

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderahmane Mira de Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de microbiologie

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Microbiologie

Option : Microbiologie Alimentaire et Santé

Thème

*Activité antibactérienne des extraits de
Thapsia garganica L.*

Présenté par :

M^{elle} SAIT Lynda
M^{elle} SMAOUN Nassima

Devant le jury :

Président : M^{elle} TOUATI N. (M.A.A Université de Bejaia)

Promoteur : M^{elle} SAIDANI K. (M.A.B Université de Bejaia)

Examineur 1 : M^r MOUSSAOUI B. (M.A.A Université de Bejaia)

Examineur 2 : M^{elle} LAINCER F. (M.A.B Université de Bejaia)

Année 2012/2013

Remerciements

Nous remercions d'abord le bon dieu d'avoir toujours été à coté de nous et de nous de nous avoir accordé santé et courage pour accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier profondément notre promotrice mademoiselle SAIDANI Karima pour la confiance qu'elle nous a témoigné et pour sa disponibilité, ses efforts et ses encouragements qui nous ont permet de mener à bien cette étude.

On tient à exprimer nos gratitude, nos profond respect et nos remerciements aux membres de jury: M^{elle} TOUATI N. qu'elle nous a fait honneur par sa présence en qualité de président de jury, Mr MOUSSAOUI B. et M^{elle} LAINCER F. qui ont accepté de faire partie de ce jury et d'examiner ce travail et consacré de leur temps pour son évaluation.

Toutes nos expressions de respect et de gratitude à M^{elle} TOUATI N. pour son aide précieuse dans l'analyse statistique.

Un immense merci s'adresse à M^{me} GAROUT A. et M^{elle} SAIT S. Qui ont été toujours à nos cotés et qui nous ont aidé et soutenu dans les moments les plus difficiles.

Un grand merci va également à Yasmina S., Rjima Z. et Lila Z. pour leur précieuse aide.

Nos vifs remerciements s'adressent aux techniciens et aux ingénieurs des laboratoires du bloc 9 et du bloc 12 ainsi qu'aux techniciennes de l'animalerie (Saida et Fella) pour leurs très grandes aides et leurs gentilleses.

On tient à remercier nos collègues de travail Naima, Hayet, Amina, Souhila, Karima et Samia pour leur aide et leur esprit d'équipe, avec elles on a partagé les moments les plus difficiles dans la réalisation de ce travail.

Enfin, nos remerciement s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.

Un grand merci à tous!

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A

Mes très chers et précieux parents, qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance, de l'amour et de la force et dont je suis fière et reconnaissante d'avoir comme parents.

Mes chers frères : Sofiane et sa femme, Khireddine, Hassen et Amer.

*Ma chère sœur Chafia, son mari et ses enfants : Anis, Khalil et Achraf
Mes deux nièces : Roa et Isra.*

Mes cousines Sabrina, Razika, Alima et son mari (Lahcen), Amani et mes cousins.

Ma grande mère.

Mes oncles et ma tante.

*Mes meilleures amies : Lynda, Karima, Samia, Sihem, Katia, Ibtissem et Hakima
Tous mes ami(e)s.*

*Ma collègue Nassima qui m'a toujours supporté et soutenu le long de toute la période de travail et à qui je souhaite tout le bonheur et la réussite
Toute la promotion Master.*

Lynda

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique model de labeur et de persévérance, de l'amour et de la force et dont je suis fière et reconnaissante d'avoir comme parent.

Pour vous :

Mes très chers et irremplaçables.

A mes chères sœurs : Salima, Akila et Malia.

A mes chers frères : Farid et surtout le cadet Mouhamed.

A mes chers frères : Kamel, Sedik, Samir et Nabil et leurs Femmes.

A mes très chers nièces : Dhaia Eddine, Nibel, charaf Eddine, Abd Assaiaa et Marwa.

A la mémoire de mon cher oncle, que dieu l'acceil dans son vaste paradis

A ma cousine Sihem.

A mes meilleurs amies : Sihem, Farida, Zitouna, Nassima, Imane, Halima, Hakima, Karima, Samia, Katia.

A ma collègue Lynda, elle m'a supporté tout le long de travail et à qui je souhaite tout le bonheur du monde et de la réussite.

A tous mes ami(e)s.

A tout les gents de ma promotion, enseignants et étudiants.

A qui me sont chers et qui m'ont aidé de prés ou de loin à réaliser ce travail.

Nassima

Sommaire

Liste des abréviations

Table des illustrations

Introduction 1

Synthèse bibliographique

I. *Thapsia garganica* L. et ses composés phénoliques..... 3

I.1 Définition et distribution 3

I.2 Principales utilisations 3

I.3. Métabolites secondaires..... 4

I.3.1 Composés phénoliques..... 4

I.3.1.1 Acides phénoliques 4

I.3.1.2 Flavonoïdes 5

I.3.1.3 Coumarines 5

I.3.2 Autres métabolites secondaires de *Thapsia garganica* L. 7

I.3.2.1 Sesquiterpènes lactones..... 7

I.3.2.2 Huiles essentielles 8

I.4. Activité antibactérienne et mode d'action des composés phénoliques 8

I.4.1 Acides phénoliques 8

I.4.2 Flavonoïdes 9

I.4.3 Coumarines 9

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal..... 11

I.1 Echantillonnage..... 12

I.2 Traitement des échantillons 12

II. Extraction des composés phénoliques 12

II.1 Protocole d'extraction..... 12

II.2 Taux d'extraction..... 12

III. Dosage des composés phénoliques..... 13

III.1 Dosage des polyphénols totaux 13

III.2 Dosage des flavonoïdes 14

IV. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de *Thapsia garganica* L. 14

IV.1 Antibiogrammes 15

IV.2 Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) 15

IV.3 Détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB)..... 16

V. Etude statistique 16

Résultats et discussion

I. Taux d'extraction et dosage des composés phénoliques..... 17

I.1 Taux d'extraction des composés phénoliques..... 17

I. 2 Dosage des composés phénoliques 18

I.2.1 Dosage des polyphénols totaux..... 18

I.2.2 Dosage des flavonoïdes..... 20

II. Activité antibactérienne des extraits de *Thapsia garganica* L..... 21

II.1 Antibiogrammes 21

II.1.1 Activité antibactérienne à l'égard des bactéries Gram positives 22

II. 1.2 Activité antibactérienne à l'égard des bactéries Gram négatives 24

II.2 Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB) . 30

Conclusion..... Erreur ! Signet non défini.**32**

Références bibliographiques

Annexes

Glossaire

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique

AG : Acide gallique

AlCl₃ : Trichlorure d'aluminium

ARN : Acide ribonucléique

ATCC : American type culture collection

ATP : Adénosine triphosphate

CA-SFM : Comité de l'antibiogramme de la société française de Microbiologie.

Cat : Catéchine

CCM : Chromatographie sur couche mince

CMB : Concentration minimale bactéricide

CMI : Concentration minimale inhibitrice

Eq : Equivalent

Gyr : Gyrase

HE : Huile essentielle

HPLC : Chromatographie liquide à haute performance

LPS : Lipopolysaccharide

LSD : Low significant difference

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium

NAR : Nalidixic acide résistant

OMS : Organisation mondiale de la santé

PS : Poudre sèche

Quer : Quercétine

SARM: *Staphylococcus aureus* Résistant à la Méthicilline

Tg : Thapsigargine

Tc : Thapsigarginine

UFC : Unité formant colonie

UAMB : Université Abderrahmane Mira de Béjaia

Liste des tableaux

Tableau I: Caractéristiques botaniques de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	11
Tableau II: Les différentes souches bactériennes testées. _____	14
Tableau III: Activité antibactérienne de quelques standards polyphénols. _____	29
Tableau IV: Concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des extraits des feuilles et des racines de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	30
Tableau V: Concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des standards polyphénols utilisés sur les souches bactériennes testées. _____	31

Liste des figures

Figure 1 : Structures des principaux composés phénoliques de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	6
Figure 2: Structures de sesquiterpènes lactones : Thapsigargicine et Thapsigargine. _____	7
Figure 3: Photographies des feuilles (a) et racines (b) de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	11
Figure 4: Poudres des feuilles (a) et racines (b) de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	12
Figure 5: Taux d'extraction des composés phénoliques des feuilles et racines de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	17
Figure 6: Teneurs en composés phénoliques des différents extraits de <i>Thapsia garganica</i> L.	18
Figure 7: Teneur en flavonoïdes des différents extraits de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	20
Figure 8: Activité antibactérienne des différents extraits de <i>Thapsia garganica</i> L. _____	22
Figure 9: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de <i>Thapsia garganica</i> L. vis-à-vis de <i>S. aureus</i> . _____	23
Figure 10: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de <i>Thapsia garganica</i> L. vis-à-vis de <i>B. subtilis</i> . _____	24
Figure 11: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de <i>Thapsia garganica</i> L. vis-à-vis d' <i>E. coli</i> . _____	25
Figure 12: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de <i>Thapsia garganica</i> L. vis-à-vis de <i>P. aeruginosa</i> . _____	26

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'Homme utilise diverses ressources trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner certaines maladies. Les plantes médicinales sont les plus utilisées en phytothérapie. La valeur médicinale de ces plantes est liée à leurs composées phytochimiques (**Mohamed et al., 2009**). L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 80% des habitats ont recours aux préparations traditionnelles à base de plantes (**Karou et al., 2005**).

L'étude de la chimie des plantes est toujours d'actualité malgré son ancienneté. Cela tient principalement au fait que le règne végétal représente une source importante d'une grande variété de molécules bioactives qui le rend un sujet d'intérêt scientifique (**Falleh et al., 2008**).

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, en alimentation, en cosmétologie et en pharmacologie. Parmi ces composés, on retrouve essentiellement les métabolites secondaires, qui sont surtout illustrés en thérapeutique (**Bahorun, 1997**).

L'augmentation de la résistance des microorganismes, aux agents antimicrobiens utilisés, est due à l'usage abusif et inapproprié des antibiotiques, ceci pose à l'heure actuelle de très sérieux problèmes pour les scientifiques et les cliniciens. Les maladies causées par les microorganismes sont de plus en plus difficiles à traiter par les médicaments existants (**Orhan et al., 2010**). Ainsi les scientifiques, ce sont orientés vers la recherche de nouvelles voies, notamment les végétaux qui ont toujours constitué une source de nouveaux médicaments d'origine naturelle (**Keita et al., 2004**).

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (**Yano et al., 2006**).

Les Apiacées sont très distribuées dans les régions méditerranéennes où elles sont généralement utilisées comme des épices ou des médicaments grâce à leur richesse en

métabolites secondaires. *Thapsia* est, un genre appartenant aux Apiacées, devenu ces dernières années un sujet d'intérêt thérapeutique (**Ladjel et Gherraf, 2011**).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits de feuilles et de racines de *Thapsia garganica* L.

- ✓ La première partie de ce document est consacrée à une synthèse bibliographique sur *Thapsia garganica* L, ainsi qu'un aperçu général sur ses composés phénoliques. L'activité antibactérienne des composés phénoliques et leur mode d'action est aussi évoquée.

- ✓ La seconde partie est consacrée à la partie expérimentale, à savoir :
 - Extraction des composés phénoliques à partir des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L. ;
 - Dosage des composés phénoliques de ces extraits ;
 - Evaluation de leurs activités antibactériennes.

- ✓ Enfin la troisième partie présente les résultats obtenus ainsi que leur discussion.

Synthèse bibliographique

I. *Thapsia garganica* L. et ses composés phénoliques

I.1 Définition et distribution

Thapsia garganica L. est une plante de la famille des Apiacées, ces dernières sont des plantes dicotylédones très homogènes et faciles à reconnaître grâce à leur inflorescences en ombelle (Ombellifères) (Guignard, 1998).

Le nom *Thapsia garganica* L. est constitué de deux mots :

Thapsia : qu'est tiré de l'île de Thapsos, où elle été découverte pour la première fois ;

Garganica : qu'est le nom d'une montagne en Italie « Gargano », où elle se trouve en abondance (Soubeiran et Regwuld, 1988).

Son nom vernaculaire en Kabylie est « Adéryés », en Arabe « bounafaa » et en Français « *Thapsia* ou faux fenouil » (Crété, 1965).

Thapsia garganica L. pousse spontanément en Algérie, Tunis et Maroc, dans le royaume de la Grenade en Espagne, dans les îles Baléares, en Italie, en Sicile, en Sardaigne, dans plusieurs îles Grecques, à scio et dans plusieurs îles de l'Archipel, à Constantinople et dans l'Asie occidentale (Soubeiran et Regwuld, 1988).

I.2 Principales utilisations

En Algérie, traditionnellement, *Thapsia garganica* L., après exsudation d'un suc visqueux obtenu sur des charbons ardents, est frictionnée sur la peau en guise de révulsif (Reboulleau, 1856).

Thapsia garganica L. est utilisée en printemps pour préparer un plat traditionnel, en Kabylie, qui est le couscous cuit à la vapeur d'une décoction de racines épluchées et écrasées avec laquelle les œufs sont aussi mis à bouillir. Les gens mangent ce plat comme remède aux coups de froids, à la fatigue générale, aux douleurs articulaires et aux troubles digestifs (Genevois, 1975).

La plante est utilisée pour traiter les toux et bronchites rebelles ainsi que les rhumatismes et la stérilité féminine. On l'utilise aussi, mélangé avec la farine et à du son, en cataplasmes, contre les morsures d'animaux venimeux ou enragés (**Bammi et Douira, 2002**). La résine de *Thapsia garganica* L. est employée en médecine comme agent révulsif sous forme d'emplâtre (**Reboulleau, 1856**). Elle est également utilisée comme anti-irritant pour le soulagement des douleurs rhumatoïdes (**Ali et al., 1985 ; Srikrishna et Anebouselvy, 2009**) et dans le traitement des maladies pulmonaires et le catarrhe (**Nelson et Stoltz, 2008 ; Srikrishna et Anebouselvy, 2009**).

I.3 Métabolites secondaires

Sont des composés chimiques non essentiels à la survie de la plante, synthétisés au cours de développement normale et en réponse à l'attaque des pathogènes, des insectes et des herbivores. Ils appartiennent à des groupes chimiques extrêmement divers (**Bruneton, 1999 ; Zhao et al., 2005 ; Vasconsuelo et Boland, 2007**).

I. 3.1 Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires, ils sont largement distribués dans le règne végétal (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**). La structure de base qui les caractérise est la présence d'un ou plusieurs noyaux aromatiques auxquels se lient un ou plusieurs groupements hydroxyles libres ou engagés dans une autre fonction (**Bruneton, 1999 ; Crozier et al., 2006**).

I.3.1.1 Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique, dérivés des acides benzoïques ou des acides cinnamiques (**Bruneton, 1999**). Les acides hydroxycinnamique (C6-C3) et l'acide hydroxybenzoïque (C6-C1) sont les principaux groupes des acides phénoliques (**Cheyrier, 2005 ; Chira et al., 2008**).

