

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Population et des Organismes

Mémoire de fin d'études

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Phytothérapie et santé

Thème

Etude phytochimique et Evaluation de quelques effets
pharmacologiques de l'extrait aqueux des feuilles de
Ficus carica L. (le Figuier)

Présenté par :

BAYASLI Nadia

Soutenu le : 30/10/2014.

Devant le jury composé de :

M ^{me} OUADAH N.	MAA	Blida 1	Présidente.
M ^{me} BRADEA M S.	MCB	Blida 1	Examinatrice.
M ^{me} MAKHLOF C.	MAB	Blida 1	Examinatrice.
M ^{me} CHERIF H.	MCB	Blida 1	Promotrice.
M ^{elle} DOUAOURI N H.	Doctorante	UMAB	Copromotrice.



REMERCIEMENTS

Avant toute chose, je tiens à remercier Dieu le tout puissant, de m'avoir donné la force et la patience pour l'élaboration de ce travail.

*Je tiens à exprimer ma très grande considération et ma vive reconnaissance à ma promotrice **Mme Cherif H.** ses encouragements et sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail.*

*J'exprime mes sincères remerciements et toute ma gratitude **M^{elle} Douaouri N H.** ma copromotrice, qui durant cette année a bien voulu codiriger mes travaux, en me faisant bénéficier de son expérience et ses compétences.*

*Mes sincères remerciements vont à madame la présidente **OUADAH N.** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury.*

*Je tiens à remercier **Mme BRADEA M S.** et **Mme MAKHLOUF C.** qui ont bien voulu examiner et évaluer ce travail.*

Mes profonds remerciements vont également à tout le personnel du laboratoire de physico-chimique, pharmaco-toxicologique et microbiologique de l'unité SAIDAL de Médéa.

Je remercié également tous les membres de laboratoire PFE de faculté de biologie, université SAAD DAHLEB de Blida.

*Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Je ne saurais remercier ici les personnes dont la collaboration a été essentielle pour la réalisation de certaines étapes de ce travail je cite spécialement **M^r BOUKHATEM M.** pour son aide et sa disponibilité.*

Résumé

Dans le présent travail nous nous sommes intéressées à un arbre nourricier par excellence, à caractère thérapeutique très répandu dans le bassin méditerranéen, en l'occurrence le figuier commun (*Ficus carica* L.).

Cette étude porte sur la recherche des principaux métabolites secondaires, l'analyse qualitative par HPLC ainsi que l'évaluation de quelques activités biologiques de l'extrait brut aqueux des feuilles de *Ficus carica* L. à savoir les effets : antioxydants, cicatrisants, anti-inflammatoires, antispasmodiques, et antimicrobiens.

Une teneur en eau 66% caractérise les feuilles de *Ficus carica* L. Quand au screening phytochimique il a révélé la présence des flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, glycosides, saponosides, sénosides, quinones libres et les coumarines.

L'analyse qualitative par HPLC a révélé la présence de la Rutine, quercétine, α -tocophérol, acide protocatechique et la catéchine.

L'évaluation du pouvoir antiradicalaire par la méthode du DPPH a montré que l'extrait aqueux du *Ficus carica* L., présente une activité anti-radicalaire importante égale à 87.27%, proche de celle de la Vit C (90.65%).

L'étude pharmacologique effectuée avec l'extrait aqueux de *Ficus carica* L., a montré que la plante étudiée possède une activité cicatrisante, une activité anti-inflammatoire avec un pourcentage de réduction d'œdème de 51.47% et une activité antispasmodique dont le pourcentage de protection égale à 78.27%. Ces activités sont remarquables et comparables à celles des produits de référence, respectivement le Madécasol, le Diclofenac et Spasmodyl®. En ce qui concerne le test antimicrobien, les résultats montrent que l'extrait aqueux des feuilles de *Ficus carica* L. est sans effet contre les souches testées *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae* exceptés sur *Sarcina lutea*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, par l'apparition de zone d'inhibition de 35.4, 26 et 21mm. L'étude pharmacologique confirme que *Ficus carica* L., est réellement doté d'un potentiel thérapeutique important.

Mots clés: *Ficus carica* L., extrait aqueux, screening phytochimique, HPLC, étude pharmacologique.

Summary

The present study was conducted on common fig *Ficus carica* L (Moraceae). This plant is very well-known as a tree that has a beneficial characteristics widespread in the Mediterranean sea. It is also known for its anti-inflammatory, antispasmodic, antioxidant, antimicrobial and healing properties.

This study focuses on the research of the main secondary metabolites, qualitative analysis by HPLC and the evaluation of some biological activities of the aqueous extract of the leaves of *Ficus carica* L.

Ficus carica leaves contain 66% of water. The phytochemical screening has revealed the presence of flavonoids, tannins, alkaloids, glycosides, saponins, sénosides, free of Quinone's and coumarins. The qualitative analysis by HPLC revealed the presence of Rutin, quercetin, α -tocopherol, catechin and Protocatechiuque acid. Also the evaluation of the antiradical power by DPPH method showed that the aqueous extract of *Ficus carica* brought a significant anti-radical activity equal to 87.27% which is close to that of the Vit C (90.65%). The pharmacological study with the aqueous extract of the common fig showed that the plant has a healing activity, an anti-inflammatory activity with a percentage of edema reduction up to 51.47% and an antispasmodic activity with a percentage of protection equals to 78.27%. The activities are remarkable and comparable to those of the referenced products (the Madécasol, Diclofenac and Spasmodyl® respectively).

Antimicrobial test shows that the aqueous extract of the *Ficus carica* leaves don't has an antimicrobial effect against the strains that were tested on such as, the *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*. Except on *lutéa Sarcina*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis* by the inhibition of the onset of 35.4 area 26 and 21mm.

In conclusion, The *Ficus carica* L, truly has an important therapeutic potential and can be used in the treatment of some pathologies.

Keywords: *Ficus carica* L., the aqueous extract, phytochemical screening, HPLC, pharmacological study.

ملخص

من خلال هذا العمل نصب اهتمامنا علي شجرة ذات قيمة غذائية ممتازة, ذو طابع علاجي, موجودة بكثرة في منطقة

البحر المتوسط ألا وهي التين *Ficus carica* L

تتمحور هذه الدراسة حول تحديد المركبات الثانوية الرئيسية, التحليل النوعي بواسطة كروماتوغرافيا السائل العالي الأداء HPLC و كذلك تقييم بعض الأنشطة البيولوجية للمستخلص المائي لأوراق نبتة الكرموس من حيث فعاليتها المضادة للتأكسد, المضادة للجراح, المضادة للالتهاب والتشنج والمضادة للمكروبات.

تتميز أوراق نبتة الكر موس باحتوائها على نسبة 66% من الماء.

نتائج التحليل الكيميائي بينت وجود الفلافونويدات, العفص, الجليكوسيدات, الصابونين, الكومارين, السنوزيد والقلويدات أظهرت الدراسة التحليلية بواسطة HPLC وجود

La Rutine, la quercetine, α -tocophérol, l'acide protocatheiuque et la Cathécine

اظهر المستخلص المائي لأوراق نبتة الكرموس نشاطية ازاحية عالية لجذر DPPH قدرت ب: [87,27%]

قريبة من نشاطية فيتامين C [90,65%]

بينت الدراسة الدوائية أن المستخلص المائي لنبتة الكرموس يحتوي على نشاط تضميد الجراح, ونشاط مضاد للالتهاب مع نسبة انخفاض الألم تساوي 51,74% ,و نشاط مضاد للتشنج مع نسبة الحماية قدرت ب 78,51%. هذه النشاطات ملاحظة و قابلة للمقارنة مع منتجات مرجعية (مديكاصول, ديكلوفيناك وسباسموديل علي التوالي).

اختبار مضادات الميكروبات اظهر أن المستخلص المائي لأوراق نبتة الكرموس غير فعال ضد

Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Candida albicans, Saccharomyces cerevisiae

باستثناء *Sarcina lutéa, Staphylococcus aureus, Bacillus subtilu*

بظهور التثبيط 35,4. 26 و 21 مم

الدراسة الدوائية أثبتت أن *Ficus carica* L حقيقة تحتوي علي قدرة علاجية مهمة.

الكلمات المفتاحية

(*Ficus carica* L), المستخلص المائي, التحليل الكيميائي, HPLC, الدراسة الدوائية.

GLOSSAIRE

Mucilage : Ce sont des dérivés de glucides à consistance gélatineuse, retiennent l'eau, ce qui a pour effet d'en augmenter le volume. Les mucilages lubrifient les muqueuses du système digestif, de la bouche à l'anus. Ils tapissent et agissent localement avec un effet émollient, anti-inflammatoire, (Ali-Delille, 2013)

Analgésique : Les analgésiques sont des médicaments utilisés en médecine, ayant pour but d'éliminer la douleur, (Chawache.2008)

Produit Anti-inflammatoire : Un produit est dit anti-inflammatoire lorsqu'il aide à combattre les processus inflammatoires liés à une infection ou un rhumatisme ou autre, (Boullard, 2001)

Antioxydant : substance qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques (Halliwell, 1999)

Anti-radicalaire : Substance qui intervient ou empêche certains phénomènes de vieillissement (Pousset, 1989).

Hypoglycémiant : Produit qui fait baisser le taux de glycémie (Chevallier, 2001).

Furanocoumarine : Composé organique hétérocyclique, (Teucher et al., 2005)

Antiseptique : Se dit d'une substance qui s'oppose à la prolifération des germes et les détruit, (Aït Youssef, 2006).

Spasmolytique : Qui empêche les contractions musculaires involontaires, (Teucher et al., 2005).

Allopathie : est un protocole thérapeutique basé sur une prise de médicaments et une intervention chirurgicale. L'allopathie trouve ses principales indications dans la lutte contre certains agents infectieux, l'application de médications substitutives et l'utilisation de thérapies palliatives, (Jean-Marie et al ,2003).

Dioïque : Les appareils reproducteurs male et femelle sont portés par des pieds différents, (Amirouche et al., 2010).

Monoïque : Les fleurs mâles et les fleurs femelles sont portées par le même pied mais sont un peu éloignées les unes des autres, (Amirouche et al., 2010).

Pollinisation entomophile : La fécondation est dite entomophile quand des insectes ont participé à l'étape de pollinisation (Vaissiere et al. 2005).

LISTE DES FIGURES

Figure 01 :	Aspect générale de <i>Ficus carica</i> L.....	10
Figure 02 :	Morphologie de la feuille du figuier.....	11
Figure 03 :	Aspect du fruit du figuier.....	12
Figure 04 :	Les animaux utilisés dans l'étude pharmacologique.....	16
Figure 05 :	Aspect de la pommade préparée.....	22
Figure 06 :	Les différentes étapes (A, B, C, D, E) de l'activité anti-inflammatoire.....	25
Figure 07 :	Les différentes étapes (A, B, C) de l'activité antalgique.....	27
Figure 08:	Teneur en eau des feuilles de <i>Ficus carica</i> L.....	32
Figure 09 :	Profil chromatographique de l'extrait aqueux de <i>Ficus carica</i> L à 257nm.....	34
Figure 10 :	Représentation graphique du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait aqueux des feuilles de <i>Ficus carica</i> L et la vitamine C.....	36
Figure 11 :	Evolution de la cicatrisation chez les lapins traités par les deux Pommades et le témoin.....	38
Figure 12 :	Variation des moyennes du poids des pattes, pourcentage de L'œdème et de réduction d'œdème chez le lot Témoin, Essai1, et Essai 2	39
Figure 13 :	Variation des moyennes de crampes (A) et du pourcentage de Protection chez les souris de lot témoin, Essai1, et Essai 2	40
Figure 14 :	Test d'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux des feuilles de <i>Ficus carica</i> L.....	44
Figure 15 :	Les différentes étapes de l'activité cicatrisante.....	Annexe 1
Figure 16 :	Résultats de l'activité cicatrisante.....	Annexe 2

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I :	Les principales propriétés thérapeutiques des métabolites secondaires.....	8
Tableau II :	Situation géographique de la station de récolte de la plante.....	15
Tableau III :	Caractéristiques des souches microbiennes utilisées.....	17
Tableau IV :	Echelle de cotation de l'évolution de la cicatrisation des plaies.....	23
Tableau V :	Résultats du screening phytochimique.....	33
Tableau VI :	Temps de rétention des différents composés phénoliques de l'extrait aqueux de feuilles de <i>Ficus carica</i> L.....	34
Tableau VII :	Diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne de l'extrait de feuilles de <i>ficus carica</i> L.....	42
Tableau VIII :	Temps de rétention des différents témoins polyphénoliques obtenus par HPLC.....	Annexe 2
Tableau VX :	Résultats des moyennes de l'absorbance et les pourcentages d'inhibitions du DPPH par l'extrait aqueux des feuilles de <i>Ficus carica</i> L.....	Annexe 2
Tableau X :	Résultats des moyennes de l'absorbance et les pourcentages d'inhibitions du DPPH par Vitamine C.....	Annexe 2
Tableau XI :	Variation du poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot de souris après induction de l'œdème.....	Annexe 2
Tableau XII :	La moyenne, le pourcentage d'œdème et de réduction des trois lots....	Annexe 2
Tableau XIII :	Résultats de l'activité antispasmodique.....	Annexe 2
Tableau XIV :	La moyenne et le pourcentage de réduction des trois lots.....	Annexe 2

Les abréviations

ANOVA :	Analysis of variance.
ATCC :	American Type Culture Collection.
DPPH :	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.
Ech <i>FC</i> :	Echantillon de <i>Ficus carica</i> L.
HPLC :	Chromatographie Liquide à Haute Performance.
IC50 :	Concentration Inhibitrice à 50%
LSD :	Least significant difference.
O.N.A.B :	Office Nationale des Aliments et du Bétail.
PFE :	Projet de Fin d'Etude.
UV-Vis :	Ultraviolet/Visible.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
I. La phytothérapie et Les plantes médicinales.....	3
I.1. Définition de la phytothérapie.....	3
I.2. Définition des plantes médicinales.....	3
I.3. Place des plantes médicinales dans le monde	3
I.4. Les différentes formes d'utilisation des plantes médicinales	4
I.5. Principaux composés actifs des plantes.....	4
I.6. Les principales propriétés thérapeutiques des métabolites secondaires.....	7
II. Le Figuier : <i>Ficus carica</i> L.....	8
II.1.Historique du figuier	8
II.2.Noms vernaculaires.....	9
II.3.Classification botanique.....	9
II.4 .Description botanique	9
II.5. Origine et répartition géographique	12
II.6 .pollinisation du figuier.....	12
II.7.Composition chimique et nutritionnelles.....	13
II.8. Utilisations thérapeutiques.....	14
MATERIEL ET METHODES	
II .Méthodes expérimentale.....	17
II.1. Traitement préliminaire des feuilles utilisées.....	17
II.2. Détermination de la teneur en eau.....	18
II.3. Préparation de l'extrait aqueux	18
II.4. Screening phytochimique	18

II.5. Analyse qualitative par HPLC	20
II.6.Evaluation du pouvoir anti-radicalaire de l'extrait aqueux de <i>Ficus carica</i> L.....	21
II. 7. Evaluation de l'activité cicatrisante de la poudre des feuilles de <i>Ficus carica</i> L.....	22
II.8. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire.....	23
II.9. Propriété antispasmodique.....	26
II.10.Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	28

RESULTATS ET DISCUSSION

III. RESULTATS	32
III.1. Détermination du taux d'humidité	32
III.2 .Recherche des métabolites secondaires.....	32
III.3. Résultats de caractérisation par HPLC	34
III.4. Evaluation du pouvoir anti radicalaire par la méthode au DPPH.....	35
III.5.Evaluation de l'activité cicatrisante.....	37
III.6. Activité anti-inflammatoire	39
III.7. Activité antispasmodique.....	40
III.8. Activité antimicrobienne.....	41
CONCLUSION	45

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXES

I. La phytothérapie et les plantes médicinales

I.1. Définition de la phytothérapie

Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques : *phyton* et *thérapeia* qui signifient respectivement plante et traitement. La phytothérapie peut donc se définir comme étant un traitement ou une prévention de certaines maladies par l'usage des plantes (**Anton et Wichtl, 2003 ; Zeghad, 2009**).

