterminée par l'inhibition de la croissance sur le milieu contenant la plus faible concentration d'extrait.

Une boîte de Pétri permet de tester jusqu'à 8 souches différentes. Dans notre test, le nombre de souches est limité à quatre.

Dans la pratique courante, les méthodes de dilution sont de mise en œuvre délicate et/ou onéreuse et elles sont réservées à des laboratoires spécialisés [Burnichon N., TEXIER A., 2003].

Pour les concentrations minimales inhibitrices (CMI), Il s'agit de déterminer les plus petites concentrations auxquelles les extraits présentent encore une activité antibactérienne visible à l'œil nu [Harrar A.N., 2012].

-Études statistiques

Le Test effectué, dans le cadre d'études statistiques, est celui d'ANOVA à deux facteurs pour tous les tests et dosages. Ce calcul va permettre de comparer de voir l'existence possible d'une corrélation entre les différents extraits point de vue effet antibactérien mais également entre leurs compositions via les valeurs de TPT, de TFT et de TAT.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

I-1-Rendements des extractions

Différents rendements des extraits aqueux ont été observés selon la plante et le type d'extraction employée, variant de 4,37 à 5,86% pour l'infusion et de 6,34 à 8,62% pour la décoction. Les rendements récupérés sont mentionnés par les histogrammes suivants :

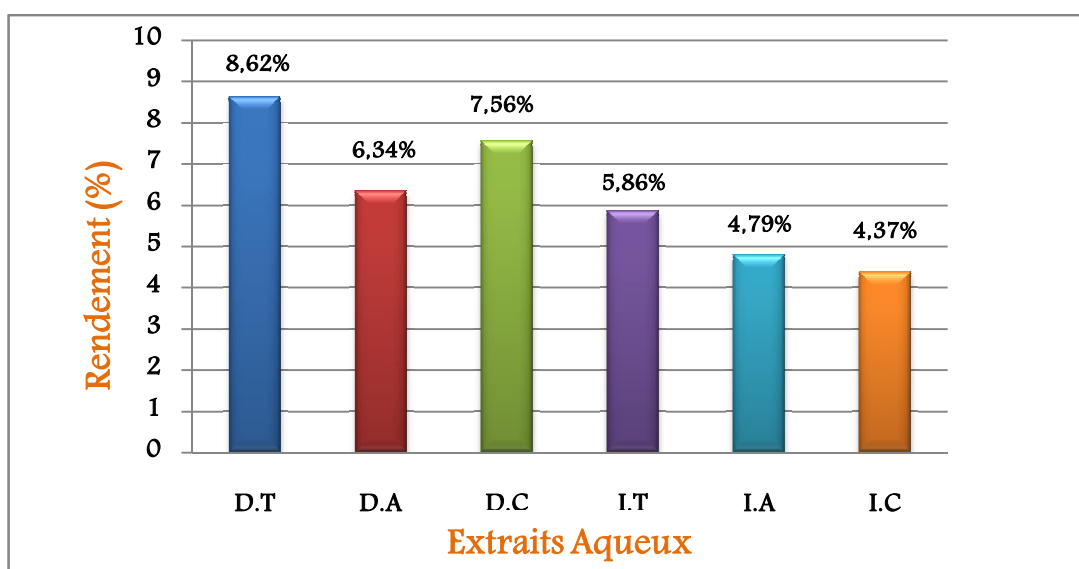


Figure 23. Rendement (%) d'extraits infusés et décoctés.

D.T : décocté de *T. vulgaris*. **D.A** : décocté d'*A. halimus*. **D.C** : décocté de *C. colocynthis*.

I.T : infusé de *T. vulgaris*. **I.A** : infusé d'*A. halimus*. **I.C** : infusé de *C. colocynthis*.

L'analyse de ses valeurs montre que le meilleur rendement pour la décoction a été enregistré pour le décocté de *T. vulgaris* (D.T) à 8,62% suivi de celui de *C. colocynthis* (D.C) à 7,56%. L'infusion a fourni des rendements notables de 5,86% et 4,79% pour (I.T) et (I.C) dans l'ordre. La décoction et l'infusion ainsi que d'autres divers modes de préparations (macération, pulvérisation, râpage,...) ont été largement utilisés dans le but de préparer des recettes médicamenteuses la décoction on est la plus sollicitée et majoritairement utilisée dans 32,94 - 42,30 % des cas [N'guessan K.*et al.*, 2009].

[Nizam I., Mushfiq M., 2012], ont expliqué que l'extraction des composés phénoliques à partir des parties végétales est fonction de la nature du solvant choisi pour récupérer la fraction soluble de la matière solide. Pour extraire les polyphénols qui sont des antioxydants forts, les solvants les plus efficaces sont ceux polaires, comme de l'eau [Nizam I. Mushfiq M., 2012].

La qualité et la quantité des métabolites secondaires tels que les composés phénoliques sont fortement influencée par divers facteurs environnementaux tels que la température, l'intensité lumineuse et la disponibilité de l'eau, par addition, aux caractéristiques génétiques [Król B., Kieltyka-Dadasiewicz A., 2015], [Kleinwächter M. et al., 2015].

Il a été aussi rapporté que les facteurs agricoles tels que les endroits où les plantes sont cultivés, les caractéristiques physico-chimiques du sol, la source des semences, l'espacement en culture et période de récolte, l'âge de la plante, le chémotype pris d'une même espèce botanique, la partie utilisée pour l'extraction et aussi de la méthode d'extraction de l'huile, ont aussi un effet critique sur les caractéristiques quantitatives et qualitatives du thym [Sharafzadeh S. et al., 2010], [Naghdi-Badi H. et al., 2004], [Rolli E. et al., 2014], [Faleiro M. L., 2011].

Par exemple, les rendements maximaux de *Thymus vulgaris* en huile et en teneur des phénols ont été obtenus avec des espacements en culture les plus proches et après que la floraison avait elle achevée, et ils varient d'une année à l'autre [Piccaglia R., Maroti M., 1991], [McGimpsey J.A. et al., 1994], [Shalby A.S., Razin A.M., 1992].

Les rendements d'extrait méthanolique des tiges et des feuilles ont été 7,5% et 24% respectivement, ce qui indique que la distribution des métabolites secondaires peut varier entre les différents organes de la plante [Benhammou N. et al., 2009].

Les rendements d'extraction des graines de *C. colocynthis* en utilisant le méthanol et l'eau, ont été 4,89% et 2,72% respectivement. L'analyse phytochimique d'extraits aqueux on révélé la richesse de *C. colocynthis* en tanins, glycosides, terpénoïdes, saponosides ainsi que des coumarines [Gacem M. A. et al., 2013].

La valeur extractive la plus grande des feuilles *C. colocynthis*, a été enregistrée pour l'extrait aqueux, qui était de l'ordre de 28.31% suivie de l'éthanol à 25.22% puis du chloroforme à 3.53% [Brown J.E., Pice-Evans C.A., 1998]. Les constituents chimiques des extraits de *T vulgaris* identifiés, lors de divers travaux de recherche, sont le thymol en majorité, le carvacrol, le *p*-cymène, les monoterpènes oxygénés, les hydrocarbonés et le γ -terpinène.

Les composés phénoliques déterminés sont les acides rosmarinique, cafféique et férulique et leurs dérivés, en plus à quelques flavonoïdes, tels que Lutéoline-7-O-rutinoside, lutéoline 7-O-glucuronide [Martins N. et *al.*, 2015], [Ghasemi-Pirbalouti A. et *al.*, 2013], [Nikolić M. et *al.*, 2014], [Berdowska I., et *al.*, 2013].

I-2-Les teneurs en matière sèche.

Les résultats des pourcentages de MS (**Tableau 01**), montrent clairement qu'ils ont été de $43,39 \pm 0,183\%$, de $57,5 \pm 1,697\%$ et de $65,13 \pm 3,945\%$, pour *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis*, respectivement.

Tableau 01. Rendement des trois espèces étudiées en matière sèche (en % et en g).

Espèces	MS (%)	MS (g)
<i>T. vulgaris</i>	$43,39 \pm 0,183$	$2,169 \pm 0,009$
<i>A. halimus</i>	$57,5 \pm 1,697$	$2,875 \pm 0,084$
<i>C. colocynthis</i>	$65,13 \pm 3,945$	$3,256 \pm 0,197$

Les rendements en matière sèche moyen de plantes *T. vulgaris* qui poussent depuis 120 jours variaient, selon le type de lumière utilisée et selon la quantité d'eau dans le sol (QES), entre 7,00 (QES = 50%) à 18.20g / plante (QES = 90%) sous lumière naturelle et de 19.70 (QES = 50%) à 50.30g / plante (QES = 90%) sous une lumière supplémentaire. Cette teneur a progressivement augmentée, passant de 15% à 29%, tandis que les variantes sous lumière naturelle avaient des teneurs en matière sèche inférieures par rapport à celles cultivées sous une lumière supplémentaire. [LETCAMO W. et *al.*, 1995a]

Les teneurs en matière sèche de *T. vulgaris*, dans une autre étude du même groupe de recherche, ont variaient de 8.2 (QES = 50%) à 19.2 g / plante (QES = 90%) sous lumière naturelle (au tour de 47%) et entre 21.3 (QES = 50%) à 51.9 g / plante (QES = 90%) sous une lumière supplémentaire. [LETCAMO W. et *al.*, 1995b]

Dans d'autres travaux, l'espèce *A. halimus* enregistre des teneurs aussi remarquables en raison de 53% au printemps et de 70% en été. Ces résultats montrent que, d'une façon générale, *Atriplex halimus* paraît comme une espèce bien adaptée au milieu car elle assure un rendement en fourrage relativement important et stable, tout au long de l'année.

D'autre part, que cette espèce est plus adaptée aux différentes contraintes climatiques (gelées du printemps et stress hydrique et salin en été) de la zone steppique. [Rahmoune C. et al., 2004]

Pour [Ben Salem et al. 2003], *A. halimus* est comme le cas de la majorité des autres espèces ligneuses; ont des variations en MS selon la saison et le type de l'année (sèche ou pluvieuse).

La teneur en matière sèche est minimale en hiver (19 % au mois de Février) et maximale en été (45 % au mois d'Août).

Le pourcentage en matière sèche des feuilles d'*A. halimus* a situé entre 19.9 et 29.5 % au mois de Janvier, et entre 16.9 et 25.9 % au mois de Mai. [Walker D. J. et al., 2008]

En plus, la quantité générée en matière sèche à partir des feuilles d'*A. halimus*, lors des travaux qui ont été fait par [Abbeddou S., 2011], était de 945g/Kg.

Les feuilles d'*A. halimus* ont aussi fournies $32.60 \pm 3.37\%$, tandis que les brindilles ont des teneurs pouvant atteindre $61.70 \pm 6.38 \%$. [Otal J. et al., 2010]

Cependant, la composition en MS des graines de l'espèce *Citrullus vulgaris* était 94,9% pour celle récoltée du Sénégal et de 97,3% pour celle du Soudan. [ZANMENOU J.C. 2013]

Par ailleurs, l'analyse chimique des graines de *Citrullus lanatus* a révélé une teneur moyenne en matière sèche élevée de 98,15%. [Enzonga-Yoca J.A., 2011]

Le taux de matière sèche de farine de graines de *C. colocynthis* mesurée dans le cadre de l'étude qui a été effectuée par [BHATTACHARYA A.N., 1990], a été de l'ordre de 95.6%.

II-Résultats et discussion des analyses phytochimiques des extraits

II-1-Taux des polyphénols totaux des extraits aqueux.

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu.

Une courbe d'étalonnage a été effectuée par différentes concentrations d'acide gallique qui a servi de standard et dont l'équation :

$$Y = 0,019X + 0,161$$

$$R^2 = 0,998$$

Les quantités des polyphénols ont été rapportées en milligramme équivalent de l'acide gallique par gramme de poids sec de l'extrait (mg EAG/g Ps).

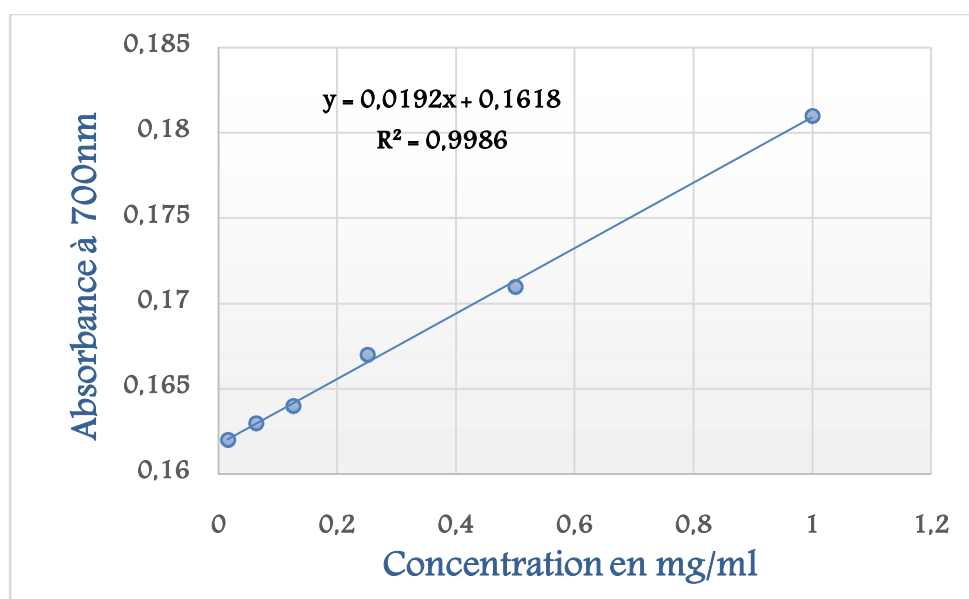


Figure 24. Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

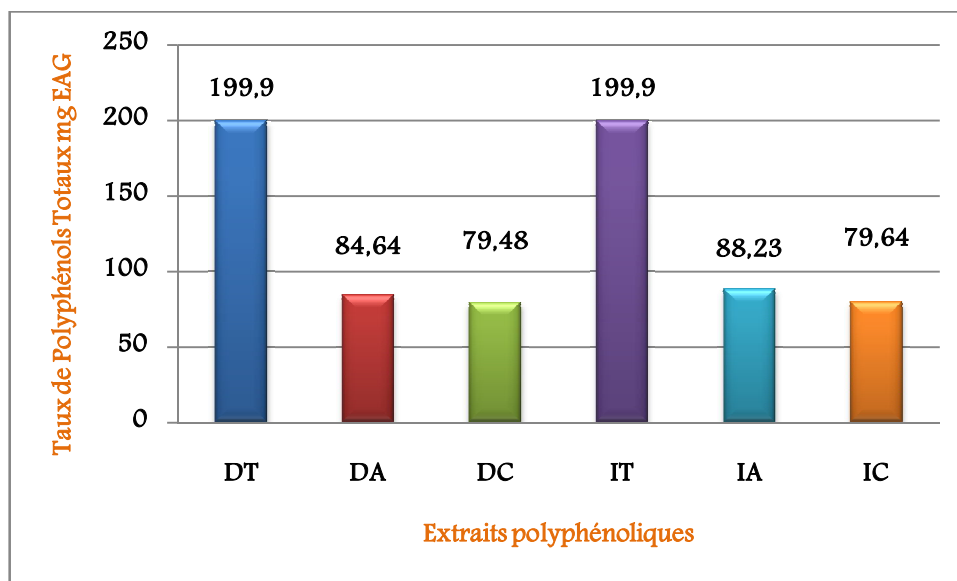


Figure 25. Teneur en Polyphénols Totaux.

De nombreuses études ont considéré que l'existence des polyphénols dans l'alimentation comme essentielle, grâce à leurs multiples effets bénéfiques sur la santé, ils servent d'antioxydants par l'inhibition de l'initiation ou de la propagation des réactions d'oxydation en chaîne, de peroxydation lipidique, et préviennent les dommages pouvant intervenir aux cellules sanguines.

L'activité antioxydante des composés phénoliques est principalement due à leurs potentiels d'oxydo-réduction élevés, qui peuvent jouer un rôle important dans l'adsorption et la neutralisation des radicaux libres, piégeage des singlets et des triplets d'oxygène, ou par décomposition des peroxydes. En général, il existe deux catégories de base des antioxydants, naturelles et synthétiques [Miguel M. G., 2010], [Amensour M. *et al.*, 2009], [Zheng W. *et al.*, 2001- Viuda-Martos M. *et al.*, 2015]

La méthode au Folin-Ciocalteu a permis de quantifier le taux de Polyphénols totaux des différents extraits aqueux [El-Haci I.A. *et al.*, 2012] Ce procédé qui est aujourd'hui le plus répandu, sa simplicité et sa reproductibilité, ont leurs fait, l'une des méthodes visant à déterminer le TPT les plus anciennes, dans les extraits végétaux.

