

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mr BELOUIS Mahmoud

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCE ALIMENTAIRE

Spécialité : AGROALIMENTAIRE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ

THÈME

Activités biologiques de Ficus carica

Soutenue publiquement le :02/07/2023

DEVANT LE JURY

Président	Mr CHAALEL Abdelmalek	Grade	MCA
Encadrante	Mme YAHLA Imene	Grade	U. Mostaganem
Examineur	Mr BOUZIANE Nabil	Grade	MAA
Co-encadrant	Mr MANSOUR Abderrahim	Grade	Doctorant

*Thème réalisé au laboratoire de recherche Micro-Organismes Bénéfiques, des Aliments
Fonctionnels et de la Santé(LMBAFS)*

Dédicace

A mes chers parents BELABASS et NORA, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères sœurs Amel, Youssra et Hafssa pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral. A mon frère, Anes pour leur appui et leur encouragement.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible.

Une spéciale dédicace à mon ami Nadia Haddad pour son soutien, ses encouragements et son amour

À tous ceux qui ont pu m'aider et me soutenir dans ce travail, merci à tous.

BELOUIS Mahmoud

Remerciements

Avant tout, je remercie, Dieu tout puissant de j'ai donné le courage, la force, la volonté et la patience pour réaliser ce travail. Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier infiniment et avec gratitude mon encadrante **Dr YAHLA Imène**, qui a accepté d'encadrer et de diriger ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa patience, ses conseils, sa grande disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie également monsieur **MANSOUR Abderrahim**, mon co-encadreur pour sa collaboration à ce travail par ses encouragements et son enthousiasme, son dynamisme, sa disponibilité, ses conseils pertinents et ses efforts pendant l'exécution de ce travail

Mes sincères remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Ensuite d'adresser mes remerciements les plus sincères à Mme. Djahira ingénieur de laboratoire de LMBAFS, pour sa gentillesse, ses conseils, aussi pour m'avoir soutenue et encouragée pendant toute la pratique.

Nous offrons nos plus sincères remerciements à toute l'équipe du laboratoire ou nous avons fait notre travail pratique : Mme Karima, Mr Tarak, et Mme Amina.

Mes remerciements s'étendent également à toute l'équipe pédagogique à la formation «Agro-alimentaire et contrôle de qualité » du département des Sciences Alimentaires, à leur tête monsieur AIT SAADA et à tous les professeurs de l'université de Mostaganem qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Résumé

Le figuier *Ficus carica* L est une espèce très répandue dans le bassin méditerranéen. L'objectif principal de ce travail est l'évaluation «in vitro» des activités biologiques de l'extrait des feuilles de *Ficus carica* L, de la région de nord –ouest de l'Algérie Wilaya de Tlemcen. Le dosage a montré que l'extrait est riche en polyphénols totaux avec une teneur de $31,853 \pm 0,80532$ µg EAA/g ES, et la quantité des flavonoïdes totaux est estimée à $13,941 \pm 0,06808$ µg EQ/mgES. L'activité antioxydante a été déterminée, in vitro, à travers les tests d'évaluation suivants : piégeant le radical DPPH et FRAP a montré que *Ficus carica* L. possède une bonne activité antioxydante dans la concentration 2000 µg/ml avec un pourcentage d' inhibition 58,28%. L'activité antibactérienne d'extrait testé sur les sept souches bactérienne testées est varié selon la souche testée. L'extrait de *F. carica* a enregistré un effet inhibiteur plus important contre *E. coli* avec une zone maximale d'inhibition de 18mm. L'activité anti-inflammatoire a été évaluée par la méthode de stabilisation de la membrane HRBC, l'extrait de *Ficus carica* a présenté un effet intéressant de 79,48% dans la concentration 500 µg/ml.

Mots clés : *Ficus carica* L, polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, activités biologiques.

Abstract

The fig tree *Ficus carica* L is a widespread species in the Mediterranean basin. The main objective of this work is the «in vitro» evaluation of the biological activities of the extract of the leaves of *Ficus carica* L, from the north-western region of Algeria Wilaya de Tlemcen. The assay showed that the extracts are rich in total polyphenols with a content of 31.853 ± 0.80532 $\mu\text{g EAA/g ES}$, and the quantity of total flavonoids is estimated to be 13.941 ± 0.06808 $\mu\text{g EQ/mgES}$. The antioxidant activity was determined in vitro through the following evaluation tests: trapping the radical DPPH and FRAP showed that *Ficus carica* L. has a good antioxidant activity in the concentration 2000 $\mu\text{g/ml}$ with a percentage inhibition 58.28%. The antibacterial activity of the extract tested on the seven bacterial strains tested is varied according to the strain tested. F extract. carica has a stronger inhibitory effect against *E. coli* with a maximum inhibition zone of 18mm. The anti-inflammatory activity was evaluated by the membrane stabilization HRBC method, the extracts of *Ficus carica* showed an interesting effect of 79.48% in the concentration 500 $\mu\text{g/ml}$.

Keywords: *Ficus carica* L, total polyphenols, total flavonoids, biological activity.

ملخص

شجرة التين *Ficus carica L* هي نوع واسع الانتشار في حوض البحر الأبيض المتوسط. والهدف الرئيسي من هذا العمل هو التقييم «المختبري» للأنشطة البيولوجية لمستخلص أوراق *Ficus carica L*، من المنطقة الشمالية الغربية من ولاية تلمسان الجزائرية. أظهر الفحص أن المستخلصات غنية بإجمالي البوليفينول بمحتوى $31,853 \pm 0,80532 \mu\text{g EAA/g}$ ، وتقدر كمية الفلافونويد الإجمالية $13,941 \pm 0,06808 \mu\text{g EQ/mgES}$. تم تحديد النشاط المضاد للأكسدة في المختبر من خلال اختبارات التقييم التالية: أظهر احتجاز DPPH الجذري و FRAP أن *Ficus carica L* لديه نشاط جيد مضاد للأكسدة في التركيز $2000 \mu\text{g/ml}$ مع تثبيط بنسبة مئوية % 58.28. يختلف النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلص الذي تم اختياره على السلالات البكتيرية السبع وفقاً للسلالة التي تم اختبارها. مستخلص *Ficus carica L* لها تأثير مثبط أقوى ضد *E. coli* مع منطقة تثبيط قصوى تبلغ 18 mm. تم تقييم النشاط المضاد للالتهابات من خلال طريقة تثبيط الغشاء HRBC، وأظهرت مستخلصات *Ficus carica* تأثيراً مثبِّراً للاهتمام بنسبة % 79.48 في التركيز $500 \mu\text{g/ml}$.

الكلمات الرئيسية : *Ficus carica L*، إجمالي البوليفينول، إجمالي الفلافونويد، النشاط البيولوجي.

Table des matières

Dédicace	I
Remerciements	II
Résumé.....	III
Abstract.....	IV
ملخص	V
Table des matières	VI
Liste des tableaux	XI
Liste des Figures	XII
<i>Partie bibliographique</i>	i
Introduction :	1

Chapitre I : Généralité sur le figuier

1	Origine de figuier :	3
2	Production de figuier :	3
2.1	Production mondiale :	3
2.2	Production nationale :	4
3	Diverses variétés de la figue :	5
4	Classification botanique :	5
5	Caractérisation morphologique :	6
5.1	Arbre :	6
5.2	Tiges :	7
5.3	Bourgeon terminal :	7
5.4	Rameaux fructifères :	7
5.5	Feuilles :	8
5.6	L'inflorescence et la fleur :	8
5.7	Fruit :	9
5.8	Latex :	9
6	Description du figuier :	10
7	Cycle de développement :	10
8	Types de figuiers :	11

Chapitre II : Métabolites secondaires et activités biologiques de Ficus carica L

1	Métabolites secondaires de Ficus carica L. :	13
---	--	----

1.1	Classification des métabolites secondaires :	Error! Bookmark not defined.
1.1.1	Alcaloïdes :	13
1.1.2	Terpénoïdes :	14
1.1.3	Composés phénolique :	14
1.1.3.1	Flavonoïdes :	14
1.1.3.2	Anthocyanes :	14
1.1.3.3	Tanins :	15
2	Activités biologiques :	15
2.1	Activité antioxydant :	15
2.2	Activité antimicrobienne :	15
2.3	Activité anti-inflammatoire :	15
Partie pratique		

Chapitre III :Matériels et méthodes

1	Cadre de l'étude :	16
2	Appareillages et réactifs :	16
3	Echantillonnage de la plante	16
4	Méthodes d'analyses	16
4.1	Méthodologie de séchage	16
4.1.1	Séchage à l'air libre	16
4.2	Détermination des propriétés physico-chimiques de la plante sèche	17
4.2.1	Protocole expérimental	17
4.2.1.1	Préparation de l'extrait	17
4.2.1.2	Rendement d'extraction	17
4.2.1.3	Dosage des polyphénols totaux	18
4.2.1.4	Dosage des flavonoïdes	18
4.2.1.5	Détermination de l'activité anti-oxydante	18
4.2.1.6	Détermination de IC 50	19
4.2.1.7	Test de la réduction du fer FRAP (Ferricreducing-antioxidant power)	19
4.2.1.8	Détermination de l'activité antimicrobienne	20
4.2.1.8.1	Milieux de culture et conditions d'incubation	20
4.2.1.8.2	Souches bactériennes et fongiques utilisées	20
4.2.1.8.3	Réactivations et l'inoculum les souches bactériennes	21
4.2.1.8.4	Méthode de diffusion en puits AWDT	21
4.2.1.9	Détermination de l'Activité Anti-inflammatoire (in vitro)	22
4.2.1.10	Méthode de stabilisation de la membrane HRBC	22

Chapitre IV :Résultats et Discussion

1	Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux :.....	24
2	Détermination de l'activité anti-oxydante :	27
2.1	Le test de piégeage du radical DPPH :	27
2.2	Test de la réduction du fer FRAP (Ferricreducing-antioxidant power)	30
3	Détermination del'activitéantimicrobiennede <i>F. carica</i> :.....	31
3.1	Méthodedediffusion enpuitsAWDT(Barefoot etKlaenhammer,1983).....	31
4	Détermination de l'Activité Anti-inflammatoire (in vitro) :.....	34
	Conclusion :	36

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

ATCC:AmericanTypeCultureCollection.