Selon **Grünwald et Janick (2004)**, la phytothérapie utilise l'action des plantes médicinales et correspond au traitement des maladies par ces plantes sous différentes formes, à dose pondérale.

I.2. Définition des plantes médicinales

Les plantes sont dites médicinales lorsque l'un de leur organe comme : la racine, tige, feuille ou fruit possède des activités pharmacologiques. Ces derniers peuvent conduire à des emplois thérapeutiques (**Salle, 1991**).

Les plantes médicinales sont des plantes qui sont utilisées pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Ce sont aussi des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (**Farnsworth et al., 1986**).

I.3. Place des plantes médicinales dans le monde

Les plantes médicinales tiennent une place importante dans maints systèmes thérapeutiques (**Grunwald et Janicke, 2004**).

D'après l'**OMS (2003)**, le recours à la médecine traditionnelle a connu un regain d'attention et d'intérêt à travers le monde.

En Chine, 40% environ de l'ensemble des soins s'inspirent de la médecine populaire. En Amérique latine plus de 50% de la population ont recours à cette thérapie.

L'utilisation des plantes médicinales est très courante, elle se pratique dans beaucoup de médecines traditionnelles, comme la médecine Chinoise et la médecine Tibétaine, (**Fintelman et Weiss, 2004**).

Par ailleurs, selon l'organisation mondiale de la santé (O.M.S), près de 6377 plantes sont utilisées en Afrique. Car, dans certains pays d'Afrique centrale, le savoir faire des guérisseurs traditionnels représente le seul moyen de traitement des maladies, surtout celles qui ont une grande ampleur comme la malaria et le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) (**Pousset, 1989**).

Ainsi, le pourcentage des populations ayant eu recours à cette pratique au moins une fois est de: 48% en Australie, 70% au Canada, 49% en France et 42% aux Etats-Unis (**O.M.S, 2003**).

I.4. Les différentes formes d'utilisation des plantes médicinales

L'utilisation la plus traditionnelle des plantes médicinales est la tisane qui est un terme plus technique pour la majorité des préparations, telle que les infusions et les décoctions (**Scimeca et Tétou, 2008**)

- **Infusion** : elle consiste à verser de l'eau bouillante ou presque bouillante sur une plante ou une partie de plante, habituellement des feuilles ou des fleurs séchées ou fraîches, on laisse l'infusion reposer pendant 5 à 15 mn (**Paul et al., 2005**).

L'action de l'eau chaude sur la plante permet d'en extraire les principes actifs (**Scimeca et Tétou, 2008**).

- **Décoction**: il s'agit de faire bouillir l'eau dans laquelle on a mis les plantes. Le temps d'ébullition va de 10 minutes à une demi-heure (**Lacoste, 2011**)
- **Macération** : Les plantes sont laissées tremper dans un liquide : eau, alcool, huile, miel, vinaigre...etc. Pendant une période plus au moins longue (**Lacoste, 2011**).
- **Poudre végétale** : Les plantes médicinales peuvent être utilisées sous forme de poudre obtenue par pulvérisation dans un mortier ou dans un moulin, pour un soin tant interne qu'externe. Les poudres sont parfois comprimées en cachets et parfois utilisées telles quelles (**Ali-Dellile 2007**).

D'autres formes galéniques peuvent remplacer les plantes telle que les gélules d'extraits de plante ou de poudre de plante, les ampoules buvables, les sirops, les macérâtes glycinées et les suspensions de plantes fraîches (**Poletti, 1982**). Pour les applications cutanées, on utilise des crèmes ou des pommades à base de plantes (**Pelt et al., 2007**).

I.5. Principaux composés actifs des plantes

Les plantes possèdent l'originalité de produire un nombre important de différents types de molécules. Ces derniers constituent une source naturelle de composés pour l'homme dans des domaines variés. Parmi ces composés se trouvent les métabolites secondaires qui sont un groupe diversifié de molécules impliquées dans l'adaptation des plantes à leurs environnements. Ils peuvent être classés en plusieurs grands groupes, parmi ceux-ci les terpénoïdes, les composés azotés dont les alcaloïdes et les composés phénoliques (**Boufennara, 2012**).

I.5.1. Les composés phénoliques

Ce sont des molécules possédant un ou plusieurs fonction phénoliques c'est-à-dire un ou plusieurs cycles (noyau) benzéniques portant un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une fonction ester, éther ou hétéroside (**Bruneton, 1993**).

I.5.1.1. Les Flavonoïdes

Ce sont des combinaisons naturelles de phénol avec des noyaux aromatiques. En fonction de leur structure et du degré d'oxydation, ils se divisent en flavonols, flavones et flavonones (**Guignard, 2000**). Les flavonoïdes sont des pigments quasiment universels des végétaux. Presque toujours hydrosolubles, ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ils sont également présents dans la cuticule épidermique des feuilles, assurant la protection des tissus contre les effets nocifs du rayonnement ultraviolet (**Bruneton, 1999**).

I.5.1.2. Les Anthocyanes

Ce sont des pigments végétaux hydrosolubles de couleur rouge, violette ou bleue. Ils sont caractérisés par une génine comportant un noyau flavylum (2phénylbenzopyroxonium). S'accumulent dans les vacuoles des cellules les plus externes (épiderme et hypoderme), leur rôle est attractif pour les insectes (**Bruneton, 1993**).

I.5.1.3. Les Tanins

Ce sont des molécules naturellement synthétisées par les plantes en réponse aux différents stress biotiques et abiotiques. Ils sont présents approximativement dans 80% des plantes ligneuses et dans 15% des plantes herbacées (**Frutos et al., 2002 ; Sliwinski et al., 2002**) existent dans presque chaque partie de la plante ; écorces, bois, feuilles, fleurs et racines (**Cowan, 1999**). Ils sont classés en deux grands groupes ; les tanins hydrolysables ou tanins galliques et les tanins condensés.

Les tanins hydrolysables sont des oligo ou poly-esters formés d'un sucre comportant plusieurs liaisons esters avec des acides galliques. Comme leur nom l'indique, ces substances s'hydrolysent facilement en milieu acide et alcalins et sous l'action d'enzyme pour donner des glucosides et des acides galliques. Les tanins condensés ou tanins non hydrolysables sont des oligomères ou des polymères d'unités flavonoïdes (**Brunet, 2008**).

Les tanins ont une très haute affinité pour les protéines et forment des complexes protéines-tanins qui se fait par l'intermédiaire des liaisons hydrogènes entre les groupements OH et NH₂ des protéines et les OH phénoliques des tanins (**Guignard, 1996**).

I.5.1.4. Les coumarines

Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels, elles donnent une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché. A l'exception des algues, ces composés sont les constituants caractéristiques du règne végétal chlorophyllien.

Elles se trouvent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines (**Guignard, 1998 ; Deina et al., 2003**).

Le squelette de base des coumarines est constitué de deux cycles accolés avec neuf atomes de carbone (**Ford et al., 2001**).

Les coumarines ont des effets différents sur le développement des plantes suivant leur concentration et aussi selon l'espèce. Dans la cellule végétale elles sont principalement présentes sous forme glycosylée (**Hofmann, 2003**), Cette glycosylation est une forme de stockage permettant d'éviter les effets toxiques de ces molécules. Elles sont considérées comme des phytoalexines, c'est-à-dire des métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries. Les coumarines peuvent également se trouver dans le règne animal (les glandes à sécrétion odoriférante du castor) et chez certains microorganismes (**Hofmann, 2003**).

I.5.2. Les terpènes

Ce sont des hydrocarbures naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte. Ces substances organiques font parti des métabolites secondaires les plus répandus dans la nature. Ils sont appelés aussi isoprénoides car leur dégradation thermique libère le gaz isoprène. Plusieurs sont isolés à partir des fleurs, des tiges, des racines et différentes parties des plantes (**Bruneton, 1999**).

Les terpénoïdes sont distingués dans les différentes classes selon le nombre des unités isopréniques qu'ils contiennent. L'unité de numération est basée sur le premier terpénoïde isolé en 1850 qui était un C₁₀ les monoterpènes, diterpènes (C₂₀), triterpènes (C₃₀), tétraterpènes (C₄₀) et les polyterpènes (> C₄₀) (**Malecky, 2006**).

Parmi les tritépènes se trouvent les saponosides qui sont appelés aussi les saponines, ils se caractérisent par des effets tensio-actifs leur conférant la propriété de former des solutions moussantes lorsqu'ils sont dissous dans l'eau. Les saponosides sont des hétérosides à génine, ils peuvent être classés en deux groupes selon la nature de leur génine qui peut être stéroïdique ou triterpénique.

Les saponosides jouent un rôle de défense du végétal contre les pathogènes microbiens et présentent des propriétés antitussives, anti-oedémateuses, analgésiques et hémolytiques **(Marfak, 2003)**

I.5.3. Les polysaccharides

Les polysaccharides sont des polymères constitués d'un enchainement de molécules dont les unités structurales de base sont des monomères de sucres.

Ce sont des substances de masse moléculaire très élevée, résultant de la condensation d'un grand nombre de molécules d'oses, les plus importants sont les mucilages présents dans les racines, les feuilles et les graines et qui gonflent au contact de l'eau et forment une solution visqueuse (gel). Ce mucilage sert à stocker l'eau chez les plantes succulentes notamment le cactus et les plantes grasses **(Mkedder, 2006)**.

Ils possèdent plusieurs propriétés thérapeutiques, ils agissent sur le diabète, sur le cancer et aussi sur les virus **(Aboughe-Angne, 2010)**.

I.5.4. Les Alcaloïdes

Ce sont des composés organiques azotés, basiques, pharmaceutiquement très actifs. D'origine naturelle et de distribution restreinte, les alcaloïdes existent sous forme de sels solubles (citrate, malate et benzoate) ou sous forme d'une combinaison avec les tanins. Ils sont synthétisés à partir des plantes supérieures pour la protection contre le stress et les herbivores **(Bruneton, 1999)**.

I.6. Les principales propriétés thérapeutiques des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules biologiquement actives **(King et Young, 1999)**, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires, antimicrobiens **(Bahorun, 1997 ; Cetkovic et al., 2008) (Tableau I)**.

Tableau I : Les principales propriétés thérapeutiques des métabolites secondaires.

Métabolites secondaires	Propriétés thérapeutiques
Flavonoïdes	Anti-inflammatoires, Antioxydants, Antivirales et antibiotiques. (Saija et al ., 1995 ; Bruneton, 1999 ;Milane, 2004).
Tanins	Antiseptiques, diurétiques, expectorantes et stimulantes(Guignard, 1996). Antioxydant (Bruneton, 1999).Antimicrobienne (Chung et Wei, 2001)
Mucilages	Anti-inflammatoire, adoucissantes (Iserin 2001). Hypoglycémiantes (Alarcon-Aguilar et al., 2003).
Saponosides	Anti-inflammatoires et anti œdémateux (Iserin, 2001). Antidiabétique (Bruneton, 1999)
Alcaloïdes	Antispasmodiques et antidiarrhéiques (Bruneton, 1999).
Anthocynes	Antioxydants (Iserin 2001).

II. Le Figuier : *Ficus carica* L.

II.1.Historique du figuier

Le figuier dont le nom botanique est *Ficus carica* L. a un qualificatif générique qui signifie verrue pour *Ficus*(le lait de figuier pour soigner la verrue) et *carica* fait allusion à une région en Turquie. Il appartient à la famille des Moracées (Vidud, 1997 ; Lespinasse et Leterme, 2005 ; Rameau et al., 2008), il est connus depuis la plus haute antiquité et cela fut démontré d'une part grâce au résultats de nombreuse études paléontologiques(Francois, 2012)

Selon El-khaloui (2010), le figuier est considéré comme l'emblème du bassin méditerranéen où il est cultivé depuis des millénaires.

D'après Oukabli (2003), le figuier est un arbre mythique et mystique. Il se trouve être, tout d'abord, parmi les cinq arbres fruitiers de la Terre Promise avec la vigne, le grenadier, l'olivier et le palmier-dattier.

Son nom a été mentionné dans le moyen orient par les sumériens du IIIe millénaire (2900 ans avant J.C), les assyriens vers l'an 2000 avant J.C et par les Égyptiens il ya plus de 5000ans au temps des Ramsès et des pharaons. Les grecs s'en servaient comme source d'énergie aux athlètes (EL bouzidi, 2002)

II.2.Noms vernaculaires

Pour les peuples de l'Antiquité, le figuier avait des noms divers :

- « **Mgyz** » des perses,
- « l'**Erineos** » des grecs,
- « **Teb** » des Egyptiens,
- « **Caprificus** » des Romains (**Bertaudeau, 1967**).
- « **Teenah** » des Hébreux (**Boullard, 2001**).
- « **Tîn** » en arabe (**Honda et al., 1990**).
- « **Balas** » au Yémen (**Wood, 1997**).
- « **Anjîr** » en Iran et en Afghanistan (**Younos et al., 1987**),
- **Tabaksist** (Figue); **Tagherourt** ou **thanqoult** (Figuier) en Berbère (**Mazri, 2000**).

II.3.La classification botanique

Du point de vue systématique la classification botanique du figuier telle que l'a décrit **Gausсен et al. (1982)** est la suivante :

- **Règne :** plantae
- **Embranchement :** Spermaphytes
- **Sous-embranchement :** Angiospermes
- **Classe :** Dicotylédones
- **Sous-classe :** Hamamélidae
- **Série :** Apétales unisexuées
- **Ordre :** Urticales
- **Famille :** Moracées
- **Genre /Espèce:** *Ficus carica* L.