Le réactif Folin-Ciocalteu décèle les polyphénols en un milieu réactionnel basique, facilitant la libération des protons à partir des composés phénoliques.

Ces protons aboutissent à la formation d'un anion phénolate qui va réduire le molybdate du Folin-Ciocalteu générant ainsi l'oxyde du molybdène à couleur bleu dont l'intensité est proportionnelle à la teneur globale présente dans les extraits testés. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de l'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g Ms) calculés via une courbe d'étalonnage tracée avec des concentrations variées en acide gallique [Gião M.S. et al., 2013], [Roginsky V., Lissi E. A., 2005], [Bey M.B. et al., 2013].

On a enregistré des hauts teneurs en Polyphénols Totaux situant entre 79,48 et 199,9 en faveur des deux extraits de Thym D.T et I.T.

Selon des études effectuées, l'ajout d'un solvant ou d'un acide à l'extraction favorise une stabilisation accrue des composés phénoliques, et augmente la désintégration de la membrane cellulaire, permettant donc la solubilisation et l'hydrolyse des polymères polyphénoliques à partir de la matière végétale [Bey M.B. et al., 2013].

Dans leur travail qui corrobore nos résultats, [Al-Bayati F.A., 2008] a trouvé des rendements de l'infusion, de décoction et l'extrait Hydro-alcoolique pour l'espèce *Thymus vulgaris* L. de 12.11, 10.96 et de 6.98% respectivement, et des valeurs de TPT de 107.56, 116.60 et de 88.59 mg/g d'extrait dans le même ordre [Al-Bayati, F. A., 2008].

Les variations observées dans les profils phénoliques de différents échantillons peuvent être expliquées par les conditions de croissance (la localisation géographique, le type du sol, le climat, les précipitations, l'altitude), la saison de récolte, les différentes maladies qui peuvent affecter la plante et les traitements effectués et la durée de conservation, entre autres, qui interfèrent directement avec le contenu en constituants chimiques et par conséquent, à leurs effets thérapeutiques

[Ebrahimzadeh M. A. et al., 2008], [Park H. J., Cha H. C., 2003], [Özgüven M., Tansi S., 1998], [Naghdi-Badi H. et al., 2004].

Une autre étude a exprimé que *Thymus vulgaris* a un total phénolique de 2,13 mg EAG/g de Pf. La FCC (*USA Food Chemical Codex*) a fixé les spécifications de l'huile de thym qu'il devrait obligatoirement contenir un pourcentage en phénol $\geq 40\%$ en volume. Comme la plupart des herbes culinaires, *T. vulgaris* est préparée pour la consommation en faisant appel à des méthodes aqueuses en raison de leurs teneurs d'antioxydants acceptables, plutôt qu'organique. [Zheng W. et al., 2001], [Stahl- Stahl-Biskup E. Sàez F., 2003], [Reineccius G., 1994].

La valeur de TPT chez *T. vulgaris* la plus grande dont elle a été détectée, est lors de l'étude faite par [Brahmi N. et al., 2015] et qui était de l'ordre de 81.5 mg EAG/g Ps.

De manière analogue, les plantes de thym semblaient contenir une quantité supérieure en flavonoïdes à celle des autres plantes étudiées.

En effet, compte tenu de différence de pourcentage entre les valeurs de TFT et de TPT, il a été observé que seulement 13% des phénols de thym pourrait appartenir à la classe des flavonoïdes.

Les plantes de la famille des Lamiacées généralement l'acide rosmarinique comme composé phénolique principale [Brahmi N. et al., 2015].

Des travaux qui ont concentrés sur l'espèce d'*Atriplex halimus*, ont pu estimés un TPT de l'extrait méthanolique des tiges et des feuilles de 10, 12 et 3,77 mg EAG/g Ps, respectivement.

Pour le cas d'extrait aqueux le contenu phénolique était 12.47 mg EAG/g Ps [Chikhi I. et al., 2014], [Benhammou N. et al., 2009].

Selon des travaux, toutes les parties de cette plante sont riches en composés phénoliques. Un extrait aqueux de *Citrullus colocynthis* a été testé pour son contenu en polyphénols totaux dans le cadre d'une recherche gérée par [Talole B. et al., 2013] qui a été 0.0323 mg EAG/g [Brown J.E., Pice-Evans C.A., 1998], [Talole B. al., 2013].

II-2-Taux des flavonoïdes totaux des extraits aqueux.

Le taux des flavonoïdes totaux a été estimé par le test à Chloride d'aluminium.

La courbe d'étalonnage établie avec de la quercétine a permet de déduire les concentrations des flavonoïdes totaux exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait). [Hebi M., Eddouks M., 2015].

L'équation est :

$$Y = 0,076X + 0,036$$

$$R^2 = 0,989$$

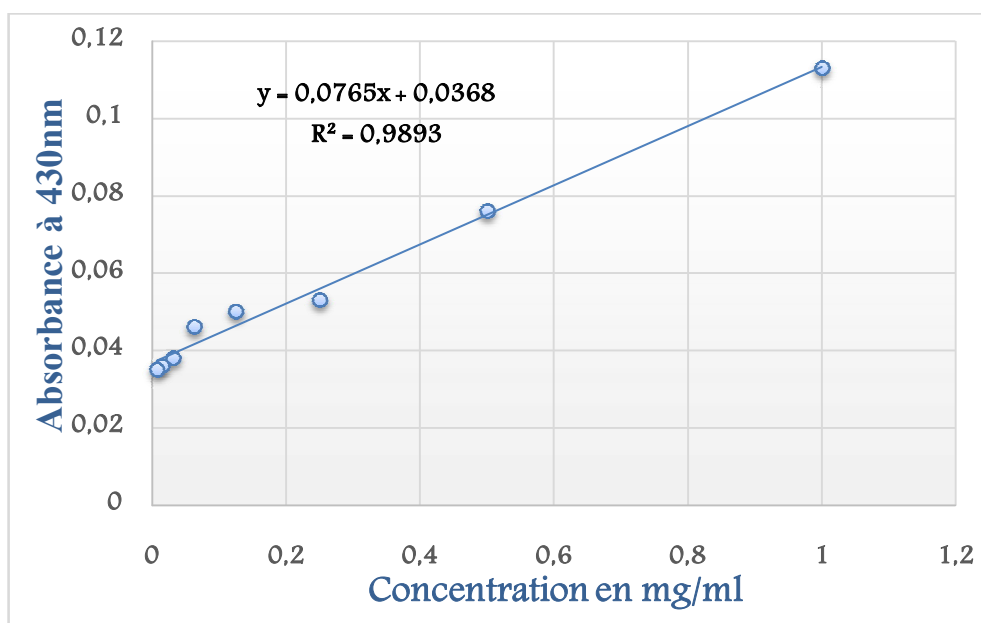


Figure 26. Courbe d'étalonnage de la quercétine.

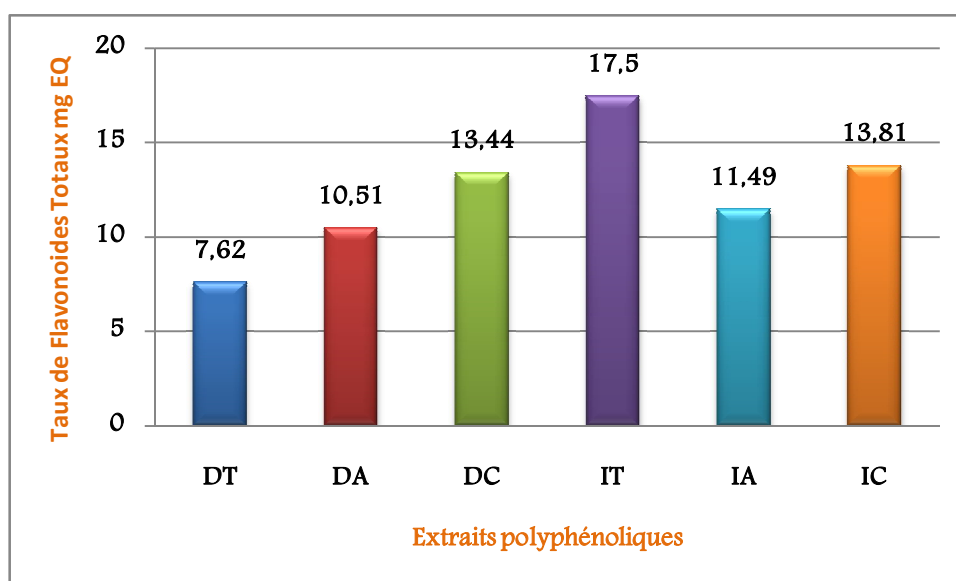


Figure 27. Teneur en Flavonoïdes Totaux

Avec plus de 5000 composés de flavonoïdes déjà identifiés, cette classe constitue celle la plus importante des polyphénols [Gomez-Caravaca A.M. et al., 2006].

Dans le cadre de ce projet de recherche on y arrivé à avoir des estimations de TFT des six extraits aqueux résultant de trois diverses plantes et qui ont été dans l'ordre suivant :

IT>IC>DC>IA>DA>DT, dans lequel l'infusé de *T. vulgaris* a dominait les autres extraits avec une composition de $17,5 \pm 0,59$ mg équivalent quercétine /g Ps. Des valeurs aussi importantes sont trouvées pour IC et DC, l'infusé et le décocté de *C. colocynthis* dont les valeurs étaient très proches $13,81 \pm 1,47$ et $13,44 \pm 1,27$ mg EQ/g, par ordre.

Ces taux élevés en TPT et TFT, dont on a mesuré, ne sont pas surprenantes puisque ces composés, en particulier les flavonoïdes agissent comme des filtres UV en protégeant certaines structures cellulaires comme les chloroplastes contre les effets nocifs du rayonnement UV [Oliveira A.P. et al., 2009].

Le TFT de thym a été jugée dans l'étude faite par [Ramkissoo J.S. et al., 2013], à 1,074 mg équivalent de catéchine /ml. et était 8.56 mg EQ /g Ps pour l'extrait éthanolique [Ramkissoo J.S. et al., 2013], [Zeghad N., 2009].

Les feuilles et les tiges d'*A. halimus* sont caractérisées par la présence de flavonoïdes en particulier les flavonols, ces molécules sont connues par leur propriétés médicinales et physiologiques dont la plus cruciale est celle de l'activité anti-radicalaire [Benhammou N. et al., 2009].

Les flavonoïdes sont généralement classés comme "composés environnementaux" car ils sont souvent produits en réponse directe à des conditions environnementales.

Les stimuli externes peuvent moduler la synthèse et donc de modifier la composition chimique ou la quantité de composés phénoliques dans les plantes. Les stimuli externes comprennent les infections microbiennes, la lumière ultraviolette, les blessures mécaniques de la plante, les facteurs chimiques de stress tels que les métaux lourds et les pesticides mais aussi le taux du CO₂ [Caldwell C. R. et al., 2005], [Ogonna-Daniel N., et al., 1999].

La production des flavonoïdes est largement influencée par la température, l'humidité, les phytorégulateurs, l'intensité lumineuse et la longueur d'onde. Il a été démontré que les fruits cultivés en climat ensoleillé ont possédés des niveaux plus élevés en flavonoïdes en comparaison aux fruits poussés à l'ombre. En plus, la consommation des fruits mûrs entiers est très conseillée car les peaux de fruits ont constitués une source principale en polyphénols dans de nombreux cas [Trad M. et al., 2013], [Barolo M.I. et al., 2014].

II-3-Taux des anthocyanes totaux des extraits aqueux.

Les teneurs en anthocyanines totaux ont été calculés en se basant sur la méthode du différentielle de pH puis ils sont exprimés en mg cyanidin-3-glucoside/100g d'extrait (mg C3G/100g).

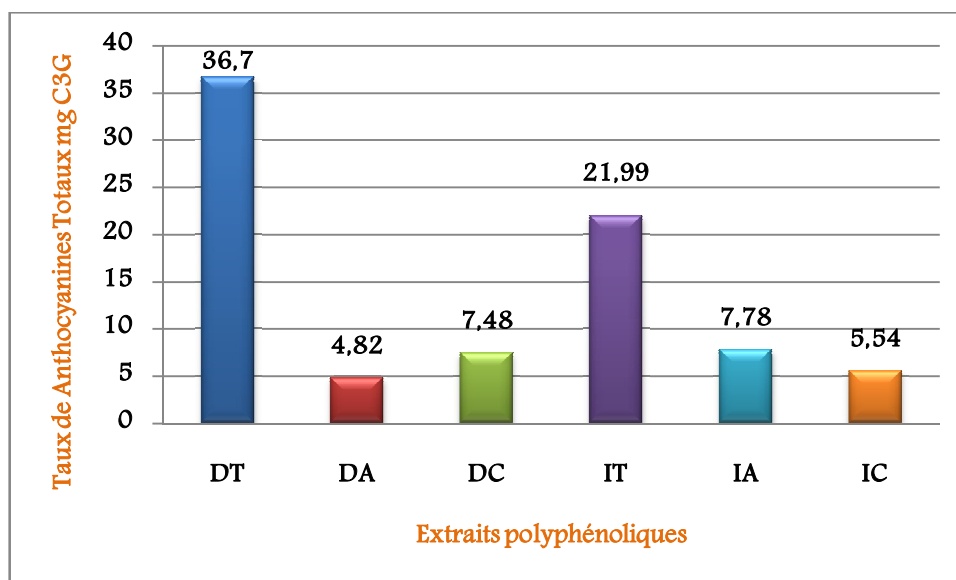


Figure 28. Teneur en Anthocyanes Totaux

Tableau 02. Résultats du dosage des polyphénols totaux, des flavonoïdes totaux et des anthocyanes totaux des différents extraits.

Extraits	Polyphénols (mg EAG/g Ps)	Flavonoïdes (mg EQ/g)	Anthocyanines (mg C3G/100g)
D.T	199,9±3,77	7,62±0,25	36,7±0,15
D.A	84,64±4,20	10,51±0,74	4,82±1,11
D.C	79,48±0,08	13,44±1,27	7,48±0,22
I.T	199,9±1,82	17,5±0,59	21,99±0,82
I.A	88,23±0,31	11,49±0,21	7,78±2,34
I.C	79,64±0,72	13,81±1,47	5,54±0,60

Les valeurs représentent la moyenne de 3 essais ± SD.

D.T : décocté de *T. vulgaris*. **D.A** : décocté d'*A. halimus*. **D.C** : décocté de *C. colocynthis*.

I.T : infusé de *T. vulgaris*. **I.A** : infusé d'*A. halimus*. **I.C** : infusé de *C. colocynthis*.

Les anthocyanines ce sont des pigments responsables de l'apparition de coloration violette, bleue, verte, jaune, marron, noire et rouge dans certains légumes et fruits. Ce sont des substances inoffensives et leur hydro-solubilité a fait qu'ils sont employés en tant que colorants des denrées alimentaires [Piga A. et al., 2008], [Oliveira A.P. et al., 2010].

À partir des résultats, il apparait clairement qu'un TAT appréciable a été mesuré pour les deux extraits de *T. vulgaris*, DT (décocté) et IT (infusé) dont les teneurs étaient $36,7 \pm 0,15$ et $21,99 \pm 0,82$ mg C3G/100g. D'autres TAT moyennement importante sont également observés pour le décocté de *C. colocynthis* (DC) et l'infusé d'*A. halimus* (IA) où ont eux $7,48 \pm 0,22$ et $7,78 \pm 2,34$ successivement.

Plusieurs études ont signalés l'existence des variations aux taux de ces métabolites liés à l'année de la collection et ont conseillé de la nécessité de contrôler les TFT, TAT et la TPT pour plus d'un an afin de recueillies de bonnes estimations [Connor A.M. et al., 2005], [Çaliskan O., Polat A.A., 2012] a déclaré comme vraie des teneurs remarquables de TPT, TFT et TAT ont été calculés aux années dans lesquelles les températures moyennes étaient grandes ($>29^{\circ}\text{C}$), absence de précipitations pendant la maturité en plus à une période d'ensoleillement qui s'étend du mois Juillet au mois d'Août [Çaliskan O., Polat A.A., 2012]. Et pour cela, l'écorce de pomme ombragée a fournit des TAT moins élevés que celle exposée au soleil [Awad M. A. et al., 2000].

Les facteurs tels que les microclimats, l'année de récolte, le phénotype, le génotype, l'organe testé et le stade de croissance influent les taux d'anthocyanines totaux chez des fruits comme : les raisins, les cerises, les abricots et les baies [Hegedűs A. et al., 2010], [Guerrero J.C. et al., 2010].