AWDT: AgarWellDiffusionTest

B.Cereus :BacillusCereus.

BN : Bouillon Nutritif

B.Subtilis:BacillusSubtilis.

C.albicans:Candidaalbicans.

CHCl₃ : Chloroforme

Cm : Centimètre

DO : Densité optique

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl

E.coli:Escherichiacoli

F. carica :Ficus carica

FRAP :Ferricreducing-antioxidant power

FeCl₃ : Chlorure de fer (III)

HCL : Acide chlorhydrique

I% : Inhibition en %

IC 50 : Concentration Inhibitrice à 50 %

L : Litre

LMBAFS:Laboratoire des Microorganismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé

MH : Muller Hinton

NaOH : Hydroxyde de sodium

NH₄OH : Hydroxyde d'ammonium

PBS : Tampon Phosphate Salin

P.Aerogenosa: Pseudomonas Aerogenosa

PP : polyphénols

Rdt % : Rendement en %

S.Aureus: Staphylococcus Aureus.

Sal.typhi : Salmonella typhi

SM : Solution Mère

µg EQ/mgES : µg d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait

µg EAA/g ES : Microgramme d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait sec

Liste des tableaux

Tableau 1: Production mondiale de la figue (Tonnes) (FAO, 2016)	4
Tableau 2: liste des souches bactériennes et fongiques étudiées	20
Tableau 3: Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes d'extrait	25
Tableau 4: Valeurs d'IC ₅₀ du test DPPH des extraits et standards.....	29

Liste des Figures

Figure 1 : Pourcentages de la production du figuier par wilayas d'Algérie .	5
Figure 2: Photographie d'un bourgeon terminal du figuier	7
Figure 3: Photographie du rameau fructifère de figuier	8
Figure 4: Photographie d'une feuille de l'espèce <i>Ficus carica</i> L .	8
Figure 5: Photographie de la fleur à l'intérieur du fruit .	9
Figure 6: Fruit du figuier	9
Figure 7: Photographie représentative du liquide blanc du figuier (latex)	10
Figure 8: biologie du figuier et de son pollinisateur en fonction des saisons	11
Figure 9: feuilles de <i>Ficus carica</i> (L.).séchées	16
Figure 10: les étapes d'extraction de <i>Ficus carica</i> .	17
Figure 11: Réactivation les souches	21
Figure 12: Méthode de diffusion en puits AWDT	22
Figure 13: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	24
Figure 14: Courbe d'étalonnage de la quercétine.	25
Figure 15: Histogramme représentant la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux de l'extrait.	26
Figure 16: Pourcentages d'inhibition du radical DPPH d'antioxydants de référence et d'extrait testé.	28
Figure 17: Valeurs IC ₅₀ du test DPPH.	29
Figure 18: Evaluation de l'activité antioxydante d'extraits de <i>F. carica</i> et l'acide ascorbique par la méthode FRAP	31
Figure 19: Pouvoir antibactérien d'extrait brut <i>F. carica</i> par la méthode de diffusion en puits vis à vis de <i>S. aureus</i> ATCC 33862, <i>E. coli</i> ATCC 2592, <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>B. cereus</i> ATCC 10876, <i>B. subtilis</i> ATCC 6633, <i>C. albicans</i> ATCC 10231 et <i>Sal. typhi</i> ATCC 6539	32
Figure 20: diamètre des zones d'inhibition (en mm) en présence d'extrait brut <i>F. carica</i> vis-à-vis de <i>S. aureus</i> ATCC 33862, <i>E. coli</i> ATCC 2592, <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>B. cereus</i> ATCC 10876, <i>B. subtilis</i> ATCC 6633 et <i>C. albicans</i> ATCC 10231	33
Figure 21: Effet d'extraits de <i>F. carica</i> et de Diclofénac sodium.	34

Partie bibliographique

Introduction

Introduction :

L'emploi des plantes médicinales suscite un intérêt croissant à travers le monde en raison de leurs avantages thérapeutiques potentiels comme thérapies complémentaires et alternatives (**Iffat et al, 2020**). Ces plantes médicinales sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point des futurs médicaments (**Doukani et al, 2017**).

Ainsi, depuis quelques années, les chercheurs scientifiques s'intéressent aux composés végétaux destinés à être utilisés dans le domaine phytopharmaceutique. Les molécules de plantes dites naturelles sont considérées comme une source très importante de médicaments. On sait qu'il existe aujourd'hui plus de 120 composés végétaux utilisés en médecine moderne, dont près de 75 % sont appliqués selon leur usage traditionnel (**Iserin, 2001**).

De même il s'est avéré, que les principes actifs des plantes médicinales sont souvent liés à leurs métabolites secondaires, qui sont largement utilisés en thérapeutique comme agents préventifs anti-inflammatoires, antimicrobiens, antiseptiques, diurétiques et antioxydants qui défendent contre le stress oxydatif (**Ouelbani et al, 2016**).

L'Algérie compte parmi les pays du bassin méditerranéen connu par la richesse et la diversité de sa flore à intérêt médicinal. On dénombre environ 146 d'espèces à des fins thérapeutiques existant parmi les milliers espèces végétales que compte notre pays (**Hamel et al, 2018**).

Dans ce contexte, la flore méditerranéenne est remarquable par sa diversité et sa richesse en plantes médicinales. Parmi elles *Ficus carica L* qui appartient à la famille des Moraceae (**Lahmadi et al, 2019**).

L'Algérie est parmi les pays méditerranéens producteurs de figes, un patrimoine qui est représenté par de nombreuses variétés, une culture revêtant une importance socioéconomique fondamentale. Les produits de figes sont largement utilisés à la fois comme aliment et comme médicament (**Belattar, 2019**).

Pour cela, la sélection de cette plante comme sujet de travail est justifiée par le fait qu'elle est parmi les plantes médicinales les plus populaires utilisées dans le monde entier. Cette plante est très intéressante dans le domaine de la médecine traditionnelle indigène pour traiter différents troubles telles que les maladies cardiovasculaire et le cancer (**Ergul et al, 2018**) et leur richesse en polyphénols et flavonoïdes connus pour leurs activités biologiques diverses,

aussi elle est surtout reconnue en thérapeutique traditionnelle pour leurs propriétés remarquables (antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse) (**Ara et al, 2020**).

Mon travail s'articulera sur deux grandes parties :

La première comprend une analyse bibliographique qui regroupe deux chapitres dont le premier concerne des généralités sur la plante. Le deuxième chapitre représentera les métabolites secondaires de figuier, la capacité de quelque activité biologique de cette plante.

La deuxième partie reporte la partie expérimentale ainsi que la méthodologie suivie, à savoir:

- ✓ L'extraction des polyphénols.
- ✓ Une évaluation de l'activité antioxydante des extraits de cette plante, en utilisant la méthode suivante (le radical DPPH).
- ✓ La capacité antibactérienne vis-à-vis de sept souches bactériennes les feuilles des figes et l'activité anti-inflammatoire

La troisième partie, présentera les différents résultats qui seront obtenus et leurs discussions. En fin, nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I :
Généralité sur le figuier

1 Origine du figuier :

Figuier, fruit très ancien, est connu partout dans le monde et dont l'histoire commence depuis l'antiquité, il est reconnue comme fruit sacré et figure dans tous les livres saints. Son nom français est empreinté à l'occitan « figa », dialecte du sud français (**Jeddi, 2009**).

L'arbre du figuier est nommé *Ficus carica* L., c'est une des espèces qui signifie verrue pour Ficus (le lait pour soigner la verrue) et carica qui fait allusion à une région en Turquie. Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Syriens, les Egyptiens et les Grecs dans tout le bassin méditerranéen. C'est une plante indigène à ces milieux. Elle appartient au genre Ficus qui comprend 700 espèces, reconnaissables toutes par présence d'une figue. La seule espèce cultivée pour ses fruits comestibles est *Ficus carica*L. (**Michel, 2002**).

Il se caractérise par un bon développement dans des zones à faible hygrométrie, fort ensoleillement et aux étés chauds et secs, ainsi que par son adaptation à une large gamme de sols (**Oukabli, 2003**) mais se trouve également en zones tempérées. L'intérêt que l'homme porte au figuier entraîne sa dispersion dans plusieurs régions du monde. Des températures comprises entre 32°C et 37°C sont très favorables au développement et à la maturité des fruits (**Walali et al, 2003**). Cette espèce possède une étonnante capacité de régénération végétative et de production de fruit sans production des fleurs visibles. Sa production est de deux types: figues de la première récolte ou figues fleurs (El bakkor) et figues de la deuxième récolte ou figues d'automne (karmouce). Les figues fleurs sont formées sur les rameaux défeuillés de l'année précédente (**Rameau et al, 2008**).