II.4 .Description botanique

D'après **Augustin (1840)**, le figuier est un arbre bas de 4à 8metre de hauteur, tortueux, très branchu, à écorce grise et unie à suc propre laiteux, à bois blanc et spongieux à jeunes pousses rudes et pubescentes. (**Figure 1**)

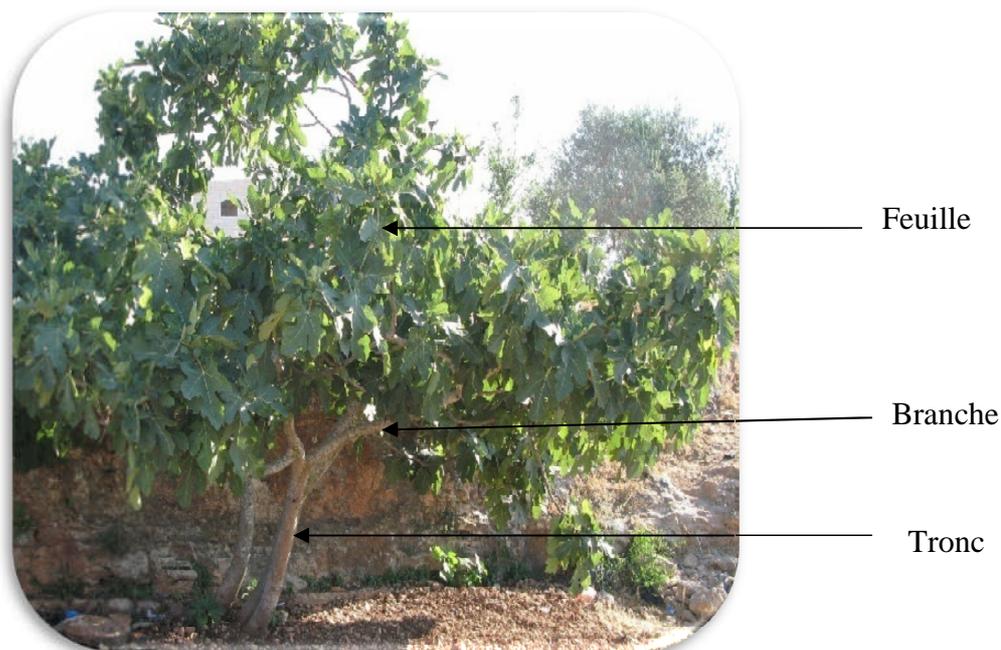


Figure 1 : Aspect générale de *Ficus carica* L (originale, 2014)

II.4.1.Rameau

Le rameau est constitué d'un ensemble de nœuds ou entre nœuds chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires, leur disposition alterne, rarement opposée sur le rameau est une spécificité de la famille des Moracées (Vidaud, 1997)

II.4.2.Feuilles

Selon Francois et al.,(1783) et Guttonneau (1992), les feuilles de figuier sont très polymorphes, caduques et grandes, sont larges (25cm), épaisses et fortement lobées (3à5 ou 7lobes selon les variétés). La face supérieure est rugueuse et de couleur vert foncé, quant à la face inférieure elle présente des nervures très saillantes de couleur vert clair, leur développement est très rapide et se disposent d'une manière alterne et rarement opposée sur le rameau. Le pétiole des feuilles est long et de couleur vert clair, avec une dimension variable (10à20cm) selon les cultivars, (Figure 2).

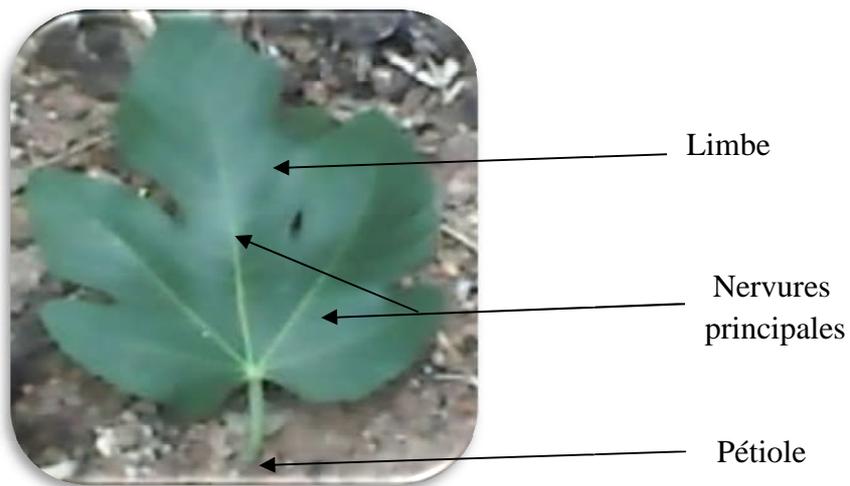


Figure2 : Morphologie de la feuille du figuier (**originale, 2014**)

II.4.3.Fleur

À l'intérieure des bourgeons ronds (sortes de figes en miniature creusées à l'apex ou sommet) sont retenues prisonnières les parties florales. Les femelles sont entièrement enfermées dans un réceptacle charnu et piriforme. (**Kerdja, 2013**)

II.4.4.Fruit

Selon **Haesslein** et **Oreiller(2008)**, la figue est un faux fruit. Ce que l'on considère comme un fruit est en réalité un réceptacle de forme concave où sont fixées un grand nombre de fleurs unisexuées.

Une figue est un organe charnu en forme d'urne dont l'ouverture ou ostiole est hermétiquement fermée par des bractées qui ne s'écartent qu'à maturité. Intérieurement, la figue est tapissée de plusieurs centaines parfois de plusieurs milliers de fleur dont une grande majorité de fleurs femelles (**Augisten, 1840**), (**Figure 3**)

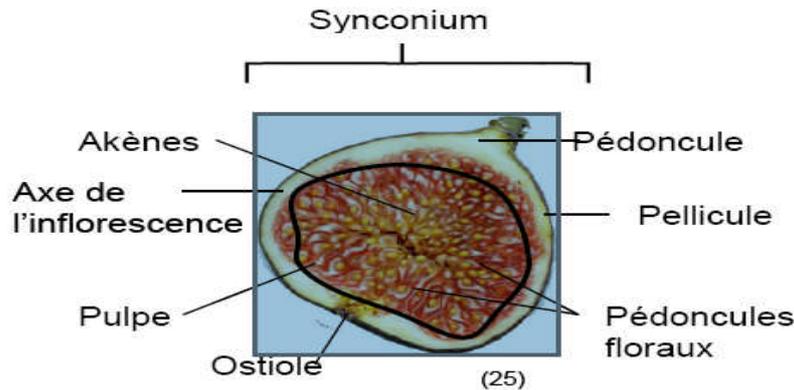


Figure3 : Aspect du fruit du figuier (Haesslein et Oreiller, 2008)

II.5 .Origine et répartition géographique

L'origine du figuier reste un peu confuse. Il serait originaire d'Asie occidentale, d'Afrique du Nord ou des îles canaries. Il est vraisemblablement issu de l'hybridation de plusieurs espèces Sauvage (Vilmorin, 2003). Selon Vidaud (1997), le figuier serait originaire du bassin méditerranéen et du moyen orient, plus exactement d'Afghanistan.

Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Syriens, les Egyptiens et les Grecs dans tout le bassin méditerranéen au point où l'on pense que c'est une plante indigène à ces milieux (Vilmorin, 2003)

Selon Etienne(1799), Son aire de répartition s'étend depuis les îles canaries jusqu'en Inde et au Pakistan, sur les cotés de l'Océan Atlantique comme sur toutes celles de la Méditerranée et dans le Moyen orient.

Ficus carica L.est la seule espèce tempérée qui est vraiment cultivée. Elle est considérée comme l'un des arbres type du bassin méditerranéen,(Rebour, 1986)

II.6. Pollinisation du figuier

La pollinisation des espèces appartenant au genre *Ficus* est une pollinisation entomophile qui se déroule au cours d'une association symbiotique qui est le mutualisme. En effet, le processus se réalise suite à une interaction entre *Ficus* (Moraceae) et un insecte pollinisateur spécifique à chaque espèce de *Ficus* (Jousselin et al., 2003).

Dans le cas de *Ficus carica* l'insecte pollinisateur est *Blastophaga psenes*, du genre *Blastophaga* qui appartient à l'ordre des Hyménoptères et à la famille des Agnoïdæ (**Jousselin, 2008 ; Julien et Julien, 2009**).

Ficus carica est une espèce fonctionnellement dioïque. Le figuier mâle ou caprifiguier assure la production du pollen et la survie du pollinisateur symbiotique.

Le blastophage ne se reproduit exclusivement que dans les figes de caprifiguier. L'insecte dépose ses œufs dans les ovaires des fleurs femelles à style court (**Kjellberg, 2008**).

Le figuier est dominé par un remarquable décalage entre le développement de ces deux types de fleurs : lorsque les fleurs femelles sont réceptives ; les organes des fleurs mâles sont à peine différenciés ; la fécondation des fleurs d'une fige réceptive ne peut donc se faire que par du pollen venant de l'extérieur de cette fige ; ce pollen, ne peut être introduit dans la fige réceptive que par le blastophage qui y pénètre, attiré par une odeur suave émise à ce moment par les fleurs, en se glissant entre les bractées ostiolaires (**Kjellberg, 2008**).

II.7. Composition chimique et nutritionnelles

La fige est un aliment très nourrissant. Elle est riche en vitamines (Vitamine C, B1, B2, B5), sels minéraux (Calcium, potassium, phosphore et magnésium), l'eau, les graisses et elle est l'une des sources végétales les plus élevées en fibres, (**El-Khaloui, 2010**).

Les figes sont riches en sucres principalement en fructose (56%) et en glucose (43%), elles contiennent aussi les acides gras (acide myristique C14 :0, acide palmitique C16 :0, acide stéarique C18 :0, acide oléique C18 :1(9), acide linoléique C18 :2 (9, 12) et acide linoléique C18 :3(9, 12, 15) et de nombreux composés bioactifs tels que l'arabinose, les β amyrynes, β -carotènes, β sitostérols, xanthotoxol et des glucosides, (**Jeong et Lachance, 2001 ; Melgarejo et al., 2003 ; Çalisikan et Polat, 2011 ; Gilani et al., 2008**).

D'après **Martins (2006)**, les propriétés pharmacologiques des feuilles de figuier sont dues à la présence des teneurs élevée en composés phénoliques à savoir les furanocoumarines comme le psoralène, le bergaptène, les flavonoides comme la rutine, les phytostérols (Sitostérol, campestérol, stigmastérol et fucostérol), les anthocyanes, et les tanins.

II.8. Utilisations thérapeutiques

Différentes parties de la plante comme l'écorce, les feuilles, les fruits, les graines, et le latex sont médicalement importantes.

Le fruit, les racines et les feuilles sont utilisés pour soigner divers troubles gastro-intestinaux tels que (les coliques, indigestion, perte d'appétit et la diarrhée), troubles respiratoires (maux de gorge, la toux, l'asthme et les problèmes bronchiques), inflammatoire, troubles cardio-vasculaires, les maladies ulcéreuses, les maladies du foie, le diabète, la gingivite, la grippe et les cancers (**Serraclara et al., 1998 ; Gilani et al., 2008 ; Chawla et al., 2012**).

Les études menées sur les figuiers et les figues ont prouvées leurs effets antioxydant, antiviral, antibactérien, Hypoglycémiant, hypocholestérolémiant, spasmolytique et anticancéreux (**Dominguez et al., 1996 ; Canal et al., 2000 ; Yang et al., 2009**).

Selon **McGovern, (2002)** et **Nathalie(1988)**, le fruit est utilisé dans la médecine locale comme émollient, diurétique et laxatif ainsi que dans la confection de cataplasme destinés à soigner les infections

Le latex, libéré lors de la cueillette des fruits, contient une substance dénommée « ficine » qui possède une activité protéolytique. Elle est utilisée pour ces propriétés anti-inflammatoire, en industries agroalimentaire (attendrissement des viandes) (**Mohand ,2006**) et pour traiter les tumeurs de la peau et les verrues (**Rubnov et al., 2001; Gilani et al., 2008**)

Les feuilles permettent de traiter la conjonctivite et la lèpre tandis que le bois réduit en cendres est un antipoison (**Wang et al., 2004**).En **1988,Serraclara et al**, signalent l'effet Hypoglycémiant d'une décoction de feuilles de figuier chez les patients diabétiques

Les propriétés pharmacologiques dues à la présence à des teneurs élevés en composés phénolique dans les feuilles et les fruits (**Jeddis ,2009**).

III. RESULTATS

III.1. Détermination du taux d'humidité

Les résultats de la teneur en eau des feuilles de *Ficus carica* L. sont illustrés dans la figure 9 :

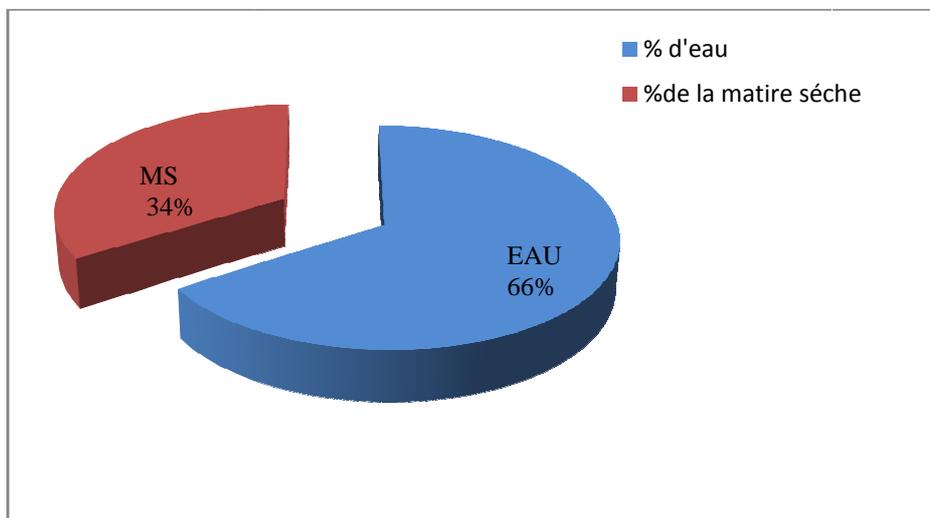


Figure 8 : Teneur en eau des feuilles de *Ficus carica* L.

D'après les résultats; la Teneur en eau des feuilles de *Ficus carica* L. atteint 66%. Ce qui est dans les normes signalées par la **Pharmacopée Européenne (2002)**: l'eau représente 60 à 80% de la matière fraiches des végétaux.

La teneur élevée en eau est en relation étroite avec l'activité métabolique. En effet l'eau représente la phase aqueuse dans laquelle se font les réactions métaboliques, aussi elle fournit l'hydrogène indispensable aux réactions de biosynthèse (**Paris et Moyse, 1981**).

Selon **Hadj Sadok et al. (2008)**, la forte teneur en eau permet à la plante une meilleure tolérance et une grande capacité de survivre à de très longues périodes de sècheresse.

III.2. Recherche des métabolites secondaires

Ces tests on été effectués pour mettre en évidence la présence de certains groupements chimiques qui peuvent être responsables des activités biologiques étudiées.