Les conditions biotiques (l'espèce, l'organe et le stage physiologique) et les stressés abiotiques (la salinité, la luminosité, le déficit en eau et les facteurs édaphiques), qui règnent largement aux zones arides, possiblement augmentent le métabolisme phénolique comme réponse au stress oxydative [Ksouri R. et al., 2008].

D'après les analyses statistiques on a décelé que des différences non significatives existent entre les différents extraits. ($p > 0,05$).

Ces deux techniques d'extraction la décoction et l'infusion génèrent des extraits avec une richesse appréciable en matière de composition en polyphénols justifiée par les taux importants détectés via différents tests et dosages réalisés, et leurs effets bénéfiques sur la santé ont été démontrés.

III-Résultats et discussion des tests d'activité antibactérienne

III-1-Méthode de diffusion en disque (*L'Antibioaromatogramme*)

L'activité antibactérienne des différents extraits aqueux obtenus par 2 techniques différentes « infusion » et « décoction » de trois plantes endémiques des zones arides et semi-arides à savoir *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis* vis-à-vis huit souches bactériennes (*Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Enterococcus faecalis*) a été évaluée via la méthode de diffusion de sur agar (diffusion des disques). Cette méthode dont elle est la technique la plus couramment utilisée, a été conçue en vue de tester les propriétés antibiotiques d'extraits bruts.

En raison de la nature simple de ce dosage et de la quantité réduite requise de l'extrait, leur utilisation est généralement recommandée pour l'évaluation de nombreux extraits sur un seul microorganisme, et mettre en évidence ceux qui présentent la plus forte capacité et leurs soumis à des caractérisations plus profonde.

Cette technique est aussi employée pour déduire la susceptibilité d'une gamme importante d'espèces microbiennes à un extrait particulier. Cependant, elle est moins adaptée à des fins de quantification, tels que la détermination des valeurs de CMI. [Chorianopoulos N.G. et al., 2007], [Rios J. L., Recio M. C., 2005].

Les zones d'inhibition mesurées (mm) sont apparues dans le tableau suivant :

Tableau. 03 Diamètres des zones d'inhibition (mm) de la croissance bactérienne induites par les extraits aqueux de *T. vulgaris*, *A. halimus* et *C. colocynthis* par diffusion des disques.

Souches Bactériennes Testées		Zones d'inhibition (mm) d'Extraits aqueux					
		D.T	D.A	D.C	I.T	I.A	I.C
Bactéries Gram (-)	<i>Enterobacter cloacae.</i>	10	10	09	12	12	14
	<i>Citrobacter freundii.</i>	-	-	10	11	11	13
	<i>Escherichia coli.</i>	12	-	07	-	07	-
	<i>Salmonella typhimurium.</i>	07	-	09	14	13	-
	<i>Klebsiella pneumoniae.</i>	-	-	11	-	10	-
	<i>Pseudomonas aeruginosa.</i>	13	09	11	11	14	09
Bactéries Gram (+)	<i>Staphylococcus aureus.</i>	-	11	10	12	-	11
	<i>Enterococcus faecalis.</i>	11	12	11	13	11	12

D.T : décocté de *T. vulgaris*. **D.A** : décocté d'*A. halimus*. **D.C** : décocté de *C. colocynthis*.

I.T : infusé de *T. vulgaris*. **I.A** : infusé d'*A. halimus*. **I.C** : infusé de *C. colocynthis*.

- : Absence de Zone d'inhibition.

Ces souches bactériennes ont été choisies en raison de leur propriété de multirésistance envers les antibiotiques classiques :

**Enterobacter cloacae* est une bactérie anaérobie facultative pour être une cause importante d'infections nosocomiales, elle est capable de passer de l'état commensal à celui de pathogène opportuniste. Elle a pris une importance croissante du fait de son implication dans les infections des services de soins intensifs et dans la diffusion des souches d'*E. cloacae* multi-résistantes aux antibiotiques [Gong G. et al., 2015], [Guérin F., 2015].

**Enterococcus faecalis* est l'espèce entérocoque la plus fréquemment isolée à partir des prélèvements cliniques humains, elle représente 80 à 90% des isolats.

Cette souche est utilisée en tant que contrôle de la qualité pour les tests de sensibilité aux agents antimicrobiens [Del Valle P. et al., 2015].

**Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* et *Escherichia coli* constituent des agents pathogènes d'origine alimentaire les plus préoccupants, associés à des infections nosocomiales et peuvent causer des maladies humaines telles que la bactériémie, l'endocardite ou les infections des voies urinaires car ils sont souvent porteurs de multiples résistances aux antibiotiques et les facteurs de virulence. De plus au caractéristique de *S. aureus* au à former du biofilm [Sanz-Puig M., et al., 2016], [Banerjee D. et al., 2015], [H-Kittikun A. et al., 2015].

**Pseudomonas aeruginosa* est une souche extrêmement dangereuse associée à des infections chroniques et pulmonaires à cause de sa capacité à former des cellules persistantes en biofilm et d'obtenir également une tolérance aux antibiotiques [Tagbo H.R. et al., 2015], [Soheili D. et al., 2015].

**Citrobacter freundii* est bien connu maintenant comme agents responsables de diverses infections nosocomiales graves et communautaires acquise chez les humains. Son importance réside dans leur haute résistance à la mesure dans des agents antimicrobiens couramment utilisés pour le traitement de diverses infections [Nayar R. et al., 2014].

Est une espèce résistante hypervirulente, *Klebsiella pneumoniae*, peut provoquer une grave menace pour la santé publique, en provoquant des infections communautaires, des infections des voies urinaires, de la bactériémie et de la pneumonie ce qui suggère un besoin urgent de renforcer la sensibilisation clinique et la surveillance épidémiologique [Zhang Y. et al., 2015].

[Moreira M.R. et al., 2005], ont classées la sensibilité aux différentes huiles selon le diamètre des zones d'inhibition comme suit : non sensible pour le diamètre moins de 8 mm ; sensible pour un diamètre entre 9-14 mm ; très sensible pour un diamètre entre 15-19 mm et extrêmement sensible pour le diamètre plus que 20 mm.

En faisant recours à ces énoncées, on constate des résultats recueillis que les extraits aqueux D.T (décocté de *T. vulgaris*) et D.A (décocté d'*A. halimus*) n'ont aucun effet sur la croissance des deux souches bactériennes testées : *Citrobacter freundii* et *Klebsiella pneumoniae*.

L'extrait D.A, I.T (infusé de *T. vulgaris*) et I.C (infusé de *C. colocynthis*) étaient sans action sur *Escherichia coli*.

A leur tour, les extraits D.A et I.C ne permettent d'avoir aucune inhibition sur la croissance de *S. typhimurium*.

Et ceux, D.T, D.A, I.T et I.C n'agissent plus contre *K. pneumoniae*. On a aussi enregistré l'insensibilité de *Staphylococcus aureus* aux extraits D.T et I.A (infusé d'*A. halimus*).

Ces estimations ont été prometteuses car ces extraits testés ont pu inhiber les bactéries suivantes : *Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis* et *Pseudomonas aeruginosa*, classées comme germes à haute pathogénicité. L'extrait I.C a présenté d'importantes zones d'inhibition d'*E. cloacae* et de *C. freundii* avec des diamètres de 14 et de 13 mm successivement, suivi des deux autres extraits aqueux I.T et I.A et dont les zone d'inhibition (Z.I) ont été 12 mm pour chacun d'eux pour la première souche et 11 pour la seconde. Les extraits I.T et I.A agissent fortement sur *S. typhimurium* en inhibant des zones de 14 et de 13 mm de son aire de croissance.

Cependant, *E. coli* a manifesté certaine résistance envers la majeure partie d'extraits testés, à l'exception de D.T qui a limité la croissance de cette bactérie en dehors d'une espace inhibée à 12 mm de diamètre. Une action moyenne a été décelée sur *K. pneumoniae* par D.C et I.A, où les zones prohibées ont été de l'ordre de 11 et 10 mm. Parmi ces résultats notables, celle de l'effet antibactérien des différents extraits sur *P. aeruginosa* était la plus marquante car on sait bien la lourdeur de telle action sur un agent pathogène inquiétant pour la santé publique, les Z.I mesurées les plus intenses sont celles d'I.A et de D.T avec 14 et 13 mm dans l'ordre. Sauf ces deux derniers extraits mentionnés, les autres ont développé une action inhibitrice sur la croissance de *S. aureus* avec des Z.I situant entre 10 et 12 mm, en faveur d'I.T.

E. faecalis a été sensible envers tous les extraits dont ils ont l'empêché de pousser avec des Z.I situant entre 11 et 13 mm. Dans ce cas, on signale la dominance d'impact d'I.T suivi d'égalité d'effet antibactérien des deux extraits D.A et I.C (12 mm).

Le traitement des résultats de ces tests permet de conclure que le décocté de *C. colocynthis* (D.C) confère une activité antibactérienne la plus puissante sur toutes les souches testées, suivi de l'infusé d'*A. halimus* (I.A) sauf qu'il n'a montré aucun effet sur *S. aureus*.

Malgré qu'il n'a présenté aucune inhibition d'*E. coli* et de *K. pneumoniae*, l'action de l'infusé de *T. vulgaris* (I.T) sur les autres souches bactériennes testées reste difficile d'être négligé.

III-3-Méthode de détermination de la concentration minimale inhibitrice

La détermination de concentration minimale inhibitrice (CMI) et les essais d'interaction entre les diverse (08) bactéries et les agents antimicrobiens (extraits végétaux) obtenus par décoction ou infusion des plantes *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis*, ont été effectuées parla méthode d'échiquier (damier) sur boîtes Pétri.

Le test de microdilution d'antimicrobiens était choisi afin d'estimer les CMI des extraits, contenant les composés phénoliques, dans lequel on a essayer trois volumes croissants en raison de 1, 2 et 3 ml de chacun d'extraits, puis, étudier leurs conséquences grâce à cette méthode permettant un contact directe entre l'antimicrobiens et les souches bactériennes testées.

La CMI de chaque extrait a été définie comme la concentration minimale de composé antimicrobien qui inhibe la croissance visible de la souche testée.

La croissance dans chaque boite a été quantifiée en utilisant un procédé d'observation visuelle puis interprétée en tant que croissance visible ou non des bactéries. Les résultats enregistrés sont mentionnés aux tableaux.

Tableau 04. Détermination de la concentration minimale inhibitrice de la croissance bactérienne des extraits aqueux de *T. vulgaris*, *A. halimus* et *C. colocythis* par la méthode de contact direct.

Souches Bactériennes Testées		Volumes d'Extraits aqueux																	
		D.T			D.A			D.C			I.T			I.A			I.C		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bactéries	<i>Enterobacter cloacae</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Gram (-)	<i>Citrobacter freundii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Escherichia coli</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella typhimurium</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bactéries	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gram (+)	<i>Enterococcus faecalis</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-

D.T : décocté de *T. vulgaris*. **D.A** : décocté d'*A. halimus*. **D.C** : décocté de *C. colocythis*.

I.T : infusé de *T. vulgaris*. **I.A** : infusé d'*A. halimus*. **I.C** : infusé de *C. colocythis*.

+ : Présence des colonies. **-** : Absence des colonies.

Du tableau présenté ci-dessus, les CMI des différents extraits sont alors :

Tableau. 05 Les concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) de la croissance bactérienne provoquée par les extraits aqueux de *T. vulgaris*, *A. halimus* et *C. colocynthis* par la méthode de contact direct.

Souches Bactériennes Testées		Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) d'Extraits aqueux (µg/ml)					
		D.T	D.A	D.C	I.T	I.A	I.C
Bactéries Gram (-)	<i>Enterobacter cloacae.</i>	-	143,75	162,8	108,45	287,5	162,8
	<i>Citrobacter freundii.</i>	108,45	143,75	162,8	-	287,5	162,8
	<i>Escherichia coli.</i>	-	431,25	162,8	-	287,5	162,8
	<i>Salmonella typhimurium.</i>	-	143,75	162,8	108,45	143,75	162,8
	<i>Klebsiella pneumoniae.</i>	108,45	143,75	162,8	108,45	287,5	162,8
	<i>Pseudomonas aeruginosa.</i>	-	143,75	162,8	108,45	143,75	162,8
Bactéries Gram (+)	<i>Staphylococcus aureus.</i>	108,45	143,75	162,8	108,45	143,75	162,8
	<i>Enterococcus faecalis.</i>	-	431,25	162,8	-	287,5	162,8

D.T : décocté de *T. vulgaris*. **D.A** : décocté d'*A. halimus*. **D.C** : décocté de *C. colocynthis*.

I.T : infusé de *T. vulgaris*. **I.A** : infusé d'*A. halimus*. **I.C** : infusé de *C. colocynthis*.

+ : Présence des colonies. **-** : Absence des colonies.

Les résultats présentés dans les tableaux ci-dessus montrent que :

Les extraits D.C et I.C qui résultent de la même plante *C. colocynthis* par décoction et infusion se sont avérés les plus actifs contre l'ensemble des souches testées avec une CMI de 162,8 µg/ml.

Pour l'infusé d'*A. halimus* (I.A), les CMI les plus pertinentes sont celles mesurées pour des germes assez dangereux, le cas de *S. typhimurium*, *P. aeruginosa* et *S. aureus* qui ont été 143,75 µg/ml, et il a montré aussi une activité antibactérienne puissante et envers toutes les restes d'espèces bactériennes mais avec des CMI de 287,5 µg/ml.

Quelques travaux ont prouvés l'existence des activités biologiques des extraits aqueux, à savoir les décoctions ou les infusions [Martins N. et al., 2015]; et l'importance de l'activité de ces extraits est due essentiellement à leur richesse en composés actifs, essentiellement, les terpènes et les phénols [Bekhechi C. et al., 2008].

Ces extraits ont conservé une activité décelable, même après l'essai de faibles concentrations. Les effets inhibiteurs sur quelques augmentent considérablement avec l'élévation des concentrations utilisées des extraits, l'exemple typique est celui de D.A, où l'augmentation de la concentration employée à 431,25 µg/ml à permet de réussir à voir un effet contre *Escherichia coli* et *Enterococcus faecalis*. Cependant cet extrait a agit efficacement contre les autres souches avec des CMI de 143,75 µg/ml.

Les résultats révèlent des réponses variables selon les souches examinées, la concentration utilisée, l'extrait testé.

L'activité antibactérienne d'un extrait donné est la conséquence de la présence dans cet extrait des molécules qui peuvent agir seules ou par synergie entre elles sur une ou plusieurs bactéries. Les plantes synthétisent une panoplie de molécules, aux structures sont très variées, ayant une faible activité antibiotique en comparaison à ceux produits par les microorganismes, comme les polyphénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes,...[Sarker S.D. *et al.*, 2005].

Dans ce contexte, [Falleh H. *et al.*, 2008] et [Chebaibi A. *et al.*, 2011]; ont montré que l'inhibition de croissance des bactéries et la variation significative de celle-ci entre divers extraits, impose l'existence, au niveau de ces extraits, des molécules antibiotiques, des toxines métaboliques ou d'autres types de composés actifs et antibactériens qui peuvent être absents dans ces extraits aqueux dans la limite de la quantité mise dans chaque disque.

On note aussi que les conditions de séchage et de broyage des différentes plantes influent la composition des extraits et peuvent expliquer l'absence de l'activité antibactérienne.

Plusieurs études, dont celle de [Seidel V., 2005], ont suggéré que en cas des plantes dont les constituants sont thermolabiles ou volatiles, il est préférable la congélation rapide du matériel végétal après sa collection [Seidel V., 2005].

Le processus du broyage génère de chaleur qui est à l'origine de d'oxydation et de décomposition des molécules thermolabiles mais aussi à une perte de composés volatiles, de ce fait, le broyage doit se réaliser ensuite à la récolte dans un mortier à l'aide de nitrogène liquide [Jones W. P., Kinghorn A. D., 2005]. La quantité d'extrait faible mise dans les disques ainsi que la méthode d'extraction aqueuse employée, qui était la décoction, pourraient à leur tour justifier ces résultats.

Des études ont montrés l'absence d'activité antibactérienne des extraits aqueux de certaines plantes des astéracées contre un effet d'inhibition important manifesté par les huiles essentielles et les extraits organiques de ces même plantes [Sokmen A. *et al.*, 2004], [Candan F. *et al.*, 2003].

Des recherches ont déduit que la charge du disque modifie l'action antimicrobienne, car des disques portent une quantité élevée d'huile essentielle issue de *Rosmarinus officinalis* présentent une forte inhibition d *Aspergillus parasiticus* [Rasooli I. *et al.*, 2008].

En plus, les huiles essentielles des plantes ont prouvés un grand effet dans les infections à cause de leur large spectre d'action et leur capacité à prévenir le développement de résistance bactérienne [Maggi F. *et al.*, 2009], [Rios J.L., Recio M.C., 2005]. De même, l'absence des flavonoïdes à effet antibactérien comme les flavanones dans l'extrait de cumin est à l'origine de manque d'inhibition [Milane H., 2004].