Les études phytochimiques effectuées sur *Thapsia garganica* L. ont révélé que les extraits de cette dernière contiennent des dérivés de l'acide hydroxycinnamique qui représentent 2% des composés phénoliques totaux tandis que les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque sont inexistantes (**Stocker et al., 2004**).

Différents phénylpropanoïdes ont été isolés à partir des plantes appartenant aux Apiacées y compris *Thapsia garganica* L. Il s'agit d'une classe de composés phénoliques, synthétisée à partir de la phénylalanine (Liu *et al.*, 2006). Ce sont des composantes structurales des parois cellulaires (Hahlbrock et Scheel, 1989). L'étude cytotoxique des substances bioactives de *Thapsia garganica* L. a révélé que les phénylpropanoïdes isolés à partir de leurs fruits sont cytotoxiques (Liu *et al.*, 2006).

I.3.1.2 Flavonoïdes

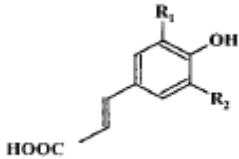
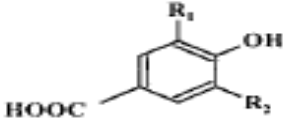
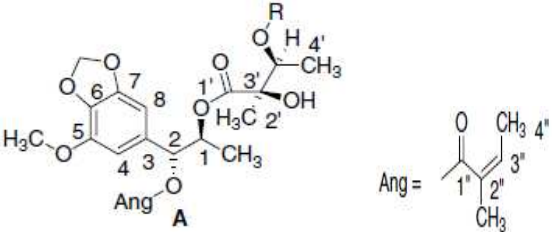
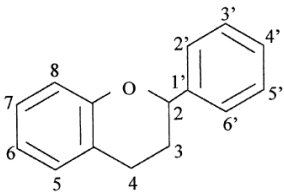
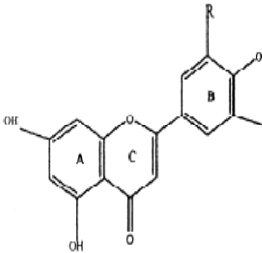
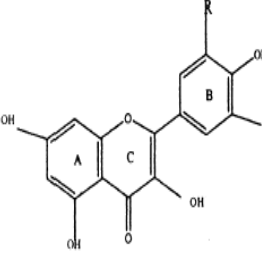
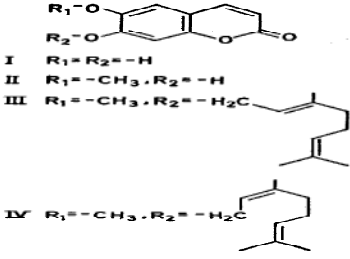
Les parties aériennes de *Thapsia garganica* L. sont riches en flavonoïdes tels que les flavones et les flavonoles (Harrorne et Williams, 1972 ; Stocker *et al.*, 2004 ; Djeridane *et al.*, 2006). Les flavonoïdes sont un groupe de composés naturels, plus de 6 000, qui sont quasiment universels chez les plantes (Erlund, 2004). Ils comportent un squelette de carbone C6-C3-C6, ou plus précisément une fonction phénylbenzopyrane (Marais *et al.*, 2006). Les flavonoïdes constituent des pigments responsables de la coloration jaune, orange et rouge des différents organes végétaux (Ghedira, 2005).

I.3.1.3 Coumarines

Les racines de *Thapsia garganica* L. contiennent des composés appelés les coumarines (Larsen et Sandberg, 1970). Ils se trouvent libres ou sous forme hétérosides dans beaucoup de famille dicotylédones, surtout chez les Apiacées. Ces molécules sont très complexes (Bruneton, 1999 ; Ojala *et al.*, 2000). Ils tirent leur nom de «coumarou», nom vernaculaire de la fève tonka d'où fut isolée en 1820. Les coumarines sont issues du métabolisme de la phénylalanine via un acide cinnamique qui est l'acide 4-coumarique (Bruneton, 1999).

Les structures des principaux composés phénoliques de *Thapsia garganica* L. sont résumées dans la figure 1.

Figure 1: Structures des principaux composés phénoliques de *Thapsia garganica* L.

 <p style="text-align: center;">Acide hydroxycinnamique</p> <p>(Cheynier, 2005)</p>	 <p style="text-align: center;">Acide hydroxybenzoïque</p>
 <p style="text-align: center;">Phénylpropanoïde</p> <p>(Liu <i>et al.</i> , 2006)</p>	
 <p style="text-align: center;">Structure de base des flavonoides</p> <p>(Yumiko <i>et al.</i>, 2003)</p>	
 <p style="text-align: center;">Flavones</p>	 <p style="text-align: center;">Favonols</p> <p>(Aruoma <i>et al.</i>, 2003)</p>
 <p style="text-align: center;">Coumarine</p> <p>(Larsen et Sandberg, 1970)</p>	

I.3.2 Autres métabolites secondaires de *Thapsia garganica* L.

I.3.2.1 Sesquiterpènes lactones

Les tissus de *Thapsia garganica* L. contiennent des sesquiterpènes lactones. Ils constituent un groupe numériquement important, environ 3 000 structures connues sont décrites sous le nom évocateur de « principes amers » (Bruneton, 1999).

Un nombre important de composés sesquiterpéniques sont isolés à partir des plantes appartenant au genre *Thapsia*, Les plus importants sont ceux isolés à partir des racines de *Thapsia garganica* L., ce sont les thapsigargines et les thapsigargicines (Figure 2) (Santarius *et al.*, 1987 ; Liu *et al.*, 2006 ; Kmonickova *et al.*, 2008).

La thapsigargine (Tg) est une molécule naturelle très importante. Cette molécule est un inhibiteur puissant et spécifique de l'enzyme calcium ATPase endo/sarcoplasmique (SERCA) qui entraîne la mort cellulaire, elle est utilisée comme un nouveau moyen chimiothérapeutique de cancer et en particulier celui de la prostate (Kmoníková *et al.*, 2008 ; Anthony *et al.*, 2013).

La thapsigargicines (Tc) est un autre sesquiterpène lactone qui présente une similitude structurale et fonctionnelle avec la Tg, la comparaison entre la structure de ces deux composés a révélé que la seule différence entre eux est la présence de quatre groupements méthylènes dans l'acyl (R) de Tc et six dans le Tg (Ali *et al.*, 1985).

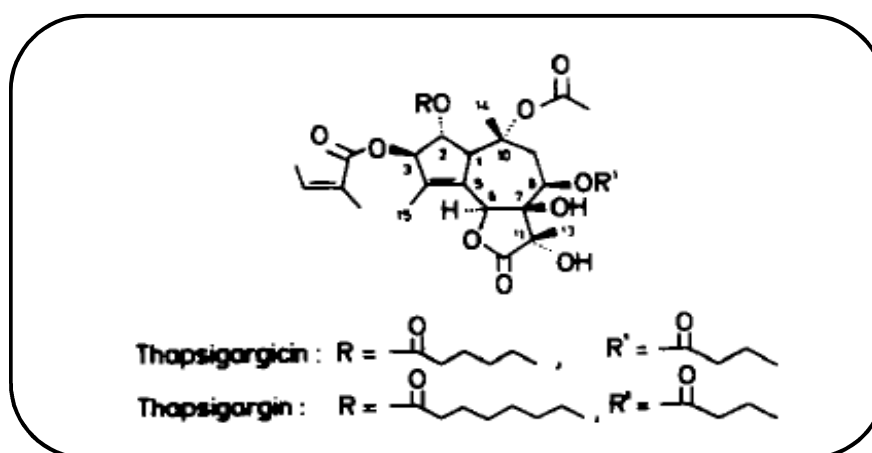


Figure 2: Structures des sesquiterpènes lactones : Thapsigarginine et Thapsigargine (Santarius *et al.*, 1987).

I.3.2.2 Huiles essentielles

Thapsia garganica L. renferme des huiles essentielles (HE) qui sont principalement des monoterpènes. Les HE connues aussi sous le nom d'huiles volatiles, sont des mélanges complexes oxygénés et hydrocarbures de formule générale $(C_5H_8)_n$ (Schulz *et al.*, 2004). Les constituants dominant des différents parties aériennes de *Thapsia garganica* L sont p-vinylguaiaicol à 59-63%, Linalol à 6-8% et 1,4-diméthylazulène à 6-7% (Ladjel *et al.*, 2011).

I.4 Activité antibactérienne et mode d'action des composés phénoliques

Thapsia garganica L. comme d'autres plantes médicinales a montré, à travers plusieurs études, des activités biologiques très importantes pour l'organisme à savoir l'activité cytotoxique (Liu *et al.*, 2006), anticancéreuse (Cragg et Newman, 2005), antivirale (Kmonicova *et al.*, 2008), anti-inflammatoire, anti-infectieuse (Kmonicova *et al.*, 2010) et antioxydante (Djeridane *et al.*, 2006).

Les composés phénoliques sont synthétisés par les plantes pendant leur développement normal et au cours de leur défense contre les prédatations par les microorganismes, insectes et herbivores (Cowan, 1999).

Le mécanisme de toxicité des composés phénoliques sur les microorganismes peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (protéases, carbohydrases) ou d'autre interactions inactivant les adhésines microbiennes et les protéines de l'enveloppe cellulaire (Karou *et al.*, 2005).

I.4.1 Acides phénoliques

Il a été démontré que la position et le nombre de groupement OH des acides phénoliques sont déterminants pour leur activité antibactérienne et proportionnelle à leur toxicité. Les mécanismes responsables de cette toxicité comprennent une inhibition d'enzymes par les composés oxydés, ou par des interactions non spécifiques avec les protéines (Hahlbrock et Scheel, 1989).

Les phénylproanoides développent leur action contre les bactéries par l'interaction avec la membrane cellulaire. Cette action est due à la nature hydrophobe des hydrocarbures cycliques, qui leur permet l'interaction avec la membrane et l'accumulation dans la bicouche lipidique de la bactérie occupant ainsi l'espace entre les chaînes des acides gras. Cette

interaction entraîne le changement de conformation de la structure membranaire qui aboutit à la fluidité et l'expansion de la membrane. La membrane perd sa stabilité à cause de la fuite des ions qui entraîne la diminution du gradient ionique transmembranaire (**Calsamiglia et al., 2007**).

I.4.2 Flavonoïdes

Une des fonctions incontestée des flavonoïdes est leur rôle protecteur des plantes contre l'invasion microbienne (**Orhan et al., 2010**). Les flavonoïdes sont des substances antibactériennes efficaces contre une large gamme de bactéries (**Ghedira, 2005**). Cette activité antibactérienne des flavonoïdes peut être due à leur capacité à inhiber la synthèse des acides nucléiques, la fonction de la membrane cytoplasmique ou le métabolisme énergétique (**Cushnie et Lamb, 2005**).

L'intercalation et le mésappariement des bases azotées sont aussi proposés, comme mécanisme d'action des flavonoïdes, à cause des structures semblables entre les flavonoïdes et les bases azotées des acides nucléiques (**Mori et al., 1987**).

Les ADN gyrases sont des enzymes qui contrôlent la topologie de l'ADN chez les procaryotes ce sont une cible des substances antibactériennes comme la quercétine qui inhibe la gyrase par deux mécanismes proposés par **Plaper et al. (2003)**. La quercétine se lie à l'ADN qui stabilise le complexe ADN- Gyrase et entraîne le clivage de l'ADN, ou elle se lie à la sous unité GyrB de l'ADN Gyrase et inhibe son activité ATPasique, car les sites de fixation de l'ATP et de la quercétine sont chevauchant.

Nagababu et al. (2010), ont étudiés l'inhibition de l'ATPsynthase d'*E. coli* par certains flavonoïdes (resveratrol, piceatannol, quercétine, quercétrine et quercétine-3- β -D-glucoside). Les résultats montrent que tous les polyphénols testés inhibent complètement ou partiellement l'activité de cette enzyme.

I.4.3 Coumarines

Les propriétés antimicrobiennes de plusieurs coumarines ont été rapportées, elles semblent être inhibiteurs des bactéries Gram positives et Gram négatives (**Wong et Kitts, 2006 ; Kuete et al., 2007 ; Kong et al., 2010**). Cette activité est peut être liée à leurs structures. En effet, l'ajout d'un cycle supplémentaire « furo » à la structure des coumarines

augmente l'activité antibactérienne. Aussi, les coumarines ayant trois cycles ont une meilleure activité antibactérienne que ceux qui ont deux cycles (**Kuete et al., 2007**).

Il a été rapporté que les furacoumarines interagissent avec l'ADN et interrompent sa réplication (**Wong et Kitts, 2006**). Les furocomarines peuvent donner lieu à des cycloadditions sur les carbones C-3, C-4, C-4' et/ou C-5' avec les bases pyrimidiques de l'ADN, ils peuvent alors établir des liaisons croisées entre les paires de bases des acides nucléiques et induire ainsi des lésions de l'ADN (**Bruneton, 2005**).

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal

I.1 Echantillonnage

Les échantillons de *Thapsia garganica* L. sont collectés à partir de la région de Boukhelifa située à 45Km à l'Est de la ville de Bejaia durant le mois de Mars 2011. Ces échantillons sont transportés dans des sacs en polyéthylène et identifiés au niveau du laboratoire d'écologie de l'Université Abderrahmane Mira de Bejaia (UAMB). La photographie de la plante récoltée est présentée dans la figure 3. La description et la classification de cette plante sont résumées dans le tableau I.



Figure 3: Photographies des feuilles (a) et racines (b) de *Thapsia garganica* L.

Tableau I: Caractéristiques botaniques de *Thapsia garganica* L.

Partie	Description	Classification (Guignard, 1989)
Feuille	Divisée, verte, luisante en dessus, glauque en dessous (Trabut, 1891).	Règne : Végétal Embranchement : Spermatophytes
Racine	Vivace cylindrique épaisse (Trabut, 1891), elle atteint une longueur de 60 centimètres et son diamètre est supérieur à 6 cm. L'écorce des racines rugueuses extérieurement et de couleur brun foncé, sa partie interne est lisse et blanchâtre (Soubeiran et Regwuld, 1988).	Sous embranchement : Angiospermes Classe : Dicotylédones Ordre : Apiales Famille : Apiacées Genre : <i>Thapsia</i> Espèce : <i>Thapsia garganica</i> L.

I.2 Traitement des échantillons

Les feuilles et les racines de *Thapsia garganica* L. sont séparées de la tige, puis lavées à l'eau courante afin de les débarrasser de la poussière et toutes autres particules. Les racines sont découpées en rondelles afin d'accélérer leur séchage, les échantillons sont mis à l'étuve à 40°C. Le broyage de ces échantillons est effectué avec un broyeur (Kika Labortechnik), puis un tamisage est réalisé jusqu'à l'obtention d'une poudre fine (figure 4) de granulométrie inférieure à 200µm. Les poudres sont conservées dans des flacons opaques.