Les résultats du screening phytochimique sont consignés dans le **tableau V** :

Tableau V: Résultats du screening phytochimique

Composés	Réaction
Tanins	+
Les alcaloïdes	+
Les flavonoïdes	+
Les saponosides	+
Les quinones libres	+
Les sénosides	+
Les coumarines	+
Les glycosides	+

(+) : présence /(-) : absence

Les résultats de l'étude phytochimique montrent que la plante est très riche en flavonoïdes, tannins, saponosides, sénosides, coumarines, alcaloïdes, glycosides et les quinones libres.

Les familles chimiques détectées chez la plante confirment les travaux antérieurs (**Duke .,2002 ; Oliveria et al (2009) ; Rassouli et al.,2010; Baby et Raj., 2011**) qui ont identifié la présence de nombreux composés bioactifs tels que les flavonoïdes , les tannins, les saponosides, les mucilages, les vitamines, le psoralene, le taraxasterol, le beta sitosterol, la rutine, le sapogénine, l'acétate de Calotropenyl, le peolacetate et le sistosterol ,l'acide oleanolic , l'arabinose, - les amyrynes, les carotines, et les glycosides dans les feuilles.

Sirisha et al (2010), Emese et al.(2013) , rapportent que les espèces de *Ficus* contiennent des flavonoides , des alcaloides , des tanins ,des glycosides ,des acides phénoliques ,les stéroïdes ,les saponines, les coumarines ,l'acide protocatéchique et la cathécine .

Selon **Bruneton (1999) et Isrin (2001)**, la présence de ces métabolites secondaires explique les diverses vertus thérapeutiques de la plante de *Ficus carica* L. telle que :

- Les flavonoïdes possèdent une activité anti-inflammatoire, antioxydante et ils sont connus aussi par leur activité antimicrobienne.
- Les tanins exercent une activité antiseptique et possèdent une forte activité antioxydante.
- Les alcaloïdes possèdent des propriétés biologiques très importantes telles que l'activité analgésique et antidiarrhéiques.

III.3. Résultats de la caractérisation par HPLC

Les résultats de l'analyse par HPLC de l'extrait de feuilles de *Ficus carica* L. sont présentés dans le **tableau VI** et la **figure 10**.

Cinq composés phénoliques purs (catéchine, acide protocatéchique, rutine, quercétine, alpha -tocophérol) ont été utilisés dans l'analyse HPLC comme témoins. Leurs temps de rétentions (Tr) sont présentés dans le **tableau VIII -annexe 2**.

Tableau VI : Temps de rétention des différents composés phénoliques de l'extrait aqueux de feuilles de *Ficus carica* L.

Les composés phénoliques	Tr
Rutine	3.4
Quercetine,	4.6
non identifie	5.66
α-tocophérol	10.01
acide protocatechique	14.89
Cathéchine	23.88

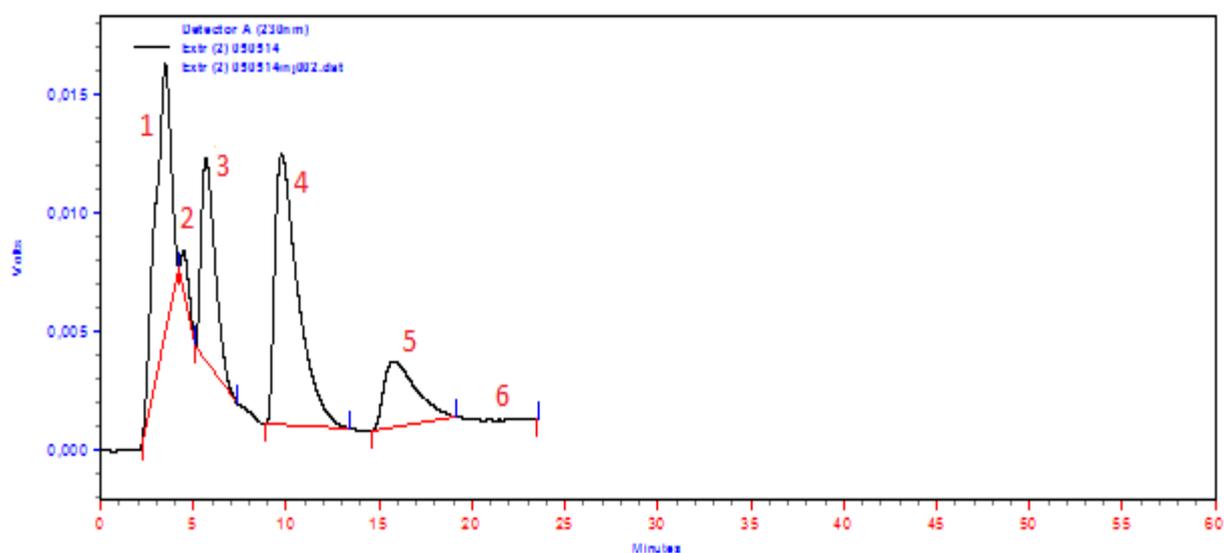


Figure 9: Profil chromatographique de l'extrait aqueux de *Ficus carica* L. à 257nm.

[1] Rutine, [2] quercetine, [3] non identifie, [4] α -tocophérol,
[5] acide protocatechique, [6] catéchine.

L'analyse de l'extrait par HPLC a permis d'identifier la Rutine, quercetine, α -tocophérol, acide protocatechique et la catéchine.

De nombreuses études se sont intéressées à l'identification des composés polyphénoliques des feuilles de *Ficus carica* L. (Sibel et al., 2005 ; Vaya et al., 2006 ; Andréa et al., 2012 ; Nakilcioglu et Yasar, 2013)

Seulement ces études ne sont pas tout-à-fait en accord avec nos résultats car *Ficus carica* est une plante médicinale qui présente un polymorphisme chimique remarquable et que dans la même espèce, le contenu biochimique de ces extraits diffère de manière significative selon le lieu et les conditions de croissance de la plante. La présence et la concentration de certains constituants chimiques fluctuent également selon la saison et la maturation de la plante (Amiot, 2005).

III.4. Evaluation du pouvoir anti radicalaire par la méthode du DPPH

Le pouvoir antioxydant de notre extrait a été mesuré par la méthode du piégeage du radical libre DPPH. Il possède une coloration violette foncée qui va se transformer en jaune pâle, ce qui diminue son absorbance à **517nm**, lorsqu'il est réduit par les composés antioxydants en lui donnant un proton ou un électron (Cuendet et al., 1997)

L'effet antioxydant de notre extrait est exprimé en IC₅₀, ce paramètre est défini comme étant la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH (changement de couleur) (Molyneux, 2004). Ces IC₅₀ sont déterminés graphiquement (Figure 11) des deux tests séparés, dont l'abscisse représente la concentration de l'extrait brut et l'ordonnée l'activité antioxydante en pourcentage. La valeur de chaque IC₅₀ exprime la concentration de l'extrait exigée pour réduire 50% de DPPH en solution. (Yakhlef, 2009).

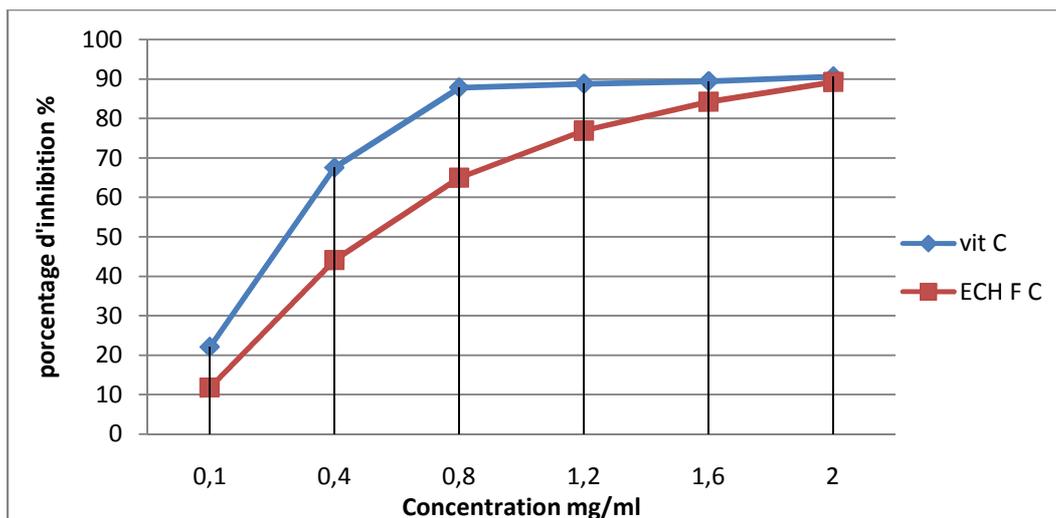


Figure 10: Représentation graphique du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait aqueux des feuilles de *Ficus carica* L. et la vitamine C.

Nos résultats exprimés en tant que pourcentage de l'activité anti-radicalaire (**Figure11**), révèlent que l'extraits de la plante étudiée ainsi que la vitamine C, prise comme référence sont des anti-radicalaires.

On remarque que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour le standard ou l'extrait brut aqueux de *Ficus carica* L.

Pour une concentration de 2mg/ml, l'activité anti-radicalaire de l'extrait aqueux de *F. carica* est importante avec un pourcentage d'inhibition de 89,27%, proche de celle de la Vit C (90,65%). Nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative ($P < 0,05$) entre l'activité de l'extrait et celle de la Vit C.

Les résultats de l'activité anti-radicalaire sont en accord avec ceux obtenus par **Andreia et al. (2009)**. Ces derniers ont constaté que les extraits aqueux des *Ficus carica* L., possèdent un effet antioxydant très important et que cette activité pourrait être liée à leur richesse en polyphénols (les flavonoïdes et les tanins).

Selon **Halliwell (1999)** ; **Salvia et al. (2004)** ; **Turkmen et al.(2007)** , les polyphénols semblent être des donateurs efficaces d'hydrogène au radical DPPH, en raison de leur chimie structurale idéale. Alors que les tanins sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation (**Diallo, 2005**).

Les autres composés phénoliques mineurs ne devraient pas être négligés, par ce que la synergie entre les différents produits chimiques l'un avec l'autre devrait être pris en considération dans l'activité biologique (**Athamena, 2008**)

D'un autre côté, la fraction phénolique n'incorpore pas tous les antioxydants et les interactions synergiques entre les antioxydants dans un mélange, font que l'activité antioxydante dépend non seulement de la concentration, mais également de la structure et la nature des antioxydants (**Falleh et al., 2008**)

Sible et al. (2005) ; Jeong et al. (2009) ; Ahmed et al. (2013), rapportent que *Ficus carica* L., contient de nombreux composés phénoliques à savoir les furanocoumarins comme le psoralène et le bergaptène, les flavonoïdes comme la rutine, la quercétine et la lutéoline, l'acide phénolique comme l'acide ferrulique, ainsi qu'eu des phytostérols comme le taraxastérol qui jouent de nombreux rôles physiologiques chez les plantes. Certains d'entre eux sont également favorables à la santé de l'homme, car ils sont capables d'agir comme des antioxydants de différentes manières: des donneurs d'hydrogène, des piègeurs de radicaux libres, des désactivateurs d'oxygène, et des réducteurs.

En effet, plusieurs auteurs ont rapporté qu'il existe une relation étroite entre les composés phénoliques et les activités antioxydantes (**Halliwell et al., 2000 ; Silva et al., 2004 et andreia et al.,2009**).

Saija et al. (1995) ; Tiqwari et al.(2001), mentionnent que les flavonoïdes sont de puissants antioxydants vis-à-vis des radicaux libres dus à leurs propriétés de donation d'atomes d'hydrogène disponibles dans les substituants hydroxyles de leurs groupes phénoliques. Leur capacité de donation d'hydrogène augmente avec l'augmentation de l'hydroxylation de leurs cycles phénoliques. Cette caractéristique structurale peut être observée dans les flavonoles comme le kaempférol, quercétine et myricétine.

III.5. Evaluation de l'activité cicatrisante

Les résultats de l'évaluation de l'activité cicatrisante sont consignés dans la **figure 12** :

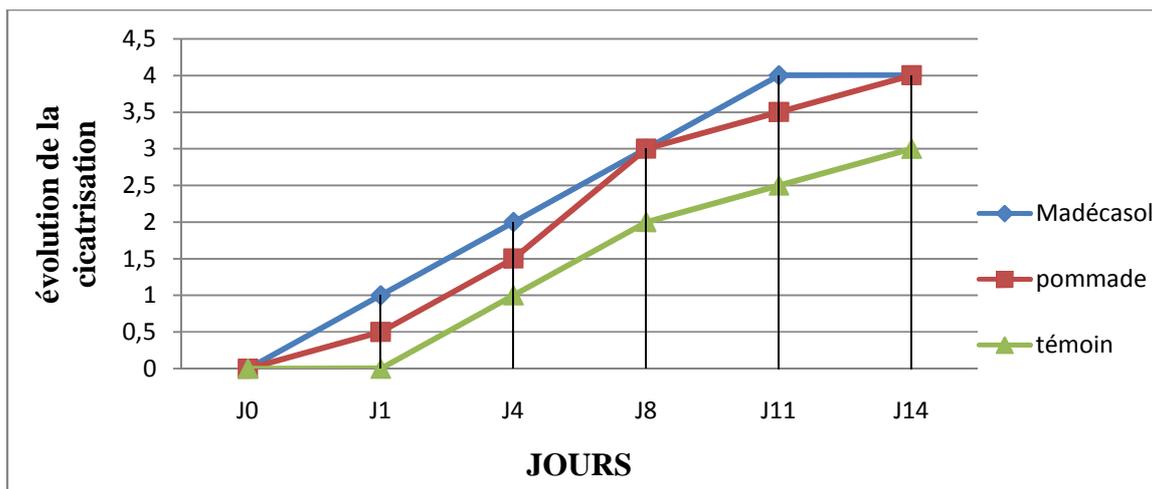


Figure 11 : Evolution de la cicatrisation chez les lapins traité par les deux pommades et le témoin

La courbe qui récapitule les résultats de l'activité cicatrisante (**Figure 12**), montre que la vitesse de cicatrisation pour le lot traité par le Madécassol® est rapide dans le temps. Une cicatrisation totale a été enregistrée au 14^{ème} jour après un traitement journalier par ce produit.

Le lot témoin a révélé une cicatrisation moins rapide sans cicatrisation totale après 14 jours.