Des chercheurs ont expliqué l'absence d'une activité antibactérienne dans des extraits aqueux par le fait que les composés constituant les fractions apolaires des extraits végétaux sont à l'origine de l'action antibactérienne et probablement être les diterpénoïdes phénoliques, en raison de leur caractère hautement lipophile qui leur permet d'être extraits à l'aide des solvants à faible polarité comme le chloroforme. [Fernandez-Lopez J. *et al.*, 2005; Albano S.M., Miguel M.G., 2010].

Des travaux de recherche ont montré que la présence des tanins dans les extraits, qui sont en effet, des composés hydrosolubles doués d'activité antibactérienne et la diminution de cette dernière au milieu d'extraits en allant du décocté au infusé, pourra être expliquée par le fait que les tanins sont plus libérés à haute température. Le pourcentage des tanins et des polyphénols d'extrait aqueux de *Filipendula ulmaria* L. augmente quand la température d'extraction passe de 60 à 100°C [Harbourne N. *et al.*, 2009], [Fernandez-Lopez J. *et al.*, 2005], [Albano S. M., Miguel M. G., 2010].

Les substances liposolubles ont un effet considérable que celles hydrosolubles, du fait qu'elles s'intercalent facilement dans les membranes cellulaires des bactéries bactériennes et ensuite les détruisent [Candan F. *et al.*, 2003].

Les extraits aqueux avec une activité antibactérienne remarquable ont eux présentés des teneurs élevées en polyphénols et en flavonoïdes, il est bien connu que les flavonoïdes glycosylés, et contrairement à ceux aglycones, sont hydrosolubles, il est possible donc qu'ils sont responsables de cette activité. [Marston A., Hostettmann K., 2006].

De nombreux autres flavonoïdes comme les flavones, flavonoles, flavanones et isoflavones ainsi que leurs dérivés méthoxy, isoprényl, et acylés ont prouvés une action inhibitrice envers une variété de pathogènes de l'homme, y compris, les bactéries antibiotico-résistantes [Bylka W. *et al.*, 2004].

Des travaux ont signalé que l'utilisation de l'eau pour l'extraction présente certains problèmes, tels que la dissolution des protéines et des polysaccharides non désirés.

Lorsque la filtration sur membrane a été utilisée, la présence des protéines et des polysaccharides a réduit la filtrabilité. En outre, l'eau dissout de nombreux éléments nutritifs, par conséquent, les extraits aqueux sont plus sensibles à l'invasion de microorganismes pendant le stockage.

Il est donc conseillé d'employer des mélanges acétone/eau qui sont de bons systèmes de solvants pour l'extraction des polyphénols qui sont de nature polaires [Bey M.B. et al., 2013].

C'est pour cela que des extraits de *Cynara cardunculus* obtenu au méthanol réagit efficacement contre *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* et *Pseudomonas aeruginosa*, les mêmes souches testées dans la présente étude [Falleh H, et al., 2008]. Les CMI des huiles essentielles de *T. vulgaris* sur *S. aureus*, *P. aeruginosa* et *E. faecalis* ont été mesurées dans l'étude effectuée par [Nikolić M. et al., 2014] ; et étaient 80, 160 et 80 µg/mL respectivement [Nikolić et al., 2014].

L'étude faite par [Nezhadali A. et al., 2014], a permis d'avoir des valeurs de CMI, pour chaque essai, de l'ordre de 50 et 5.10^3 µg/ml contre *S. aureus* 50, 5.10^2 et 5.10^3 µg/ml envers *E. coli* 5.10^2 , 50 et 5.10^3 µg/ml contre *E. faecalis* 5.10^3 µg/ml vis-à-vis *K. pneumoniae* 5.10^5 sur *P. aeruginosa*.

[Nezhadali A. et al., 2014] Pour celle menée par [Rota M.C. et al., 2008], les CMI ont été < 0.2 µl/mL dans le cas du *S. aureus* et *S. typhimurium* et à l'ordre de 0.5 pour *E. coli*.

En effet, L'activité bactéricide de l'extrait aqueux de thym s'exerce vis-à-vis de *E. coli*, *S. typhimurium* et *S. aureus* [Burt S.A., Reinders R.D., 2003], [Tohidpour A.M et al., 2010].

Le Thymol et le carvacrol sont également les principaux constituants antimicrobiens de *Thymus vulgaris* avec des teneurs allant de 10% à 64%, et de 2% à 11% respectivement, ils représentent les monoterpènes avec le plus haut pouvoir bactéricide en raison de leur nature phénolique et hydrophobe, ce qui leur permet d'interagir avec la bicouche lipidique des membranes cytoplasmiques provoquant ainsi une perte d'intégrité et une fuite de matières cellulaires telles que les ions, de l'ATP et de l'acide nucléique.

En raison de leur nature hydrophobe, le carvacrol et le thymol interagissent avec la bicouche lipidique des membranes cytoplasmiques provoquant ainsi une perte d'intégrité et une fuite de matières cellulaires telles que les ions, de l'ATP et de l'acide nucléique [Pavelková A. et al., 2014].

En outre, les feuilles de thym contiennent des quantités importantes d'acide rosmarinique ce qui pourrait avoir des propriétés antimicrobiennes, en plus de son activité antioxydante.

Cependant, d'autres résultats suggèrent que cela pourrait être une action synergique entre plusieurs composés phénoliques [Rota M.C. et al., 2008], [Tohidpour A. et al., 2010], [Vegara S. et al., 2011], [Pesavento G. et al., 2015].

Des études ont comparé l'activité antibactérienne de décocté (D.T), de l'infusé (I.T) et de l'extrait hydro-alcoolique de *T. vulgaris* (H.A) et a déduit que les extraits D.T, I.T et H.A n'ont montré aucune action sur *S. aureus* et *Klebsiella spp.* par contre, ils ont un effet sur *E. coli*, *Enterobacter spp.* et sur *P. aeruginosa*.

Pour les bactéries à Gram positif, la décoction et l'infusion ont montré une activité antibactérienne similaire. En ce qui concerne les bactéries Gram négatifs, en général, la décoction et l'extrait hydro-alcoolique ont eu un fort effet similaire, où infusion a l'activité la plus faible [Abdul sattar B. A. et al., 2012], [Al-Bayati, F. A., 2008].

Des études menées sur l'effet d'extraits aqueux de *T. vulgaris* ont recueillies des Z.I vis-à-vis de la croissance de *S. aureus*, *S. aureus* résistante au méthicilline et *P. aeruginosa* de 13, 15.5 et de 27.5 mm, respectivement. Par contre, aucun effet n'est enregistré pour *E. coli* et *E. faecalis* [Essawi T., Srouf M., 2000].

Les parties aériennes d'*A. halimus* extraites avec le méthanol et l'hexane ont inhibé la croissance de diverses bactéries pathogènes Gram négatifs et positifs. Une dose de 6 mg/ml de cet extrait à permet d'inhiber *S. aureus* (20 puis 5 mm), *K. pneumoniae* (8 mm), une autre dose de 23 mg/ml à agit sur *S. aureus* (25 puis 10 mm), *K. pneumoniae* (9 mm) et sans pour qu'il y un effet sur *E. coli* et *Salmonella* [Abdel Rahman M.S. et al., 2011].

De plus, les champignons endophytes isolés d'*A. halimu* sont eu des effets antimicrobiens contre des espèces de bactéries possédant une antibiorésistance, due à cette mutualité [Walker D.J. et al., 2014].

Des résultats ont confirmé que certains flavonoïdes sont impliqués aussi dans la tolérance au stress d'*A. halimus* tels que la salinité et à la sécheresse et même aux d'autres contraintes, par exemple, la contamination métallique sur les sites étudiés [Rabier J. et al., 2014].

Certaines souches Gram (-), le cas par exemple d'*E. coli*, de *K. pneumoniae* et de *C. freundii*, ont manifestés une résistance envers quelques extraits, cela peut due au paroi de ces (bactéries Gram négatifs) très riche en LPS, qui empêchent les molécules comme les terpènes d'adhérer sur lui.

D'ailleurs, il existe parmi ces souches celles qui sont mobiles, il est probablement possible à ces bactéries d'être déplacées profondément dans l'agar de gélose, et par conséquent d'échapper à l'action des métabolites contenus dans les extraits végétaux.

Dans le même contexte, l'insensibilité de *S. aureus* (Gram (+)) contre certains extraits peut être expliquée par la structure hétérogène de la paroi de cette bactérie : la présence de l'exopolysaccharide contenu dans la couche externe (glycocalyx) et de certains composants comme l'acide téchoïque ainsi que l'établissement de quelques liaisons entre les divers constituants confèrent à ce polymère, fortement réticulé, une structure tertiaire inconnue [Sharif S. et al., 2009].

Citrullus colocynthis dispose d'une vaste gamme d'activités pharmacologiques et d'impacts thérapeutiques potentiels, notamment ceux antibactériens, qui ont été enregistrés par différentes parties végétales de *Citrullus colocynthis*. Dans la plupart des cas, les racines ont été les plus utilisées suivies de fruits, de graines, de la plante entière puis les feuilles et l'extrait de cal [Chand-Meena M. et al., 2014a], [Mukherjee A., Patil S.D., 2012], [Menon K. et al., 2014], [Elgerwi A.A. et al., 2013], [Lakshmi B. et al., 2013].

Ce sont les raisons pour lesquelles, *C. colocynthis* a été utilisée largement comme traitement herbal des infections bactériennes à cause de son activité antibactérienne [Menghani E. et al., 2012], [Marzouk B. et al., 2009]; qui a été examiné pour des extraits aqueux et qui ont manifesté une action puissante contre *E. coli* et *S. aureus*, beaucoup moins élevée contre *K. pneumoniae*; *P. aeruginosa* était totalement résistante. Pour d'autres recherches, l'extrait aqueux n'a aucun effet envers les bactéries [Gurudeeban S. et al., 2010],

[Sandhya V. et al., 2013], ont calculées les Z.I et les CMI résultant d'un test en contact direct avec l'extrait aqueux de *C. colocynthis*. Les Z.I de *S. aureus*, d'*E. coli* et de *S. typhimurium* étaient 1, 2 et 7 mm en ordre, avec des CMI de 50 mg/ml [Rodge S.V., Biradar S.D., 2013].

Une même dose de 5 mg/mL de chacun des deux extraits, aqueux et éthanolique, de cette plante ont inhibés séparément et efficacement *S. aureus* lors des essais effectués par [Hussain. A.I. et al., 2014].

Tandis que l'extrait éthanolique des fruits, des feuilles, des tiges et des racines de cette espèce ont été efficaces contre les bactéries Gram positif *S. aureus*, et à double concentration cet extrait a donné des résultats positifs contre les bactéries gram positif, les bactéries gram négatif *E. coli* et *P. aeruginosa* n'ont montré aucune réponse [Memon U. et al., 2003], [Menon K. et al., 2014].

La CMI la plus haute a été décelée pour l'extrait aqueux des fruits de 0,20 mg/ml contre *E. coli* et *P. aeruginosa* [Pravin B. et al., 2013].

Les résultats obtenus ont une nette corrélation avec ceux qui ont déclaré l'exactitude que les bactéries Gram (-) montrent une insensibilité à l'inverse au Gram (+) [Turkmen N. et al., 2007], [Hayouni E.A. et al., 2007], [Shan B. et al., 2007] ; et ont donné comme explication que les couches externes entourant les deux types de bactéries sont différentes. En plus à la membrane cytoplasmique, Les bactéries Gram (-) ont une autre couche supplémentaire imperméable à la majorité des molécules, se compose de lipopolysaccharides (LPS). Grâce aux leurs charges négatives, les LPS, empêchent la diffusion des molécules hydrophobes, et les protéines telles que les porines excluent le passage des molécules hydrophiles dont la masse moléculaire dépasse les 600 Da.

Alors que les bactéries Gram+ sont moins protégées contre les agents antibactériens [Hogan D., Kolter R., 2002], [Georgantelis D., et al., 2007]. La bactérie *S. aureus* montre une forte sensibilité liée à la sensibilité remarquée des bactéries Gram(+) aux changements environnementaux, de température, du pH...etc [Balentine C.W. et al., 2006].

Des souches bactériennes ont manifesté une résistance vis-à-vis aux extraits et aux leurs concentrations croissantes et qui pourrait être l'effet de l'incapacité des composés antibactériens à diffusé d'une manière homogène dans l'agar [Hayouni E.A. et al., 2007].

Le test d'évaluation à son tour influe largement l'effet antibactérien car la méthode des puits sur gélose employée par [Natarajan D. et al., 2005] leur permet de bien élucider l'impact d'extrait aqueux d'*Euphorbia fusiformis*.

Les différentes classes de Polyphénols, et en particulier les flavonoïdes et les tannins comme la quercétine, la catéchine, la myricétine et la lutéoline possèdent une forte action antibactérienne, dont l'intensité est fonction du site et du nombre de groupements hydroxyles présents sur le composé phénolique [Dhaouadi et al., 2010], [Shan B. et al., 2007], [Askun T. et al., 2009].

Par addition aux polyphénols et à l'importance de l'emplacement et du nombre de groupements d'hydroxyles, divers autres métabolites secondaires gouvernent l'activité antibactérienne [Falleh H. et al., 2008], [Kil H.Y. et al., 2009].

Des travaux ont éclairci le mécanisme de toxicité des flavonoïdes vis-à-vis des bactéries, malgré qu'il reste largement inconnu, par le fait que les flavonoïdes sont des antioxydants puissants et ceux qui portent des groupes hydroxyles libres sont plus actifs contre les microorganismes par l'élévation d'affinité chimique aux lipides membranaires, adsorption des phénols sur les membranes cellulaires, leur interférence avec les effecteurs et les enzymes ou par privation de substrats et chélation d'ions métalliques tels que le Fer ou via un blocage du synthèse des acides nucléiques [Ulanowska K. et al., 2007], [Bruneton J., 1999], [Raj N.K. et al., 2001], [Cowan M. M. 1999], [Dhaouadi K., 2010].

Les exemples typiques sont ceux du thymol et du carvacrol de *Thymus* dont le premier à causer des dommages au *Listeria monocytogenes* en perturbant la membrane cellulaire ou en induisant la formation d'une paroi cellulaire rugueuse et très épaisse, le second cesse indirectement la sécrétion des toxines par la membrane de *S. aureus*, et donc l'inhibition de la diarrhée [Rasooli I., et al., 2006], [Ultee E., Smid J., 2001].

D'autres fonctions cellulaires peuvent être également des cibles aux polyphénols :

- ✚ *Modification de structure ou la limitation d'énergie* : la fixation de ces molécules à la membrane bactérienne peut perturber la bicouche phospholipidique et conduit à la limitation des processus de transport trans-membrane.
- ✚ *Production d'ATP*: par action modification de l'équilibre d'ATP intra- et extracellulaire. Le carvacrol ajouté à 2 mM ou 1 mM diminue l'ATP intracellulaire à 0 après une durée de 10-14 min.
- ✚ *Synthèse des protéines*: atténuation de la synthèse des protéines, le carvacrol et le *p*-cymène agissent sur les processus d'assemblage et de libération des polypeptides nouvellement synthétisés.
- ✚ *Perturbation pH*: par diminution significative du pH intracellulaire des bactéries.
- ✚ *Changements intracytoplasmiques*: par coagulation des matériaux cellulaires à la proximité de la paroi cellulaire.
- ✚ *L'ADN*: les extraits de plante possèdent une génotoxicité, ils agissent probablement sur l'ADN bactérien quand il est fixé à la membrane cellulaire [Rasooli I. et al., 2006], [Ultee E., Smid J., 2001], [Okubo S. et al., 1989], [Ultee A. et al., 1999], [Burt S.A. et al., 2007], [Oussalah M. et al., 2006], [Turgis M. et al., 2009], [Becerril R. et al., 2007], [De Martino L. et al., 2009], [Ames B.N. et al., 1973].

Le solvant d'extraction pourrait justifier la différence apparue ci-dessus, et la différence d'action entre des extraits obtenus de différents solvants, l'éthanol suivi du méthanol sont considérés comme les bons solvants en vue de récupérer des composés phénoliques à cause de leur polarité permettant une meilleure solubilité à ces composés, puis sont suivis par de l'eau. [Mohsen S. et al., 2009].