Figure 4: Poudres des feuilles (a) et racines (b) de *Thapsia garganica* L.

II. Extraction des composés phénoliques

II.1 Protocole d'extraction

Les polyphénols des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L. sont extraits par macération de 5g de poudre dans 50ml de trois différents solvants absolus : méthanol, hexane et dichlorométhane. Après deux heures d'agitation, la solution est centrifugée (centrifugeuse SIGMA) à 1500g pendant 10 minutes, le surnageant est récupéré puis filtré, avec du papier filtre standard, et évaporé dans l'étuve à 40°C. Après la reconstitution à une concentration de 100 mg/ml, dans le méthanol absolu, les extraits sont conservés dans des flacons fumés à 4°C (Cox *et al.*, 2010).

II.2 Taux d'extraction

Pour chaque partie de la plante (Feuilles et racines), le taux d'extraction est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'extraction (\%)} = [(P_1 - P_0)] / E$$

P₀ : Poids du bécher vide.

P₁ : Poids du bécher et l'extrait après évaporation du solvant.

E : Poids de la poudre.

III. Dosage des composés phénoliques

III.1 Dosage des polyphénols totaux

○ Principe

Le principe de cette méthode repose sur l'interaction des composés phénoliques avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols qui entraînant la formation d'un complexe de couleur bleue, présentant un maximum d'absorption aux environs de 720-750nm, dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

○ Mode opératoire

La teneur des extraits en polyphénols totaux est estimée selon la méthode de **Kuda et al. (2005)**.

0,8ml d'une solution de Folin-Ciocalteu à 10% sont ajoutés à 0,4ml d'extrait dilué. Après 3 minutes, 1,6ml d'une solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 10% sont ajoutés. Ce mélange est laissé à l'obscurité pendant une heure à température ambiante. Des mesures d'absorbance sont enregistrées à 750 nm en utilisant un spectrophotomètre (VIS-7220 G) (**Kuda et al., 2005**).

Les teneurs des extraits en phénols totaux sont déterminées en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec la catéchine (annexe I). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de catéchine par gramme de poudre sèche (mg Eq. Cat/g de PS).

III.2 Dosage des flavonoïdes

○ Principe

Le dosage des flavonoïdes repose sur leur aptitude à chélater les métaux (fer et aluminium), cette propriété est propre aux groupements hydroxyles des flavonoïdes capables de donner un complexe jaunâtre en présence d'aluminium (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

○ Mode opératoire

La teneur des flavonoïdes est déterminée selon la méthode de **Djeridane et al. (2006)**. Elle consiste à mélanger 1,5ml d'extrait dilué avec 1,5ml de chlorure d'aluminium à 2%. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 15 minutes, puis l'absorbance est mesurée à 430nm.

Les teneurs en flavonoïdes sont déterminées en se référant à une courbe d'étalonnage utilisant la quercétine comme standard (annexe I). Les résultats sont exprimés en microgramme équivalent de quercétine par gramme de poudre sèche ($\mu\text{g Eq. Quer/g de PS}$).

IV. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de *Thapsia garganica* L.

Les microorganismes testés (Tableau II) pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits de *Thapsia garganica* L. sont fournis par le Laboratoire de Microbiologie Appliquée de l'UAMB.

Tableau II: Les différentes souches bactériennes testées.

Gram	Souche	Référence
Gram ⁺	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633
	SARM	ATCC 6538
Gram ⁻	<i>Escherichia coli</i>	N.A.R
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853

ATCC : American Type Culture Collection ;

NAR : Nalidixic Acide Résistant ;

SARM : *Staphylococcus aureus* Résistant à la Méthicilline.

IV.1 Antibiogrammes

○ Principe

Le principe de cette méthode repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide, dans une boîte de Pétri, à partir d'un point précis, avec création d'un gradient de concentration après un certain temps de contact entre l'extrait et le microorganisme (**De billerbeck, 2007**). L'effet de la substance antimicrobienne sur la souche cible est évalué par la mesure d'une zone d'inhibition (**Karabay-yavasoglu et al., 2007**).

○ Mode opératoire

L'activité antibactérienne des extraits, en utilisant quatre concentrations allant de 12,5 mg/ml à 100mg/ml, est évaluée en utilisant la méthode de **Suay et al., (2000)**. Des spots de 20µl d'extrait sont déposés sur la surface de la gélose Muller-Hinton préalablementensemencée, par écouvillonnage, à partir d'une suspension bactérienne d'une concentration de 10⁸UFC/ml (**Karabay-yavasoglu et al., 2007**). Les boîtes de Pétri sont mises au réfrigérateur à 4°C pendant trois heures pour une pré-diffusion (**Bansemir et al., 2006**). Des zones d'inhibition autour du point d'application du spot sont mesurées en millimètre après incubation à 37°C/24 heures (**Karabay-yavasoglu et al., 2007**).

Le méthanol absolu est utilisé comme un témoin négatif. Des standards polyphénols (acide gallique, catéchine et quercétine) sont également testés vis-à-vis de toutes les souches cibles.

IV.2 Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

La CMI est définie comme étant la première concentration inhibant toute croissance bactérienne visible à l'œil nu, après 18 à 24 heures d'incubation (**Caquet, 2004**). La CMI des extraits de *Thapsia garganica* L. des souches tests est déterminée par la méthode de dilution en milieu solide décrite par **Tunçel et Nergiz (1993)**.

○ Principe

Le principe de la méthode consiste à diluer directement la substance antibactérienne à tester dans le milieu de culture et à inoculer ce milieu avec les souches bactériennes standardisées.

○ **Mode opératoire**

Une série de boîtes de Pétri est coulée par la gélose Mueller Hinton avec des concentrations d'extrait croissantes, allant de 0,1 à 2 mg/ml. L'ensemencement par spot des différentes souches à tester est effectué par prélèvement de 1µl à partir d'une suspension de 10^7 cellules/ml, soit 10^4 cellules/spot (CA-SFM, 2012). Après incubation à 37°C/24 heures, une vérification d'une croissance (ou non) visible au niveau du spot est effectuée. La CMI correspond à la première concentration où aucune croissance n'est observée.

Un témoin négatif sans extrait (l'extrait est remplacé par du méthanol absolu) et des standards acide gallique, catéchine et quercétine sont également testés.

IV.3 Détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB)

La CMB est définie comme étant la plus petite concentration aboutissant à une destruction notable des bactéries (0,01% de survivant) (Meyer *et al.*, 1994).

Des tubes de bouillon nutritifs sont ensemencés par des morceaux de géloses découpés là où aucune croissance n'est observée au niveau du spot. Après incubation à 37°C/24 heures, une présence ou non d'un trouble est mentionnée. La CMB correspond à la première concentration où aucun trouble n'est observé.

V. Etude statistique

Pour pouvoir faire une étude statistique, chaque test est réalisé en trois essais. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart type. Les données sont analysées en utilisant une analyse de variance (ANOVA). Des différences significatives ($p < 0,05$) entre les moyennes sont déterminées par le test LSD (Low Significant Difference). Le logiciel utilisé est STATISTICA 5.5.

Résultats et discussion

Résultats et discussion

I. Taux d'extraction et dosage des composés phénoliques

I.1 Taux d'extraction des composés phénoliques

La méthode d'extraction doit permettre l'extraction maximal des composés phénoliques et éviter leur modification chimique (Hayouni *et al.*, 2007). La température, le temps de macération, la taille des particules et le volume du solvant peuvent affecter le taux d'extraction (Pinelo *et al.*, 2005 ; Spigno *et al.*, 2007 ; Bonnaille *et al.*, 2012). La solubilité des composés phénoliques est régie par leur nature qui peut varier de simples substances aux composés fortement polymérisés (Cacace et Mazza, 2003) et par la polarité des solvant (Goli *et al.*, 2004 ; Sulaiman *et al.*, 2011).

Dans cette étude l'extraction des composés phénoliques est réalisée par trois solvants de polarités décroissantes : méthanol, dichlorométhane et hexane.

Le taux d'extraction par les différents solvants à partir des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L., est rapporté dans la figure 5.

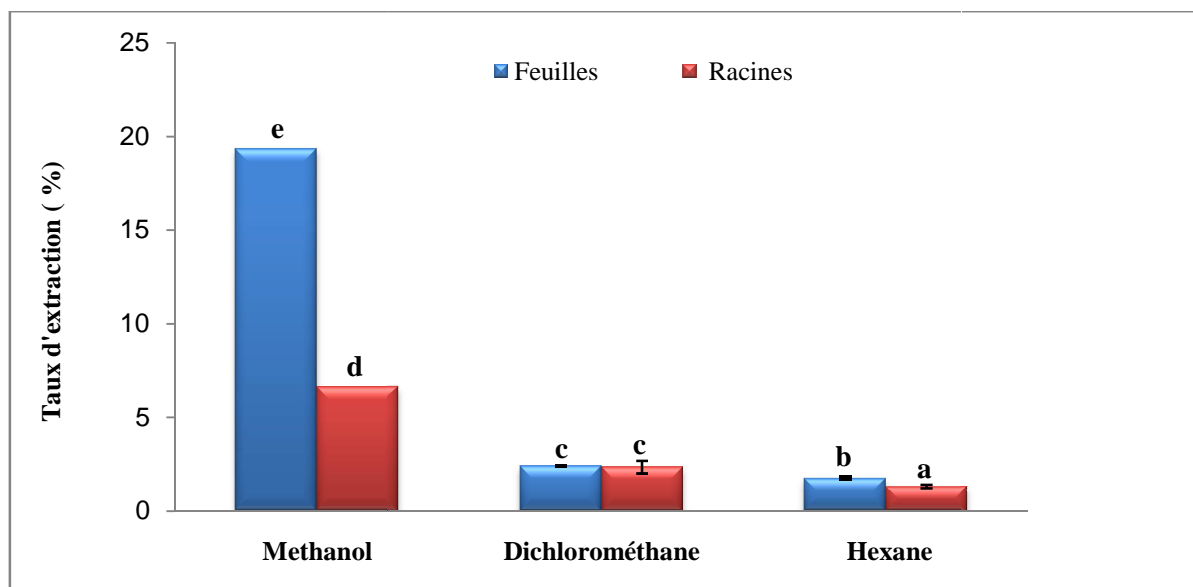


Figure 5: Taux d'extraction des composés phénoliques des feuilles et racines de *Thapsia garganica* L.

Les barres verticales représentent les écarts-types.

Les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

La figure 5, montre que le taux d'extraction varie en fonction de la partie de la plante et du solvant utilisé. Le meilleur taux d'extraction est obtenu avec le méthanol feuilles (19,38%), tandis que l'extrait hexanique des racines enregistre le taux d'extraction le plus faible (1,76±0,07). Selon **Goli et al. (2005)**, le taux d'extraction augmente en fonction de la polarité du solvant. Le méthanol est un solvant de polarité élevée, ceci explique les teneurs assez élevées en polyphénols totaux enregistrées dans notre extrait méthanolique.

Hamdy Roby et al. (2013), ont constatés que le taux d'extraction par le méthanol est meilleur que celui obtenu par l'hexane concernant les parties aériennes de *Foeniculum vulgare* (Apiacées), ces résultats sont similaires a ceux obtenus dans notre étude pour les extraits méthanoliques et hexaniques des feuilles.

I. 2 Dosage des composés phénoliques

L'étude quantitative de nos différents extraits par dosages spectrophotométriques a pour objectif la détermination de la teneur en phénols totaux et en flavonoïdes.

I.2.1 Dosage des polyphénols totaux

Les résultats du dosage des polyphénols totaux des feuilles et racines de *Thapsia garganica* L. sont présentés dans la figure 6.

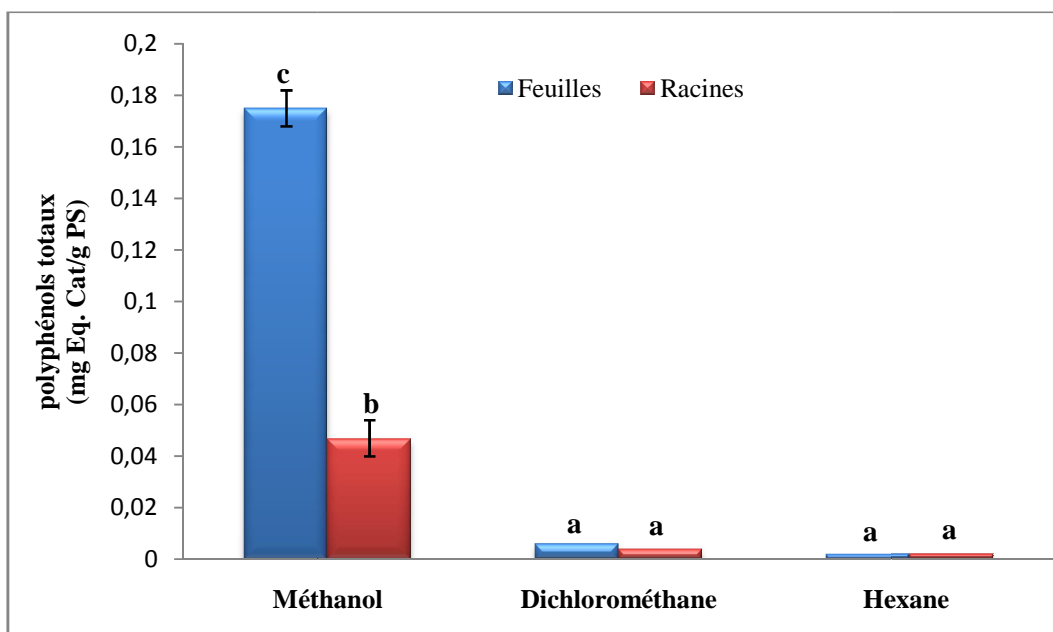


Figure 6: Teneurs en polyphénols totaux des différents extraits de *Thapsia garganica* L.

Les barres verticales représentent les écarts-types.

Les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

La figure 5 montre que les teneurs en polyphénols totaux de *Thapsia garganica* L. sont généralement faibles. Elles sont comprises entre $0,175 \pm 0,007$ mg Eq. Cat /g PS pour l'extrait méthanolique des feuilles et $0,002 \pm 0,00$ mg Eq. Cat /g PS pour l'extrait hexanique des feuilles et racines. **Wojdylo et al. (2007)**, ont rapporté que toutes les plantes étudiées, appartenant à la famille des Apiacées, présentent des teneurs très basses en polyphénols. Ceci est en accord avec nos résultats.

D'après nos résultats, les feuilles ont enregistré des teneurs élevées en polyphénols totaux par rapport à celles des racines, avec une différence significative ($p < 0,05$). En effet, il a été rapporté que la répartition des composés phénoliques varie d'une partie à une autre au sein de la même plante (**Macheix et al., 2005**).