En outre, les résultats de la **figure (12)** montrent que la pommade à base de poudre de feuilles de *Ficus carica* engendre une cicatrisation rapide, notamment entre le 8^{ème} jour et 11^{ème} jour du traitement. Une cicatrisation totale a été constatée après 14 jours. (**Annexe 2**)

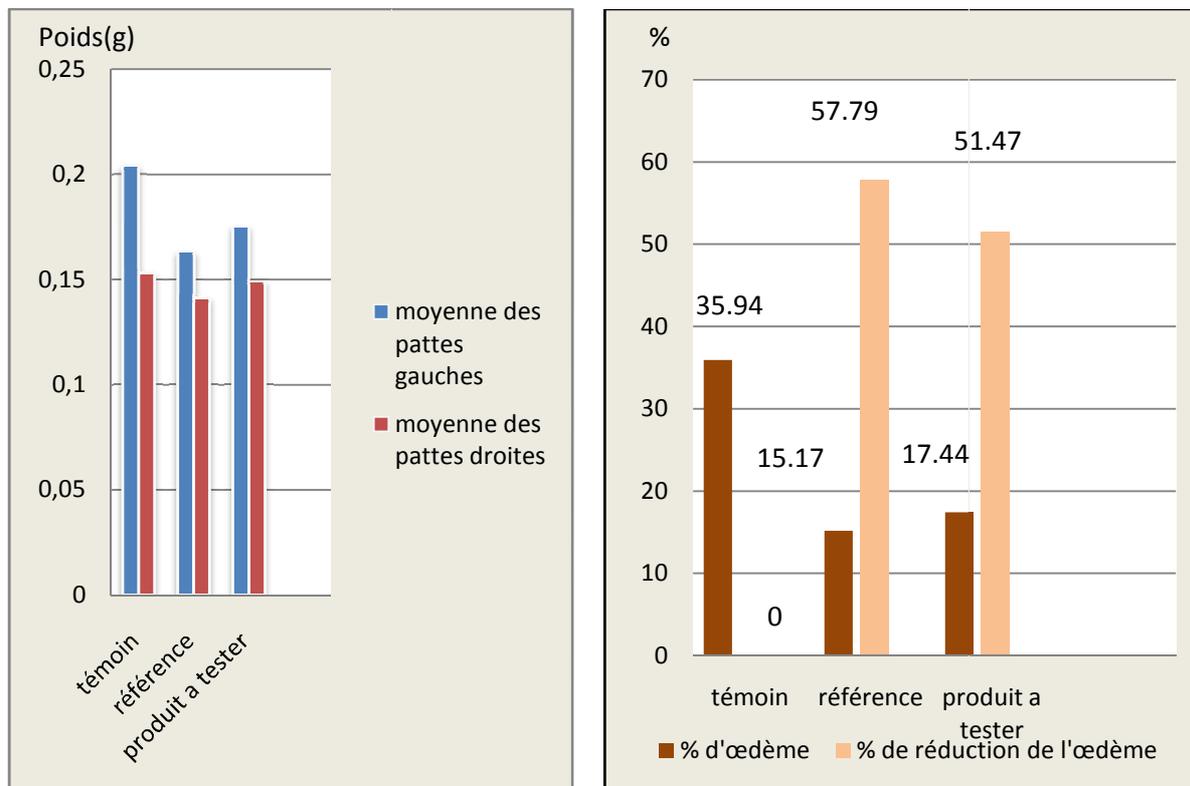
Ces observations nous permettent de souligner que la plante étudiée possède une activité cicatrisante, ou accélère le pourcentage de cicatrisation.

Depascual et al. (1983) rapportent que l'effet cicatrisant des plantes peut être dû aux composés qu'elles renferment tel que : Les phytostérols (Sitostérol, campestérol, stigmastérol et fucostérol), les saponosides, les polyphenols de la classe des flavonoides et les éléments nutritifs (minéraux, autant d'acides aminés, des vitamines). En effet, ces composés activent le processus de cicatrisation (combattent les infections et renforcent la cicatrisation) (**Bellakhdar, 1997**). Tandis que les tanins activent la multiplication et la régénération cellulaires ce qui contribue à augmenter la vitesse de cicatrisation (**Iserin, 2001**).

En outre, les éléments nutritifs aident, en effet à la régénération cellulaire et donc la cicatrisation. Ils favorisent d'une part, l'hydratation et d'autre part, ils luttent contre les inflammations (**Gerotti, 2006**).

III.6. Activité anti-inflammatoire

Les résultats de l'activité anti-inflammatoire sont illustrés par la **figure 13**



(A): La moyenne des poids des pattes gauche et droite pour le lot Témoin, Essai1, Essai2.

(B) : Le pourcentage d'œdème et de réduction d'œdème pour lot Témoin, Essai1, Essai2.

Figure12 : Variation des moyennes du poids des pattes, pourcentage de l'œdème et de réduction d'œdème chez le lot Témoin, Essai1, et Essai 2

Au cours de ce test, nous avons évalué la diminution d'œdèmes chez le lot T, E1, et E2, préalablement provoqué par l'injection de la carraghénine.

Après 30min de l'injection des trois traitements (eau distillée, référence (Clofénal®) et produit à tester), nous avons injecté la carraghénine.

Dans les quatre heures qui ont suivi le traitement, nous avons remarqué que l'extrait aqueux des feuilles de *Ficus carica* L., à 0,5ml a induit un taux de réduction d'œdèmes avec 51.47%. Ce taux est proche de celui obtenu suite au traitement à base de produit de référence Clofénal®. En effet, ce dernier a provoqué une réduction d'œdèmes de 57.79% (**Figure13**).

Les résultats de l'activité anti-inflammatoire sont en accord avec ceux de **Sanjiv et al. (2012) ; Douaouri (2012) ; Faleh et al. (2012)**. Ils ont constaté que l'extrait de *Ficus carica*

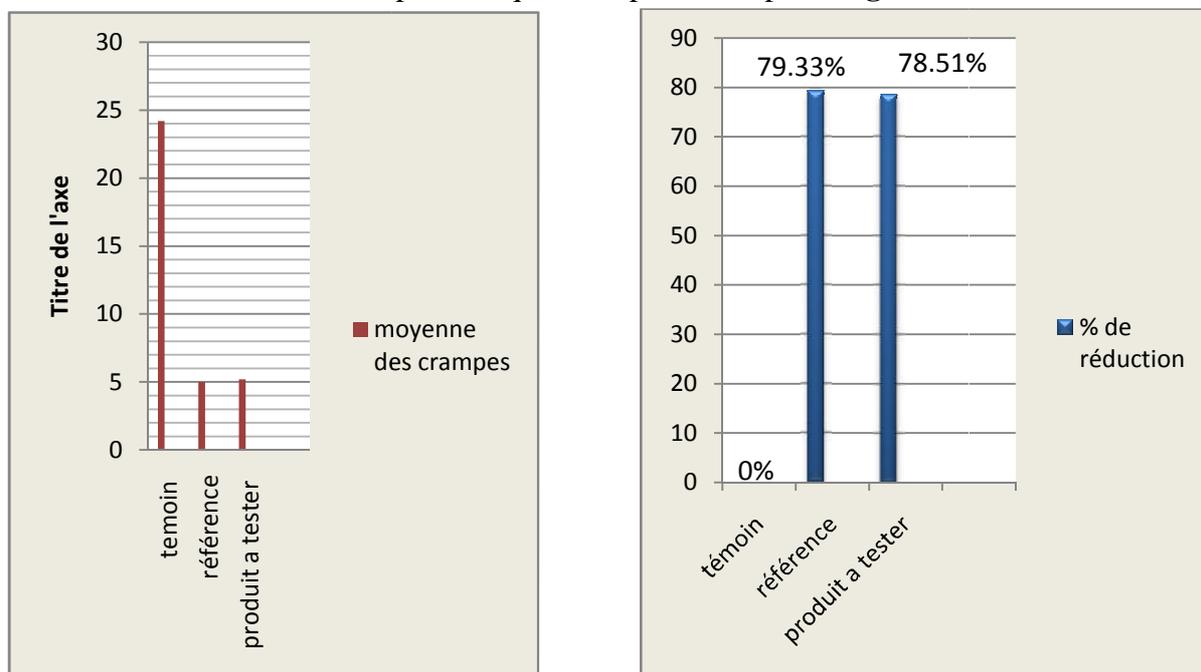
L., possède un effet anti-inflammatoire important à la dose de 300mg/kg et qui réduit significativement l'œdème des pattes de souris, induit par la carraghénine. Toutefois, cet effet est dû à leur richesse aux différents constituants chimiques tels que : les tanins, les saponosides, et les flavonoïdes, qui sont des composants anti-inflammatoires.

De nombreuses études semblent indiquer que les flavonoïdes qu'on divise en plusieurs catégories : Les flavones, les flavonols, les dihydroflavonols, les isoflavonoides, et les biflavonoides possèdent des propriétés anti-inflammatoires et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire par inhibition de l'activité des enzymes qui peuvent être responsables des inflammations, ils peuvent aussi moduler l'adhésion des monocytes durant l'inflammation athérosclérotique en inhibant l'expression des médiateurs inflammatoires (Kim et al., 2004 ; Gonzàlez-Gallego et al., 2007 ; Tapas et al.,2008)

Les résultats obtenus sont également confirmés par l'étude statistique (Test Analyse des variances à sens unique (ANOVA) suivi par un test de comparaison par paires de Fisher LSD au risque de 5%.) (Annexe 2)

III.7. Activité antispasmodique

Les résultats de l'activité antispasmodique sont présentés par la figure14



(A): La moyenne des crampes chez les souris Témoin, Essai1, Essai2

(B) : Le pourcentage de protection des souris de lot Témoin, Essai1, et Essai2.

Figure13 : La variation des moyennes de crampes (A) et du pourcentage de protection (B) chez les souris de lot témoin, Essai1, et Essai 2.

Chaque lot de souris a été préalablement traité par voie orale avec de l'eau distillée, l'extrait aqueux des feuilles de *Ficus carica* L. et du produit de référence (spasmodyl®). Après une ½ heure, les souris des trois lots reçoivent une injection intra- péritonéale de l'acide acétique à 1%.

D'après les résultats obtenus nous remarquons que l'extrait aqueux de *Ficus carica* L. possède un excellent pouvoir de protection (78.51%) contre les douleurs provoquées chimiquement, proche du produit de référence (spasmodyl®) (79.33%) (**Figure 14**).

Les résultats de l'activité antispasmodique sont en accord avec ceux obtenus par (**Anwarul et al., 2008**). Ces derniers ont constaté que l'extrait aqueux de *Ficus carica* L., possède un effet antispasmodique important. Cette activité pourrait être liée à leurs richesses en flavonoïdes, saponosides et alcaloïdes.

D'après **Paris et Moyse, (1976) ; Bruneton, (1999) et Gonzalez-Trujano et al., (2007) ;** la présence de flavonoïdes pourrait justifier l'usage antispasmodique, hypocholestérolémiant, et diurétiques des plantes.

Nous supposons que ces constituants présents dans l'extrait des feuilles de figuier et connus pour leur pouvoir anti-inflammatoire soient responsables de l'activité analgésique. Nos résultats obtenus sont également confirmés par les calculs statistiques (**Annexe 2**).

III.8. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des extraits aqueux des feuilles de *Ficus carica* a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé, et la sensibilité des bactéries se mesure par rapport au diamètre d'inhibition observé. Les résultats obtenus sont regroupés dans le **tableau VII**:

Tableau VII: Diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne de l'extrait de feuilles de *Ficus carica* L.

Souches testées	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	26 mm
<i>Bacillus subtilus</i>	21mm
<i>Sarcina lutéa</i>	35.4mm
<i>Escherichia coli</i>	-
<i>Peudomonas aeruginosa</i>	-
<i>Candida albicans</i>	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-

(-) : pas d'inhibition

D'après les résultats mentionnés dans le **tableau VII**, nous remarquons que l'extrait aqueux des feuilles de *Ficus carica* L., est fortement inhibiteur pour *Sarcina lutéai* (ZI=35,4mm), cependant, il est modérément inhibiteur pour *Staphylococcus aureus* (ZI=26mm), *Bacillus subtilus*(ZI=21mm) (**Figure 15-A.B.C**).

Par contre, il est non inhibiteur pour les souches *Escherichia coli* et *Peudomonas aeruginosa*, (**Figure 15-a.b**). Alors que l'activité antifongique de l'extrait aqueux n'a eu aucun effet inhibiteur sur *Candida albicans* et *Saccharomyces cerevisiae* (**Figure 15-c.d**).

De même les travaux de **Douaouri (2012)**, ont révélé que l'extrait brut aqueux possède un pouvoir antibactérien sur les *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* et que la plus forte activité a été obtenue avec une zone d'inhibition de 18 mm. Or, l'extrait aqueux n'a exercé aucune activité antifongique sur la souche *Candida albicans*.

Ces résultats montrent que les souches à gram positif sont plus sensibles que les autres souches bactériennes testées à gram négatif.

Plusieurs travaux ont mis en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram(+) par rapport aux Gram(-) (**Falleh et al., 2008 ; Hayouni et al., 2007 ; Georgantelis et al., 2007 ;Koné et al.,2004**). Ceci peut s'attribuer à la différence dans les couches externes des bactéries Gram(-) et Gram (+).

Chao et al. (2000) indique que les bactéries à Gram (-), indépendamment de la membrane des cellules, possèdent une couche additionnelle ; la membrane externe, qui se compose des

phospholipides, des protéines et des lipopolysaccharides. Cette membrane est imperméable à la plupart des molécules.

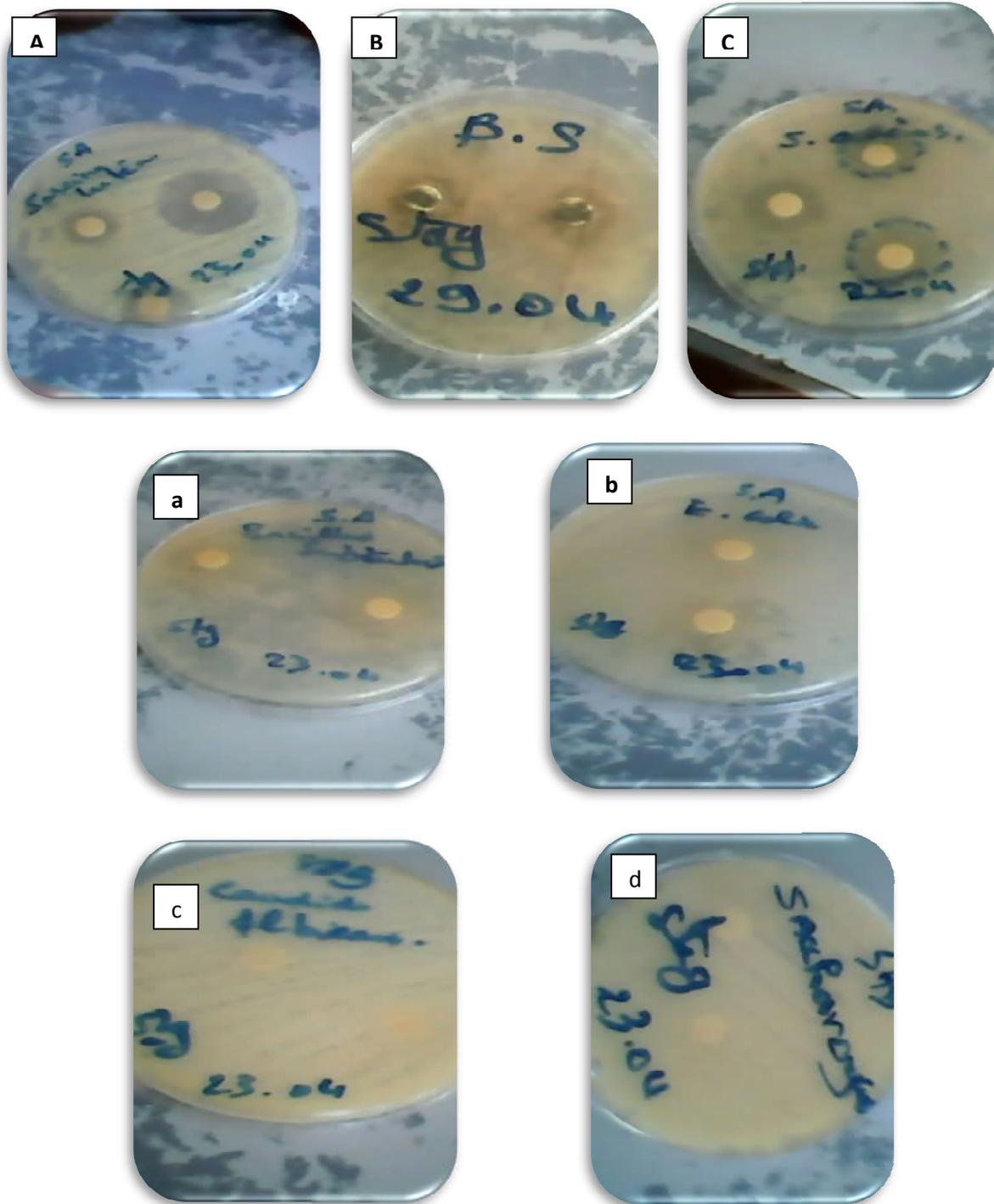
Il existe plusieurs travaux sur l'effet antimicrobien de *Ficus carica*. En 2005, **Zhao et al.** ont indiqué que l'extrait des feuilles de *Ficus carica* a une excellente activité antibactérienne, avec respectivement des concentrations minimales inhibitrices (CMI) de 0,025 g /ml pour *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus tetragenus* et *Proteus vulgaris* et de 0,050 g / ml pour *Escherichia coli*, *Erwinia uredovora*, *Botrytis cinerea* et *Pestalotiopsis mangiferae*.