D'autres facteurs peuvent intervenir et coïncident avec l'action antimicrobienne, parmi eux, des facteurs intrinsèques : le type de bactérie ciblée, ses propriétés, sa sensibilité, la variété de la plante et l'organe utilisé ; et extrinsèques : les conditions expérimentales et environnementales, la méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne, l'effet de changements saisonniers, le processus d'extraction, le type du solvant choisi, la nature de préparation d'un extrait, sa concentration et particulièrement la nature et la structure moléculaire des molécules bioactives et des métabolites secondaires [Cushnie TPT, Lamb A.J., 2011], [Loziene et al., 2007], [Natarajan D. et al., 2005], [Sagdic O., Ozcan M., 2003], [Moreira M.R. et al., 2005], [Celiktaş O.Y. et al., 2007a], [Turkmen N. et al., 2007].

Pour conclure cette étude, une réflexion s'impose. Malgré l'estimation des concentrations importantes des différents composés phénoliques potentiellement actifs mais aussi l'évaluation de l'activité antibactérienne de ceux-ci sur l'ensemble des souches sélectionnées, il est à noter d'être conscient du fait que l'activité biologique d'un extrait brut dépend de deux paramètres cruciaux : l'activité intrinsèque des molécules biologiquement actives en plus à leur quantité relative dans cet extrait. De même, l'activité d'un extrait peut aussi être le résultat d'une quantité faible de constituants hautement actifs que d'une quantité élevée de constituants peu actifs.

Il se peut qu'une activité observée résulte de la somme d'activités de plusieurs constituants et l'isolement des composés actifs peut donc s'avérer fastidieux voire non productif et ne garantit pas forcément d'observer une activité antibactérienne moléculaire importante une fois les composés isolés. [Biabiany M., 2011] [Cavin A.L., 2007]

Conclusion :

Les types de plantes examinés dans le cadre de ce projet de recherche en matière d'extraits aqueux, obtenus de *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* ou de *Citrullus colocynthis* ; manifestent des taux de composés phénoliques extrêmement importante expliquée par des taux élevés en polyphénols (TPT), en flavonoïdes (TFT) et en anthocyanines (TAT).

L'existence d'autres composés à effets bénéfiques, biologiques et antimicrobiens qui peuvent être élucidé au cours de prochaines études reste une proposition non négligée.

D'après les résultats statistiques on a constaté l'existence de différences non significatives entre les activités bactériennes de six extraits aqueux récupérés à partir de trois espèces de plantes différentes *Thymus vulgaris*, *Atriplex halimus* et *Citrullus colocynthis*, à l'aide de deux méthodes d'extraction, la décoction et l'infusion envers huit souches bactériennes ($p > 0,05$), parce que le nombre de bactéries Gram (+) et (-) testé était différent (6 souches à Gram (-) et 2 à Gram (+)).

Les divers extraits aqueux montrent une richesse exceptionnelle en matière de composés phénoliques prouvée par les teneurs appréciables mesurées par les différents tests et dosages effectués mais aussi par l'impact positif bien connu de telles molécules sur la santé humaine.

-CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ces dernières décennies, les polyphénols ont eue une importance accrue par la communauté scientifique en vue de leur quantification, extraction, identification et purification afin d'approvisionner les divers industries : pharmaceutique, cosmétique, agro-alimentaire, chimique,

En vue d'éclaircir les effets possibles des composés phénoliques, et les raisons pour lesquelles ont été utilisés abondamment à l'antiquité par tous les systèmes de médecines qui ont régné dans ces anciens temps, on a procédé à extraire les parties végétales de trois plantes indigènes des zones arides et semi-arides à savoir le *Thymus vulgaris*, l'*Atriplex halimus* et la *Citrullus colocynthis* par deux méthodes aqueuses, l'infusion et la décoction.

Les extraits ainsi récupérés ont été testés dans le but de déterminer les teneurs en polyphénols totaux (TPT), en flavonoïdes totaux (TFT) et en anthocyanes totaux (TAT).

Ensuite l'activité antibactérienne de ces extraits a été examinée en se basant sur la technique de diffusion des disques et celle de contact direct vis-à-vis de huit souches bactériennes pathogènes (*Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Enterococcus faecalis*).

Ces extraits ont présenté des TPT situant entre $79,48 \pm 0,08$ et $199,9 \pm 3,77$ mg EAG/g Ms, les TPT les plus élevés ont été enregistrés pour les deux extraits de Thym D.T (décocté) et I.T (infusé) avec $199,9 \pm 3,77$ et $199,9 \pm 1,82$ mg EAG/g successivement.

Les TFT déterminés se situent dans l'intervalle $7,62 \pm 0,25$ - $17,5 \pm 0,59$ mg EQ/g Ms, en faveur aux deux infusés, IT de *T. vulgaris* et IC de *C. colocynthis* IC, qui ont obtenus $17,5 \pm 0,59$ et $13,81 \pm 1,47$ mg EQ/g Ms respectivement.

Le décocté de *T. vulgaris* a démontré un TAT appréciable de $36,7 \pm 0,15$ mg C3G/100g suivi de l'infusé de la même plante $21,99 \pm 0,82$ mg C3G/100g.

Dans le cadre générale, certains de ces extraits ont montré une richesse remarquable en polyphénols, et par conséquent ils peuvent avoir de multiples impacts bénéfiques, reste à prouver par davantage études.

De même, ces extraits ont dotés d'effet inhibiteur remarquable sur la croissance de certaines des souches testées et pour cela les extraits obtenus de *C. colocynthis* par infusion et décoction ont prouvés une activité antibactérienne puissante, de large spectre d'action contre toutes les bactéries des essais soit à gram positif ou à gram négatif et à faibles CMI ($162,8 \mu\text{g/ml}$).

Les zones d'inhibition les plus importantes, autour de 14 mm, ont été observées pour les extraits I.C, I.T et I.A contre les bactéries *E. cloacae*, *S. typhimurium* et *P. aeruginosa* respectivement et à des CMI, les plus faibles, rapportées dans l'ordre : 162,8 ; 108,45 ; 143,75 µg/ml.

Ces résultats confirment l'utilité de l'exploitation étendue de ces plantes en médecine traditionnelle pour le traitement d'infections bactériennes.

Il faut noter que l'obtention des agents antibactériens à base de plantes représente une vaste source de produits médicamenteux reste encore inexploitée voir faible.

En dépit du fait qu'elles ne sont pas complètement étudiées, les plantes constituent un potentiel énorme pour des fins thérapeutiques, ceci a été révélé grâce aux résultats recueillis dans le cadre de ce projet de recherche mais aussi grâce aux données citées dans la littérature.

Par addition, on ne peut pas négliger la réalité inévitable que les anciennes préparations médicamenteuses ont été, en totalité ou en partie, à base de l'eau. De plus, les plantes médicinales ont pris une place primordiale et sont devenues une forme populaire de la thérapie, car les patients qui sont sous automédication avec des herbes soit à des fins préventives ou thérapeutiques assument que ces produits sont sûrs parce qu'ils sont, tout simplement, «naturels».

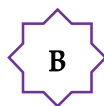
La réalisation de telles études, que ce soit en utilisant des extraits seuls ou en combinaison, comme alternatives aux conservateurs, ou aux remèdes approuvés classiquement, sera donc un besoin afin d'éclaircir, le mieux, ce thème et donner donc une base scientifique aux pratiques empiriques qui ont fait recours aux plantes en médecine traditionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

A

- Akroum S., 2011**-Etude analytique et biologique des flavonoïdes naturels : Thèse de doctorat d'état. *UM Constantine*. 102p.
- Amegninou A. et al., 2013**-Evaluation des activités antimicrobiennes de *Tridax procumbens* (Asteraceae), *Jatropha multifida* (Euphorbiaceae) et de *Chromolaena odorata* (Asteraceae). *European Scientific Journal*. **9** (36) : 278-290.
- Alkurd A. et al., 2008**-Tannin contents of selected plants used in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. **4** : 265-274.
- Athamena S., 2009**-Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique : Thèse de magister : *UHL Batna*. 88p.
- Attou A., 2011**-Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Ruta chalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain témouchent : Thèse de magister : *UAB Tlemcen*. 71p.
- Athamena S. et al., 2010**-Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*. **11** (1) : 69-81.
- Amensour M. et al., 2009**-Total phenolic content and antioxidant activity of myrtle (*Myrtus communis*) extracts. *Natural Products Communications*. **4** (6) : 819-824.
- Awad M. A. et al., 2000**-Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Scientia Horticulturae*. **83**. 249-263.
- Albano S.M., Miguel M.G., 2010**-Biological activities of extracts of plants grown in Portugal. *Industrial crops and products*. 1-6.
- Abdul sattar B. A. et al., 2012**-*In vitro* antimicrobial activity of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare* and *Rosmarinus officinalis* against dental caries pathogens. *Haitham Journal for Pure and Applied Science*. **25** : 1-7.
- Askun T. et al., 2009**-*In vitro* activity of methanol extracts of plants used as spices against *Mycobacterium tuberculosis* and other bacteria. *Food Chemistry*. **116** : 289-294.
- Ames B.N. et al., 1973**-An improved bacterial test system for the detection and classification of mutagens and carcinogens. *Proceedings of the national academy of sciences*. **70** : 782-786.

- Al-Bayati F. A., 2008**-Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology*. **166** (3) : 403-406.
- Azad I.S. et al., 2014**-Antibacterial and immunity enhancement properties of anaesthetic doses of thyme (*Thymus vulgaris*) oil and three other anaesthetics in *Sparidentax hasta* and *Acanthopagrus latus*. *Journal of King Saud University, Science*. **26** : 101-106.
- Abbad A. et al., 2004**-Variabilités phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'*Atriplex halimus*. *C. R. Biologies*. **327**: 371-380.
- Abdel Rahman S.M. et al., 2011**-Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: natural alternatives for infectious disease treatment. *African Journal of Biotechnolog*. **10** (52) : 10733-10743.
- Abbah. O. C. et al., 2014**-Nutritional aspects of Egusi melon-*Citrullus colocynthis* L. *Asian Journal of Science and Technology*. **5** (3) : 176-180.
- Agarwal V. et al., 2012**-Hypoglycemic *Citrullus colocynthis* roots. *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*. **69** (1) : 75-79.
- Arockia-Rita JJ. John-Milton MC., 2013**-Larvicidal efficacy of *Citrullus colocynthis*, *Leucas aspera*, *Strychnos nux-vomica* against *Culex quinquefasciatus*. *Bioresearch Bulletin*. 005-009.
- Ali-Esmail E. O., 2012**-A possible protective effect of *Citrullus colocynthis* melon against diabetes mellitus type 2 associated with non-alcoholic fatty liver syndrome in rats. *Journal of American Science*. **8** (8) : 1054-1061.
- Asiry K.A., 2015**-Aphidicidal activity of different aqueous extracts of bitter apple *Citrullus colocynthis* (L.) against the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. **25** (2) : 456-462.
- Ambi A. A. et al., 2007**-Phytochemical screening and histopathological studies on the seeds of *Colocynthis citrullus* in albino rats. *Nigerian Journal of Pharmaceutical Sciences*. **6** (2) : 7-13.
- Alshammary A.S., Ibrahim N.A., 2014**-Antimicrobial activity of *Citrullus colocynthis* extracts against soil bacteria. *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*. **3** (4) : 71-73.
- Anonyme., 2014**-Détermination de la teneur pondérale en matière sèche et en eau. *Institut Scientifique de Service Public. CWEA*. S-I-3v3. 4p.
- Abbeddou S., 2011**-Nutritional composition of lentil straw, vetch hay, olive leaves, and saltbush leaves and their digestibility as measured in fat-tailed sheep. *Small Ruminant Research* **96** : 126-135.



- Boustié J. et al., 2002**-Atlas des intoxications d'origine végétale. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Toxicologie-Pathologie-Professionnelle*. 16-065-A-L0. 29 p.
- Boyaghchi M.Z. et al., 2008**-The importance of using the extract of hanzal as inhibitors in paper manuscripts: *fourth Islamic manuscripts conference*. 24p.
- Bello E.I. et al., 2012**-Elemental analysis of egunsi melon (*Citrullus colocynthis* L.) oil, its biodiesel and blends with diesel fuel. *Research Journal in Engineering and Applied Sciences*. **1** (5) : 299-302.
- Boullard B., 2001**-Plantes médicinales du monde, Croyances et réalités. *ed Dictionnaire. Estem De Boeck Secundair*. 636p.
- Bahmani M. et al., 2014**-Medicinal plants and secondary metabolites for diabetes mellitus control. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. **4** (suppl. 2) : S687-S692.
- Bouزيد A., Benabdeli K., 2011**-Contribution to the assessment of green biomass of *Atriplex halimus* plantation in arid western Algeria (region of Nâama). *Revue d'Ecologie, la Terre et la Vie*. **66** (3) : 303-308.
- Benhammou N. et al., 2009**-Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus* L. *Comptes Rendus de chimie*. **12** : 1259-1266.
- Banerjee D. et al., 2015**-The antimicrobial agent, next-science, inhibits the development of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms on tympanostomy tubes . *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. **79**. 1909-1914.
- Bock B. et al., 2015**-*Atriplex halimus* L. : base de données nomenclaturale de la flore de France. *Tela Botanica, BDTFX*. **3** : 7p.
- Ben Salem et al. 2003**-Les *Atriplex*. *Office de l'élevage et des pâturages*. 4p.
- Ben Hassine A., Bouزيد S., 2008**-Evaluation des capacités de résistance d'*Atriplex halimus* L. face au cadmium. *Geo-Eco-Trop*. **32** : 17-20.
- Belkhodja M., Bidai Y., 2007**-Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L. à la salinité. *Laboratoire de Physiologie Végétale, Université d'Oran*. 8p.
- Babovic N. et al., 2010**-Supercritical carbon dioxide extraction of antioxidant fractions from selected Lamiaceae herbs and their antioxidant capacity. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **11** : 98-107.

- Benrebiha F. et al., 1992**-Induction de la callogenèse chez l'*Atriplex halimus* sur des milieux de culture dépourvus d'hormones de croissance, rôle des éléments minéraux. *Bulletin de la Société Botanique de France, Lettres Botaniques*. **139** (3) : 219-222.
- Belhassen E. et al., 1987**-Dissémination et voisinage chez une espèce gynodioïque : le cas de *Thymus vulgaris* L. *Genetics Selection Evolution*. **19** (3) : 307-320.
- Basch E. et al., 2004**-Thyme (*Thymus vulgaris* L.), thymol. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*. **4** (1) : 49-67.
- Balladin D.A., Headley O., 1999**-Evaluation of solar dried thyme "*Thymus vulgaris* L." herbs. *Renewable Energy*. **17** : 523-531.
- Brahmi N. et al., 2015**-¹H NMR based metabolic profiling of eleven Algerian aromatic plants and evaluation of their antioxidant and cytotoxic properties. *Food Research International*. 8p.
- Blasco C., 2012**-Eléments de conjoncture : marchés des plantes aromatiques et médicinales, établissement national des produits de l'agriculture et de la mer (France AgriMer). 17p.
- Belhattab R. et al., 2004**-Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. extracts. *Food, agriculture & Environment*. **2** : 63-69.
- Becerril R. et al., 2007**-Combination of analytical and microbiological techniques to study the antimicrobial activity of a new active food packaging containing *Cinnamon* or *Oregano* against *E. coli* and *S. aureus*. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. **388** : 1003-1011.
- Burt S.A. et al., 2007**-Carvacrol induces heat shock protein 60 and inhibit synthesis of flagellin in *Escherichia coli* O157:H7. *Applied and Environmental Microbiology*. **73** : 4484-4490.
- Bey B. M. et al., 2013**-Optimization of phenolic compound recovery and antioxidant activity of light and dark dried fig (*Ficus carica* L.) varieties. *Food Sciences Biotechnology*. **22** (6) : 1613-1619.
- Bruneton J., 1999**-Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales. *ed Lavoisier*. 1120p.
- Bylka W. et al., 2004**-Natural flavonoids as antimicrobial agents. *The American Nutraceutical Association*. **7** (2) : 24-31.
- Burt S.A., Reinders R.D., 2003**-Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. *Letters in Applied Microbiology*. **36** (3) : 162-167.
- Bekhechi C. et al., 2008**-Composition and antibacterial activity of the essential oils contained in Algerian *Origanum glandulosum* (Desf.). *Phytotherapy*. **6** (3) : 153-159.
- Bruneton J., 1999**-Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3^{ème} ed. *Lavoisier Tec&Doc*. 1120p.