2 Production de figuier :

2.1 Production mondiale :

La production mondiale de figues représente plus d'un million de tonnes dont plus de 90% récoltées autour du bassin méditerranéen (**Tableau 02**) (**FAO, 2016**). Les producteurs majeurs sont la Turquie avec 29.16% de la production mondiale, suivi par l'Egypte avec 16% et l'Algérie avec 12.58% (**FAO, 2016**).

Tableau 1: Production mondiale de la figue (Tonnes) (FAO, 2016)

Pays	Production en Tonnes
Turquie	305450
Egypte	167622
Algérie	131798
Iran	70178
Maroc	59881
Syrie	43098
Etats unis	31600
Brésil	26910
Espagne	25224
Tunisie	22500

2.2 Production nationale :

La production de la figue en Algérie (troisième producteur mondial) se réduit principalement à la région du nord en particulier la wilaya de Bejaia et Tizi-Ouzou (**Figure 01**) (**Dsasi, 2017**).

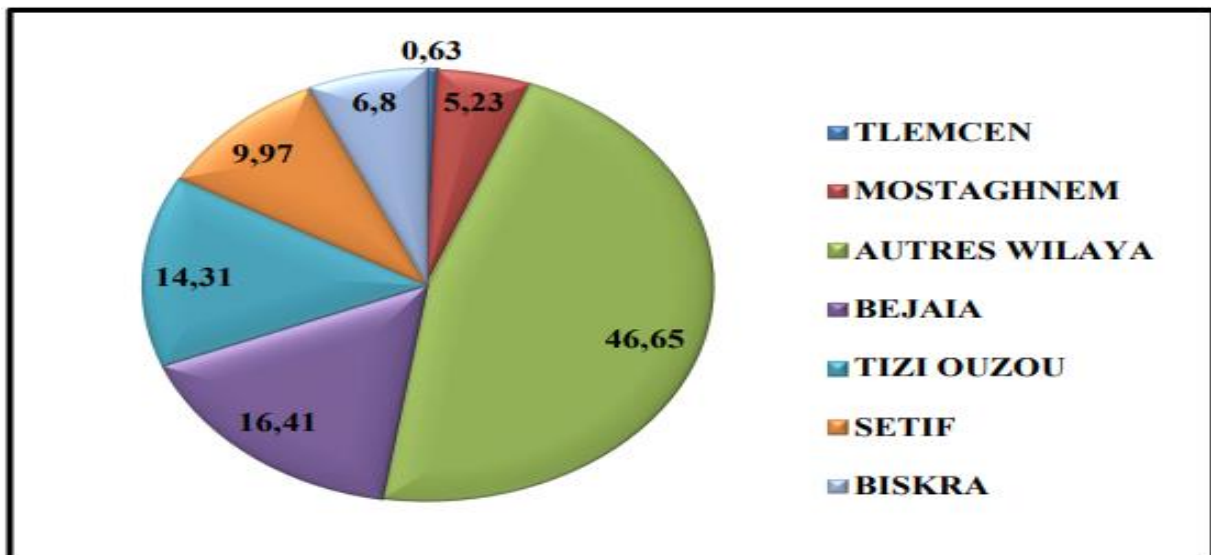


Figure 1 :Pourcentages de la production du figuier par wilayas d'Algérie(Dsasi, 2017).

3 Diverses variétés de la figue :

Il existe environ 250 espèces de figuiers et 3 groupes de couleurs de figues (blanches ou vertes, grises ou rouges, noires ou violettes foncées). Selon leur forme, on divise les figues en trois groupes. Le premier est constitué de figues tout simplement rondes, souvent aplaties à la base et parfois également en haut. Toute une série de figues ont un profil triangulaire ou en forme de cône rappelant la forme d'une poire et le dernier groupe est constitué de fruits oblongs, irréguliers ou asymétriques (Bauwens, 2008).

4 Classification botanique :

Le figuier est un arbre pouvant atteindre 12 à 15 m de hauteur constituant une forte cépée. Toutes ses parties contiennent un latex, ses feuilles sont alternes, palmées mais très polymorphes. Les fleurs sont très particulières puisqu'elles sont renfermées dans une inflorescence appelée sycone(Bertaudeau et Faure, 1990).

la classification botanique du figuier est la suivante: (Gaussen *et al*, 1982).

Règne : Végétal

Embranchement: phanérogames

Classe : dicotylédones

Sous classe : Hamamélidées

Séries : Apétales unisexuées

Ordre : Urticale

Famille : Moracée

Genre : Ficus

Espèce : *Ficus carica*.

5 Caractérisation morphologique :

Le figuier *F. carica* L. ; espèce morphologiquement monoïque mais fonctionnellement dioïque (Kjelberge *et al*, 1988), est un arbre à croissance rapide, feuillage caduque, subtropical et rapide dispersion (Stover *et al*, 2007). La taille de l'arbre et sa densité de ramification dépendent en outre du génotype, du teneur en l'humidité, des éléments nutritifs du sol où se trouvent d'autres caractéristiques environnementales. Il existe des arbres exceptionnellement élevés de 9 à 12 m de hauteur, mais atteint généralement une hauteur à maturité qui peut varier entre 3 et 10 mètres. L'âge moyen des arbres est généralement de 50-60 ans (Janick, 2006)

5.1 Arbre :

Le figuier est un arbre volumineux, vigoureux et de grande longévité. Il est généralement conduit en forme d'arbuste de 2 à 5 m. de hauteur, mais en conduite libre il peut dépasser 10 ou 12 m. La constitution végétative de l'arbre est semi-ligneuse. Son tronc est tortueux, trapu et tuméfié au niveau des nœuds. L'écorce est gris-argentée, légèrement rugueuse. Le bois cicatrise mal et n'a pas de valeur en ébénisterie. Les branches sont vigoureuses, souples, torsadées, curvilinéaires et sont nombreuses à démarrer dès la base du tronc (Vidaud, 1997). A leurs extrémités se trouvent des bourgeons apicaux de différentes formes et couleurs. Le système racinaire du figuier est robuste, touffu et traçant, ce qui lui confère de larges possibilités d'adaptation écologique (Khanfir, 2015). Le cycle végétatif de l'arbre comprend trois phases. Il commence en février par le débourrement et la formation de rameaux feuillés et se poursuit jusqu'au mois de mai. L'activité végétative peut éventuellement reprendre selon les conditions climatiques puis s'estompe au début d'octobre. L'arbre commence alors à se défolier avant d'entrer en période de repos hivernale de plusieurs mois (Oukabli, 2003). La ramification du figuier se fait par les bourgeons dormants de l'année précédente. Elle est de type acrofuge et édifie l'arbre par formation d'unités de croissance dans la partie supérieure

de la tige. L'architecture de l'arbre conduit à l'établissement d'un tronc vigoureux portant des rameaux peu ou pas ramifiés (**Oukabli, 2003**).

5.2 Tiges :

La tige issue de la germination de la graine montre des feuilles entières qui sont de taille croissante et présente un limbe de plus en plus découpé, les lobes sont plus nombreux et profondément marqués. Mise en place de la nouvelle tige possède une moelle creuse spéciale qui lui donne une certaine souplesse lors de la traction, mais la rend du coup cassante (**Bensalah, 2013**)

5.3 Bourgeon terminal :

Le figuier est constitué d'un bourgeon terminal. Ce dernier est constitué de deux stipules correspondant à la dernière feuille mise en place. Dans ce bourgeon se trouve de 9 à 11 ébauches de feuilles avec leurs stipules (**Vidaud J, 1997**) (**Figure 02**).



Figure 2: Photographie d'un bourgeon terminal du figuier(**Vidaud J, 1997**).

5.4 Rameaux fructifères :

Le rameau est constitué d'un ensemble d'entre nœuds. Chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires. Leur disposition alternée, rarement opposée sur le rameau, est une spécificité de la famille des Moracées (**Vidaud J, 1997**) (**Figure 03**).



Figure 3: Photographie du rameau fructifère de figuier(Vidaud J, 1997).

5.5 Feuilles :

Les feuilles du figuier sont caduques, ostensiblement à nervation palmée (**Figure 04**). Elles sont très polymorphes larges de 25 cm et épaisse et à bords ondulés qui sont généralement à 5 lobes, mais peuvent avoir seulement 4 ou 3 lobes (**Baby et Raj, 2011 ;Vidaud , 1997**). 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 (**Vidaud, 1997**).



Figure 4: Photographie d'une feuille de l'espèce *Ficus carica* L(Vidaud J, 1997).

5.6 L'inflorescence et la fleur :

L'inflorescence du figuier est très particulière. Les fleurs de la fige sont hors de vue et groupés à l'intérieur des fruits **verts** (**Vidaud , 1997**) (**Figure 05**).



Figure 5: Photographie de la fleur à l'intérieur du fruit(Vidaud , 1997).

5.7 Fruit :

La figue est un fruit rond dont le poids varie selon les variétés de 30 à 65g. Elle est composée d'une peau externe coloré et une partie interne qui contient un liquide appelé latex riche en protéase et lipase .Ces deux parties représentent 10 et 20 % du poids du fruit (Ouaouich et al, 2005).



Figure 6: Fruit du figuier(Vidaud, 1997)

5.8 Latex :

Dans toutes les parties du figuier, circule une sève blanche laiteuse, le latex, à caractère irritant pour la peau à cause de son contenu enzymatique essentiellement constitué d'une protéase appelée « Ficin » (Chawla et al, 2012).