Cependant, les travaux d'**Oliveira et al. (2009)** ont montré que l'extrait aqueux lyophilisé de *F. carica* testé sur *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas fluorescens*, ne présente aucune activité.

Selon **Falleh et al., (2008)** ; **Shan et al., (2007)** ; **Askun et al., (2009)** Plusieurs classes de polyphénols telles que les acides phénoliques, les flavonoïdes comme la myricétine, la quercétine, et lutéoline et les tanins servent de mécanisme de défense des plantes contre les micro-organismes, les insectes, et les herbivores pathogènes.

Les résultats de **Baby et Radj (2011)**, ont démontré que l'extrait méthanolique de *Ficus carica* L. a donné une inhibition totale contre *candida albicans* (100%). Ce qui indique que l'activité antifongique dépend aussi de plusieurs facteurs tels que le type du solvant utilisé pour l'extraction.

Enfin, l'activité antimicrobienne ne dépend pas seulement de la présence des composés phénoliques, mais également de la présence de divers métabolites secondaires, de l'emplacement et le nombre des groupes d'hydroxyles (**Kil et al., 2009**).



A, B et C : présence d'une zone d'inhibition
a,b,c,d : absence d'inhibition de la croissance microbienne

Figure 14 : Test d'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait brut aqueux des feuilles de *Ficus carica* L.

REFERNCES BIBIOGRAPHIQUES

- **Aboughe-Angone S. (2010).** Extraction des polysaccharides hémicellulosiques de la paroi des feuilles de *Laportea aestuans* (Fleurya aestuans) et activités immunostimulantes. *Science Sud. N°3 ; 1-5.*
- **Ahmad, J., Iffat ,k ., Salman, K., and Danish , I . (2013).** Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activity of Ficus Carica Leaves: an In Vitro Approach p 4.
- **Aït Youssef M, (2006) :** Plantes médicinales de Kabylie. Edit : Ibis presse. Paris, 349p, pp : 141-145.
- **Alarcon-Aguilar F.J., Valdes-Arzate A., Xolalpa-Molina S., Banderas-Dorantes T., Jimenez-Estrada M., Hernandez-Galicia E. et Roman-Ramos R. (2003).** Hypoglycemic Activity of Two Polysaccharides Isolated from *Opuntia ficus-indica* and *O. streptacantha*. *Proc. West. Pharmacol. Soc. 46: 139-142.*
- **Ali-Delille L. (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. *Ed Berti*, pp 114-115.
- **Amarowicz, R., Troszynska, A., Shahidi, F. (2005).** Antioxidant activity of almond seed extract and its fractions. *J food lipids*. Volume 12
- **Amiot J. (2005).** *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaire. *Thèse de doctorat-Ecole nationale supérieure d'Agronomie de montpellier*.p188
- **Amirouche N.,Bouguedoura N.,Hajd-arab H ,(2010).**Boutanique : les embryophytes.p103.
- **Andreia P .,Oliveria P v., José AP et Branca M S., (2009).***Ficus carica* L. :Metabolic and biological screening.food and chemical toxicology.47:2841-2846.
- **Andreia P. O., Paula, B.,, Fátima ,M.,, José, A., Pereira, M., Silva ., Patrícia ,V.(2012).** Characterization of *Ficus carica* L. cultivars by DNA and secondary metabolite analysis: Is genetic diversity reflected in the chemical composition? PP 710–719
- **Anton R. et Wichtl M. (2003).** Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Cachan : 2^{ème} éd: *TEC & DOC*, 503 p.
- **Anwarul ,H. G., Malik ,H. M ., Khalid, H .J.,Arif ,u .K., Sheikh ,A. S.(2008).** Ethnopharmacological studies on antispasmodic and antiplatelet activities of *Ficus carica* L. PP 1-5
- **Askun, T., Tumen, G., Satil, F., Ates, M. (2009).** *In vitro* activity of methanol extracts of plants used as spices against *Mycobacterium tuberculosis* and other bacteria. *Food Chem. 116:* 289-294.

- **Athamena S. (2008).** Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et 'évaluation de l'activité biologique .Mémoire de MAGISTER. UNIVERSITE EL-HADJ LAKHDAR-BATNA.88P
- **Augustin P. (1840).** Description d'une nouvelle espèce de figuier (*Ficus Saussureana*). 9p.
- **Baby J. S., Rajd J. (2011).** Pharmacognostic et phytochimique propriétés de *Ficus carica* Linn - une vue d'ensemble. *Unité interdisciplinaire de recherches, biotechnologie de Departmentof, catholique de Malankara Université, giri de Maria.India* .Vol. 3, No.1, pp 08-12.
- **Bahorum T. (1997).** Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne .une source d'approvisionnement potentielle Food and Agricultural Research council Mauritiass pp 83-94.
- **Bellakhdar D. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle, Edition Ibis Press, Paris, Edition Fenec , Casablanca, pp764 .
- **Beregy's M. (2001).**Manual of systématique bacteriology. Ed.Garrity. George. volume 1.722p.
- **Bertaudeau J. (1967).** Atlas d'arboriculture fruitière. Ed. Elsevier/Masson.59p.
- **Boufennara S. (2012).** Effet des tanins sur la fermentexibilité in vitro et la digestibilité in sacco de végétaux et de sous produits de l'agronomie des zones arides. Essai de modélisation des fermentations du microbiot ruminal. Thèse de Doctorat en sciences, *Université de Mentouri, Canstantine*, 155p.
- **Bougandoura N. (2011).** Pouvoir antioxydant et antimicrobienne des extraits des espèces végétales *Saturejacalamintha sspnepta* (Nabta) et *Ajugaiva L.* de l'Ouest d'Algérie. Thèse de Magister en Biologie, *Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen*. 34p.
- **Boullard B. (2001).** Plantes médicinales du monde ; croyances et réalités. Ed. Estem, pp231-660.
- **Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie phytochimie, plante médicinales. 2^{ème} Ed.Tec & Doc,Paris.
- **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} Edition. Tec & Doc (Ed). Paris, 575p.
- **Çalisikan O., Polat A.A. (2011).** Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae* ;128 :473-478.

- **Canal J.R., Torres M.D., Romero A., Pérez C. (2000).** A chloroform extract obtained from decoction of *Ficus carica* leaves improves the cholesterolaemic status of rats with streptozotocin-induced diabetes. *Acta Physiologica Hungarica*; 87: 71-76.
- **Cetkovic G., Canadanovic-Brunet J., Djilas S., Savatovic S., Mandic A., Tumbas V. (2008).** Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, **109**:340-347.
- **Chao S.C., Young D.G. et Oberg G.J. (2000).** Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and virus. *J Essent Oil Res.* **12**:639-649.
- **Chawla A., Kaur R., Sharma A.K. (2012).** *Ficus carica* Linn: A Review on its Pharmacognostic, Phytochemical and Pharmacological Aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research* ; 1(4): 215-232.
- **Chawache M S. (2008).** **Glossaire de biologie .Ed.4957.p127.**
- **Chevallier A. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales, identification, répartition et soin, Ed-mise à jour VUEF, P335.
- **Chung K.t et Wei C.I. (2001).** Are tannins a double edged sword in biology and health? *Trends in Food Science et Technology*, **9**:168-175.
- **Coiteux L.P. (2014)** .*Ficus beyamina*, Societe de Bonsar et de Penjing de Montral .4p
- **Colot M. (1972).** Notions techniques de pharmacologie générale. Ed. Masson.
- **Cowan M.M. (1999).** Plants products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews.* **12 (4): 564-582.**
- **Cuandet, M., Hostettmann, K., Potterat, O. (1997).** Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta* **80**, 1144-1152.
- **Deina M., Rosa A., Casu V., Cottiglia F., Bonsignore L. (2003).** Natural product: their chemistry and biological significance. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, **80**:65-70.
- **Depascual T.; Julio G.U.; Alvaro F. (1983).** Monoterpene derivatives from the essential oil of *Aristolochia longa*, *Phytochemistry*, Volume 22, n°12, Spain, pp 2753-2754.
- **Diallo A. (2005).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* Willd. (*MYRTACEAE*). Thèse de Doctorat. Mali.
- **Dibi A. (2005).** Phytochimie des substances naturelles, plantes utilisées en médecine traditionnelles. E 0501/06/04, BILAN ANNUEL.
- **Dominguez E., Canal J.R., Torres M.D., Campillo J.E., Pérez C. (1996).** Hypolipidaemic activity of *Ficus carica* leaf extract in streptozotocin-diabetic rats, *Phytother. Res.* ; 10 : 526–528.

- **Douaouri N. H. (2012).** Etude de quelques activités biologiques d'une plante à caractère thérapeutique le figuier (*Ficus carica* L).mémoire du master .52p.
- **Duk J.A ., Bogenschutz –Gowdin M J .,Du Celliar j. et Duk PK. (2002).**Hand book of medicinal herbs ed. CRC Press, Boca Raton ,USA, pp 314-315.
- **El bouzidi S. (2002).**Le figuier histoire,rituel et symbiolisme en Afrique du Nord.pp22-28.
- **El-Khaloui M. (2010).** Valorisation de la figue au Maroc. Transfert de technologie en agriculture (Maroc) ; 186 : 1-4.
- **Emese F., Klára S., Éva L., Anna B ., Andrea B. (2013).** Analyse of *Ficus carica* L – Volatile components and minéral content .PP 126-129
- **Etienne P.,Venant R. (1799).** Tableau du régne végétale selon la méthode de Jussieu .48p
- **Falleh E; Andreia P. Oliveira ., Patrícia V., Ali F., Branca M. S., Paula B. Andrade .(2012).** Influence of Tunisian *Ficus carica* fruit variability in phenolic profiles and *in vitro* radical scavenging potential . farmacogn. vol.22 .6P
- **Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdely,C. (2008)** .Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities .*C. R. Biologies.* **331**: 372-379.
- **Farnsworth N.R., Akerele O., Bingel A.S., Soejarto D.D. et Guo Z. (1986).** Places 2des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé; vol 64 (2), pp 159-164.*
- **Fintelmann V et Weiss R.F. (2003).** Manuel pratique de phytothérapie. Edit : Vigot, Maloine, 438p, pp : 2.
- **Fleurentin J.; Pelt J.-M. (1990).** Les plantes médicinales. La Recherche 21, 811-818
- **Ford R.A., Hawkins D.R., Mayo B.C., Api A.M. (2001).**The *in vitro* dermal absorption and metabolism of coumarin by rats and by human volunteers under simulated conditions of use in fragrances. *Food and Chemical Toxicology*, **39**: 153-162.
- **François R., Jean A. (1783).** Cours complet d'agriculture. Section première.45p
- **Francois C., 2012.** Les plantes et leurs noms : Histoires insolites. p225.
- **Frutos P., Hervas G., Ramos G., Giraldez F.J. et Mantecon A.R. (2002).** Condensed tannin content of serval shrub species from mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Anim. Feed. Sci. Technol.*95, 215-226.

- **Gausсен H., Leroy J.F., Ozenda P. (1982).** Précis de botanique, tome II. Végétaux supérieures Masson., 558-560pp.
- **Georgantelis D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G., 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.
- **Gerotti C. (2006)** . Etude de la lipolyse et de la synthèse de composés du derme sous l'effet de la cicatrisation, flavone extraite de *Microteadabilis*. Thèse de doctorat de l'institut national des sciences appliquées, Lyon.
- **Gilani A.H., Mehmood M.H., Janbaz K.H., Khan A.U., Saeed S.A. (2008).** Ethnopharmacological studies on antispasmodic and antiplatelet activities of *Ficus carica*. *J. Ethnopharmacol.*;119:1-5.
- **Gomez-Caravaca A.M., Gomez-Romero M., Arraez-Roman D., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A. (2006)** Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **41**: 1220-1234.
- **González-Gallego J., Sánchez-Campos S. et Tuñón M. J. (2007).** Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutriciun hospitalaria*, **22** (3) : 287-293.
- **Gonzalez-Trujano, M.E., Pena, E.I., Martinez, A.L., Moreno, J., Guevara-Fefer, P., Deciga-Campos, M., Lopez-Munoz, F.J. (2007)** Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *J Ethnopharmacol*. **111**: 476-482.
- **Grünwald J et Janick C. (2004).** Guide de la phytothérapie. Edit : Marabout, pp : 24.
- **Guignard J-L. (1996).** Biochimie Végétal. *Ed Masson*. Paris.
- **Guignard J.L. (1998).** Abrégé de botanique. Masson (Ed). Paris, 212p.
- **Guignard J-L. (2000).** Botanique systématique moléculaire. *Ed .Masson*, Paris.
- **Guttonneau G. (1992)** : connaitre et reconnaître la flore et la végétation méditerranéenne .pp63-70.
- **Hadj Sadok T., Aid F., Bellal M. et Abdul Hussain M.S. (2008).** Composition chimique des jeunes cladodes d'*Opuntia ficus indica*. et possibilité de valorisation alimentaire. *Agricultura-□tiintă □i practică nr.1-2 (65-66)* ; 39-48.
- **Haesslein D., Oreiller S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée ! Heds (Haue école de santé) Genève, filière nutrition et diététique : 1-4.