- Benzeggouta N., 2005**-Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments : Thèse de magister : *UM Constantine*. 110p.
- Burnichon N. Anthony T., 2003**-L'antibiogramme: la détermination des sensibilités aux antibiotiques. *DES Bactériologie*. 1-29.
- Brown J.E. Pice-Evans CA., 1998**-Luteolin rich artichoke extract protects low density lipoprotein from oxidation *In vitro*. *Free Radical Ressources*. **29** : 247-255.
- Berdowska I. et al., 2013**-Cytotoxic impact of phenolics from Lamiaceae species on human breast cancer cells. *Food Chemistry*. **141** : 1313-1321.
- Basli A. et al., 2012**-Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. *Phytothérapie*. **10** : 2-9.
- Babar A. et al., 2007**-Methyl jasmonate and salicylic acid induced oxidative stress and accumulation of phenolics in *Panax ginseng* bioreactor root suspension cultures. *Molecules*. **12** : 607-621.
- Benbrinis S., 2012**-Evaluation des activités antioxydante et antibactérienne des extraits de *Santolina chamaecyparissus* : Thèse de magister : *UFA Sétif*. 62p.
- Bouterfas K. et al., 2014**-Pouvoir antimicrobien des flavonoïdes extraits des feuilles de *Marrubium vulgare* L. en provenance du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Phytothérapie*. **12** : 6-14.
- Besombes C., 2008**-Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques -applications généralisées- : thèse de doctorat : *Université de la Rochelle*. 268p.
- Buraeu L., 2008**-Phytothérapie : l'heure du changement. *Phytothérapie*. **6** : 213-214.
- Boudjouref M., 2011**-Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. : Thèse de magister : *UFA sétif*. 64p.
- Bock B., 2008**-Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France : *Thymus vulgaris* L. *Tela Botanica, BDNFF*. **4** (2) : 3P.
- Barolo M.I. et al., 2014**-Review *Ficus carica* L. (*Moraceae*): an ancient source of food and health. *Food Chemistry*. **164**. 119-127.
- Balentine C.W. et al., 2006**-The pre- and post-grinding application of *Rosemary* and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science*. **73** : 413-421.
- Biabiany M., 2011**-Recherche et développement d'extrait antifongiques issues de la flore Guadeloupéenne, Caractérisations phytochimiques, pharmacologiques et formulation : Thèse de doctorat. *Université Lille Nord de France*. 174p.
- BHATTACHARYA A.N., 1990**- *Citrullus colocynthis* Seed Meal as a Protein Supplement for Najdi Sheep in Northern Saudi Arabia. *Animal Feed Science and Technology*. **29** : 57-62.



- Caillet S., Lacroix M., 2007**-Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. *INRS-Institut Armand-Frappier*. 8p.
- Chouitah O., 2012**-Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra* : Thèse de doctorat : *Université d'Oran*. 102p.
- Chebaibi A., 2011**-Effet bactéricide (*In vitro*) des extraits aqueux des feuilles du grenadier marocain (*Punica granatum* L.) sur des bactéries multirésistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*. **9** : 158-164.
- Connor A.M. et al., 2005**-Variation and heritabilities of antioxidant and total phenolic content estimated from a Red Raspberry factorial experiment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 130 : 403-411.
- Çalışkan o. Polat A.A., 2012**-Effects of genotype and harvest year on phytochemical and fruit quality properties of Turkish fig genotypes. *Spanish Journal of Agricultural Research* **10** (4) : 1048-1058.
- Candan F. et al., 2003**-Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium subsp. Millefolium afan.* (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*. **87**: 215-220.
- Cowan M. M., 1999**-Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Review*. **12**: 564-582.
- Celiktas O.Y. et al., 2007a**-Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*. **100** : 553-559.
- Cushnie TPT, Lamb A.J., 2011**-Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. **38** : 99-10.
- Cheick-Traoré M., 2006**-Etude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali : Thèse de doctorat. *Université de Bamako*. 175p.
- Ćujić N. et al., 2016**-Optimization of polyphenols extraction from dried chokeberry using maceration as traditional technique. *Food Chemistry*. **194** : 135-142.
- Chabrier J.Y., 2010**-Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie : Thèse de doctorat. *Université Henri Poincaré -Nancy I-*. 165p.

Colpaert P., 2006-*Thymus vulgaris* : fiche technique, département horticulture de l'Athénée provincial Warocqué Morlanwelz-Mariemont-Chapelle. 2p.

Couplan F., 2012-Les plantes et leurs noms : histoires insolites. *ed. QUAE*, 224p.

Chadefaud M., Emberger L., 1960-Traité de botanique systématique. Tome I. *ed masson*. 753p.

Chikhi I. et al., 2014-Antidiabetic activity of aqueous leaf extract of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. **4** (3) : 181-184.

Clemente R. et al., 2012-The use of a halophytic plant species and organic amendments for the remediation of a trace elements-contaminated soil under semi-arid conditions. *Journal of Hazardous Materials*. (223-224) : 63-71.

Chavan S. B. et al., 2014-Transesterification of *Citrullus colocynthis* (Thumba) oil: optimization for biodiesel production. *Advances in Applied Science Research*. **5** (3) : 10-20.

Chand-Meena M. et al., 2014a-*In vivo* and *In vitro* biochemical estimation of primary metabolites from *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schrad: an important medicinal herb. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. **3** (9) : 931-941.

Chabane-Sari D. et al., 2011-*Citrullus colocynthis*: a desert plant native in Algeria, effects of fixed oil on blood homeostasis in wistar rat. *Scholars Research Library Journal of Natural Product and Plant Resources*. **1** (3) : 1-7.

Chauhan R. et al., 2011-Corrosion inhibition of aluminium in acid media by *Citrullus colocynthis* extract. *E-journal of Chemistry*. **8** (1) : 85-90.

Chen J.C., et al., 2005-Cucurbitacins and cucurbitane glycosides: structures and biological activities. *Natural Product Report*. **22** (3) : 386-99.

Chand-Meena M., Patni V., 2008-Isolation and identification of flavonoid quercetin from *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schrad. *Asian Journal of Experimental Science*. **22** : 137-142.

Chand-Meena M. et al., 2014b-*In vitro* callus induction and shoot regeneration in *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schrad. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. **3** (4) : 1469-1480.

Chorianopoulos N.G. et al., 2007-Correlation between chemical composition of Greek essential oils and their antibacterial activity against food-borne pathogens. *Natural Product Communications*. **2** : 419-426.

Caldwell C. R. et al., 2005-Effect of temperature, elevated carbon dioxide, and drought during seed development on the isoflavones content of *Dwarf soybean* [*Glycine max* (L.) Merrill] grown in controlled environments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53**. 1125-1129.

Cavin A.L., 2007-Contribution à la connaissance taxonomique et chimique de fruits africains du genre *Detarium* (*Fabaceae-Caesalpinioideae*) : *D. microcarpum* Guill. Et Perr. Et des formes comestibles et toxiques de *D. senegalense* J.F.Gmel. Thèse de doctorat. *Université de Genève*. 277p.



Daniel O. et al., 1999-Selected phenolic compounds in cultivated plants: ecologic functions, health implications, and modulation by pesticides. *Environmental Health Perspective*. **107** : 109-114.

Damintoti . et al., 2005-Activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle du Burkina Faso : *Conférence maîtrise des procédés en vue d'améliorer la qualité et la sécurité des aliments, utilisation des OGM, analyse des risques en agroalimentaire déroulé 8-11 Novembre 2005*. 4p.

Dacosta E., 2003-Les phytonutriments bioactifs. *ed. Yves Dacosta*. 317p.

Dali S., 2012-Screening phytochimique et évaluation de potentiel antioxydant d'un extrait aqueux lyophilisé de *Portulaca oleracea* : *1^{er} Congrès international de la société algérienne de nutrition nutrition & santé déroulé 05-06 Décembre 2012*. **01** (00) : 1-110.

Del Valle P. et al., 2015-Antimicrobial activity of kaempferol and resveratrol in binary combinations with parabens or propyl gallate against *Enterococcus faecalis*. *Food Control*. 10.001. 36p.

Dhaouadi K., 2010-Cell viability effects and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian date syrup (Rub El Tamer) polyphenolic extracts. *Journal of agricultural Food Chemistry*. **59** : 402-406.

De Martino L. et al., 2009-Chemical composition and in vitro antimicrobial and mutagenic activities of seven Lamiaceae essential oils. *Molecules*. **14** : 4213-4230.

Debuigne G. Couplan F., 2013-Le petit Larousse des plantes qui guérissent : 500 plantes et leurs remèdes. *ed. Larousse*. **1** : 1029 p.

Duval L. et al., 2012-Les huiles essentielles à l'officine, pharmaceutical sciences : Thèse de doctorat. *Université de Rouen*. 137p.

Dapkevicius I. et al., 2002-Isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Thymus vulgaris* leaves. *Journal of Natural Products*. 65 (6) : 892-896.

Dinan L. et al., 1998-taxonomic distribution of phytoecdysteroids in seeds of members of the *Chenopodiaceae*. *Biochemical Systematics and Ecology*. **26** : 553-576.

Demarly Y., Chalbi N., 1990-l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. *John Libby Euronext*. 240p.

Dehghani F. et al., 2008-Toxic effects of hydroalcoholic extract of *Citrullus colocynthis* on pregnant mice. *Iranian Journal of Veterinary Research*. Série N° 22. **9** (1) : 42-45.

Dallak M. Bin-Jaliah., 2010-Antioxidant activity of *Citrullus colocynthis* pulp extract in the RBC's of alloxan-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Physiology*. **6** (1) : 5p.



El kalamouni C., 2010-Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées : Thèse de doctorat : *Université de Toulouse*. 209p.

Essawi T., Srour M., 2000-Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*. **70** : 343-349.

Ercisli S. et al., 2012-Color and antioxidant characteristics of some fresh fig (*Ficus carica* L.) genotypes from northeastern Turkey. *Plant Foods for Human Nutrition*. **67** : 271–276.

El Amri J., et al., 2014-Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L. et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées. *Journal of Applied Biosciences*. **82** : 7481-7492.

Ebrahimzadeh M. A. et al., 2008-Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology*. **32** : 43-49.

Elgerwi A.A. et al., 2013-Qualitative identification of the active principles in *Citrullus colocynthis* and evaluation of its teratogenic effects in albino rats. *International Journal of Basic & Clinical Pharmacology*. **2** (4) : 438-445.

Enzonga-Yoca J.A., 2011-Caractérisation chimique et évaluation de la température de conservation du lait des graines de cucurbitacées : *Cucumeropsis mannii* et *Citrullus lanatus*. *Journal of Animal & Plant Sciences*. **10** (1) : 1232 - 1238.

F

Flesch F. Krencker E., 2007-Intoxications par les végétaux. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale (EMC d'Elsevier Masson), Toxicologie*. 25-030-b-20. 14p.

Fernández-Illescas F. et al., 2010-Pollen production of *Chenopodiaceae* species at habitat and landscape scale in Mediterranean salt marshes: an ecological and phenological study. *Review of Palaeobotany and Palynology*. **161** : 127-136.

Fuentes-Bazan S. et al., 2012-towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium* (*Chenopodiaceae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **62** : 359-374.

Fratini F., et al., 2014-Antibacterial activity of essential oils, their blends and mixtures of their main constituents against some strains supporting livestock mastitis. *Fitoterapia*. **96** : 1-7.

Fernandez-Lopez J et al., 2005-Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*. **69** : 371-380.

Floss H. G., 1997-Natural products derived from unusual variants of the Shikimate pathway. *Natural Product Reports*. **14** : 433-434.

Fleuriet A. et al., 2005-Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*. 121-216.

Falleh H. et al., 2008-Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C.R. Biologies*. **331** : 372-379.

Faleiro M. L., 2011-The mode of antibacterial action of essential oils. *ed. Méndez-Vilas*. Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. 1143-1156.

G

Ghedab N., 2014-Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de *Marrubium vulgare* L. *Phytothérapie*. **12** : 15-24.

Gurudeeban S. et al., 2010-Bitter apple (*Citrullus colocynthis*): an overview of chemical composition and biomedical potentials. *Asian Journal of Plant Sciences*. **9** (7) : 394-401.

Guerrero J.C. et al., 2010-Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile. *Chilean Journal of Agriculture ressources*. **70** : 537-544.

Gomez-Caravaca A.M. et al., 2006-Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **41** : 1220- 1234.

- Ghasemi-Pirbalouti A. et al., 2013**-Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus Daenensis* celak and *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*. **48** : 43-48.
- Gong G. et al., 2015**-Complete genome sequence of *Enterobacter cloacae* GGT036 : a furfural tolerant soil bacterium. *Journal of Biotechnology*. **193**. 43-44.
- Guérin F., 2015**-Infections caused by *Enterobacter cloacae* complex: antibiotic resistance and treatment. *Journal des Anti-infectieux*. 11p.
- Gamet-Payraastre L. et al., 1999**-Flavonoids and the inhibition of Pkc and Pi.3-kinase. *General Pharmacology*. **32** : 279-286.
- Ghedadba N. et al., 2014**-Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de *Marrubium vulgare* L. *Phytothérapie*. **12** : 15-24.
- Gavarić N., et al., 2015**-Postdistillation waste material of thyme (*Thymus vulgaris* L., Lamiaceae) as a potential source of biologically active compounds. *Industrial Crops and Products*. **74** : 457-464.
- Georgantelis D. et al., 2007**-Effect of *Rosemary* extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C. *Meat Science*. **76** : 172-181.
- Guinoiseau E., 2010**-Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action : Thèse de doctorat. *Université de Corse-Pasquale Paoli*. 114p.
- Ghomari F.N., et al., 2014**-Effet de traitement par fumigation du thym (*Thymus vulgaris*) sur le *Varroa destructor* agent de la varroase des abeilles. *Revue Nature & Technologie*. N°10. 34-38.
- Georgé S. et al., 2005**-Rapid determination of polyphénols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53** : 1370-1373.
- Goulley F., 2012**-Les purins de plante, mode d'emploi. *Herbarius*. 15p.
- González M.J., Marioli M.J., 2010**-Antibacterial activity of water extracts and essential oils of various aromatic plants against *Paenibacillus larvae*, the causative agent of American foulbrood. *Journal of Invertebrate Pathology*. **104** : 209-213.
- Gião M.S. et al., 2013**-Effect of technological processing upon the antioxidant capacity of aromatic and medicinal plant infusions: from harvest to packaging. *LWT-Food Science and Technology*. **50** : 320-325.
- Goetz P., Ghedira K., 2012**-*Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae): thym, phytothérapie anti-infectieuse : *Collection Phytothérapie Pratique*. 357-365.

- Gumus T., 2010**-Determination of the changes of antifungal properties of *Satureja hortensis*, *Thymus vulgaris* and *Thymbra picata* exposed to gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*. **79** : 109-114.
- Gouyon P.H. Vernet P.H., 1980**-Etude la de variabilité génétique dans une population de *Thymus vulgaris* L. *Acta Œcologica Œcol Plant*. N°2. **1** (15) : 165-178.
- Giarratana F., et al., 2014**-Activity of *Thymus vulgaris* essential oil against *Anisakis larvae*. *Experimental Parasitology*. **142** : 7-10.
- Goodner K.L. et al., 2006**-Aromatic profiles of *Thymus hyemalis* and Spanish *T. vulgaris* essential oils by GC–MS/GC–O. *Industrial Crops and Products*. **24** : 264-268.
- Garcia-Risco M.R. et al., 2011**-Fractionation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) by supercritical fluid extraction and chromatography. *The journal of supercritical fluids*. **55** : 949-954.
- Giordani R. et al., 2004**-Antifungal effect of various essential oils against *Candida albicans* potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. *Phytotherapy Research*. **18** (12) : 990-995.
- Ghourri M. et al., 2013**-Usage des plantes médicinales dans le traitement du diabète au sahara Marocain (Tan-Tan). *Journal of Animal & Plant Sciences*. **17** (1) : 2388-2411.
- Gacem M. A. et al., 2013**-Antimycotoxigenic and antifungal activities of *Citrullus colocynthis* seeds against *Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus* contaminating wheat stored. *African Journal of Biotechnology*. **12** (43) : 6222-6231.
- Gill N.S. et al., 2011**- Screening of antioxidant and antiulcer potential of *Citrullus colocynthis* methanolic seed extract. *Research Journal of Phytochemistry*. **5** (2) : 98-106.
- Gharehmatrossian S. et al., 2014**-Seed germination, dormancy breaking techniques of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad plant. *Iranian Journal of Plant Physiology*. **4** (4) : 1167-1172.
- Giwa S. et al., 2010**-Investigating "Egusi" (*Citrullus colocynthis* L.) seed oil as potential biodiesel feedstock. *Energies*. **3** : 607-618.