Le latex est constitué de caoutchouc, résine, albumine, sucre, acide malique, enzymes protéolytiques, diastase, estérase, lipase, catalase et peroxydase (Baby et al, 2011). Traditionnellement, il est utilisé dans le traitement de la goutte, des ulcères et des verrues (Lansky et al, 2008 ; Coliveira et al, 2010)



Figure 7 : Photographie représentative du liquide blanc du figuier (latex)(Vidaud , 1997).

6 Description du figuier :

*Ficus carica*L, ou figuier commun est un arbre fruitier de la famille des Moracées du genre ficus et dont le nom scientifique est:*Ficus carica*L, il est considéré comme l'emblème du bassin méditerranéen, où il est cultivé depuis des millénaires. Nos ancêtres ont utilisé les différentes parties de cet arbre, feuilles, latex, écorce et racines à des fins médicinales. Le genre *Ficus* possède en moyenne 850 espèces, et le *Ficus* est probablement le leader de tous les genres de plantes vu le nombre d'espèces dont il dispose (**Lansky et Helena, 2011**). C'est un arbuste monoïque, de taille variable, à feuilles caduques ou grandes. Il atteint dix à douze mètres de haut avec une écorce grise et lisse. Ses feuilles parfumées sont de 12 à 25 centimètres de long et de 10 à 18 centimètres de diamètre et profondément lobées à trois ou cinq lobes, avec de nombreuses branches et troncs étalés rarement plus de 7 pieds de diamètre (**Ahmad et al, 2013**). Les fleurs sont regroupées en inflorescences particulières appelées sycones, qui donnent le fruit du figuier (Figure 04) (**Bayer et al, 2005**). Le latex de la plante est blanc laiteux et contient principalement de la ficine, une enzyme hydrolytique des protéines. Le système racinaire de la plante est généralement peu profond et étalé (**Badgujar et al, 2014**)

7 Cycle de développement :

La description du cycle biologique commence en hiver, quand la figue et l'insecte (cycle 1a, 1b) sont au repos. Le cycle ne reprend qu'au mois d'Avril avec la mise en place d'une nouvelle pousse du figuier (cycle 2a, 2b) et la reprise du développement des larves du blastophage (cycle 2a), dont les femelles adultes émergent en Mai sans être chargée de pollen car les fleurs mâles du caprifiguiers n'ont pas de pollen (cycle 3a). La nouvelle génération de blastophage arrive à maturité mi-Juillet avec la sortie d'insectes femelles chargées de pollen (cycle 4a). L'insecte est attiré par une figue réceptive présente sur le même arbre ou bien sur

un arbre différent (figuier domestique) (cycle 4b). L'insecte dépose du pollen permettant la fécondation de l'ovule et son développement en grain. Ces figues sont les futurs fruits comestibles d'automne (**Kjellberget et al, 1988**). Les femelles qui émergent plus tard (début Août), pénètrent dans une figue de caprifiguiier (cycle 5a), alors réceptive, et pondent leurs œufs sans difficulté et les figuiers femelles voient leurs figues d'automne arriver à maturité (cycle 5b). Puis les larves commencent à se développer (cycle 6a), mais l'hiver vient bloquer leur développement et un nouveau cycle peut alors recommencer (**Caraglio, 2005**).

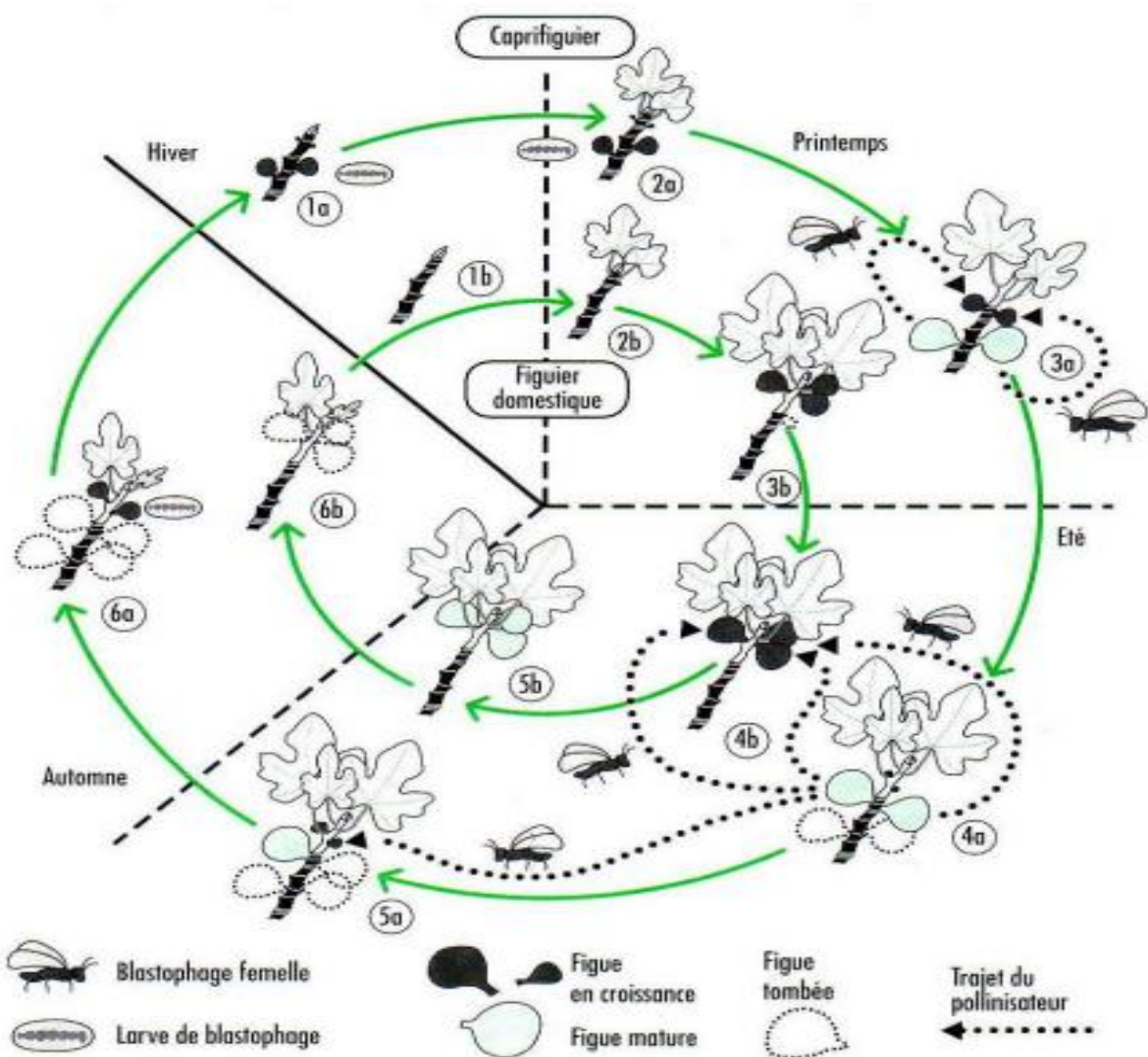


Figure 8: biologie du figuier et de son pollinisateur en fonction des saisons (**Vidaud et al, 1997**)

8 Types de figuiers :

Les figuiers se divisent en deux grandes familles de base (**Peter .B, 2008**):

Les figuiers mâles: dits aussi figuiers de bouc (caprifiguier) donnant des figues immangeables, ne produisent que des figues-fleurs qui ne parviennent jamais à maturité, donc fruits impropres à la consommation mais qui abritent en hiver un insecte, le blastophage qui assurera la pollinisation des figues en mai et juillet, en effet certaines variétés ont besoin de pollinisation pour faire fructifier leur figues d'automne (**Kjellberg et al, 1984**).

Les figuiers femelles: produisent les figues comestibles et sont subdivisés en deux types:

- **Les figuiers unifères ou d'automne:** ses figues se forment au printemps et mûrissent en août-septembre. Ses figues se développent à l'aisselle des feuilles des pousses de l'année, les premières formées arrivent à temps pour être caprifiées tandis que celles dont la formation a débuté tardivement viennent après l'époque de maturité des dokkars et n'étant pas caprifiées ne parviennent généralement pas à maturité (**Kjellberg et al, 1983**).

- **Les figuiers bifères :** Les variétés bifères donnent deux récoltes par an. Une première récolte de figue fleurs au dessous des feuilles sur le bois de l'année antérieure au JuinJuillet qui représente environ un quart de la production méditerranéenne et une deuxième récolte de figues d'automne sur le bois de l'année en cours à partir du mois d'Août, avec des figues plus petites mais plus sucrées et plus savoureuses(**Mauri, 1952**).

Chapitre II :

Métabolites secondaires et

activités biologiques de Ficus

caricaL

1. Métabolites secondaires de *Ficus carica* L. :

Nous connaissons actuellement plus de 250000 espèces végétales, qui synthétise un large éventail de substances chimiques de structures variées, parmi elles, on distingue classiquement les métabolites primaires et les métabolites secondaires. Les métabolites primaires sont des produits issus directement des phyto assimilâtes (sucres simples, acides aminés, protéines, acides nucléiques et organiques), qui participent à la structure de la cellule végétale ainsi qu'à son fonctionnement de base (**Hopkins, 2003**)

En revanche, les métabolites secondaires ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse, mais sont synthétisés à partir des métabolites primaires et sont le résultat de réactions chimiques ultérieures (**Croteau et al, 2000 ; Raven et al, 2000**).