Il est important de souligner que pour les deux parties de la plante, l'extrait méthanolique enregistre les concentrations en polyphénols totaux les plus importantes, ce qui nous permettrait de déduire que le méthanol constitue un bon solvant d'extraction des polyphénols de *Thapsia garganica* L.

Djéridane et al. (2006), ont obtenu des teneurs en composés phénoliques des parties aériennes de *Thapsia garganica* L. de $7,63 \pm 0,61$ mg Eq. AG /g PS, elles sont supérieures à celles obtenues dans notre étude, sachant qu'ils ont récolté leurs plantes en mois de juin à partir de différents endroits de la ville de Laghouat, et ayant utilisés l'éthanol 70% comme solvant d'extraction.

Sulaimen et al. (2011), ont obtenu des teneurs en polyphénols totaux de $0,2 \pm 0,2$ et $0,1 \pm 0,1$ mg Eq. AG /g PS respectivement pour l'extrait méthanolique des feuilles *Apium graveolens* et *Coriandrum sativum*, qui appartiennent aussi à la famille des Apiacées. Ces résultats sont similaires avec les nôtres concernant l'extrait méthanolique des feuilles ($0,175$ mg Eq. Cat /g PS).

L'extrait éthanolique des parties aériennes de *Foeniculum vulgare* étudiées par **Oktay et al. (2003)**, a révélé des teneurs en polyphénols de $90 \mu\text{g}$ Eq. AG /g. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus concernant notre extrait méthanolique des feuilles.

Dans l'étude réalisée sur les extraits méthanoliques des racines *Petroselinum sativum* (famille des Apiacées), **Wojdylo et al. (2007)** ont obtenu une teneur en polyphénols totaux de $0,02 \pm 0,09$ mg Eq. AG/100g PS qui est inférieure à notre résultat ($0,047 \pm 0,007$ mg Eq

Cat/g PS) obtenu par l'extrait méthanolique des racines. Ces auteurs ont effectué l'extraction par le méthanol 80%.

Les écarts trouvés entre nos résultats et ceux trouvés par les autres auteurs, déjà cités, sont probablement dûs aux conditions d'extraction en terme de température, nombres d'extraction et le solvant utilisé (Scalbert, 1991 ; Turkmen *et al.*, 2006), mais aussi à l'état et l'origine de l'échantillon en terme de provenance géographique et saison de collecte (Ranalli *et al.*, 2006 ; Li *et al.*, 2009). En effet le contenu phénoliques d'une plante dépend d'un certain nombres de facteurs intrinsèques (génétiques) et extrinsèques (environnement et stockage) (Falleh *et al.*, 2008).

I.2.2 Dosage des flavonoïdes

Les résultats du dosage des flavonoïdes des feuilles et racines de *Thapsia garganica* L. sont rapportés dans la figure 7.

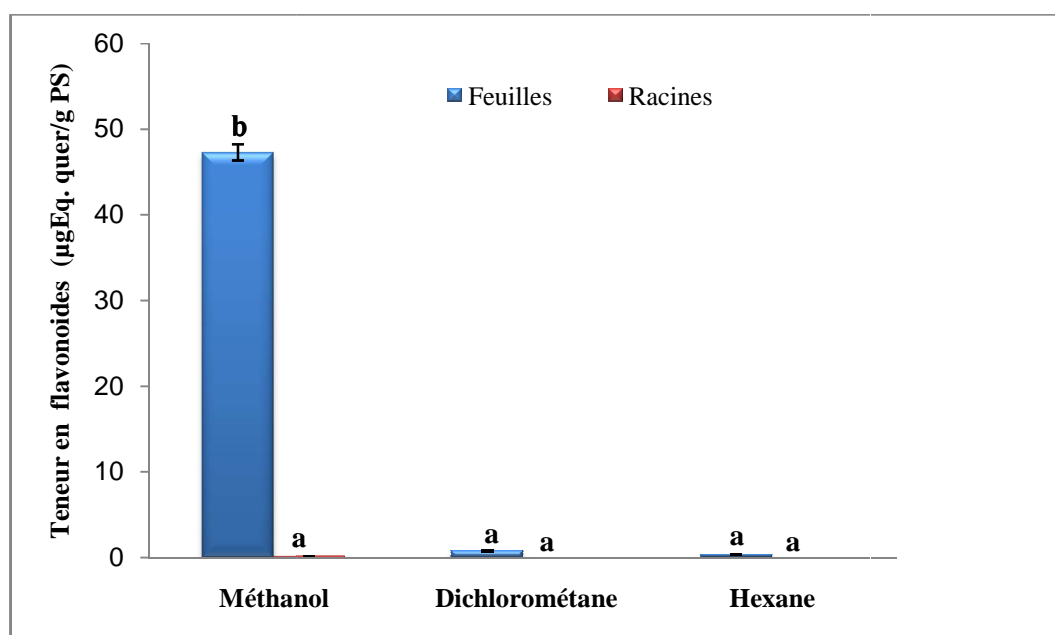


Figure 7: Teneur en flavonoïdes des différents extraits de *Thapsia garganica* L.

Les barres verticales représentent les écarts-types.

Les valeurs portants les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

D'après la figure 6, les extraits de feuilles sont plus riches en flavonoïdes que ceux des racines ($p < 0,05$). La teneur la plus élevée est obtenue par l'extrait méthanolique des feuilles ($47,31 \pm 0,94 \mu\text{g Eq. Quer} / \text{g PS}$). En effet, il a été prouvé que les flavonoïdes se présentent beaucoup plus dans les organes aériens au niveau des cellules photosynthétiques, car ils ont un rôle protectif contre les radiations UV (Diallo *et al.*, 2004 ; Cuchnie, 2005).

Une teneur en flavonoïdes similaire à celle qu'on a obtenu est rapportée par **Nickavar et al. (2009)** dans l'extrait éthanolique de fruits de *Trachyspermum copticum* (Apiacées), elle est égale à $40,18 \pm 1,39 \mu\text{g Eq. Rutine/mg PS}$.

L'étude réalisée par **Rached et al. (2010)**, a montré que l'extrait aqueux des feuilles de *Thapsia garganica* L., d'origine algérienne, a une teneur en flavonoïdes de $18,13 \pm 0,47 \text{ mg Eq. Quer/g PS}$, elle est largement supérieure à celle trouvée dans notre extrait méthanolique des feuilles ($47,13 \pm 0,94 \mu\text{g Eq. Quer /g PS}$).

Djeridane et al. (2006), ont obtenu des teneurs en flavonoïdes, chez *Thapsia garganica* L. de $4,04 \pm 0,42 \text{ mg Eq. Rutine/g PS}$. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus dans notre étude. La teneur élevée en flavonoïdes de leur plante saharienne peut être liée aux conditions climatiques dures de la région (Laghouat) telles que la température chaude, l'exposition solaire élevée et la sécheresse qui stimulent la synthèse des composés phénoliques.

La méthode et le temps de stockage de la poudre utilisée dans notre étude, peuvent être des facteurs ayant contribué aux faibles teneurs en composés phénoliques que nous avons obtenu, comparant aux plusieurs études réalisées sur *Thapsia garganica* L. En effet, La méthode de conservation des plantes peut influencer la teneur en flavonoïdes (**Rawel et al., 2005**). La diversité structurale de ces derniers affecte aussi leur quantification (**Baharun et al., 2004**), à cause de leur capacité à se solubiliser dans les différents solvants d'extraction (**Sharififar et al., 2009**).

II. Activité antibactérienne des extraits de *Thapsia garganica* L.

II.1 Antibiogrammes

Dans cette étude, la méthode de diffusion sur milieu solide est utilisée pour étudier l'activité antibactérienne des différents extraits de *Thapsia garganica* L. Afin de déterminer leur potentiel bioactif. Tous les extraits des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L. sont testés vis à-vis de deux bactéries Gram positives (*Bacillus subtilis* et SARM) et deux à Gram négatif (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*).

Les résultats sont exprimés selon trois niveaux d'activité : Résistant : $D < 8 \text{ mm}$, intermédiaire : $15 \text{ mm} \geq D \geq 8 \text{ mm}$ et sensible : $D > 15 \text{ mm}$, où D : diamètre des zones d'inhibition (**Bansemir et al., 2006**). L'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des

racines de *Thapsia garganica* L. est présentée dans la figure 8. Les diamètres des zones d'inhibition sont résumés dans le tableau I, annexe II.

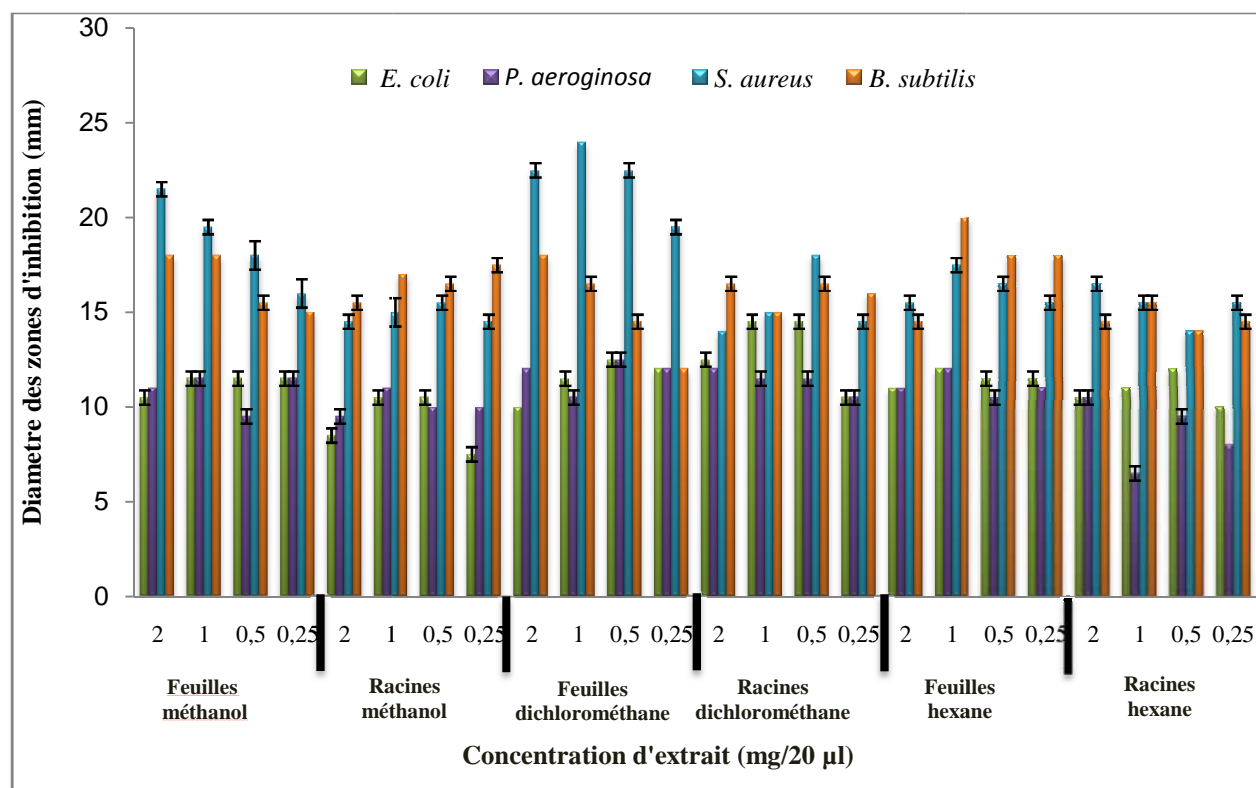


Figure 8: Activité antibactérienne des différents extraits de *Thapsia garganica* L.

Les barres verticales représentent les écarts-types.

II.1.1 Activité antibactérienne à l'égard des bactéries Gram positives

D'après les résultats de la figure 8, tous les extraits ont montré une bonne activité inhibitrice vis-à-vis de *S. aureus* avec des diamètres des zones d'inhibition allant de 14,00 à 24,00±00,00 mm.

La meilleure zone d'inhibition est obtenue par l'extrait dichlorométhane des feuilles (24,00±00,00 mm) à 1 mg/20µl. Selon les résultats de l'étude statistique, l'effet inhibiteur obtenu par l'extrait méthanolique des feuilles à 0,5 mg/20µl est similaire à celui de l'extrait dichlorométhanique des racines, à la même concentration.

Les extraits dichlorométhaniques et méthanoliques des racines ont un faible effet inhibiteur sur *S. aureus* en terme de zone d'inhibition comparativement à celui des extraits des feuilles (P<0,05), tandis que l'extrait hexanique racines montre une activité inhibitrice

similaire à celle d'hexane feuilles. Concernant l'extrait méthanolique des feuilles, l'augmentation de la concentration s'accompagne d'une augmentation significative ($P < 0,05$) du diamètre des zones d'inhibition, ce qui correspond à un effet dose dépendant (figure 9).

Par contre, pour ces mêmes extraits, l'augmentation de la charge du spot s'accompagne d'une diminution du diamètre des zones d'inhibition, ceci pourrait s'expliquer par la diminution de l'activité de l'extrait qui serait due à une diminution de la solubilité de la (les) substance (s). Cependant, avec des concentrations plus élevées en extrait, la solubilité de ces dernières peut devenir un facteur limitant (Lindberg *et al.*, 2004). Il est probable que la diminution de l'activité soit due à une modification des propriétés de la substance responsable de l'activité en présence d'autre composés de l'extrait (Pereira *et al.*, 2007 ; Estevinho *et al.*, 2008), aboutissant à une combinaison de deux composants active (majeur ou mineur) agissant en synergie (Brijesh *et al.*, 2006 ; Pereira *et al.*, 2007), ou bien des composants mineurs d'extrait qui sont également actifs à des faibles concentrations (Lindberg *et al.*, 2004).

Plusieurs études ont rapporté que *S. aureus* compte parmi les souches bactériennes les plus sensibles aux extraits de plantes (Shahidi-Bonjar *et al.*, 2004 ; Melendez et Capriles, 2006), ce qui est en accord avec nos résultats (figure 9).