- H-Kittikun A. et al., 2015**-Bacteriocin-producing *Enterococcus faecalis* KT2W2G isolated from mangrove forests in Southern Thailand: purification, characterization and safety evaluation. *Food Control*. **54**. 126-134.
- Hogan D. Kolter R., 2002**-Why are bacteria referactory to antimicrobials. *Current Opinion in Microbiology*. **5** : 272-274.
- Hayouni E.A. et al., 2007**-The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry*. **105** : 267-273.
- Harbourne N. et al., 2009**-Optimisation of the aqueous extraction conditions of phenols from meadowsweet (*Filipendula ulmaria* L.) for incorporation into beverages. *Food Chemistry*. **116** : 722-727.
- Hussain A. I. et al., 2011**-Antibacterial activity of some Lamiaceae essential oils using *Resazurin* as an indicator of cell growth, LWT - *Food Science and Technology*. **44** : 1199-1206.
- Hudaib M. et al., 2002**-GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **29** : 691-700.
- Hamdy Roby M.H. et al., 2013**-Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. *Industrial Crops and Products*. **43** : 827- 831.
- Haddioui A. Baaziz M. et al., 2001**-Genetic diversity of natural populations of *Atriplex halimus* L. in Morocco: an isoenzyme-based overview. *Euphytica*. **121** : 99-106.
- Hong K.J. et al., 2002**- Evaluation of remediation process with plant-derived biosurfactant for recovery of heavy metals from contaminated soils. *Chemosphere*. N° (4-1) **49** : 379-387.
- Hehn V., 1976**-Cultivated plants and domesticated animals in their migration from Asia to Europe: historico-linguistic studies. *John Benjamins Publishing Company*. LXXV. 523p.
- Hammouda F. M. et al., 2005**-A guide to medicinal plants in north Africa (*Citrullus colocynthis* L. *Cucurbitaceae*). *International Union for Conservation of Nature and Natural Ressources Reproduction-Centre for Mediterranean Cooperation*. 87-89.

Hmamouchi M. 1997-Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires, médicinales et toxiques au Maroc. In: ed. Heywood V.H. ed. Skoula M. Identification of wild food and non-food plants of the Mediterranean region. Chania : CIHEAM. N°23 : 89-108.

Hebi M., Eddouks M., 2015-Evaluation of the antioxidant activity of *Stevia rebaudiana*. *Phytothérapie*. 6p.

Harrar A. E-N., 2012-Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. : Thèse de magister : UFA sétif. 59p.

Hamidi A., 2013-Etude phytochimique et activité biologique de la plante *Limoniastrum guyonianum* : Thèse de magister : UKM Ouargla. 86p.

Harborne J. B., Williams C. A., 2000-Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*. **55** : 481-504.

Hegedús A. et al., 2010-Antioxidant and antiradical capacities in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits: variations from genotypes, years, and analytical methods. *Journal of Food Sciences*. **75** : 722-729.

Hussain. A.I. et al., 2014-*Citrullus colocynthis* (L.) Schrad (bitter apple fruit) : A review of its phytochemistry, pharmacology, traditional uses and nutritional potential. *Journal of Ethnopharmacology*. 155 : 54-66.



Idoko A.S et al., 2014-Effect of heat treatment on nutrient and anti-nutrient components of melon (*Citrullus colocynthis*) husks. *Research Journal of Chemical Sciences*. **4** (4) : 28-32.

Ieri F. et al., 2012-Simultaneous determination of anthocyanins, coumarins and phenolic acids in fruits, kernels and liqueur of *Prunus mahaleb* L. *Food Chemistry*. **135** : 2157-2162.



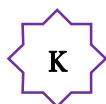
Jimenez-Carmona M.M. et al., 1999-Comparison of continuous subcritical water extraction and hydrodistillation of *Marjoram* essential oil. *Journal of Chromatography A*. **855** (2) : 625 - 632.

Jiménez-Elizondo N., 2011-Impact des opérations thermiques agroalimentaires à hautes températures sur la dégradation des anthocyanes, caractérisation et modélisation des cinétiques réactionnelles : Thèse de doctorat. Montpellier SupAgro Institut des régions chaudes. 194p.

Jones W. P., Kinghorn A. D., 2005-Extraction of plant secondary metabolites. In: Sarker S.D. et al., 2005-Natural product isolation. *Humana Press (Totowa)*. 323-411.

Janick J. et al., 2007-The cucurbits of Mediterranean antiquity: identification of Taxa from ancient images and descriptions. *Oxford University Press-Annals of Botany*. **100** : 14416-1457.

Javed H. et al., 2013-An overview on medicinal importance of *Thymus vulgaris*. *Journal of Asian Scientific Research*. **3** (10) : 974-982.



Król B. kieltyka-Dadasiewicz A., 2015-Yield and herb quality of thyme (*Thymus vulgaris* L.) depending on harvest time. *Turkish journal of field crops*, **20** (1) : 78-84.

Kleinwächter M. et al., 2015-Moderate drought and signal transducer induced biosynthesis of relevant secondary metabolites in thyme (*Thymus vulgaris*), greater celandine (*Chelidonium majus*) and parsley (*Petroselinum crispum*). *Industrial Crops and Products*. **64** : 158–166.

Ksouri R. et al., 2008-Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. *Pharmacology, Toxicology. C. R. Biologies*. **331**: 865-873.

Kil H.Y. et al., 2009-Antioxidant and antimicrobial activities of crude *Sorghum* extract. *Food Chemistry*. **115** : 1234-1239.

Khoudali S. et al., 2014-Study of antioxidant activity and anticorrosion action of the methanol extract of dwarf palm leaves (*Chamaerops humilis* L.) from Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*. **5** (3) : 887-898.

Khosravi R., Jalali-Sendi J., 2013-Toxicity, development and physiological effect of *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* essential oils on *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera : Chrysomelidae). *Journal of King Saud University, science*. **25** : 349-355.

Kohiyama C.Y. et al., 2015-Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production of *Thymus vulgaris* L. by *Aspergillus flavus* link. *Food Chemistry*. **173** : 1006-1010.

Kartal N. et al., 2007-Investigation of the antioxidant properties of *Ferula orientalis* L. using a suitable extraction procedure. *Food Chemistry*. **100** : 584–589.

Khatri T. et al., 2013- Tracking bioactive content in butanol extract of *Citrullus colocynthis* L. fruit pulp by GC/MS. *International Journal of Pharmaceutical Research & Analysis*. **3** (2) : 67-70.

Khare C. P., 2007-Indian medicinal plants: an illustrated dictionary. *Springer science-Business media*. LLC. 900p.



Loubaki B. C., et al., 1999-Activités antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de *Detarium microcarpum* [Cesalpinaceae (Guill et Perr)] sur huit espèces bactériennes impliquées dans certaines maladies infectieuses au Burkina Faso. *Revue Cames - Série A* **01** : 66-73.

Lako J. et al., 2007-Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of *Fijian* fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, **101** : 1727-1741.

Liao C.H. et al., 2010-Antimicrobial susceptibility of *Neisseria gonorrhoeae* isolates determined by the agar dilution, disk diffusion and Etest methods: comparison of results using GC agar and chocolate agar. *International Journal of Antimicrobial Agents*. **35** (5) : 457-60.

Li J.E. et al., 2015-Total flavonoids content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Mosla chinensis* maxim. Cv. Jiangxiangru. *LWT - Food Science and Technology*. YFSTL 4827. 25p.

Liu J. et al., 2014-Subchronic exposure of apigenin induces hepatic oxidative stress in male rats. *Scientific Research Health*. **6** : 989-997.

Le Houérou H.N., 1992-The role of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin. *Agroforestry system*. **18** : 107-148.

Lutts S. et al., 2004-heavy metal accumulation by the halophyte species Mediterranean saltbush. *Journal of Environmental Quality*. **33** : 1271-1279.

Lotmani B. et al., 2011-Selection of Algerian populations of the Mediterranean saltbush, *Atriplex halimus*, tolerant to high concentrations of lead, zinc, and copper for phytostabilization of heavy metal-contaminated soils. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. **5** (2) : 20-26.

Laffont-Schwob I. et al., 2011-Evaluation of a potential candidate for heavy metal phytostabilization in polluted sites of the Mediterranean littoral (se Marseille): endomycorrhizal status, fitness biomarkers and metal content of *Atriplex halimus* spontaneous populations. *Ecological Questions*. **14** : 89-90.

Lloyd J.O., Cincinnati O. 1898-*Citrullus colocynthis*. *The western druggist*. 11p.

Lakshmi B. et al., 2013-Beneficial effects of *Citrullus colocynthis* seeds extract studied in alloxan-induced diabetic rats. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. N° 10. **19** (1) : 47-55.

Liu J., 2014-Subchronic Exposure of Apigenin Induces Hepatic Oxidative Stress in Male Rats. *Health*. **6** : 989-997.

LETCHAMO W. et al., 1995a-Variations in Photosynthesis and Essential Oil in *Thyme*. *Journal of Plant Physiology*. **147** : 29-37.

LETCHAMO W. et al., 1995b-Photosynthetic potential of *Thymus vulgaris* selections under two light regimes and three soil water levels. *Scientia Horticulturae*. **62** : 89-101.



Mayer F., 2012-Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : étude de cas en maison de retraite : thèse de doctorat. *Université de Lorraine*. 87p.

Morales R., 2002-The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus*. eds Stahl-Biskup & Saez F. *taylor & francis*. 1-43.

Mohsen S. et al., 2009-Total phenolic contents and antioxidant activity of *Corn tassel* extracts. *Food Chemistry*. **112** : 595-598.

Menghani E. et al., 2012- Screening of antioxidant potential of *Citrullus colocynthis* methanolic extract. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. **4** (5) : 2507-2511.

Marzouk B. et al., 2009-Antibacterial and anticandidal screening of Tunisian *Citrullus colocynthis* schrad. from medenine. *Journal of Ethnopharmacology*. **125** (2) : 344-349.

Memon U. et al., 2003-Antibacterial screening of *Citrullus colocynthis*. *Pakistan journal pharmaceutical sciences*. **16** : 1-6.

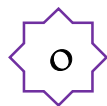
Milane H., 2004-La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques : Thèse de doctorat. *Université Louis Pasteur*. 155P.

- Maggi F. et al., 2009**-Composition and biological activity of essential oil of *Achillea ligustica* all. (*Asteraceae*) naturalized in central Italy: ideal candidate for anti-cariogenic formulations. *Fitoterapia*. **80** : 313-319.
- Miguel M.G., 2010**-Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants. *Flavour Fragrance Journal*. **25** : 291-312.
- Mcgimpsey J.A. et al., 1994**-Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris* L., in New Zealand. *Flavour Fragrance Journal*. **9** : 347-352
- Marston A. Hostettmann K., 2006**-Separation and quantification of flavonoids. : In. Andersen O. M., Markham K. R. (eds). flavonoids : chemistry, biochemistry, and applications. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis group. 1-36.
- Martins N. et al., 2015**-Decoction, infusion and hydroalcoholic extract of cultivated thyme : antioxidant and antibacterial activities, and phenolic characterisation. *Food Chemistry*. **167** : 131-137.
- Manousaki E., Kalogerakis N., 2009**-Phytoextraction of Pb and Cd by the Mediterranean saltbush (*Atriplex halimus* L.): metal uptake in relation to salinity. *Environmental Science and Pollution Research*. **16** : 844-854.
- Mulas M., Mulas G., 2004**-Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. *Université des études de Sassari*. 112p.
- Moreira M.R. et al., 2005**-Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT*. **38**: 565-570.
- Márquez-García B. et al., 2013**-The effects of heavy metals on germination and seedling characteristics in two halophyte species in Mediterranean marshes. *Marine Pollution Bulletin*. **70** : 119-124.
- Martínez-Fernández D., Walker D. J. 2012**-The effects of soil amendments on the growth of *Atriplex halimus* and *Bituminaria bituminosa* in heavy metal-contaminated soils. *Water Air Soil Pollut*. **223** : 63-72.
- Mendez M.O. al., 2008**-Phytostabilization of mine tailings in arid and semiarid environments-an emerging remediation technology. *Environmental Health Perspectives*. **116** (3) : 278-283.
- Mckendry P., 2002**-Energy production from biomass (Part I): overview of biomass. *Bioresource Technology*. **83** : 37-46.

- Menon K. et al., 2014**-Seed dormancy and effect of salinity on germination of *Citrullus colocynthis*. *International Journal of Environmental Science and Development*. **5** (6) : 566-569.
- Mehni A.M. et al., 2014**-Antibacterial activity and polyphenolic content of *Citrullus colocynthis*. *International Journal of Biosciences*. **4** (3) 190-196.
- Mukherjee A., Patil S.D., 2012**-Effects of alkaloid rich extract of *Citrullus colocynthis* fruits on *Artemia salina* and human cancerous (MCF-7 and HEPG-2) cells. *Journal of Pharmascitech*. **1** (2) : 15-19.
- Mukerjee A. et al., 2014**-Antihepatotoxic potential of *Citrullus colocynthis* root extract, fractions and isolated compounds. *Journal of Pharmaceutical Technology, Research and Management*. **2** (2) : 137-143.
- Mojtaba H. et al., 2011**-The use of topical *Citrullus colocynthis* in treatment of painful diabetic neuropathy: a pilot interventional study. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*. **5** (6) : 662-666.
- Milovanović M., Pićurić-Jovanović K., 2005**-Characteristics and composition of melon seed oil. *Journal of Agricultural Sciences*. **50** (1) : 41-47.
- Marzouk B. et al., 2011**-Anti-inflammatory and analgesic activities of Tunisian *Citrullus colocynthis* Schrad. Immature fruit and seed organic extracts. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. **15** : 665-672.
- Martirosyan V., Steinberger Y., 2014**-Microbial functional diversity in the phyllosphere and laimosphere of different desert plants. *Journal of Arid Environments*. **107** : 26-33.
- Muanda. F.N., 2010**-Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques : Thèse de doctorat : Université P. Verlaine-Metz. 217p.
- Malešev D., Kuntič V., 2007**-Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. *Journal of The Serbian Chemical Society*. **72** (10) : 921-939.
- Marianne P., 2008**-Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activité pharmacologique et héli-synthèse. *Université du Québec*. 155p.



- Naghdi-Badi H. et al., 2004**-Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*. **19**. 231-236.
- Nayar R. et al., 2014**-Epidemiology, prevalence and identification of *Citrobacter* species in clinical specimens in a tertiary care hospital in India. *International Journal of Scientific and Research Publications*. **4** (4) : 6p.
- Natarajan D. et al., 2005**-Anti-bacterial activity of *Euphorbia fusiformis*, a rare medicinal herb. *Journal of Ethnopharmacol.* **102** : 123-126.
- Nadjib-Boukhatem M. et al., 2014**-Valorisation de l'essence aromatique du thym (*Thymus vulgaris* L.) en aromathérapie anti-infectieuse. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. **8** (4) : 1418-1431.
- Nikolić M., et al., 2014**-Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumoractivity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* boiss. and *Reut* and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*. **52** : 183-190.
- Nmila R. et al., 2002**-Mise en évidence d'un effet insulino-stimulant de fractions de graines de coloquinte (*Citrullus colocynthis* L. Schrader). *Biologie & Santé*. **2** (2) : 88-99.
- Nimmakayala P. et al., 2011**-*Citrullus*. In: ed. Kole C. Wild crop relatives: genomic and breeding resources, vegetables. 59-66.
- Nemat Alla M. et al., 2012**-Regulation of metabolomics in *Atriplex halimus* growth under salt and drought stress. *Plant Growth Regulation*. **67** : 281-304.
- Nedjimi B., 2012**-Seasonal variation in productivity, water relations and ion contents of *Atriplex halimus* spp. *schweinfurthii* grown in chott zehrez wetland, Algeria. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. **11** : 43-49.
- Nezhadali A. et al., 2014**-Chemical variation of leaf essential oil at different stages of plant growth and in vitro antibacterial activity of *Thymus vulgaris* Lamiaceae, from Iran. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. **3** : 87-92.
- N'guessan K., 2009**-Screening phytochimique de quelques plantes médicinales Ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*. **6** (1) : 1-15.
- Nizam I. Mushfiq M., 2012**-Antioxidant activity of five different solvent extracts of the edible fruits of *Ficus racemosa*. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*. **12** :189-195.