Les métabolites secondaires sont des composés produits par les plantes. Ils appartiennent à divers groupes chimiques et sont souvent produits en petites quantités. Ils participent à l'adaptation des plantes à l'environnement. Défense contre les prédateurs et les agents pathogènes, agit comme un agent allélopathique et attire les agents responsables de la pollinisation ou de la dispersion des fruits (**Judd et al, 2002**). Aujourd'hui, nombre de ces composés sont utilisés dans la médecine moderne car ils sont à la base des principes actifs des plantes médicinales et peuvent représenter une source importante de divers agents thérapeutiques (**Mohammedi, 2013; Boukri , 2014**)

1.1 Classification des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires comportent: les composés phénoliques, les composés alcaloïdes et les terpènes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités biologiques (**Huang et Ferraw, 1991 ; Li et al, 2007**).

1.1.1 Alcaloïdes :

Un alcaloïde est un composé d'origine naturelle (le plus souvent une plante) azoté, plus ou moins alcalin, à distribution restreinte et possédant des propriétés pharmacologiques à faible dose. Les alcaloïdes sont confirmés par précipitation avec des réactifs alcaloïdes courants (par exemple, le réactif de Dragendorff) (**Merghem, 2009**). Les alcaloïdes sont des hétérocycliques à caractère alcalin contenus essentiellement dans les plantes (**Ouahas, 1996**)

1.1.2 Terpénoïdes :

Les terpénoïdes constituent sans doute le plus vaste ensemble connu des métabolites secondaires des végétaux constituent le principe odoriférant des végétaux (**Bruneton, 1999**). Ils sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte (**Malecky, 2005 ; Benaïssa, 2011**). Sa classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène à 5 carbones (C₅H₈) (**Malecky, 2005 ; Mebarki, 2010**).

1.1.3 Composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires communs des plantes (**Caliskan et Polat, 2011**). Ils sont connus pour leur rôle protecteur contre le cancer, les maladies cardiovasculaires et la cataracte (**Hollman *et al*, 1996**). Ces composés contiennent un cycle aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles (**Jean-Jacques Macheix, 1996**).

Selon **Dacost (2003)**, on répartit généralement les composés phénoliques en plusieurs classes: les acides phénoliques (acide hydroxybenzoïque, acide hydroxycinnamiques), les flavonoïdes, les tanins et lignines, les coumarines .

1.1.3.1 Flavonoïdes :

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (**Seyoum *et al*, 2006**), du point de vue structurale, les flavonoïdes se répartit en plusieurs classes de molécules, en effet plus de 6400 structures ont été identifiées (**Harborne et Williams, 2000**) Ce sont les groupes de métabolites secondaires les plus répandus dans les plantes et par conséquent un des groupes les plus étudiés (**Formica et Regelson, 1995**).

Et est responsables de la coloration des fleurs, des fruits, parfois des feuilles, la coloration due à la présence des flavonoïdes est généralement la coloration jaune (**Bruneton, 1999**). Contrairement aux flavonoïdes présents dans les fleurs, qui leur confèrent leurs couleurs, les flavonoïdes présents dans les feuilles, sont masqués par la présence de chlorophylle (**Harborne *et al*, 2000**).

1.1.3.2 Anthocyanes :

Le mot anthocyane dérivé de deux grecs mots:anthos, qui signifie fleurs, et kyanos, qui signifie bleu foncé. Les anthocyanes se distinguent des autres flavonoïdes en raison de leur capacité à former cations flavilium .Les anthocyanes sont des pigments naturels solubles dans l'eau et sont responsables de la pigmentation bleue, du violet, du rouge et couleur orange de nombreux fruits et légumes (**Miguel, 2011**).

1.1.3.3 Tanins :

Ce sont des polyphénols polaires d'origine végétale, existent dans presque chaque partie de la plante: écorce, bois, feuilles, fruits et racines (**Redondo et al, 2014**). On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs deux groupes basés sur des différences structurales: les tanins hydrolysables et les tanins non hydrolysables (**Fiorucci, 2006**). Ce sont un des polymères phénoliques, Ils peuvent avoir plusieurs activités biologiques dont l'activité antioxydant, antifongique, antitumorale et antivirale (**Lamy et al, 2014**) antibactérien et ils sont des protecteurs contre l'apparition de certains cancers (**Macheix et al, 2005**).

2. Activités biologiques :

2.1 Activité antioxydante :

F. carica contient de nombreux composés phénoliques qui jouent de nombreux rôles physiologiques dans les plantes. Certains d'entre eux sont également favorables à la santé humaine, car ils sont capables d'agir comme antioxydants de différentes manières: agents réducteurs, donneurs d'hydrogène, piègeurs de radicaux libres, extincteurs à toxine unique et ainsi de suite. Les fruits contenaient les niveaux les plus élevés de polyphénols, de flavonoïdes et d'anthocyanes et exposaient la capacité antioxydante la plus élevée (**Shukranul .M et al, 2013**).

2.2 Activité antimicrobienne :

Des extraits d'hexane, de chloroforme, d'acétate d'éthyle et de méthanol du latex de *F. carica* ont été étudiés pour leurs propriétés antimicrobiennes in vitro contre cinq espèces bactériennes et sept souches de champignons à l'aide de la méthode de diffusion par disque. Alors que l'extrait de méthanol de *F. carica* a montré une forte activité antibactérienne contre les bactéries buccales. Les effets combinés de l'extrait de méthanol avec de l'ampicilline ou de la céramique en synergie contre les bactéries buccales ont montré que les figes pouvaient agir comme un agent antibactérien naturel (**Shukranul. M et al, 2013**).

2.3 Activité anti-inflammatoire :

Patil et al, 2010 ont rapporté un probable effet anti-inflammatoire des extraits chloroformiques, éthanolique et d'éther de pétrole des feuilles de *Ficus carica*.L. Les extraits éthanoliques à 600 mg/Kg exercent un effet anti-inflammatoire maximum de 75,90 % dans l'inflammation aiguë et de 71,66 % dans l'inflammation chronique par la réduction du poids de granulome(**Patil. S et al, 2010**).

Partie expérimentale

Chapitre III :
Matériels et méthodes

1 Cadre de l'étude :

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire de recherche *Micro-Organismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé* (LMBAFS) de l'Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

L'objectif principal de ce travail est d'explorer les activités biologiques de *Ficus carica*(L.)

3. Appareillages et réactifs :

L'ensemble des appareillages, solvants, réactifs chimiques est cité dans l'**annexe 01 et 02**

4. Echantillonnage de la plante

Les feuilles de *Ficus carica*(L.) a été récoltées au nord –ouest de l'Algérie (Wilaya de Tlemcen), durant la période allant du mois de Aout jusqu'au mois de Septembre 2022.

La partie aérienne est lavée à l'eau du robinet, ensuite épongées à l'aide d'un papier absorbant afin d'éliminer l'eau restante à la surface.

5. Méthodes d'analyses

5.1 Méthodologie de séchage

5.1.1 Séchage à l'air libre

Pour ce type de séchage, la partie aérienne de *Ficus carica*(L.) a été séchées sur une surface ouverte à l'obscurité. La température de séchage est comprise entre 25 et 30°C.



Figure 9: feuilles de *Ficus carica* L séchées

5.2 Détermination des propriétés physico-chimiques de la plante sèche

5.2.1 Protocole expérimental

5.2.1.1 Préparation de l'extrait

Une prise de 48 g de poudre defeuilles de *Ficus carica* a été mise à macérer dans 480 mL d'éthanol dans un récipient en verre fermé et a été recouverte d'une feuille d'aluminium et maintenue dans un agitateur à mouvement alternatif pendant 24 heures pour une agitation continue à 150 tr / min pour un mélange complet et également une élucidation complète des matières actives à dissoudre dans le solvant respectif. Ensuite, l'extrait a été filtré en utilisant un tissu de mousseline suivi de papier filtre Wattman n ° 1 et finalement filtré 3 fois et en utilisant une pompe à vide et à pression (AP-9925 Auto Science). Le solvant de l'extrait a été éliminé en utilisant l'évaporateur sous vide rotatif (HAHN SHIN SH-3001) avec la température du bain-marie de 50 ° C. Finalement, l'extrait obtenu a été conservé à 4°C jusqu'à utilisation (Nagappan, 2012).