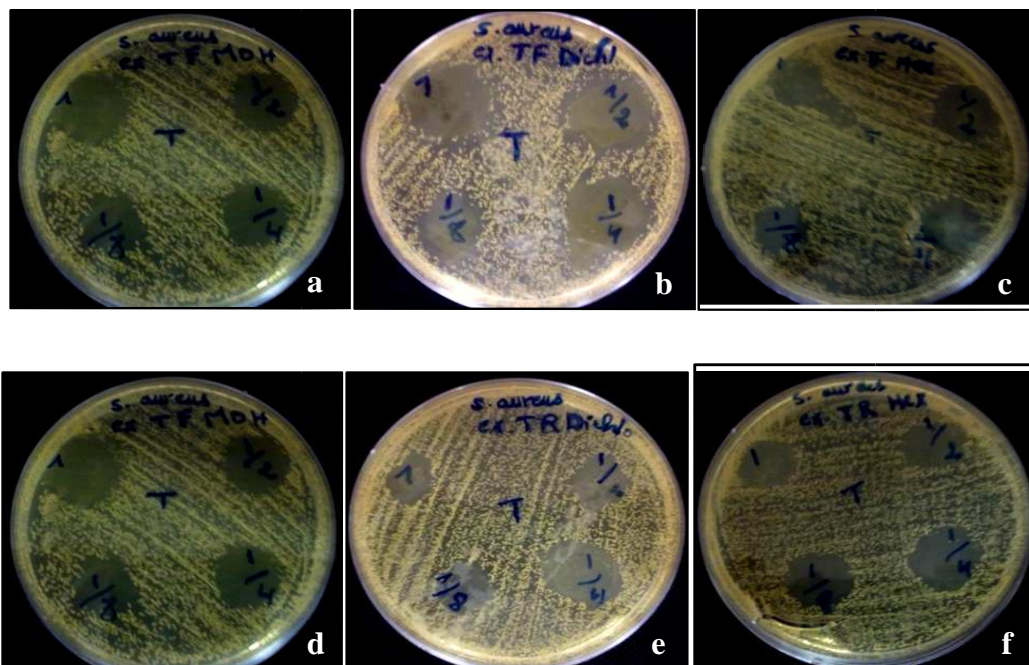


Figure 9: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de *Thapsia garganica* L. vis-à-vis de *S. aureus*. (a) méthanol feuilles, (b) dichlorométhane feuilles, (c) hexane feuilles, (d) méthanol racines, (e) dichlorométhane racines et (f) hexane racines.

Les extraits de *Thapsia garganica* L. montrent une activité inhibitrice à l'égard de *B. subtilis* (figure 10). La meilleure zone d'inhibition ($20 \pm 00,00$ mm) est obtenue par l'extrait hexanique des feuilles à une concentration de $1 \text{ mg}/20 \mu\text{l}$, tandis que l'extrait dichlorométhane des feuilles s'est montré le moins actif, avec une zone de $12 \pm 00,00$ mm à $0,25 \text{ mg}/20 \mu\text{l}$. L'étude statistique n'a montré aucune différence significative ($p < 0,05$) entre les extraits méthanoliques et dichlorométhaniques des feuilles qui ont enregistré une zone d'inhibition de $18 \pm 00,00$ mm à $2 \text{ mg}/20 \mu\text{l}$.

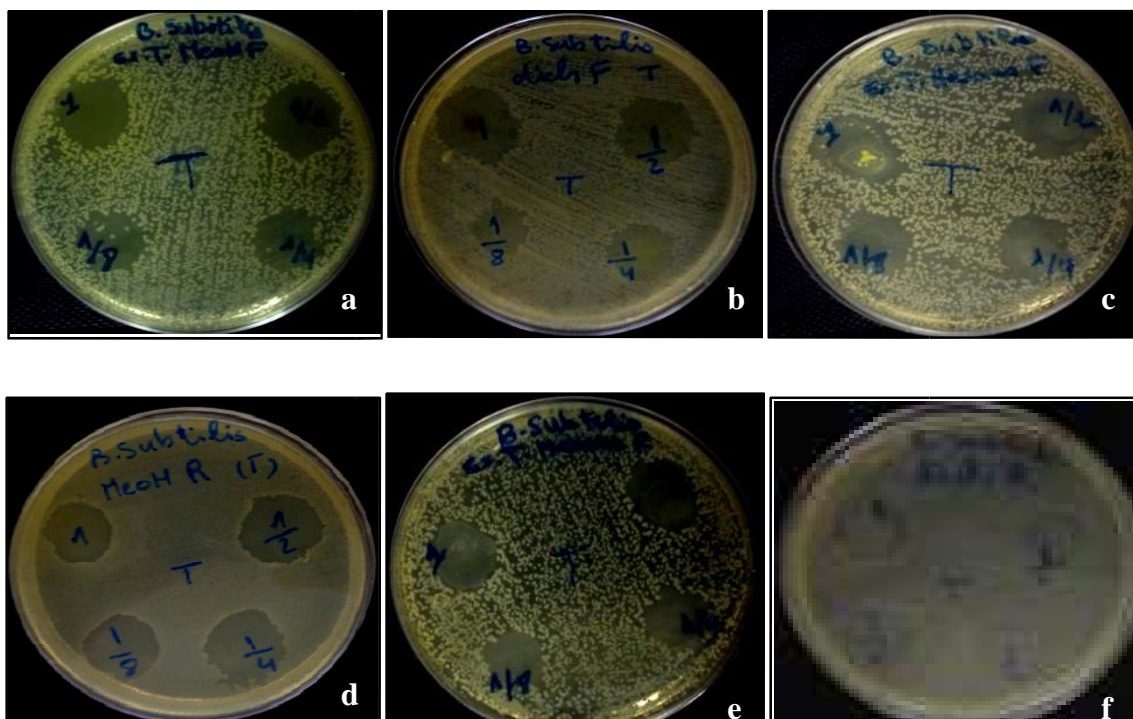


Figure 10: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de *Thapsia garganica* L. vis-à-vis de *B. Subtilis*. (a) méthanol feuilles, (b) dichlorométhane feuilles, (c) hexane feuilles, (d) méthanol racines, (e) dichlorométhane racines et (f) hexane racines.

II. 1.2 Activité antibactérienne à l'égard des bactéries Gram négatives

Une différence significative est enregistrée entre les extraits de *Thapsia garganica* L. à l'égard de *E. coli* ($p < 0,05$). Tous les extraits de *Thapsia garganica* L. exercent une activité intermédiaire vis-à-vis de *E. coli* avec des zones d'inhibition allant de $8,5 \pm 00,38 \text{ mm}$ à $14,5 \pm 00,38 \text{ mm}$ (figure 11), à l'exception de l'extrait méthanolique des racines à $0,25 \text{ mg}/20 \mu\text{l}$ qui s'est révélé le moins actif sur cette souche avec la zone d'inhibition la plus étroite ($7,5 \pm 00,38 \text{ mm}$). La zone d'inhibition la plus large ($14,5 \pm 00,38 \text{ mm}$) est obtenue avec l'extrait dichlorométhanique des racines à 1 et $0,5 \text{ mg}/20 \mu\text{l}$ avec aucune différence significative ($p < 0,05$).

A la concentration de 0,25mg/20µl, les extraits méthanoliques et hexaniques des feuilles de *Thapsia garganica* L. ont un même effet inhibiteur en termes de zone d'inhibition (11,5 ±00,38 mm). Un effet inhibiteur similaire (10,5±00,38 mm) est observé concernant l'extrait méthanolique des feuilles et hexanique des racines à la concentration de 2 mg/20µl, avec aucune différence significative.

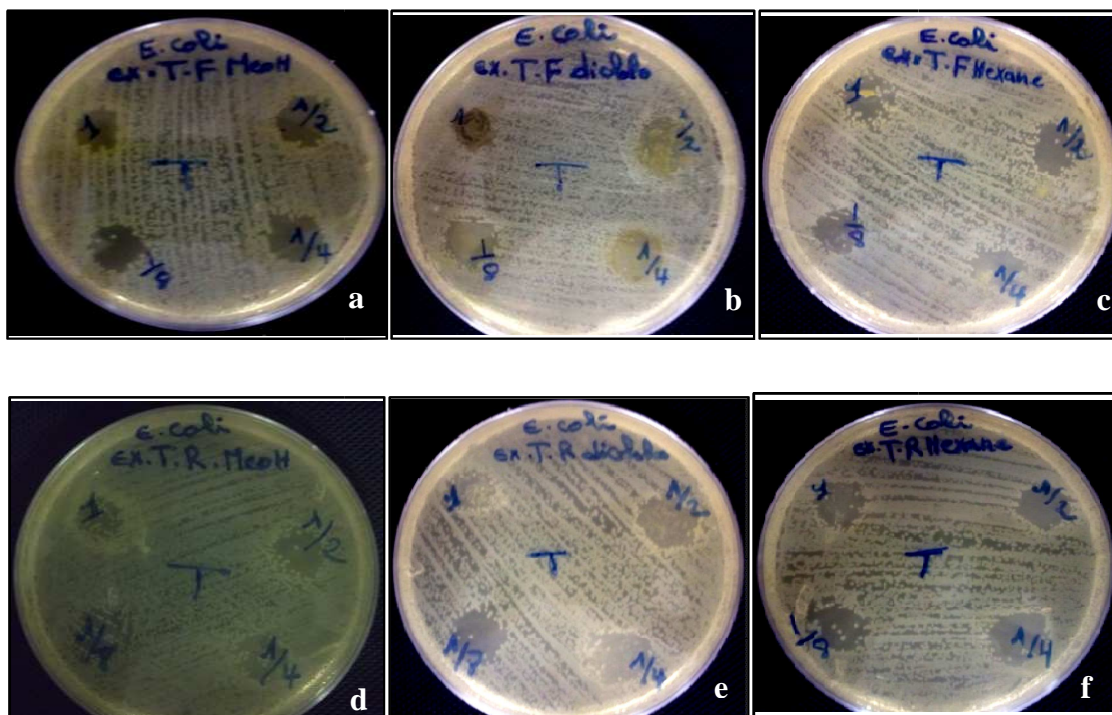


Figure 11: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de *Thapsia garganica* L. vis-à-vis d'*E. coli*. (a) méthanol feuilles, (b) dichlorométhane feuilles, (c) hexane feuilles, (d) méthanol racines, (e) dichlorométhane racines et (f) hexane racines.

Les extraits de *Thapsia garganica* L. exercent une activité intermédiaire sur *P. aeruginosa* (figure 12). Le diamètre des zones varie de 9,5±00,38 à 12,5±00,38 mm, à l'exception de l'extrait hexanique des racines où cette souche s'est montrée résistante avec des zones d'inhibition étroites de 6,5±00,38 et 8±00,00 mm à 1 et 0,25mg/20 µl, respectivement. La zone d'inhibition la plus large (12,5±00,38 mm) est obtenue avec l'extrait dichlorométhanique des feuilles à 0,5mg/20µl. L'étude statistique n'a révélé aucune différence significative ($p < 0,05$) entre l'extrait méthanolique des feuilles et hexanique des racines qui ont donné une zone d'inhibition de 9,5±00,38 mm à 0,5mg/20µl, tandis que la même zone d'inhibition est obtenue par l'extrait méthanolique des racines mais à la concentration de 2 mg/20µl. **Tajkarimi et al. (2010)**, ont rapporté que les espèces appartenant au genre *Pseudomonas*, et plus particulièrement *P. aeruginosa*, sont le groupe

bactérien le moins sensible à l'effet des composés bioactifs, ceci est en accord avec nos résultats.

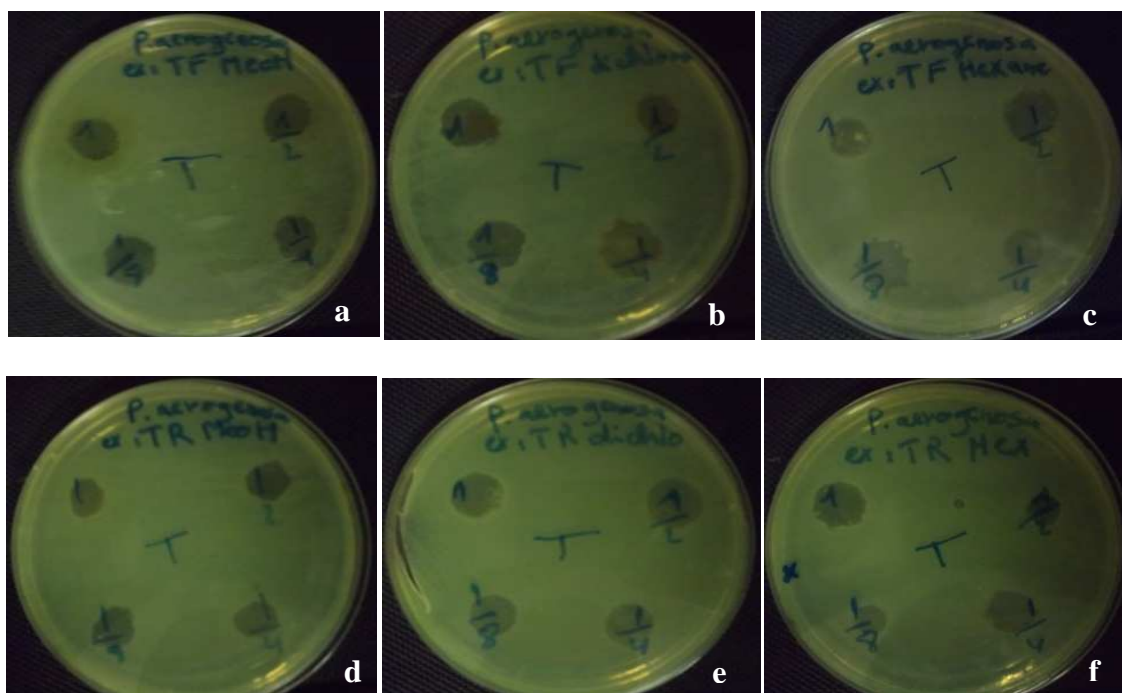


Figure 12: Photographies des zones d'inhibition obtenues par les extraits de *Thapsia garganica* L. vis-à-vis de *P. aeruginosa*. (a) méthanol feuilles, (b) dichlorométhane feuilles, (c) hexane feuilles, (d) méthanol racines, (e) dichlorométhane racines et (f) hexane racines.

Dans la présente étude, l'évaluation de l'effet antibactérien des extraits de *Thapsia garganica* L. a révélé que ses extraits sont actifs sur toutes les souches testées, avec une activité plus importante contre les bactéries Gram positives (*S. aureus* et *B. subtilis*), et une activité moins importante à l'égard des Gram négatifs (*E. coli* et *P. aeruginosa*).

Gülçin et al. (2003), ont montré que les extraits des graines de l'anis (*Pimpinella anisum*), appartenant aux Apiacées, ont une meilleure activité à l'égard des bactéries Gram positives testées (*S. aureus*, *Streptococcus pneumoniae* et *Micrococcus luteus*) contrairement aux bactéries Gram négatives (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Citrobacter koseri*). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans notre étude

Borchardt et al. (2008), ont mis en évidence l'effet antibactérien de l'extrait éthanolique des feuilles de *Zizea aurea* (Apiacées), vis-à-vis de *S. aureus*, *E. coli* et *P. aeruginosa*. Ces auteurs ont rapporté la résistance d'*E. coli* et de *P. aeruginosa*. Par contre, ils ont observé une bonne activité inhibitrice à l'égard de *S. aureus*, ce qui est en accord avec nos résultats.