- **Halliwell B. (1999).** Antioxydant defense mechanism: from the beginning to the end. *Free Radical Res.*, 31:261-272.
- **Halliwell B., Clement M Vet Long H. (2000).** Hydrogen peroxide in the human body. *FEBS Lett.*486, pp10-13.
- **Hamza N. (2011).** Effet préventif de trios plantes médicinales utilisées dans la Wilaya de Constantine pour le traitement du diabète de type 2 expérimental induit par le régime « high fat »chez la souris C57BL/6J.Thèse.Science alimentaire. Constantine, p16.
- **Hayouni E.A, Abedrabba, M ., Bouix, M., Hamdi, M. (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 Chem.* (in press).
- **Hofmann L. (2003).** Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes. Thèse de doctorat. Strasbourg, 245p.
- **Honda G., Miki W. and Saito M. (1990).** Herb drugs and herbalists in Syria and North Yemen. *Studia Culturae Islamicae.*N°39.Tokyo, p156.
- **Iserin P. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales. Edition. Larousse, Hong Kong, Paris, p323.
- **Jean-Marie D. (2003).** L'attrait pour les médecines complémentaires et alternatives en cancérologie : une réalité que les médecins ne peuvent ni ignorer, ni réfuter.*Bulletin du Cancer*, Volume 30, Numéro 7, 623-8.
- **Jeddi L. (2009).** Valorisation des figues de Taounate- Potentiel, mode et stratégies proposées. Mémoire d'ingénieur d'état professionnelle. Option : Industries Agricoles et Alimentaires. Direction provinciale d'agriculture de Taounate (Maroc) : 1-29.
- **Jeong W.S., Lachance P.A. (2001).** Phytosterols and fatty acids in fig (*Ficus carica*, var Mission) fruit and tree components. *Journal of Food Science*; 66 (2), 278-281.
- **Jeong M-R., Hye-., K and Jeong ,D. C.(2009)** Antimicrobial Activity of Methanol Extract from *Ficus carica* Leaves Against Oral Bacteria.*Journal of Bacteriology and Virology*. Vol. 39, No. 2 p.97 – 102.
- **Jousseline E., Rasplus J.Y. et Kjellberg F.(2003).** Convergence and coevolution in a mutualism:evidence from a molecular phylogeny of evolution.pp1255-1269.
- **Jousseline E. (2008).** Les figues et leur communauté de chalcidiens : histoire évolutive, coévolution, écologie des communautés.

- **Julien J et Julien E. (2009).** Guide écologique des arbres ; Ornement, fruitier, forestier. Ed. Eyrolles, Sang de la terre, 558p.
- **Kerjda O.(2013).**Le Figuier d'Algérie .Ed KERDJA. p72.
- **Kil, H.Y., Seong, E.S., Ghimire, B.K., Chung, I.M., Kwon, S.S., Goh, E.J., Heo, K., Kim,M.J., Lim, J.D., Lee, D., Yu, C.Y. (2009).** Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. *Food Chem.* **115**:1234-1239.
- **Kim S., Forest S., and Lloyd L. (2003).** *Ficus carica* L. United States Geological Survey--Biological Resources Division Haleakala Field Station, Maui, Hawai'i PP 6
- **Kim H. P., Son K. H., Chang H. W. et Kang S. S. (2004).** Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *Journal of Pharmacological Sciences.*, **96** (3) : 229-245.
- **King A et Young G. (1999).** Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals *Journal of the American dietetic association*, **99**:213-218.
- **Kjellberg F.,Doumesche B.,Bronstein J.I. (1988).**Longevite of fig wasp(*Blastophaga psenes*). Proceeding of the Koninklijk Nederlandse Academie Van Wetenshppen.Serie C .122-171p.
- **Lacoste S. (2011).** Les plantes qui guérissent : les secrets de la phytothérapie. *Ed Talantiki*, 414p.
- **Lespinasse J.M., Leterme E. (2005).** De la taille a la conduite des arbres fruitiers .ED. Rouergue –Parc Saint –Joseph, 104P.
- **Levy L., 1969.** Carragenan paws oedema in the mousse,Life Sciences.8pp601-606.
- **Maataoui, B. S., Hmyene, A., Hilali, S. (2006)** Activites anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*opuntia ficus indica*). *Lebanese Science Journal.* **7**: 3-8.
- **Malecky M. (2006).** Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins. Thèse de Doctorat de l'institut des sciences et industrie du vivant et de l'environnement (Agro Paris Tech) p 13.
- **Marfak A. (2003).** Radiolyse Gamma des flavonoides. Etude de leur reactivité avec les radicaux issus des alcools : formation de depsides. Thèse de doctorat, 220p.
- **Martins T., Ferreira P., Varela C ., Teixeira D.(2006)** comparaison between sample distruption methods and solid –liquid extraction (SLE)to extract phenolique compound from *Ficus carica* leaves,Journal of chromatography A ,1103 :PP22-28.
- **Mazri C. (2000).** Evaluation de la culture du figuier "*Ficus carica* L."en Kabylie. Mémoire. Master .Univ. Mouloud Mammri. Tizi-ouzou.

- **McGovern T.W., (2002).** The fig-*Ficus carica* L. *Cutis*; 69:339-40.
- **Meena M .C., Sethi M. (1994).** Antimicrobial activity of essential oils from spices *J .food Sci and Tech Mysore* 49: 68_70.
- **Melgarejo P., Hernandez F., Martinez, J.J., Sanchez J., Salazar D.M. (2003).** Organic acids and sugars from first and second crop fig juices. *Acta Hortic.* ; 605 : 237-239.
- **Milane H. (2004).** La quercétine et ses derives: molécules à caractère peroxydant ou thérapeutiques. These de doctorat. Université Louis Pasteur Strasbourg I.155p
- **Mkedder I. (2006).** Modification et dégradation enzymatique de polysaccharides : investation par imagerie et diffusion de rayonnement. Thèse de Doctorat. Université de Grenoble. 106p.
- **Mohand A .y. (2006),** plantes médicinales de kabylie ID Ibris press paris p 349 PP137-140.
- **Molyneux P. (2004).** The use of the stable frée radical diphénylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating Antioxidant activity, *Songklanakarin J. sci, Technol.* 26(2) p: 211-219.
- **Nakilcioglu E., Yasar H. (2013).**Research on the phenoliccompounds in SARILOP (*FICUS CARICA* L.). Food Engineering Department, Faculty of Engineering, Ege University, Izmir, Turkey.
- **Nathalie F. (2012).** Le blastophage ou pollinisation du figuier. 3p.
- **N'Guessan K ., Beugre .K ., Guede N.Z ., Dossahoua T ., et Laurent A .(2009)** .Université de Cocody- Abidjan (Coté – d'Ivoire), UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique. 22 BP 582 Abidjan 22.
- **Oliveria A.,Valentao p., Perira J., Silva B ., Tavares F. et Andrabe P. (2009).** *Ficus carica* L.: Metabolic and biological screening. *Food and chemical toxicology.*47.2841-2846.
- **OMS. (2003).** Organisation Mondiale de la Santé de cinquante-sixième assemblée mondiale de la santé à 56/18, «médecine traditionnelle», pp : 1-5.
- **Oukabli A., Bllaji M., Chanhbar A., Elkacemi A., Lahlou M., Allabu M. (2003).** *Tropicale and subtropical fruits :Postharvest physiology* .95p.
- **Ozenda P. (1977).** Flore du Sahara, Ed. CNRS. PARIS, France, 250-259.
- **Paris R.p., Moysse H. (1976).** Précis de matier pharmacognosie .2eme ED masson 196p.
- **Paris R., Moysse H. (1981).** Abrege de matière médical, Pharmacognosie. Tome 1, Edit : Masson, Paris, pp : 339.
- **Paul R. et Saunders P.H.D. (2005).** Guide pratique des plantes médicinales. *Ed Révisée*, pp 43-44.

- **Pelt J.M., Fleurentin J. et Hayon J.C. (2007).** Les plantes qui nous soignent, tradition et thérapeutique. *Ed Ouest-France*, p 180.
- **Pesson p et louveaux. (1995).** Pollinisation et production végétales ED INRA paris pp393-405.
- **Pharmacopée Européenne. (2002).** 3^{ème} édition. Paris.
- **Pierre C R., 1993.** La médecine traditionnelle au Rwanda. Ed : KARTHALA 22-24, boulevard Agro 75013Paris
- **Poletti A. (1982).** Fleurs et plantes médicinales. 2^{ème} édition. *Ed Delachaux & Niestlé*, pp 7-8.
- **Pourrat A. (1993)** .cicatrisation des plaies chez le lapin et le rat. Edition J.Pharm,Belgique.
- **Pousset J. I. (1989).** Plantes médicinales Africaines : utilisation pratique. Paris.
- **Rameau J.C., Mansion D., Dume G., Gauberville C. (2008).** Flore forestière française : Région méditerranéenne. ED. France. Institut pour le développement forestier. 631P.
- **Rassouli A., Ardestani A F.,Asadi F., Salehi M H. (2010).** Effects of fig tree (*Ficus carica*) leaf extracts on serum and liver cholesterol levels in hyperlipemic rats.*Int.J.Vet Res.* 2(1):pp77-80.
- **Rebour H. (1986).** Fruits méditerranéens autre que les agrumes ; ED. La maison rustique paris pp190-206.
- **Rubnov S., Kashman Y., Rabinowitz R., Schlesinger M., Mechoulam R. (2001).** Suppressors of cancer cell proliferation from fig (*Ficus carica*) resin: isolation and structure elucidation. *J. Nat. Prod.*; 64: 993-6.
- **Saija A ., Scalese M ., Lanza M ., Marzullo D ., Bonina F ., Castelli F.(1995).** Flavonoids as antioxidant agents importance of their interaction with biomembranes .*Free radical biology & medicine*, **19**:481-486.
- **Salle J.L. (1991).** Les huiles essentielles. Synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Edit: Frison-Roche.Paris, pp: 1-49.
- **Sanjiv,S., Akansha T and H.S. Chandel. (2012).** Antiinflammatory effect of hydroalcoholic extract of fruit of *figus carica* L.. Vol. 2 (6), 440-445.
- **Scimeca D. et Téttau M. (2008).** Le guide de phytothérapie ; la santé par les plantes. *Ed Alpen*, 279 p.

- **Serraclara A., Hawkins F., Pérez C., Dominguez E., Campillo J.E., Torres M.D. (1998).** Hypoglycemic action of an oral fig-leaf decoction in type-I diabetic patients. *Diabetes and Clinical Practice*; 39: 19-22. Research.
- **Shan, B., Cai, Y.Z., Brooks, J.D., Corke, H. (2007).** The *in vitro* antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International J Food Microbiology*. **117**: 112-119.
- **Sibel K.,og,l ., Hu S. S., and Bijen K._v.(2005).** α -Tocopherol, Flavonoid, and Phenol Contents and Antioxidant Activity of *Ficus carica* Leaves *Pharmaceutical Biology* Vol. 43, No. 8, pp. 683–686.
- **Silva B. M., Andrade P. B., Valentao P., Ferreres F., Seabra R.M., et Ferreira M.A., 2004.** Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulpe,peel and seed) and jam :antioxydant activity .*J.Agric.food Chem.*52.4705-4712.
- **Simpson W.T. (1999).** Drying and control of Moisture Content and Dimensional Changes,Gen, Tech, Rep, FPL-GTR-113, Madison, Forest Product Laboratory, P463.
- **Siricha N., Sreenivasulu M., Sangeeta K. and Madhusudhana chetty C. (2010).** Antioxidant properties of Ficus spicies –Areview.*international journal of Pharm Tech Research*.Vol.2,No.4,India. Pp2174-2182.
- **Sliwinski B.J., Soliva Carla R., Machmuller A. et Krenzer M. (2002).** Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to moodily rumen fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* **101**: 101-114.
- **Tapas A. R., Sakarkar D. M. et Kakde R. B. (2008).** Flavonoids as nutraceuticals. *Topical journal of pharmaceutical research.* **7** (3): 1089-1099.
- **Teucher E ., Anton R ., Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques, épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Edit : TEC & DOC, 522 p, pp : 236-240.
- **Tiqwari A. K. (2001)** .imbalance in antioxydant defence and humain diseases multiples aproche of naturale antioxidants therphy ;cuirent science **81** (9) : 1179-1181 .
- **Turkmen N., Velioglu Y. S., Sari, F., Polat G. (2007).** Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules.* **12**:484-496.
- **Vaissière B., Rodet G et Torre Grossa J.P. (2005).** Maîtrise de la pollinisation entomophile.pp 1-2.
- **Vaya J., M a h m o o d. S. (2006).** Flavonoid content in leaf extracts of the fig, carob and pistachio, *Bio Factors* **28**: 169–175.

- **Vidaud J. (1997).**le figuier monographie du CTIFL (centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes).267P.
- **Vilmorin J.B. (2003).**, Histoire d'arbre. Ed. Jean-Paul Gisserot.74p.
- **Vogel.W.H. (1997).** Drug discovery and evaluation pharmacological Assay, 382 p.
- **Walali L. D. (1995).** Quelques espèces fruitières d'intérêt secondaire cultivées au Maroc .Options Méditerranéennes; n. 13 P47-62.
- **Walali L. D. (2013).**Transfert de technologie en agriculture.4p.
- **Wang S.Y. , wu j .h .shyur ,l .f ., kuo y.h et chang s .t (2002)** ,antioxydant activity of abietane type diterpene from heartwood of *taowania crytomerioides* hayata ; holzforschung 56 .P5.
- **Wang G., Wang H., Song Y., Jia C., Wang Z., Xu H. (2004).** Studies on anti-HSV effect of *Ficus Caric a* leaves. Zhong yao cai (Journal of Chinese medicinal materials) 27: 754-756.
- **Wood J. R.I. (1997).** A handbook of the Yemen flora. Royal botanical garden, kew, 434p.
- **Yakhlef G. (2009).** Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L.mémoire de MAGISTER p 88.
- **Yang X.M., Yu W., Ou Z.P., Ma H.L., Liu W.M., Ji X.L. (2009).** Antioxidant and immunity activity of water extract and crude polysaccharide from *Ficus carica* L. fruit. Plant Foods Hum. Nutr.; 64: 167-173.
- **Youcfi- Hamada M. (2011).** phytothérapie: entretien à santé - Mag(magazine mensuel de la santé), N°1 Edité par Média Pub Santé, Algérie.
- **Younos C., Flurentin J., Notter D., Mortier F.et Pelt J-M. (1987).** Repertory of drugs and medicine of Afghanistan. Journal of Ethnopharmacology, 20, pp245-290.
- **Zeghad N. (2009).** Etude de contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris* et *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leurs activité antibactérienne. Thèse de Magister en Biologie, Université Mentouri de Constantine, 84p.
- **Zerrad W., Hillali.S., Mataouiel antris B.S., El hmeyen A. (2006).** Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur, laboratoire de biochimie, d'environnement et d'agroalimentaire congrès international de biochimie, Agadir, Maroc, PP 371-376 .
- **Zhao A., Wu S. and Du G., 2005.**Experimentale study of antibacterial constituents of *Ficus carica* L. leaves.Ziran Kexueben.3,pp37-40.