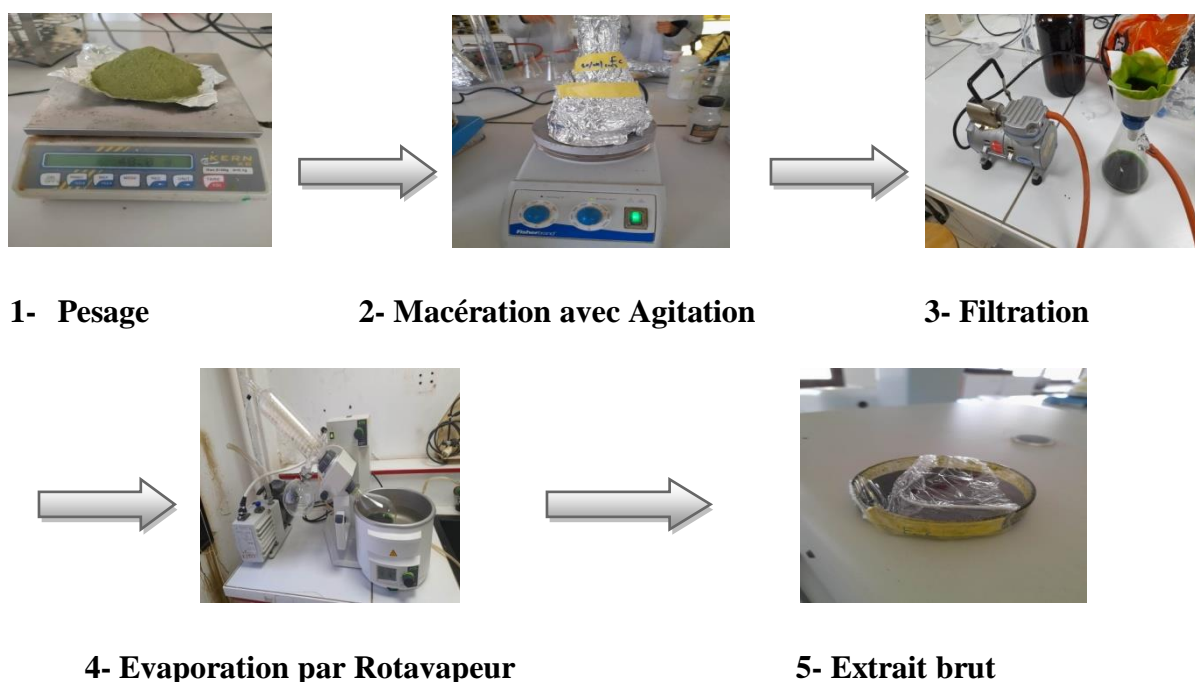


Figure 10: les étapes d'extraction de *Ficus carica*

5.2.1.2 Rendement d'extraction

Nous pouvons déterminer le rendement de l'extrait éthanolique des feuilles broyées en calculant le rapport suivant :

$$\text{Rdt (\%)} = (P1-P2) / P3 \times 100$$

P1 : Poids du ballon après évaporation ;

P2 : Poids du ballon avant évaporation (ballon vide) ;

P3 : Poids de la matière végétale de départ.

5.2.1.3 Dosage des polyphénols totaux

Principe

Le réactif Folin-Ciocalteu est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène **(Ribereaugayon, 1968)**.

La coloration bleue produite, est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux, présente un maximum d'absorption à 760nm **(Boizot et Charpentier, 2006 ; Ghaziet Sahraoui, 2005)**.

Mode opératoire

Un volume de 0,2 mL d'extrait pur a été mélangé avec 1,5 mL de Folin-Ciocalteu (10 %). Après 5 minutes, on rajoute 1,5 mL d'une solution de carbonate de sodium (6 %). Le mélange est incubé à température ambiante à l'obscurité pendant 2h et l'absorbance est lue à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. L'acide gallique est utilisé comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait sec ($\mu\text{g EAA/g ES}$) **(Singleton et Rossi ,1965)**

5.2.1.4 Dosage des flavonoïdes

La méthode de trichlorure d'aluminium (Al Cl₃) cité par **(Chang *et al*, 2002 et Djerdane et al., 2006)** est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans nos extraits. Le protocole du dosage consiste à mélanger, dans des tubes à essai, 1000 μL d'extrait dilué avec 1000 μL de solution d'Al Cl₃ (2%). Après 10 min d'incubation à température ambiante et à l'abri de la lumière, la lecture des absorbances est faite à 430 nm. Le témoin est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par 1000 μL d'éthanol.

5.2.1.5 Détermination de l'activité anti-oxydante

Le test antioxydant a été réalisé avec la méthode au DPPH **(Sanchez *et al*, 1998)**. 50 μL d'extrait éthalonique de *F. carica* à différentes concentrations (de 0,0125 à 5mg/ml) ont été ajoutés à 1,95 mL de la solution méthanolique du DPPH (0,025g/l). Parallèlement, un contrôle négatif a été préparé en mélangeant 50 μL de méthanol avec 1,95 mL de la solution méthanolique de DPPH. La lecture de l'absorbance a été faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante. Le contrôle positif a été représenté par une solution d'un antioxydant standard ;

l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons et pour chaque concentration le test a été répété 3 fois. Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (I%).

$$I\% = [(Abs\ contrôle - Abs\ test) / Abs\ contrôle] \times 100$$

5.2.1.6 Détermination de IC 50

Deux autres paramètres ont été introduits pour mieux caractériser le pouvoir anti-radicalaire ; la concentration effective à 50% (EC50) et le pouvoir anti-radicalaire (APR = 1/EC50) (**Prakash et al, 2007**). La valeur EC50 (aussi appelée IC 50) qui a été déterminée pour l'extrait, est définie comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH (couleur). Ou encore, c'est la concentration de l'échantillon exigé pour donner une diminution de 50% de l'absorbance de la solution contrôle constituée de méthanol et DPPH. Les valeurs EC50 moyennes ont été calculées par les régressions linéaires des trois essais séparés où l'abscisse est représentée par la concentration des composés testés et l'ordonnée par l'activité antioxydant en pourcentage (**Mensor et al, 2001**).

5.2.1.7 Test de la réduction du fer FRAP (Ferricreducing-antioxidant power)

Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait végétal est associé à son pouvoir antioxydant, l'activité réductrice du fer a été déterminée selon la méthode décrite par **Oyaizu (1986)**, basée sur la réaction chimique de réduction du fer ferrique Fe(+3) en fer Ferreux (+2) (**Hubert, 2006**).

Cette réduction est observée par le passage de la couleur jaune du fer ferrique (Fe+3) au bleuvert du fer ferreux (Fe+2), dont l'intensité mesurée à 700 nm, est proportionnelle au pouvoir réducteur des extraits testés (**Jayaprakash et al, 2001**).

Mode opératoire

1 millilitre (1 mL) de l'extrait à différentes concentrations (de 100 à 3,12 mg/ml) a été mélangé avec 2,5 mL d'une solution tampon phosphate 0,2 M (pH 6,6) et 2,5mL d'une solution de ferricyanure de potassium K₃Fe(CN)₆ à 1%. L'ensemble a été incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 min ensuite, 2.5mL d'acide tri-chloro-acétique à 10% ont été ajoutés pour stopper la réaction et les tubes ont été centrifugés à 3000 rpm pendant 10 min. Un aliquote (2,5mL) de surnageant est combinée avec 2,5mL d'eau distillée et 0,5 mL d'une solution aqueuse de FeCl₃ à 0,1%. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel a été faite à 700nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil (UV-VIS spectrophotomètre). Le contrôle positif est

Chapitre III Matériels et Méthodes

représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (**Singleton et Rossi, 1965**) rapporté par (**bougandoura et bendimerad, 2012**).

Le pourcentage de pouvoir réducteur de fer est calculé par la formule suivante :

$$\text{Pouvoir réducteur de fer (\%)} = \left[\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right] \times 100.$$

A0 : est l'absorbance de FeCl₃.

A1 : est l'absorbance de FeCl₃ solution en présence de l'extrait (**Ghaisas et al, 2008**).

5.2.1.8 Détermination de l'activité antimicrobienne

L'étude de l'activité antimicrobienne est a été effectuée par technique de diffusion en milieu solide (méthode de puits)

5.2.1.8.1 Milieux de culture et conditions d'incubation

Les milieux de culture utilisés sont:

- Bouillon nutritif (BN) et Mueller Hinton (MH).

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 H (**Remmal et al, 1993**).

5.2.1.8.2 Souches bactériennes et fongiques utilisées

Les 07 souches pathogènes utilisées sont présentées dans le tableau 2

Tableau 2: liste des souches bactériennes et fongiques étudiées

Souches	Code	Famille
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	<i>Enterobacteriaceae</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 33862	<i>Staphylococcaceae</i>
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10876	<i>Bacillaceae</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633	<i>Bacillaceae</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	<i>Pseudomonadaceae</i>
<i>Candida albicans</i>	ATCC10231	<i>Saccharomycetaceae</i>
<i>Salmonella typhi</i>	ATCC 6539	<i>Enterobacteriaceae</i>

5.2.1.8.3 Réactivations et l'inoculum des souches bactériennes

100 μ L de chaque souche ont été inoculés dans 10 mL de bouillon nutritif (figure 11). Après 24h d'incubation à 37°C, les inoculum ont été ajustés à 0,5 MC Ferland (10^7 UFC/ml) soit à une D.O qui s'étend de 0,08 à 0,10 à 620 nm.