Contrairement à notre résultat, **Shan et al. (2007)**, ont rapporté que les extraits méthanoliques de *Coriandrum sativum* et *Cuminum cyminum* ne montrent aucune activité inhibitrice vis-à-vis de toutes les souches testées (*S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *L. monocytogenes*, *B. cereus* et *S. anatum*). Ces résultats sont probablement dû à la différence entre les souches bactériennes étudiées, à la nature des composés phytochimiques présents dans les extraits (**Aqil et Ahmed, 2003 ; Pesewu et al., 2008**) et aux différentes méthodes d'étude de l'activité antibactérienne (**Lindberg et al., 2004 ; Landete et al., 2008**).

La différence dans la structure de la paroi bactérienne joue un rôle important dans la susceptibilité des bactéries (**Shan et al., 2007 ; Tian et al., 2009**). Plusieurs travaux ont mis en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram positives aux extraits de plantes par rapport aux bactéries Gram négatives (**Turkmen et al., 2006 ; Hayouni et al., 2007 ; Falleh et al., 2008**). Les bactéries Gram négatives possèdent une membrane externe constituée principalement de lipopolysaccharides (LPS) et des protéines majoritaires appelées porines. Cette membrane est imperméable à la plupart des molécules. Cependant, l'inhibition de la croissance des bactéries Gram négatives a été rapportée, particulièrement en combinaison avec les facteurs qui peuvent influencer l'intégrité de la cellule et/ou la perméabilité de la membrane, telle que les basses valeurs du pH et les concentrations accrues en NaCl (**Georgantelis et al., 2007**).

De plus, selon **Shan et al. (2007)**, la membrane des bactéries Gram négatives est associée à des enzymes dans l'espace périplasmique qui sont capable de détruire les molécules intruses. En effet les extrémités lipophiles des acides lipoteichoïques de la paroi des bactéries Gram positives facilitent la pénétration des composés hydrophobes (**Boussaada et al., 2008**), tels que les tannins qui peuvent atteindre la membrane cytoplasmique, et perturbent la force motrice de protons, le transport actif et la coagulation du contenu cellulaire (**Tian et al., 2009**).

L'effet inhibiteur des composés phénoliques peut être expliqué par l'adsorption à la membrane cellulaire, interaction avec les enzymes, privation des substances et des ions métalliques (**Rodriguez-Vaquero et al., 2007**).

D'après les résultats de dosage, la teneur en composés phénoliques n'est pas proportionnelle à l'activité antibactérienne, mais à la nature des composés présents dans les extraits. C'est le cas de l'extrait dichlorométhanique des feuilles, cet extrait bien qu'il soit

pauvre en flavonoïdes, exprime une activité antibactérienne importante vis-à-vis de *S. aureus*. Ceci pourrait être lié à la présence de d'autres composés dont la nature permet une activité antibactérienne élevée, tels que les unités oligomériques des tannins, connues pour leur effet antibactérien (Navarro *et al.*, 1996 ; Dall'agnol *et al.*, 2003 ; Taguri *et al.*, 2006).

Les résultats de l'activité antibactérienne des standards polyphénols utilisés vis-à-vis les souches testées sont résumés dans le tableau III.

On remarque que les standards polyphénols étudiés sont tous actifs vis-à-vis les souches bactériennes testées. Les meilleures zones d'inhibition sont obtenues avec l'acide gallique (27,33±00,57 mm) à 1 mg/20µl à l'égard de *S. aureus*, suivie de la quercétine (25±00,00 mm) à l'égard de *B. subtilis* à une concentration de 0,25 mg/20µl.

La catéchine exerce une bonne activité sur *S. aureus* et *B. subtilis*, l'étude statistique ne révèle aucune différence significative ($p < 0,05$), avec un diamètre des zones d'inhibition allant de 18,33±0,57 mm à 20,33±00,57 mm pour les différentes concentrations, ces deux souches sont les plus sensibles à ce standard.

La catéchine s'est révélée moins actif sur *E. coli* avec des zones d'inhibition allant de 09,33±00,57 à 17,00±00,00 mm, il est à noter que l'augmentation de la concentration s'accompagne d'une augmentation de diamètres des zones d'inhibition ($p < 0,05$). La souche *P. aeruginosa* s'est révélée plus sensible à la quercétine (23,33±00,57 mm) à 0,25 mg/20µl et à l'acide gallique (21,33±00,57 mm) à 0,5mg/20µl avec une différence significative ($p < 0,05$).

Les résultats obtenus par Rodriguez-Vaquero *et al.* (2007) sur l'activité de la catéchine, l'acide gallique et la quercétine vis-à-vis d'*E. coli* sont similaires à nos résultats. Contrairement à nos résultats, Rauha *et al.* (2000) n'ont pas observé d'effets inhibiteurs de l'acide gallique à l'égard d'*E. coli* et *S. aureus*, cela pourrait être dû à leur faible concentration testée (0,5mg/500µl). La quercétine exhibe une activité inhibitrice sur toutes les souches étudiées (*S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis* et *Micrococcus luteus*) par ces auteurs, ce résultat est similaire à celui obtenu dans notre étude.

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ($p < 0,05$) entre l'extrait dichlorométhanique des feuilles, à 1mg/20µl et l'acide gallique à 0,5 mg/20µl, vis-à-vis de *S. aureus*. La quercétine possède un effet inhibiteur similaire avec l'extrait dichlorométhanique des feuilles à la concentration de 0,5 mg/20µl sur cette souche. L'extrait dichlorométhanique

des racines et méthanolique des feuilles, à 0,5 mg/20µl, exerce un effet inhibiteurs similaire à celui de la catéchine à une concentration de 0,5 et 0, 25 mg/20µl avec une différence non significative ($p < 0,05$), vis-à-vis de cette souche.

A l'encontre de la souche *B. subtilis*, l'extrait hexanique des feuilles à 1mg/20µl exerce une activité inhibitrice similaire à celle de la quercétine à 0,5 mg/20µl, l'acide gallique et la catéchine à 1 mg/20µl. L'étude statistique n'a pas révélé de différences significatives entre la quercétine à 1mg/20µl et l'extrait méthanolique des racines à 1 et 0,25 mg/20µl, vis-à-vis de cette souche.

Les composés phénoliques purs testés ont présenté un effet significativement plus intéressant que les extraits de *Thapsia garganica* L. vis-à-vis de *P. aeruginosa* et *E. coli* ($p < 0,05$).

Tableau III: Activité antibactérienne de quelques standards polyphénols.

Standard polyphénol	Dilution (mg/20µl)	Diamètre des zones d'inhibition (mm)			
		<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
acide gallique	1,00	27,33±00,57 ^h	20,67±00,57 ^d	20,00±00,00 ^f	18,67±00,57 ^d
	0,50	24,33±00,57 ^j	19,33±00,57 ^c	18,33±00,57 ^e	21,33±00,57 ^j
	0,25	15,33±00,57 ^a	18,33±00,57 ^b	18,33±00,57 ^e	19,33±00,57 ^e
Catéchine	1,00	20,33±00,57 ^e	20,33±00,57 ^d	17,00±00,00 ^d	17,33±00,57 ^c
	0,50	18,33±00,57 ^c	19,33±00,57 ^c	09,33±00,57 ^b	15,33±00,57 ^a
	0,25	18,00±00,00 ^c	18,33±0,57 ^c	06,33±00,57 ^a	16,67±00,57 ^b
Quecétine	1,00	17,33±00,57 ^c	17,33±00,57 ^a	17,33±00,57 ^d	18,33±00,57 ^d
	0,50	22,33±00,57 ^f	20,33±00,57 ^d	15,33±00,57 ^c	20,00±00,00 ^f
	0,25	19,33±00,57 ^d	25,00±00,00 ^e	18,00±00,00 ^e	23,33±00,57 ^h

* A noter que le témoin négatif (méthanol absolu) n'a montré aucune activité.

Chaque valeur représente la moyenne ± écart-type (n=3).

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même colonne ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

II.2 Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB)

Les résultats d'étude de la CMI et de la CMB sont résumés dans le tableau IV.

Tableau IV: Concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des extraits des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L.

Extrait	CMI/CMB (mg/ml)			
	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Feuille méthanol	1/>2	1/>2	>2/>2	>2/>2
Racine méthanol	>2/>2	1/>2	>2/>2	>2/>2
Feuille dichlorométhane	1/>2	1/>2	>2/>2	>2/>2
Racine dichlorométhane	>2/>2	1/>2	>2/>2	>2/>2
Feuille hexane	1,2/>2	1/>2	>2/>2	>2/>2
Racine hexane	1/>2	1/>2	>2/>2	>2/>2

Tous les extraits de *Thapsia garganica* L. ont un faible effet inhibiteur vis-à-vis les bactéries Gram négatives avec des CMI et des CMB supérieures à 2mg/ml, tandis que chez les Gram positifs, la plupart des extraits ont enregistré des CMI /CMB de 1/>2 mg/ml.

Les extraits des feuilles de *Thapsia garganica* L. ont un effet inhibiteur sur *B. subtilis* et *S. aureus* avec des CMI de 1 et des CMB supérieures à 2 mg/ml, à l'exception de l'extrait hexanique qui possède une CMI de 1,2 mg/ml. Les extraits racines de *Thapsia garganica* L. possèdent des CMI et CMB supérieures à 2 mg/ml vis-à-vis de *S. aureus*, à l'exception de l'extrait hexanique qui possèdent un effet inhibiteur à 1mg/ml. *B. subtilis* est sensible aux extraits des racines de *Thapsia garganica* L. avec des CMI de 1mg/ml.

Les CMI exhibées par nos extraits méthanoliques (1 mg/ml) à l'égard de *B. subtilis* sont plus intéressantes que celles obtenues par **Edziri et al. (2012)**, ils ont observé des CMI allant de 1,5 à 5mg/ml concernant l'extrait méthanolique d'*Apium graveolens* (Apacées) vis-à-vis de cette souche.

Le tableau V montre que l'acide gallique possède un effet inhibiteur sur toutes les souches bactériennes testées. La souche *P. aeruginosa* est la plus sensible à ce standard avec des CMI et CMB égales à 0,1mg/ml. La catéchine possède des CMI de 0,7 mg/ml vis-à-vis de

toutes les souches bactériennes testées à l'exception de *P. aeruginosa* qui se montre résistante avec des CMI supérieures à 2mg/ ml. La catéchine a révélé un effet bactéricide à 0,7 mg/ml contre *S. aureus* qui est dans ce cas, la souche bactérienne la plus sensible. La Quercétine possède des CMI et CMB supérieures à 2 mg/ml vis-à-vis de toutes les souches bactériennes testées.

Touts les extraits de *Thapsia garganica* L. testés vis-à-vis de *B. subtilis* exercent un effet inhibiteur meilleur que la quercétine avec des CMI (1mg/ml) inférieures à celles du standard (2 mg/ml). A l'encontre de *S. aureus*, les CMI des extraits des feuilles de *Thapsia garganica* L. sont meilleures que la CMI de la quercétine. Par contre l'extrait hexanique des racines montre des CMI supérieures à celle de ce standard.

Tableau V: Concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des standards polyphénols utilisés sur les souches bactériennes testées.

Standard polyphénol	CMI/CMB (mg/ml)			
	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Acide gallique	0,1/0,2	0,4/0,8	0,5/0,7	0,1/0,1
Catéchine	0,7/0,7	0,7/0,9	0,7/0,8	>2/>2
Quercétine	>2/>2	>2/>2	>2/>2	>2/>2

Conclusion

Conclusion

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L., vis-à-vis de quatre souches bactériennes, deux souches à Gram positif (*S. aureus* et *B. subtilis*) et deux souches à Gram négatif (*E. coli* et *P. aeruginosa*).

Les résultats montrent que le méthanol est le meilleur solvant d'extraction, suivi de dichlorométhane et d'hexane. Les résultats de dosage des composés phénoliques, des différents extraits, ont montré des faibles teneurs en polyphénols totaux (0,002 à 0,175 mg Eq. Cat/g PS) et des très faibles teneurs en flavonoïdes (47,31µg Eq. Quer/g PS), les meilleurs teneurs sont enregistrées par l'extrait méthanolique des feuilles, par contre l'extrait hexanique des racines s'est révélé pauvres en ses composés.

L'évaluation de l'effet antibactérien montre que la plupart des souches bactériennes testées sont sensibles aux extraits des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L. En comparant la sensibilité des souches cibles, on remarque une différence significative entre la susceptibilité des bactéries Gram positives et Gram négatives. Cela est en accord avec quelques études réalisées dans cette optique. La meilleure zone d'inhibition est obtenue par l'extrait dichlorométhanique des feuilles (24,00 mm) vis-à-vis de *S. aureus*. Par contre l'extrait hexanique est le moins actifs (6,5 mm) vis-à-vis de *P. aeruginosa*.

L'évaluation quantitative de l'activité antibactérienne par la détermination des CMI et CMB montre que *P. aeruginosa* et *E. coli* sont les souches le plus résistantes vis-à-vis de tous les extraits de *Thapsia garganica* L. avec des CMI et CMB supérieures à 2mg/ml. Par contre *S. aureus* et *B. subtilis* sont plus sensibles à tout les extraits des feuilles avec des CMI allant de 1 à 1,2 mg/ml, tandis que les extraits des racines sont actifs seulement sur *B. subtilis* avec des CMI égales à 1mg/ ml.

Les résultats de la présente étude donnent un aperçu général sur le potentiel antibactérien des extraits des feuilles et des racines de *Thapsia garganica* L. Dans cette étude nous avons utilisé les extraits bruts, ce qui ne nous renseigne nullement sur les composés actifs responsables des activités antibactériennes. Il serait donc nécessaire :

- D'extraire les composés phénoliques par fractionnement ;
- D'élargir la gamme des microorganismes cibles ;
- D'orienter la recherche vers d'autres parties de la plante (tiges, fleurs...etc).
- De procéder à une séparation de ces composés, par CCM, HPLC ou d'autres méthodes, afin de les tester séparément et identifier ceux parmi eux actifs ;
- De réaliser des tests complémentaires telles que les activités antifongique, antioxydante, anti-inflammatoire...etc.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Ali H, Brogger C S, Foreman J C, Piotrowski W et Thastrup O. (1985). The ability of Thapsigargin and thapsigargin to activate cellule involved the inflammatory response. Br. J. Pharmac, **85**, 705-712.

Anthony O, Raphael G, Xavier C, Meriane D, Ardisson J, Boutefnouchet S et Deguin B. (2013). Large scale purification of the SERCA inhibitor Thapsigargin from *Thapsia garganica* L. roots using centrifugal partition chromatography. Journal of Chromatography **13**, 1-24.

Aqil F et Ahmed I A. (2003). Spectrum antibacterial and antifungal properties of certain traditionally used Indian medicinal plants. World Journal of Microbiology and Biotechnology, **19**, 653–657.

Aruoma O I, Bahorun T et Jen L S. (2003). Neuroprotection by bioactive components in medicinal and food plant extracts. Mutation Research, **544**, 203-215.

B

Bahorun T. (1997). Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d’approvisionnement potentielle. Food and agricultural resarch council, Réduit, Mauritius, **60**, 83-94.