Annexe 1

Matériel non biologique

Appareillages	Verreries et autres	Réactifs et solutions
<ul style="list-style-type: none"> -Balance de précision - Balance analytique - Balance pour animaux - Chauffe ballon Réfrigérant - Hotte - Bain marie - Bec bunsen - Etuve d'incubation - Plaque chauffante -Vortex - ciseaux -une lame de rasoir -Sonde de gavage - Agitateur - Spectrophotomètre - Lecteur de ZI -HPLC -Scalpele stérile 	<ul style="list-style-type: none"> - Entonnoir - Béchers - Burette -Pipettes - Flacon ombré - Fioles jaugées - Eprouvette - Tubes à essai stériles - Pipettes graduées - Boites de pétri - Disques en papier - Pince de laboratoire - Seringues - Cages en makrolon avec grilles en inox et des biberons spéciaux pour les souris. - Cage de stabilisation des lapins - Papier filtre (papier Whatman N°1). 	<ul style="list-style-type: none"> -Eau distillée - Eau physiologique - Ethanol -Méthanol - Phénol phtaléine - Hydroxyde de potassium - Carragénine - Eau de javel - Gélose Sabouraud - Milieu de culture Muller-Hinton - Acide acétique - Hydroxyde de Potassium (KOH) - Spasmodyl - Solution physiologique -Clofénal -FeCl₃ -HCl -acétate de plomb -alcool éthylique -KOH -ammoniaque -éthérée -H₂SO₄ -Madécasol -sulfate de sodium -chloroforme -éther chloroforme -réactif de DRAGENDORFF, -alcool éthylique -acétate de plomb -alcool isoamylique -vaseline

Annexe 1

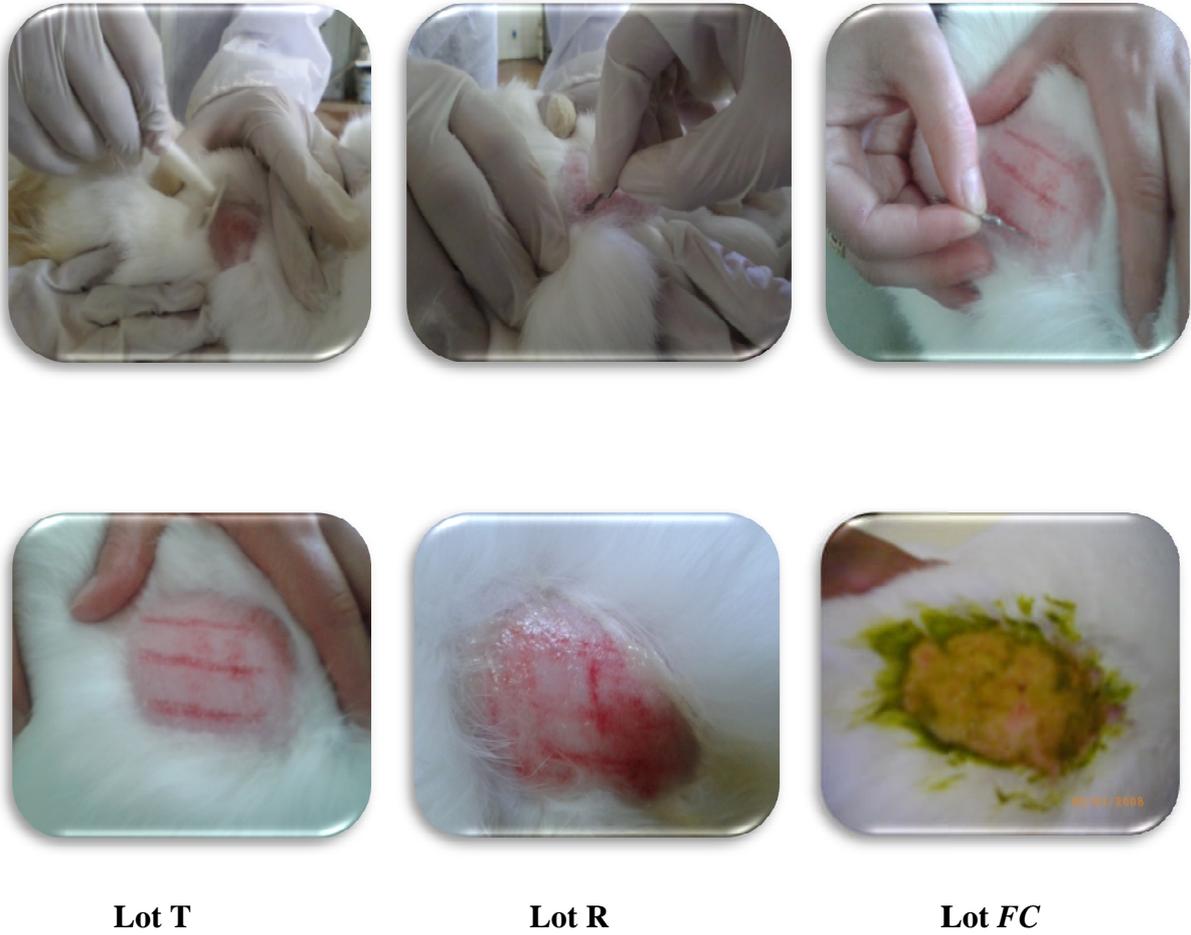


Figure 15 : Les différentes étapes de l'activité cicatrisante

Annexe 2

Analyse qualitative par HPLC

Tableau VIII : Temps de rétention des différents témoins polyphénoliques obtenus par HPLC.

Standards	Tr (nm)
Rutine	3.4
Quercétine	4.8
alpha –tocophérol	10
acide protocatechique	14.78
Catéchine	23.96

Activité antioxydante

Tableau VX: Résultats des moyennes de l'absorbance et les pourcentages d'inhibitions du DPPH par l'extrait aqueux des feuilles de *Ficus carica* L.

	Témoin			Echantillon			
Concentration mg/ml	0	0.1	0.4	0.8	1.2	1.6	2
DO	0.5354	0.4725	0.2994	0.1873	0.1230	0.0843	0.009
PI%	0	11.78	44.09	65.01	76.93	84.25	89.27

Tableau X : Résultats des moyennes de l'absorbance et les pourcentages d'inhibitions du DPPH par Vitamine c.

	Témoin			Echantillon			
Concentration mg/ml	0	0.1	0.4	0.8	1.2	1.6	2
DO	0.6688	0.5209	0.2170	0.0815	0.0752	0.0705	0.0625
Pi%	0	22.11	67.55	87.81	88.75	89.45	90.65

Pi : pourcentage d'inhibition / DO : densité optique

Activité cicatrisante



La cicatrisation totale des plaies traitées par Madécassol®



La cicatrisation totale des plaies traitées par la pommade à base des feuilles de *Ficus carica* L.

Figure 16 : Résultats de l'activité cicatrisante

Activité anti-inflammatoire

Tableau XI : Variation du poids de la patte gauche et la patte droite pour chaque lot de souris après induction de l'œdème.

	PPG	P PD
T	0.185	0.144
T	0.193	0.155
T	0.220	0.162
T	0.179	0.146
T	0.247	0.162
R	0.173	0.130
R	0.164	0.151
R	0.149	0.131
R	0.169	0.158
R	0.163	0.138
F	0.162	0.123
F	0.174	0.168
F	0.175	0.146
F	0.187	0.155
F	0.181	0.153

T : témoin / R : référence / F : *Ficus carica* L.

PPG : pattes postérieure gauche / PPD : patte postérieure droite

Tableau XII: La moyenne, le pourcentage d'œdème et de réduction des trois lots

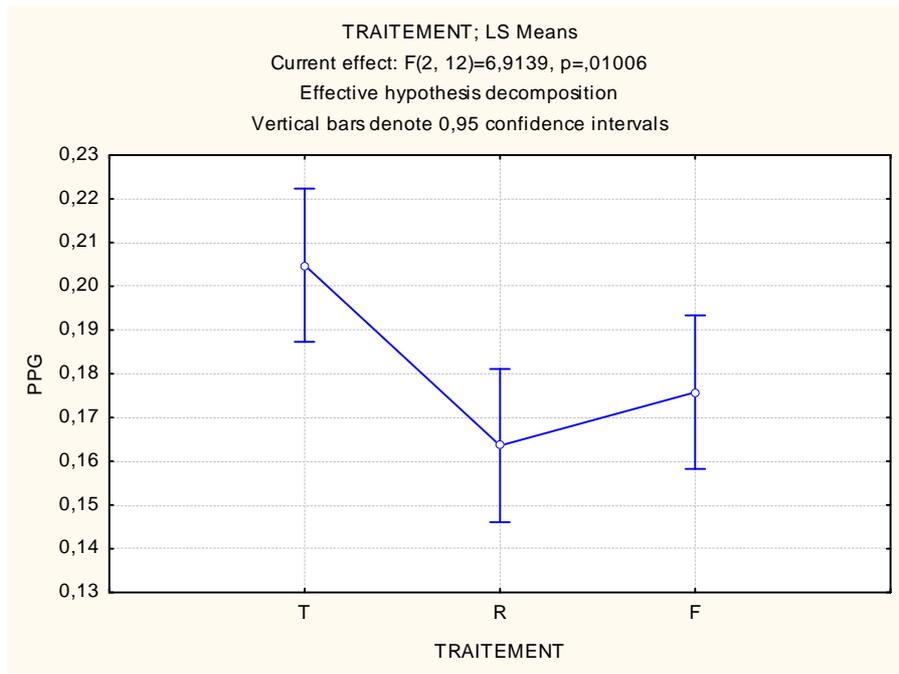
	Témoin	Référence	<i>Ficus carica</i> L
La moyenne	Pg=0.204/pd=0.153	pg=0.163/pd=0.141	Pg=0.175/Pd=0.149
%d'oedeme	35.94%	15.17%	17.44%
%de reduction	0	57.79%	51.47%

Annexe 2

Etude statistique de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux de la plante d'étude.

LSD test; variable PPG (Spreadsheet2) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00032, df = 12,000				
	TRAITEMENT	{1} - ,20480	{2} - ,16360	{3} - ,17580
1	T		0,003517	0,025570
2	R	0,003517		0,304881
3	F	0,025570	0,304881	

LSD test; variable PPG (Spreadsheet2) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00032, df = 12,000				
	TRAITEMENT	PPG - Mean	1	2
2	R	0,163600	****	
3	F	0,175800	****	
1	T	0,204800		****



Pour l'activité anti-inflammatoire, aucune différence significative entre les lots R et F ($p > 0.05$) d'après le test Analyse des variances à sens unique (ANOVA) suivi par un test de comparaison par paires de Fisher LSD au risque de 5%.

En revanche, il existe une différence significative entre les lots T et F ($p < 0.05$) et très hautement significative entre les lots T et R ($p < 0.001$).

Conclusion : les traitements F et R possèdent une activité anti-inflammatoire supérieure et statistiquement différente par rapport au Placébo (T). F et R ont une activité similaire dans la réduction de l'œdème incuit par la carraghénine au niveau des PPG ses animaux du laboratoire.

Annexe 2

Activité antispasmodique de l'extrait aqueux de *Ficus carica* L

Tableau XIII : Résultats de l'activité antispasmodique

	Le nombre des crampes
T	24
T	25
T	24
T	23
T	25
R	4
R	3
R	6
R	4
R	3
F	5
F	6
F	4
F	6
F	5

T : témoin / R : référence / F : *Ficus carica* L.

Tableau XIV : La moyenne et le pourcentage de réduction des trois lots

	Moyenne	% de réduction
Témoin	24.2	0%
Référence	5	79.33%
<i>Ficus Carica</i> L	5.2	78.51%

Annexe 2

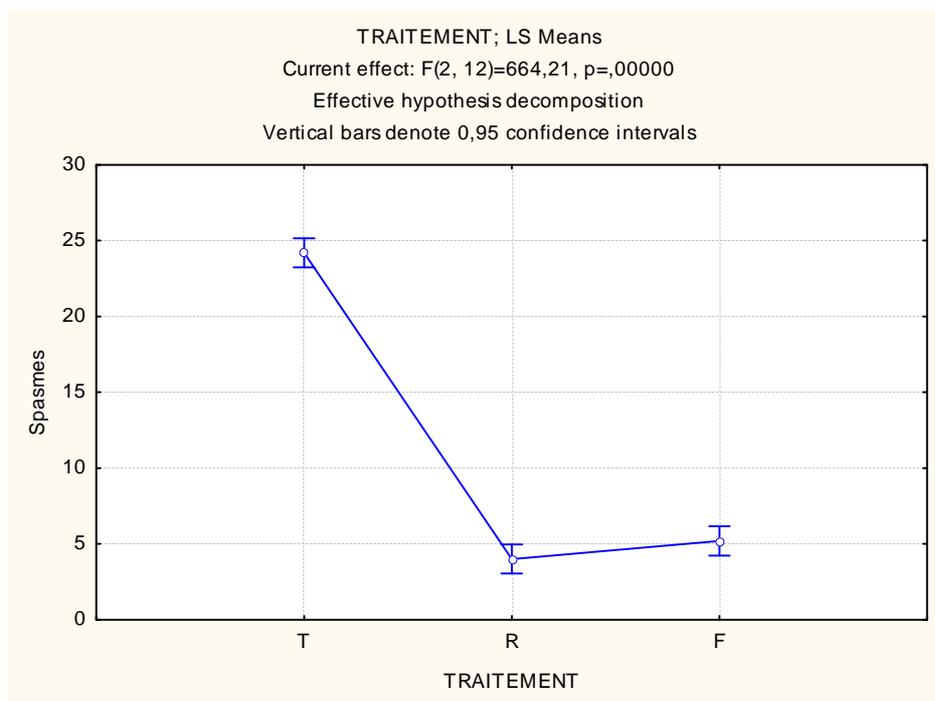
Etude Statistique Activité antispasmodique de l'extrait aqueux de *Ficus carica* L

LSD test; variable Spasmes (Spreadsheet2) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,96667, df = 12,000

	TRAITEMENT	{1} - 24,200	{2} - 4,0000	{3} - 5,2000
1	T		0,000000	0,000000
2	R	0,000000		0,077608
3	F	0,000000	0,077608	

LSD test; variable Spasmes (Spreadsheet2) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,96667, df = 12,000

	TRAITEMENT	Spasmes - Mean	1	2
2	R	4,00000	****	
3	F	5,20000	****	
1	T	24,20000		****



Pour l'activité antispasmodique, aucune différence significative entre les lots R et F ($p>0.05$) d'après le test Analyse des variances à sens unique (ANOVA) suivi par un test de comparaison par paires de Fisher LSD au risque de 5%.

En revanche, il existe une différence très hautement significative entre les lots T et F et T et R ($p<0.001$).

Conclusion : les traitements F et R possèdent une activité antispasmodique supérieure et statistiquement très hautement supérieure par rapport au Placébo (T). F et R possèdent une action similaire dans la réduction du nombre de spasmes chez les souris.