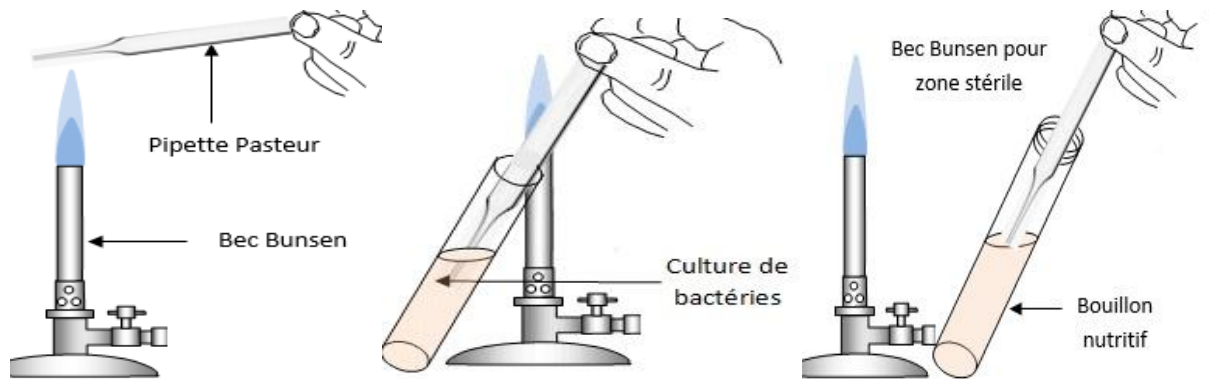


Figure 11: Réactivation des souches (Institut Pasteur, 2017)

5.2.1.8.4 Méthode de diffusion en puits AWDT : (Barefoot et Klaenhammer, 1983)

Cette méthode de diffusion est très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongigramme), elle repose sur la diffusion d'un composé antimicrobien en milieu semi solide (gélose molle), l'effet du produit antimicrobien sur la cible, le résultat est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, qui en sa fonction, la souche testée sera qualifiée de vue de sa sensibilité: sensible, intermédiaire ou résistante. Dans la technique de diffusion il y a compétition entre la croissance du microorganisme et l'effet de la diffusion du produit testé (Broadsky *et al*, 1999). Cette méthode consiste à couler 15 ml Muller Hinton molle avec 100 μ l d'une culture jeune de 24h d'incubation de nombre de 10^8 UFC/ml (la densité optique 0.08-0.1) sur une boîte de pétri. Après solidification à température ambiante dans une zone stérile, des puits sont creusés à l'aide d'un embout jaune stérile. Généralement on réalise 1 puits par boîte de 6mm de diamètre. Un volume de 50 μ l de l'extrait brut est mis dans les puits.

Les boîtes de pétri sont incubées à 37°C pendant 24h pour permettre la bonne diffusion de la substance antibactérienne (Cintas *et al.*, 1995 ; Chaalel *et al.*, 2015 ; Chaalel *et al.*, 2017). La présence de zone d'inhibition à formées autour des puits est examinée après 24h d'incubation (Hwanhlem *et al*, 2011). La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre des zones d'inhibition apparaissant ; il sera considéré comme positif si le diamètre est supérieur à 2 mm.

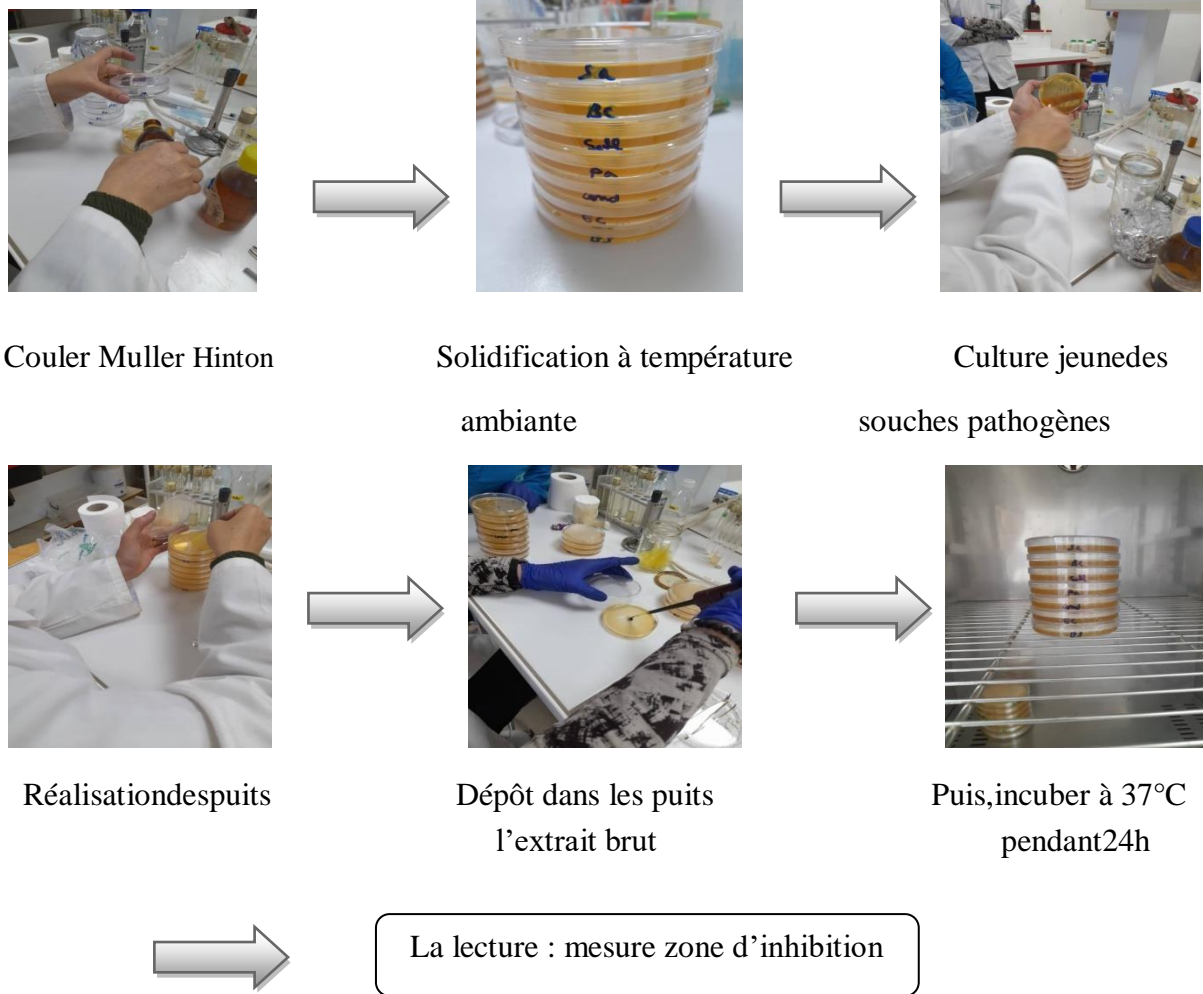


Figure 12: Méthode de diffusion en puis AWDT

5.2.1.9 Détermination de l'Activité Anti-inflammatoire (in vitro)

5.2.1.10 Méthode de stabilisation de la membrane HRBC

Préparation de globules rouges

10 mL de sang ont été prélevés d'un humain en bonne santé qui n'a pris aucun médicament anti-inflammatoire, et ont été mélangées avec un volume égal de solution d'Alsever stérilisée (2 % dextrose, 0.8 % citrate de sodium, 0.05% acide citrique, 0.42% chlorure de sodium dans l'eau). Le mélange a été centrifugé à 3000 rpm pendant 10 min et les globules ont été utilisés directement.

Hémolyse induite par la chaleur

Le principe impliqué ici est la stabilisation la lyse de la membrane HRBC induite par l'hypotonie.

Chapitre III Matériels et Méthodes

Le mélange d'essai contenait l'extrait (50,100,150,200 µg/ml) /diclofenac-sodium médicaments standard (50,100,150,200 µg/ml), 1ml de tampon phosphate (0,15 M,pH 7,4) , 2ml d'hyposaline (0,36 %) , 0.5 ml de HRBC , ont été incubés à 37 °C pendant 30 minutes et centrifugés pendant 20 minutes à 3000 rpm . La teneur en hémoglobine dans la suspension a été estimée à l'aide d'un spectrophotomètre à 560 nm(**Yoganandam et al, 2010**).L'expérience a été réalisée en trois exemplaires pour tous les échantillons testés. Le pourcentage d'hémolyse produit en présence d'eau distillée a été considéré comme 100 %.

Chapitre IV :
Résultats et Discussion

1 Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux :

Les analyses quantitatives des polyphénols totaux ont été déterminées par la méthode du Folin-Ciocalteu. Une courbe d'étalonnage de l'acide gallique a été tracée afin de quantifier les phénols totaux. Les résultats sont exprimés en millilitre et d "équivalent de l'acide gallique par milligramme d'extrait des rameaux en poudre. Sont déterminées par une équation de type: $y = a x + b$. Les mesures de densité optique pour chaque extrait se sont réalisées à 765 nm.

La formule de la régression linéaire de cette courbe d'étalonnage est de $y = 0,012x + 0,053$ avec un coefficient de corrélation R^2 égal à **0,999**. La courbe d'étalonnage de gallique est représentée dans la **figure13**.