Bammi J et Douira A. (2002). Les plantes médicinales dans la forêt de l’Achach (plateau central, Maroc). Acta Botanica Malacitana, **27**, 131-145.

Bansemir A, Blume M, Schröder S et Lindequist U. (2006). Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. Aquaculture, **252**, 79-84.

Bonnaillie C, Salacs M , Vassiliova E, Saykova I. (2012). Etude de l’extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d’arachide (*Arachis hypogaea* L.). Revue de génie industriel, **7**, 35-45

Borchardt J R, Wyse D L, Sheaffer C , Kauppi K L, Fulcher G, Ehlke N J, Biesboer D D et Bey R F. (2008). Antimicrobial activity of native and naturalized plants of minnesota and wisconsin. Journal of Medicinal Plants Research, **2** (5), 098-110.

Boussaada O, Chriaa J, Nabli R, Ammar S, Saidana D, Mahjoub A M, Chraeif I, Helal A N et Mighri Z. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of methanol extracts of *Evax pygmaea* (Asteraceae) growing wild in Tunisia. World J Microbiol Biotechnol, **24**, 1289-1296.

Brijesh S, Daswani P G, Tetali P, Rojatkar S R, Antia N H et Birdi T J. (2006). Studies on *Pongamia pinnata* (L.) Pierre leaves: understanding the mechanism (s) of action in infectious diarrhea. *Journal of Zhejians University Science*, **7**, 665-674.

Bruneton J. (1999). *Parmacognosie Phytochimie Plantes médicinales*. Edition : Tec & Doc. Paris, 1120 p.

C

Cacace J E et Mazza G. (2003). Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries. *Journal of Food Engineering*, **59**, 379-389.

Caquet R. (2004). *250 examens de laboratoire: Prescription et interprétation*. Edition : Masson. Paris, 453p.

Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo P W, Castillejos, L et Ferret A. (2007). Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. *J. Dairy Sci*, **90**, 2580-2595.

Chira K, Suh J H, Saucier C et Teissèdre P L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, **6**, 75-82.

Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM). Communiqué 2012.

Cowan M M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Review*, **12**, 564-582.

Cox S, Abu-Ghannam N et Gupta S. (2010). An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. *International Food Research Journal*, **17**, 205-220.

Cragg G M et Newman D J. (2005). Plants as a source of anti-cancer agents. *Journal of Ethnopharmacology*, **100**, 72-79.

Crété P. (1965). *Précis de botanique, systématique des angiospermes*. Edition : Masson. Paris, 429p.

Crozier A, Clifford M N et Ashihar H. (2006). *Plant Secondary Metabolites Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. Edition : Blackwell Publishing Ltd. Singapore, 372p.

Cushnie T P T et Lamb A. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, **26**, 343-356.

D

Dall' Agnol R, Ferraz A, Bernardi A P, Albring D, Nör C, Sarmiento L, Lamb L, Hass M, von Poser G et Schaoval E E S. (2003). Antimicrobial activity of some *Hypericum* species. *Phytomedicine*, **10**, 511-516.

De Billerbeck V G. (2007). Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, **5**, 249-253.

Diallo D , Sanogo R, Yasambou H , Traoré A, Coulibaly K et Maïga A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *C. R. Chimie*, **7**, 1073-1080.

Djeridane A, Yousfi M, Nadjimi B, Boutassouna D, Stocker P et Vidal N. (2006). Antioxydant activity of some Algerian medicinal plant extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, **97**, 645-660.

E

Edziri H, Ammar S, Souad L, Mahjoub M A, Mastouri M, Aoun M, Mighri Z et Verschaeve L. (2012). In vitro evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of some Tunisian vegetables. *South African Journal of Botany*, **78**, 252-256.

Erlund I. (2004). The flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability and epidemiology. *Nutrition Research*, **24**, 851-874.

Estevinho L, Pereira A P, Moreira L, Dias L G et Pereira E. (2008). Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*, **46**, 3774- 3779.

F

Falleh H, Ksouri R, Chaieb K, Karray-Bouraoui N, Trabelsi N, Boulaaba M et Abdelly C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C. R. Biologies*, **331**, 372-379.

G

Genevois H. (1975). Le rituel Agraire. Edition : Dioc, Algerie, 63p.

Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G et Georgakis, S A. (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.

Ghedira K. (2005). Les flavonoïdes : Structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, **4**, 162-169.

Goli A H, Barzegar M et Sahari M A. (2005). Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chemistry*, **92**, 521-525.

Guignard J L. (1989). Abrégé de biochimie végétale. Edition : Masson. Paris, 259p.

Gülçin İ, Oktay M, Kireç E et Kü frevioğlu Ö İ. (2003). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. Food Chemistry, **83**, 371-382.

H

Hamdy Roby M H, Sarhana M A, Selim K A-H et Khalel K I. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and hamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Industrial Crops and Products, **44**, 437-445.

Hahlbrock K et Scheel D. (1989). Physiologie and Molecular Biology of phenylpropanoid Metabolism. Annual Review of Plant Physiologie and Plant Molecular Biology, **40**, 347-369.

Harrorne J B et Williams C A. (1972). Flavonoid patterns in the fruits of The Umbelliferae. Phytochemistry, **11**, 1741-1750.

Hayouni E, Abedrabba M, Bouix M et Hamdi H. (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** (3), 1126-1134.

K

Karabay-Yavasoglu N U, Sukatar A, Ozdemir G et Horzum Z. (2007). Antimicrobial Activity of Volatile Components and Various Extracts of the Red Alga *Jania rubens*. Phytotherapy research, **21**, 153-156.

Karou D, Dicko1 M H, Simpore J et Traore A S. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. African Journal of Biotechnology, **4**, 823-828.

Keita Y, Koné O, Ly K A et Häkkinen V. (2004). Etude chimique et l'activité antibactérienne des distillats de quelques variétés de mangue de Guinée. Comptes Rendus chimie, **7**, 1095-1100.

Kmoníčková E, Melkusová P, Harmatha J, Vokáč K, Farghali H et Zídek Z. (2008). Inhibitor of sarco-endoplasmic et B M iculum Ca²⁺ ATPase thapsigargin stimulates Production of nitric oxide and secretion of interferon-gamma. European Journal of Pharmacology, **588**, 85-92.

Kmoníčková E, Harmatha J, Vokáč et K, Kostecká. (2010). Sesquiterpene lactone tribolide activates prudoction of interferon- γ and nitric oxide. Fitoterapia, **81**, 1213-1219.

Kong Y, Fu Y F, Zu Y G, Chang F R, Chen Y H, Liu, X L, Stelten J et Schiebel, H M. (2010). Cajanuslactone, a new coumarin with antibacterial activity from pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) leaves. Food Chemistry, **121**, 1150-1155.

Kuda T, Tsunekawa M, Goto H et Araki Y. (2005). Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. Journal of Food Composition and Analysis, **18**, 625-633.

Kuete V, Metuno R, Ngameni B, Tsafack A M, Ngandeu F, Fotso G W, Bezabih M, Etoa X F, Ngadjui B T et Abegaz, Beng V P. (2007). Antimicrobial activity of the methanolic extracts and compounds from *Treculia obovoidea* (Moraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, **112**, 531-536.

L

Ladjel S, Zellagui A et Gherraf N. (2011). Reinvestigation of essential oil content of *Thapsia garganica* grown in the east of Algeria. *Revue des sciences fondamentales et appliquées*, **3**, 30-34.

Landete J M, Curiel J A, Rodriguez H, Rivas B et Munoz R. (2008). Study of the inhibitory activity of phenolic compounds found in olive products and their degradation by *Lactobacillus plantarum* strains. *Food Chemistry*, **107**, 320-326.

Lapornik B, Prosček M et Golc Wondra A. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, **71**, 214-222.

Larsen P K et Sandberg F. (1970). Constituents of umbelliferous plants. *Acta chem. Scand* **24**, 1113-1114

Lechner D, Stavri M, Oluwatuyi M, Pereda-Miranda R et Gibbons S. (2004). The anti-staphylococcal activity of *Angelica dahurica* (Bai Zhi). *Phytochemistry*, **65**, 331-335.

Li H, Wang X, Li Y, Li P et Wang H. (2009). Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China Wines. *Food Chemistry*, **112**, 454-460.

Lindberg L E, Willför S M et Holmbom B R. (2004). Antibacterial effects of knotwood extractives on paper mill bacteria. *J Ind Microbiol Biotechnol*, **31**, 137-147.

Liu H, Jensen K, Linh My Tran L M, Chen M, Lin Zhai L, Olsen C E, Sohel H, Denmeade S R, Isaacs J T et Christensen S B. (2006). Cytotoxic phenylpropanoids and an additional thapsigargin analogue isolated from *Thapsia garganica*. *Phytochemistry*, **67**, 2651-2658.

M

Macheix J J, Fleuriet A et Jay-Allemand C H. (2005). Les composés phénoliques des végétaux. Edition : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Paris, 192p.

Marais J P J, Deavours B, Dixon R A et Ferreira D. (2006). The Stereochemistry of Flavonoïds *In* The science of flavonoïds. Edition : BS/DH. USA, 1-46.

Martin S et Andriantsitohaina R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium, *Annales de cardiologie et d'angéiologie*, **51**, 304-315.

Melendez P A et Capriles V A. (2006). Antibacterial properties of tropical plants from Puerto Rico. *Phytomedicine*, **13**, 272-276.

Meyer A, Deiana J et Leclerc H. (1994). Cours de microbiologie générale. Edition: Doin. Paris, 365p.

Mohamed A A, Khalil A A et El-beltagi H E S. (2009). Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of kaff maryam (*Anastatica hierochuntica*) and doum palm (*Hyphaene thebaica*) cultivated in Egypt. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **2**, 71-79.

Mori A, Nishino C, Enoki N et Tawata S. (1987). Antibacterial activity and mode of action of plantflavonoids against *proteus vulgaris* and staphylococcus *aureus*. *Phytochemistry*, **26**, 2231-423.

N

Nagababu C, Prasana K D, Shahbaaz A S, Mubeen A, Anaul kabir M et Zulfiqar A. (2010). Dietary boiflavonoids inhibit Eschirichia coli ATP synthase in a differential manner. *Intrenational Journal of Biological Macromolecules*, **46**, 478-486.

Navvarro V, Villarreal M L, Rojas G et Lozoia X. (1996). Antimicrobial evaluation of some plants used Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases. *Journal of Ethnopharmacology*, **53**, 143-147.

Nelson M N et Stolz B M. (2008). Progress toward the synthesis of the basiliolides and transtaganolides an intramolecular pyrone Diels Alder entry into a novel class of natural products. *Organic Letters*, **10**, 25-28.

Nickavar B et Abolhasani F S. (2009). Screening of antioxidant properties of seven umbelliferae fruits from Iran. *Pak. J. Pharm. Sci.*, **22**, 30-35.

O

Ojala T, Remes S, Haansuu P, Vuorela H, Hiltunen R, Haahtela K et Vuorela P. (2000). Antimicrobial activity of some coumarin containing herbal plants growing in Finland. *Journal of Ethnopharmacology*, **73**, 299-305.

Oktay M, I'lhami Gülçin I O et Kü Frevioğlu İ. (2003). Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **36**, 263-271.

Orhan D D, Ozcelik B, Zgen S et Ergun F. (2010). Antibacterial, antifungal, and antiviral activities of some flavonoids. *Microbiological Research*, **165**, 496-504.

P

Pereira A P, Ferreira I C F R, Marcelino F, Valentao P, Andrade P B, Seabra R, Estevinho L, Bento A et Pereira J A. (2007). Phenolic Compounds and Antimicrobial Activity of Olive (*Olea europaea* L.Cv. Cobrançosa) leaves. *Molecules*, **12**, 1153-1162.

Pesewu A G, Cutler R R et Humber DP. (2008). Antibacterial activity of plants used in traditional medicines of Ghana with particular reference to MRSA. *Journal of Ethnopharmacology*, **116**, 102-111.

Pinelo M, Del Fabbro P, Manzocco L, Nunez M J et Nicoli M C. (2005). Optimization of continuous phenol extraction from *Vitis vinifera* by products. *Food Chemistry*, **92**, 109-117.

Plaper A, Golob M, Hafner I, Oblak M, Tomaž S et Roman J. (2003). Characterization of quercetin binding site on DNA gyrase. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **306**, 530-536.

R

Rached W, Benamar H, Bennaceur M et Marouf A. (2010). Screening of Antioxydant Potential of Some Algérien Indigenous Plants. *Jornal of Biological Sciences*, **10** (4), 316-324.

Ranalli A, Contento S, Lucera L, Di Febo M, Marchegiani D et Di Fonzo V. (2006). Factors Affecting the contents of Iridoid Oleuropein in Olive Leaves (*Olea europaea* L). *Journal Agricol. Food Chemistry*, **54**, 434- 440.

Rauha J P, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kahkonen M, Kujala T, Pihlaja K, Vuorela H et Vuorela P. (2000). Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, **56**, 3-12.

Rawel H M, Meidtnr K et Kroll J. (2005). Binding of selected phenolic compounds to proteins. *Journal of Agricol Food Chemistry*, **53**, 4228-4235.

Reboulleau S D. (1856). Notice sur la résine de *Thapsia garganica* et sur son emploi comme agent révulsif sous forme d'emplâtre. Edition : Abadi. Constantine, 15p.

Ribéreau-Gayon P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Edition : Dunod. Paris, 173-201p.

Rodriguez-Vaquero M J, Alberto M R et Manca de Nadera M C. (2007). Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines. *Food Control*, **18**, 93-101.

S

Santarius K A, Falsone G et Haddad H. (1987). Effect of sesquiterpene lactone tetraesters thapsigargin and thapsigargin, from roots of *Thapsia garganica* L. on isolated spinach chloroplasts. *Taxicon*, **25**, 389-399.

Scalbert A. (1991). Antimicrobial proprieties of tannins. *Phytochemistry*, **30**, 3875-3883.

Schulz H, Baranska M, Blez H H, Rosch P, Strehle A M, et Popp J. (2004). Chemotaxonomic characterization of essential oil plant by vibrational spectroscopy measurements. *Vibrational Spectroscopy*, **35**, 81-86.

Shahidi Bonjar G H, Aghighi S et Karimi Nik A. (2004). Antibacterial and antifungal survey in plants used in indigenous herbal medicine of south east regions of Iran. *J. Bio. Sci*, **4** (3), 405-412.

Shan B, Cai Y Z, Brooks J D et Corke H. (2007). The *in vitro* antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, **117**, 112-119.

Sharififar F, Dehghn-Nudeh G et Mirtajaldina M. (2009). Major flavonoids with antioxidant activity from *teucrium pollium* L. *Food chemistry*, **112**, 885-888.

Soubeiran E et Regwuld J. (1988). *Traité de pharmacie*. Edition : Masson. Paris, 1170p.

Spigno G, Tramelli L et De Faveri D M. (2007). Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, **81**, 200-208.