- Ogonna-Daniel N. et al., 2014**-Preliminary study on the use of urea activated melon (*Citrullus colocynthis*) husk in the adsorption of cadmium from waste water. *Animal Research International*. **11** (2) : 1917-1924.
- Omayma A.R. Abou Zaid. et al., 2013**-biochemical effect of *Citrullus colocynthis* in experimental diabetes mellitus in rats. *Benha Veterinary Medical Journal*. **25** (1) : 218-227.
- Ogbonna., Ejimofor P., 2013**-Floral habits and seed production characteristics in “Egusi” melon (*Citrullus colocynthis* L.). *World Journal of Agricultural Research and Food Safety*. **1** (2) : 043-045.
- Oliveira A.P. et al., 2010**-Analytical methods volatile profiling of *Ficus carica* varieties by HS-SPME and GC–IT-MS. *Food Chemistry*. **123** : 548-557.
- Oliveira A.P. et al., 2009**-*Ficus carica* L.: metabolic and biological screening. *Food and Chemical Toxicology*. **47** : 2841-2846.
- Okubo S. et al., 1989**-The anti-haemolysin activity of tea and coffee. *Letters in Applied Microbiology*. **9** : 65-66.
- Oliveira A.P. et al., 2010**-Determination of low molecular weight volatiles in *Ficus carica* using HSSPME and GC/FID. *Food Chemistry*. **121**: 1289-1295.
- Özgüven M. Tansi S., 1998**-Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. as influenced by ecological and ontogenetical variation. *The Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. **22** : 537-542.
- Oussalah M. et al., 2006**-Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science*. **73** : 236-244.
- Oraby M.M., El-Borollosy A.M., 2013**-Essential oils from some Egyptian aromatic plants as an antimicrobial agent and for prevention of potato virus y transmission by aphids. *Annals of Agricultural Science*. **58** (1) : 97-103.
- Otal J. et al., 2010**-Characterization of edible biomass of *Atriplex halimus* L. and its effect on feed and water intakes, and on blood mineral profile in non-pregnant Manchega-breed sheep. *Small Ruminant Research*. **91** : 208-214.



- Piccaglia R. Maroti M., 1991**-Composition of the essential oil of an Italian *Thymus vulgaris* L., ecotype. *Flavour Fragrance Journal*. **6** : 241–244.
- Pavelková A. et al., 2014**-The effect of vacuum packaging, EDTA, Oregano and Thyme oils on the microbiological quality of chicken's breast: clinical microbiology. *Anaerobe*. **29** : 128-133.
- Pravin B. et al., 2013**-Review on *Citrullus colocynthis*. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*. **3** (1). 46-53.
- Passone M.A. et al., 2012**-*In vitro* evaluation of five essential oils as botanical fungitoxicants for the protection of stored peanuts from *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* contamination. *International Biodeterioration & Biodegradation*. **70** : 82-88.
- Pesavento G. et al., 2015**-Antibacterial activity of *Oregano*, *Rosmarinus* and *Thymus* essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in beef meatballs. *Food Control*. **54** : 188-199
- Prigent F., 2010**- *Atriplex halimus* & *Atriplex canescens*. *Chambre d'Agriculture de l'Aude*. 2p.
- Pérez-Esteban J. et al., 2013**-Bioavailability and extraction of heavy metals from contaminated soil by *Atriplex halimus*. *Environmental and Experimental Botany*. **88** : 53-59.
- Pardo T. et al., 2014**-Evaluation of the phytostabilisation efficiency in a trace elements contaminated soil using soil health indicators. *Journal of Hazardous Materials*. **268** : 68-76.
- Park H. J. Cha H. C., 2003**-Flavonoids from leaves and exocarps of the grape *Kyoho*. *Korean Journal of Biological Society*. **7** : 327-330.
- Prasad M.P., 2014**-Phytochemical and antifungal activity of *Citrullus colocynthis* seeds solvent extracts. *International Journal of Science and Research*. **3** (10) : 1156-1160.
- Piga A. et al., 2008**-HPLC analysis of polyphenols in peel and pulp of fresh figs. *ACTA Hort*. **798** : 301-306.



Quattrocchi U., 2000-CRC world dictionary of plant names A-C. *CRC Press*. **Vol. I**. 700p.



Roginsky V. Lissi, E. A., 2005-Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. **92**. 235-254.

Rasooli I., et al., 2006-Ultrastructural studies on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Infectious Diseases*. **10** : 236-241.

Rajendrakumar-Soni N., 2012-To study the herbalism of thyme leaves. *International Journal of Pharmacy and Industrial Research*. **03** (02) : **252-259**.

Regnier T. et al., 2014-Application of essential oils as multi-target fungicides for the control of *Geotrichum citri-aurantii* and other postharvest pathogens of *Citrus*. *Industrial Crops and Products*. **61** : 151-159.

Rahmoune C. et al., 2004-Etude comparative de rendement en matière sèche et en matière azotée totale de trois espèces de plantes steppiques du genre *Atriplex*. In : eds. *Can Tero-Martínez C. Gabiña D. Mediterranean rainfed agriculture: strategies for sustainability*. Zaragoza : CIHEAM. Série A. N° 60. 219-221.

Reham M. N. et al., 2015-Developmental acquisition of salt tolerance in the halophyte *Atriplex halimus* L. is related to differential regulation of salt inducible genes. *Plant Growth Regulation*. **75** : 165-178.

Romera P. et al., 2013-Reproductive phenology and pre-dispersal fruit predation in *Atriplex halimus* L. (*Chenopodiaceae*). *Botanical Studies*. **54** (4) : 10p.

Raj Narayana K. et al., 2001-bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian Journal of Pharmacology*. **33** : 2-16.

Rodge S.V. et al., 2013-Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schared. *Indian Journal of Plant Sciences*. **2** (1) : 19-23.

Rizvi T.S., Shahina F. et al., 2014-Nematicidal activity of *Citrullus colocynthis* extracts against root-knot nematodes. *Pakistan Journal of Nematology*. **32** (1) : 101-112.

Razzaghi-Abyaneh M., et al., 2009-Chemical composition and antiaflatoxic activity of *Carum carvi* L., *Thymus vulgaris* and *Citrus aurantifolia* essential oils. *Food Control*. **20** 1018-1024.

Rezaei-Golestani M. et al., 2015-Analysis and evaluation of antibacterial effects of new herbal formulas, AP-001 and AP-002, against *Escherichia coli* O157:H7. *Life Sciences*. **135** : 22-26.

- Ramkissoo J.S. et al., 2013**-Antioxidant and anti-glycation activities correlates with phenolic composition of tropical medicinal herbs. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 561-569.
- Rasooli I. et al., 2008**-Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International Journal of Food Microbiology*. **122** : 135-139.
- Reineccius G., 1994**-Source book of flavors. 2^{ème} ed. Springer Science & Business Media B.V. 930p.
- Rabier J. et al., 2014**-Heavy metal and arsenic resistance of the halophyte *Atriplex halimus* L. along a gradient of contamination in a French Mediterranean spray zone. *Water Air Soil Pollut*. **225**. 16p.
- Rolli E. et al., 2014**-Comparative phytotoxicity of 25 essential oils on pre- and post-emergence development of *Solanum lycopersicum* L.: a multivariate approach. *Industrial Crops and Products*. **60** : 280-290.
- Remesy C. et al., 1996**-Intérêt nutritionnel des flavonoïdes. ed. *Méd. nut*. **32** (1) : 17-27.
- Rota M.C. et al., 2008**-Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control*. **19** : 681-687.
- Rios J. L., Recio M. C., 2005**-Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*. **100** : 80-84.



- Speck B. et al., 2008**-Connaissance des herbes : thym. EGK caisse de santé. 3p.
- Salabert J., 2009**- *Thymus vulgaris*, association mycologique et botanique de l'Hérault et des hauts cantons. 1p.
- Sárosi S.Z. et al., 2013**-Effect of different drying techniques on the aroma profile of *Thymus vulgaris* analyzed by GC-MS and sensory profile methods. *Industrial Crops and Products*. **46** : 210-216.
- Seung-Joo L. et al., 2005**-Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*. **91** : 131-137.
- Sadder M.T. et al., 2013**-Gene expression and physiological analysis of *Atriplex halimus* L. under salt stress. *Australian Journal of Crop Science*. **7** : 112-118.
- Souayah N. et al., 2004**-Micropropagation d'un arbuste sylvo-pastoral, *Atriplex halimus* L. (Chénopodiacees) . In : Ferchichi A., Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM. N°62. 131-135.

- Said O. et al., 2008**-Maintaining a physiological blood glucose level with 'glucoselevel', a combination of four anti-diabetes plants used in the traditional Arab herbal medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. **5** (4) : 421-428.
- Shahid M., Rao N.K., 2014**-Diversity of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. (*Cucurbitaceae*) in the United Arab Emirates. *Journal on New Biological Reports*. **3** (2) : 145-150. Sambamurty A.V.S.S., 2005-Taxonomy of Angiosperms. *I. K. International PVT LTD*. 908p.
- Soufane S. et al., 2013**-Acute toxicity study on *Citrullus colocynthis* fruit methanol extract in albino rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. **3** (6) : 088-093.
- Satyavani K. et al., 2011**-Green synthesis of silver nanoparticles by using stem derived callus extract of bitter apple (*Citrullus colocynthis*). *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. **6** (3) : 1019 -1024.
- Singh-Soam P. et al., 2013**-*Citrullus colocynthis* (Linn.) and *Luffa acutangula* (L.) Roxb, schrad. Source of bioinsecticides and their contribution in managing climate change. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. **4** (4) : 7-9.
- Sanz-Puig M., et al., 2016**-*Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* inactivation by the effect of mandarin, lemon, and orange by-products in reference medium and in oat-fruit juice mixed beverage. *LWT - Food Science and Technology*. **66**: 7-14.
- Shan B. et al., 2007**-The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal Food Microbiology*. **117**: 112-119.
- Sajfrtova M., et al., 2013**-Effect of separation method on chemical composition and insecticidal activity of Lamiaceae isolates. *Industrial Crops and Products*. **47** : 69-77.
- Sagdic O. Ozcan M., 2003**-Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols. *Food Control*. **14** : 141-143.
- Sharafzadeh S. et al., 2010**-Identification and comparison of essential oil components in leaf and stem of garden Thyme grown under greenhouse conditions. *Advances in Environmental Biology*. **4** (3): 520-523.
- Shalby A.S. Razin A.M., 1992**-Dense cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. **168** : 243-248.
- Stahl-Biskup E. Sàez F., 2003**-Thyme, the genus *Thymus*. *CRC Press Taylor & Francis Group LLC*. 346p.

Soheili V. et al., 2015-Investigation of *Pseudomonas aeruginosa* quorum-sensing signaling system for identifying multiple inhibitors using molecular docking and structural analysis methodology.

Microbial Pathogenesis. 08.017. 24p.

Sarker S.D. et al., 2005-Natural product isolation. *Humana Press (Totowa)*. 1-23.

Seidel V., 2005-Initial and bulk extraction. *In*: Sarker S.D. et al., 2005-Natural product isolation. *Humana Press (Totowa)*. 27-37.

Sokmen A. et al., 2004- The in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and methanol extracts of *Achillea biebersteini* afan. (*Asteraceae*). *Phytotherapy Research*. **18** : 451-456.

Sharif S. et al., 2009-*Staphylococcus aureus* peptidoglycan tertiary structure from carbon-13 spin diffusion. *Journal of the American Chemical Society*. **131** : 7023-30.



Trad M. et al., 2013-Caprification modifies polyphenols but not cell wall concentrations in ripe figs. *Scientia Horticulturae*. **160**. 115-122.

Tohidpour A.M. et al., 2010-Antibacterial effect of essential oils from two medicinal plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Phytomedicine*. **17** : 142-145.

Tagbo H.R. et al., 2015-Sensitizing *Pseudomonas aeruginosa* to antibiotics by electrochemical disruption of membrane functions. *Biomaterials*. 10.007. 65p.

Turkmen N. et al., 2007-Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *molecules*. **12** : 484-496.

Turgis M. et al., 2009-Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi*. *Food Control*. **20** : 1073-1079.

Tanveer H.S. et al., 2012-Appraisal of an important flavonoid, quercetin, in callus cultures of *Citrullus colocynthis*. *International Journal of Agriculture & Biology*. **14** : 528-532.

Torkey H.M. et al., 2009-Insecticidal effect of cucurbitacin E glycoside isolated from *Citrullus colocynthis* against aphid craccivora. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. **3** (4) : 4060 - 4066.

Thomas H., 2012-Determination of cucurbitacins in untreated and roasted kernels of *Citrullus colocynthis*. *Biochemagrar*. 5p.

Tapia Y. et al., 2013b-Effect of citric acid on metals mobility in pruning wastes and biosolids compost and metals uptake in *Atriplex halimus* and *Rosmarinus officinalis*. *Environ Monit Assess.* **185**: 4221-4229.

Tapia Y. et al., 2013a-*Atriplex atacamensis* and *Atriplex halimus* resist as contamination in pre-andean soils (northern Chile). *Science of the Total Environment Journal.* (**450-451**) : 188-196.

Talole B et al., 2013-phytochemical screening and determination of total phenolic content of *Citrullus colocynthis* Linn. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological research.* **3** (1) : 44-45.

Talamali A. et al., 2001-Polygamie chez *Atriplex halimus* L. (*Chenopodiaceae*). Biologie et Pathologie Végétales. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, life sciences.* **324** : 107-113.

Tamura H., 1993-*Thymus vulgaris* L. (thyme) : *In vitro* culture and the production of secondary metabolites. *Biotechnology in Agriculture and Forestry Medicinal and Aromatic Plants iv. ed. by Y.P.S. BAJAJ.* **21** (XXI). 443p.

Traoré Y. et al. 2012-Activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. *Journal of Applied Biosciences.* **58** : 4234-4242.

Taguri T. et al., 2004-Antimicrobial activity of 10 different plant polyphenols against bacteria causing food-borne disease. *Biological and Pharmaceutical Bulletin.* **27** (12) : 1965-1969.



Urquiaga I. N. E. S., Leighton F. E. D. E., 2000-Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Ressources.* **33** : 55-64.

Ultee E., Smid J. 2001-Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *International Journal of Food Microbiology.* **64** : 373-378.

Ultee E. et al., 1999-Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology.* **65** : 4606-4610.

Uma C., Sekar K.G., 2014-Phytochemical analysis of a folklore medicinal plant *Citrullus colocynthis* L. (Bitter apple). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* **2** (6) : 195-202.



- Vouillamoz J.F. et al., 2011**-‘Varico 3’, nouvel hybride de thym (*Thymus vulgaris* L.) pour la production en Suisse. *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. **43** (6) : 370-376.
- Viuda-Martos M. et al., 2011**-*In vitro* antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*. **22** : 1715-1722.
- Vegara S. et al., 2011**-Bactericidal activities against pathogenic bacteria by selected constituents of plant extracts in carrot broth. *Food Chemistry*. **128** : 872–877.
- Verma B.K. 2011**-Introduction to taxonomy of angiosperms. *Ed. Eastern Economy. PHI LTD*, 491p.
- Viuda-Martos M. et al., 2015**-Assessment of chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of fig (*Ficus carica* L.) powder co-products. *Industrial Crops and Products*. **69** : 472-479.
- Van Der Veen M. et al., 2011**-Consumption, trade and innovation : exploring the botanical remains from the roman and Islamic ports at quseir al-qadim, Egypt. *Francfort, Africa Magna Verlag (Journal of African Archaeology Monograph)*. Series **6** : 303p.



- Walker D. J. et al., 2005**-Determination of ploidy and nuclear DNA content in populations of *Atriplex halimus* (*Chenopodiaceae*). *Botanical Journal of the Linnean Society*. **147** : 441-448.
- Walker D. J. et al., 2014**-*Atriplex halimus* L.: its biology and uses. *Journal of Arid Environments*. **(100-101)** : 111-121.
- Walker D. J. et al., 2008**-Seasonal changes in cold tolerance, water relations and accumulation of cations and compatible solutes in *Atriplex halimus* L. *Environmental and Experimental Botany*. **64** : 217–224.
- Wei Z. et al., 2014**-Thymol inhibits *Staphylococcus aureus* internalization into bovine mammary epithelial cells by inhibiting NF-κB activation. *Microbial Pathogenesis* **(71-72)** : 15-19.
- Walker R.D., 2000**-Antimicrobial susceptibility testing and interpretation of results. In: antimicrobial therapy in veterinary medicine. 3rd edn. Prescott, J.F., Baggot, J.D. & Walker, R.D. *Iowa State University Press, Ames, IA*. 12-26p.
- Yakhlef G., 2010**-Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. : Thèse de magister. *UHL Batna*. 69p.



Zeghad N., 2009-Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne : Thèse de doctorat. *UM Constantine*. 84p.

Zemouri S., 2012-Activité antioxydante de quelques légumineuses : *1^{er} congrès international de la société algérienne de nutrition nutrition & santé déroulé 05-06 Décembre 2012*. **01** (00) : 1-110.

Zybak O., 2011-Huile essentielle thym vulgaire à thujanol *Thymus vulgaris* et *thujanol* : fiche technique. *Cozy arôme, magasin d'aromathérapie*. 2p.

Zheng W. et al., 2001-Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **49** (11) : 5165-5170.

Zhang Y. et al., 2015-Emergence of a hypervirulent carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* isolate from clinical infections in China. *Journal of Infection*. 10.1016. 29p.

ZANMENOU J.C. 2013-Effets de l'incorporation de la farine des graines de *Citrullus vulgaris* dans l'aliment sur les performances zootechnico-économiques chez les poulets de chair. *Université Cheikh Anta Diop de Dakar*. 30p.