Srikrishna A et Anebousevy K. (2009). Enantiospecific total synthesis of en-10,11-thapsane 10-ol. *Indian Journal of Chemistry*, **48**, 413-422.

Stocker P, Yousfi M, Djerridane O, Perrier J, Amziani R, El Boustani S et Moulin A. (2004). Effect of flavonoids from various Mediterranean plants on enzymatic activity of intestinal carboxylesterase. *Biochimie*, **86**, 919-925.

Suay I, Arenal F, Asensio F J, Basilio A, Cabello M A, Diez M T, Garcia J B, Gonzalez del Val A, Gorrochategui J, Hernandez P, Pelaez F et Vicente M F. (2000). Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities. *Antonie van Leeuwenhoek*, **78**, 129-139.

Sulaiman S F, Abu Bakar Sajak A, Ooi K L, Supriatno et Seow E M. (2011). Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, **24**, 506-515.

T

Taguri T, Tanaka T, et kouno I. (2006). Antibacterial Spectrum of Plant Polyphenols and Extracts Depending upon Hydroxyphenyl Structure. *Biol. Pharm. Bull*, **29** (11), 2226-2235.

Tajkarimi M M, Ibrahima S A et Cliver D O. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, **21**, 1199-1218.

Tawaha K, Alali F Q, Gharaibeh M, Mohammad M et El-Elimat T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*, **104**, 1372-1378.

Tian F Li B, Ji B, Yang J, Zhang G, Chen Y et Luo Y. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of consecutive extracts from *Galla chinensis*: The polarity affects the bioactivities. *Food Chemistry*, **113**, 173-179.

Trabut L. (1891). Précis de botanique médicale. Edition : Masson. Paris, 714p.

Tunçel G et Nergiz C. (1993). Antimicrobial effect of some olive phenols in laboratory medium. *Litters in Applied Microbiology*, **17**, 300-302.

Turkmen N, Sari F Y et Velioglu S. (2006). Effects of extraction solvents on conce nitation and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, **99**, 835-841.

V

Vasconsuelo A et Boland B.(2007). Molecular aspects of the early stages of elicitation of secondary metabolites in plants. *Plant Science*, **172**, 861–875.

W

Wojdyło A, Oszmiański J et Czemerys R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, **105**, 940-949.

Wong P Y Y et Kitts D D. (2006). Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts. *Food Chemistry*, **97**, 505-515.

Y

Yano, Y, Satomi M et Oikawa, H. (2006). Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio parahaemolyticus*. *International Journal Food Microbiology*, **111**, 6-11.

Yumiko Y S, Ya-pie H et Takeshi S. (2003). Distribution of flavonoids and related compounds from seaweed in Japan. *Journal of Tokyo. University of Fisheries*, **89**, 1-6.

Z

Zhao J, Davis C L et Verpoorte R. (2005). Elicitor signal transduction leading to Production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, **23**, 283-333.

Annexes

Annexe I: Courbes d'étalonnages

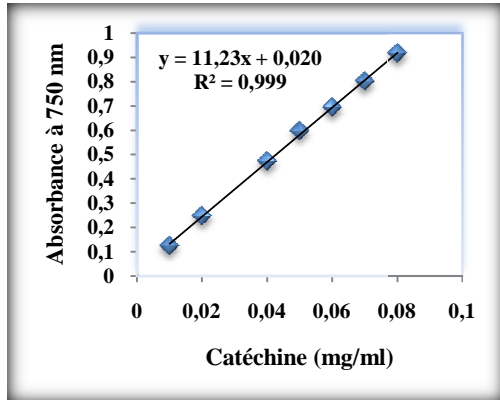


Figure 1: Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.

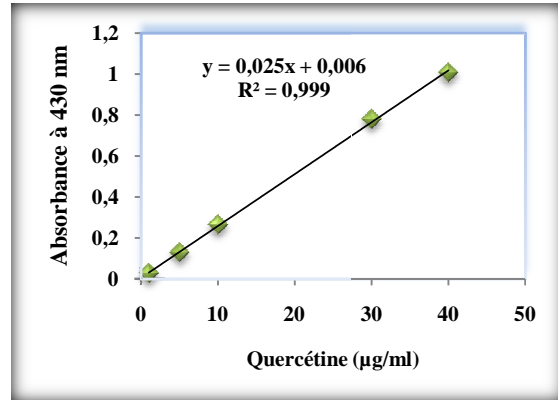


Figure 2: Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.

Annexe II

Tableau I: Diamètres des zones d'inhibition des extraits de *Thapsia garganica* à l'égard des souches testées.

Extrait	Dilution (mg/20µl)	Diamètre des zones d'inhibition (mm)			
		<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Méthanol feuilles	2	21,5±00,38 ^f	18±00,00 ^f	10,5±00,38 ^{cd}	11±00,00 ^d
	1	19,5±00,38 ^e	18±00,00 ^f	11,5±00,38 ^{de}	11,5±00,38 ^{de}
	0,5	18±00,75 ^d	15,5±00,38 ^{cd}	11,5±00,38 ^{de}	9,5±00,38 ^c
	0,25	16±00,75 ^c	15±00,00 ^c	11,5±00,38 ^{de}	11,5±00,38 ^{de}
Méthanol racines	2	14,5±00,38 ^{ab}	15,5±00,38 ^{cd}	8,5±00,38 ^b	9,5±00,38 ^b
	1	15±00,75 ^b	17±00,00 ^e	10,5±00,38 ^{cd}	11±00,00 ^d
	0,5	15,5±00,38 ^{bc}	16,5±00,38 ^{de}	10,5±00,38 ^{cd}	10±00,00 ^c
	0,25	14,5±00,38 ^{ab}	17,5±00,38 ^{ef}	7,5±00,38 ^a	10±00,00 ^c
Dichlorométhane feuilles	2	22,5±00,38 ^j	18±00,00 ^f	10±00,00 ^c	12±00,00 ^e
	1	24±00,00 ^h	16,5±00,38 ^{de}	11,5±00,38 ^{de}	10,5±00,38 ^{cd}
	0,5	22,5±00,38 ^j	14,5±00,38 ^{bc}	12,5±00,38 ^f	12,5±00,38 ^e
	0,25	19,5±00,38 ^e	12±00,00 ^a	12±00,00 ^c	12±00,00 ^e
Dichlorométhane racines	2	14±00,00 ^a	16,5±00,38 ^{de}	12,5±00,38 ^f	12±00,00 ^e
	1	15±00,00 ^b	15±00,00 ^c	14,5±00,38 ^g	11,5±00,38 ^{de}
	0,5	18±00,00 ^d	16,5±00,38 ^{de}	14,5±00,38 ^g	11,5±00,38 ^{de}
	0,25	14,5±00,38 ^{ab}	16±00,00 ^d	10,5±00,38 ^{cd}	10±00,38 ^c
Hexane feuille	2	15,5±00,38 ^{bc}	14,5±00,38 ^{bc}	11±00,00 ^d	11±00,00 ^d
	1	17,5±00,38 ^d	20±00,00 ^g	12±00,00 ^e	12±00,00 ^e
	0,5	16,5±00,38 ^c	18±00,00 ^f	11,5±00,38 ^{de}	10,5±00,38 ^{cd}
	0,25	15,5±00,38 ^{bc}	18±00,00 ^f	11,5±00,38 ^{de}	11±00,00 ^d
Hexane racine	2	16,5±00,38 ^c	14,5±00,38 ^{bc}	10,5±00,38 ^{cd}	10,5±00,38 ^{cd}
	1	15,5±00,38 ^{bc}	15,5±00,38 ^{cd}	11±00,00 ^d	6,5±00,38 ^a
	0,5	14±00,00 ^a	14±00,00 ^b	12±00,00 ^e	9,5±00,38 ^c
	0,25	15,5±00,38 ^{bc}	14,5±00,38 ^{bc}	10±00,00 ^c	8±00,38 ^b

Annexe III: Matériel et produits utilisés

1. Appareillages

Autoclave.
Bain-marie.
Balance de précision.
Broyeur (Kika Labortechnik).
Centrifugeuse SIGMA.
Etuve MEMMERT.
Four Pasteur.
pH mètre.
Spectrophotomètre VIS-7220 G.
Tamiseur RETCH.
Vortex.

2. Produits chimiques

Acide gallique.
Carbonate de sodium (Na_2CO_3).
Catéchine.
Chlorure d'aluminium (AlCl_3).
Chlorure de sodium (NaCl).
Dichlorométhane: (H_2Cl_2), 99%, MM=84,93g/mol, d=1,33 (ORGANICS).
Eau physiologique (9g NaCl dans un litre d'eau distillée).
Ethanol: ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), 99%, MM=46.07 g/mol, d=0.81 (PROLABO).
Folin-Ciocalteu.
Hexane: (C_6H_{14}), MM=86,18g/mol, (BIOCHEM).
Méthanol: CH_3OH , 99%, MM=32.04 g/mol, d= 0.79 (PROLABO)
Quercétine.

**Annexe IV: Composition (pour un litre) des milieux de culture utilisés
(Guiraud, 1998)**

Bouillon nutritif

Peptone 10g
Extrait de viande 5g
Chlorure de sodium 5g
pH 7,2

Gélose Chapman

Extrait de viande 1 g
Peptone 10 g
Chlorure de sodium 5 g
Mannitol 10 g
Rouge de phénol 25 mg
Agar 15 g
pH 7,4

Gélose Hecktoène

Protéose peptone 12 g
Extrait de levure 3 g
Chlorure de sodium 5 g
Thiosulfate de sodium 5 g
Sels biliaires 9 g
Citrate de fer ammoniacal 1,5
Salicine 2 g
Lactose 12 g
Saccharose 12 g
Fuchine acide 0,1 g
Bleu de bromothymol 65 mg
Agar 13 mg
pH 7,6

Gélose Mueller Hinton

Etrait de viande 2 g
Hydrolysate acide de caséine 17,5 g
Amidon 1,5 g
Agar 10 g
pH 7,4

Gélose PCA

Peptone 5 g
Extrait de levure 2,5 g
Glucose 1 g
Agar 15 g
pH 7

Glossaire

Glossaire

Anti-inflammatoire : Substances chimiques ayant le pouvoir de réduire les réactions inflammatoires de l'organisme.

ATP ase calcium endo/sarcoplasmique : Protéines membranaires qui pompent le calcium à l'intérieur du réticulum.

Bronchite : Affection respiratoire, les plus fréquentes, est due à une infection virale ou bactérienne des bronches (bronchite).

Cancer : Maladie qui a pour mécanisme une prolifération cellulaire anarchique, incontrôlée et incessante.

Cataplasme : Ancienne forme pharmaceutique pâteuse, appliquée sur la peau pour combattre une inflammation.

Catarrhe : Inflammation aiguë ou chronique d'une muqueuse, sur tout dans les voies aériennes supérieures (nez et pharynx), avec hypersécrétion non purulente de ses glandes.

Cytotoxique : une substance ou une cellule spécialisée capable de détruire les cellules de l'organisme.

Inflorescence : Mode de groupement des fleurs sur une même tige.

Lactones : Ester interne (perte d'une molécule d'eau intramoléculaire) d'un acide-alcool ou d'un acide-phénol.

Ombellifère : Grande famille de plantes à fleurs herbacées, comprenant de nombreux aromates et plantes comestibles. Cette famille de dicotylédones compte environ trois mille espèces et est présente sur la quasi-totalité du globe, bien qu'elle soit plus fréquente dans les zones tempérées. Elle est bien connue pour ses inflorescences caractéristiques, les ombelles.

Ombelle : Type d'inflorescence dans laquelle les pédoncules sont attachés au même point et s'arrêtent à la même hauteur.

Rage : Maladie infectieuse mortelle transmise des animaux vertébrés à l'homme.

Révuksif : Procédé thérapeutique visant à provoquer une irritation cutanée locale afin de retenir le sang près de la peau.

Rhumatisme : toute affection douloureuse, aiguë ou le plu souvent chronique, qui gêne le bon fonctionnement de l'appareil locomoteur.

Vivace : Plante vivace, dont les racines vivent plus de deux ans et dont la tige se renouvelle chaque année.

Résumé

L'objectif du présent travail est de mettre en évidence l'activité antibactérienne des extraits des feuilles et des racines d'une plante appartenant à la famille des Apiacées, *Thapsia garganica* L. Trois solvants de polarités différentes (méthanol, dichlorométhane et hexane) sont utilisés pour l'extraction des composés phénoliques. Le méthanol est le meilleur solvant d'extraction des composés phénoliques. L'extrait méthanolique des feuilles enregistre les teneurs les plus élevées en polyphénols totaux ($0,175 \pm 0,007$ mg Eq. Cat /g PS) et en flavonoïdes ($47,31 \pm 0,94$ µg Eq. Quer /g PS). L'activité antibactérienne des extraits montre que les souches bactériennes testées sont sensibles aux extraits de *Thapsia garganica* L. Les bactéries Gram positives (*B. subtilis* et *S. aureus*) sont plus sensibles que les bactéries Gram négatives (*E. coli* et *P. aeruginosa*). La souche *S. aureus* s'est révélée la plus sensible, avec le plus large diamètre d'inhibition (24 mm) pour l'extrait dichlorométhanique des feuilles. Tandis que la souche *P. aeruginosa* s'est montrée plus résistante (6,5 mm) obtenue par l'extrait hexanique des racines. Les extraits des feuilles sont plus actifs à l'égard de *S. aureus* et *B. subtilis*, avec des CMI égales à 1mg/ml. Tous les extraits enregistrent des CMB supérieures à 2mg/ml à l'égard de toutes les souches cibles.

Mots-clés: Activité antibactérienne, *Thapsia garganica* L., composés phénoliques.

Abstract

The aim of this work is to highlight the antibacterial activity of extracts of leaves and roots from a plant belonging to the family Apiaceae, *Thapsia garganica* L. Three different polarity solvents (methanol, dichloromethane and hexane) are used for the extraction of phenolic compounds. The methanolic extract of leaves records the highest content of total polyphenols ($0,175 \pm 0,007$ mg Eq. Cat /g PS) and flavonoids ($47,31 \pm 0,94$ µg Eq. Quer /g PS). Antibacterial activity of the different extracts shows that most of the bacterial strains tested are sensitive to extracts of *Thapsia garganica* L. Gram positive bacteria (*B. subtilis* and *S. aureus*) are more sensitive than Gram negative bacteria (*E. coli* and *P. aeruginosa*). The strain *S. aureus* was the most sensitive, with the larger diameter of inhibition (24mm) for dichloromethanic extract of leaves, while the strain *P. aeruginosa* is the most resistant (6,5mm) obtained with the hexanic extract of roots. The leaves extracts are the most actives against *S. aureus* and *B. subtilis*, with MIC equal to 1mg/ml. All extracts show MBC superior to 2mg/ml.

Key words: Antibacterial activity, *Thapsia garganica* L., phenolic compounds.