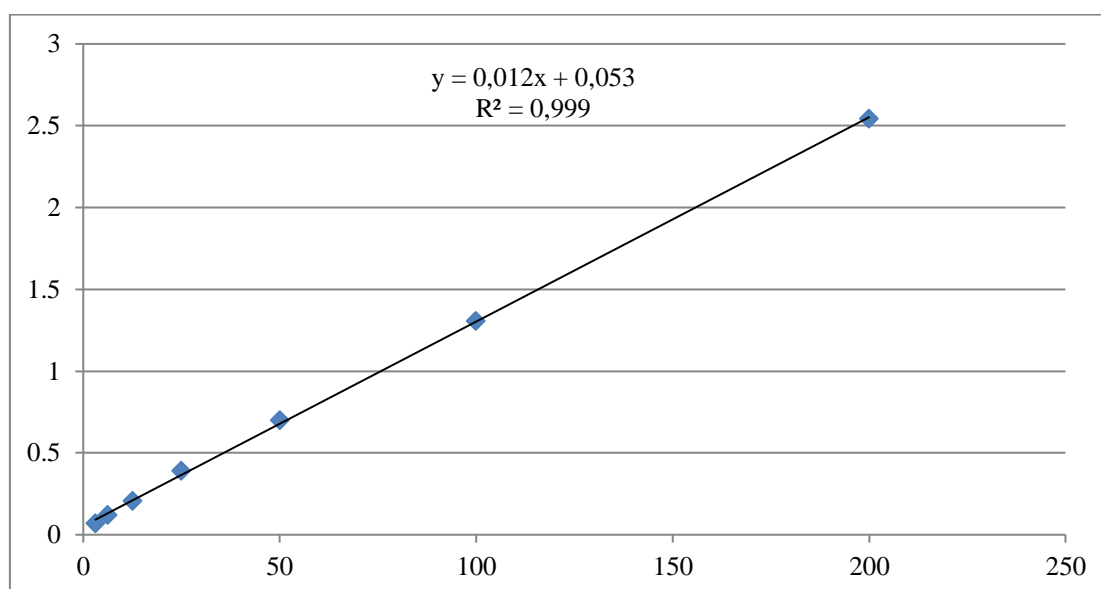


Figure 13: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Les analyses quantitatives des flavonoïdes totaux ont été déterminées par la méthode de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$).

La concentration des flavonoïdes totaux est calculée à partir de l'équation de régression d'une courbe étalonnage ($y = a x + b$) réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la quercétine comme une référence à différentes concentrations

La formule de la régression linéaire de cette courbe d'étalonnage est de $y = 0,190x - 0,354$ avec un coefficient de corrélation R^2 égal à **0,999**. La courbe d'étalonnage de quercétine est représentée dans la **figure 14**

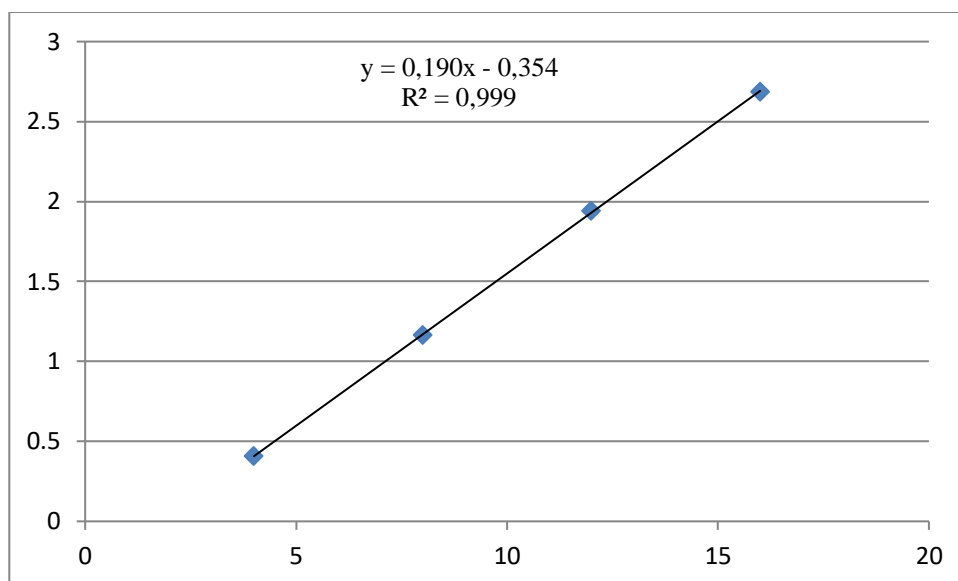


Figure 14: Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Les résultats de la teneur en composés phénoliques sont présentés dans le **tableau03**

Tableau 3: Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes d'extrait

Extraits	Teneur en polyphénols totaux ($\mu\text{g EAA/mgES}$)	Teneur en flavonoïdes totaux ($\mu\text{g EQ/mgES}$)
Extrait <i>F. carica</i>	$31,853 \pm 0,80532$	$13,941 \pm 0,06808$

$\mu\text{g GAA/mgES}$: μg d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait.

$\mu\text{g EQ/mgES}$: μg d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait.

Les résultats du dosage colorimétrique des composés phénolique totaux et des flavonoides sont illustrés à l’histogramme de la **figure15**.

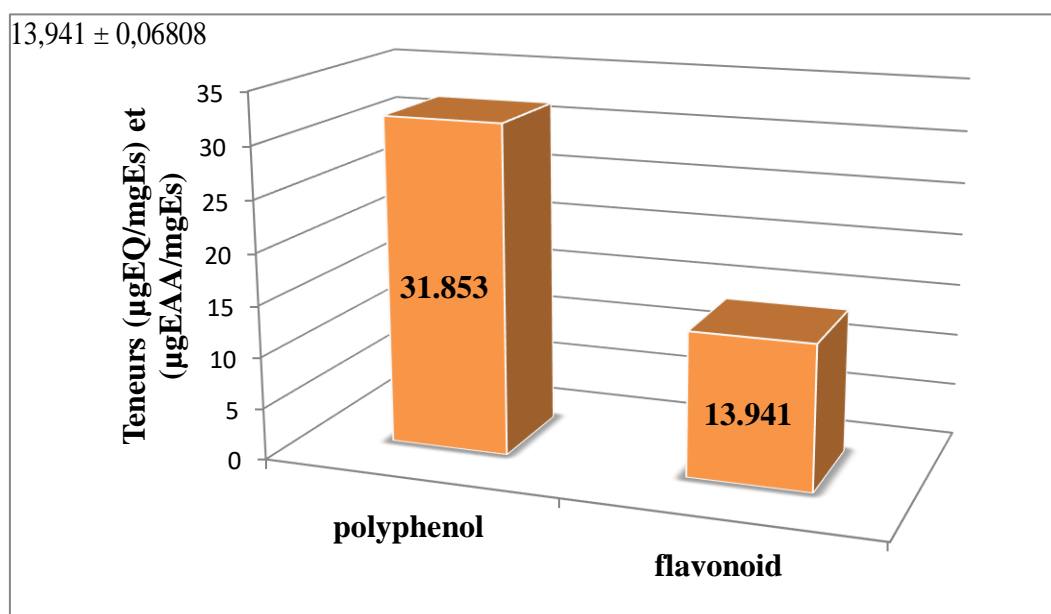


Figure 15: Histogramme représentant la teneur en polyphénols totaux et en flavonoides totaux de l’extrait.

D’après les résultats représentés au **tableau 03** et la **figure 15**, les teneurs en polyphénols totaux d’extraits méthanoliques des feuilles du *Ficus carica*L sont de $31,853 \pm 0,80532 \mu\text{g EAA/mgES}$. Les teneurs en flavonoïdes totaux sont de l’ordre de $13,941 \pm 0,06808 \mu\text{g EQ/mgES}$ pour l’extrait méthanolique du *F. carica*.

Cependant, le contenu phénolique dans les extraits de la plante dépend également du type d’extrait, c’est à dire de la polarité du solvant utilisé dans l’extraction. La solubilité élevée des phénols dans les solvants polaires donne la concentration élevée de ces composés dans les extraits obtenus en utilisant les solvants polaires pour l’extraction.

Plusieurs études se sont intéressés à la détermination des taux des polyphénols sur des extraits méthanoliques des feuilles du *Ficus carica* L. Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus des feuilles de Plovdiv par **Ivanov et al, (2015)** et des feuilles de la flore sauvage de Saklıkent / Fethiye par **Ergul et al, (2019)** avec des valeurs variant entre $3,9 \mu\text{g EAA/mg Es}$ et $16,11 \mu\text{g GAA/mg Es}$ respectivement, et inférieur à ceux de **Lahmadi et al, (2019)** à partir des feuilles ont été récoltées dans Lakhdaria de wilaya de Bouira ayant trouvé des valeurs de $353,5 \pm 10,772 \mu\text{g EAA/mg Es}$

D'un autre côté pour les flavonoïdes plusieurs études se sont intéressées à la détermination des taux de ces composés sur des extraits méthanoliques des feuilles du *Ficus carica*L. Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par **Ergul et al,(2019)** et **Ivanov et al, (2015)** qui ont trouvé des valeurs variant entre 11,29 µg EQ/mg Es et 1,4 µg EQ/mg Es respectivement, et inférieur à ceux de **Benelmadjat et Abdennour (2020)** à partir des feuilles ont été récoltées de région de Bouzeguéné la wilaya de Tizi Ouzou ayant trouvé des valeurs de 140,90±6,33 µg EQ/mg Es.

Selon **Kamiloglu E et Capanoglu E, (2013)**, ces différences de résultats peuvent être dus aux facteurs agroécologiques, génétiques et des méthodes d'extraction utilisées. D'un autre côté **Fernando V et al, (2012)**, estiment que les conditions météorologiques et l'influence de la région de culture (nord ou sud), de la méthode de culture (en serre ou en extérieur) et / ou du style de culture (conventionnel ou biologique) pourraient avoir une influence sur les concentrations finales de composés phénoliques.

6. Détermination de l'activité anti-oxydante :

6.1 Le test de piégeage du radical DPPH :

Dans cette étude, la méthode DPPH a été utilisée pour évaluer l'activité de piégeage des radicaux libres des feuilles de *Ficus carica*L. Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron.

Les graphes ci-dessous représentent la variation du pourcentage du pouvoir inhibiteur en fonction de la concentration de l'extrait des feuilles de *Ficus carica*L et l'acide ascorbique (**figure16**).

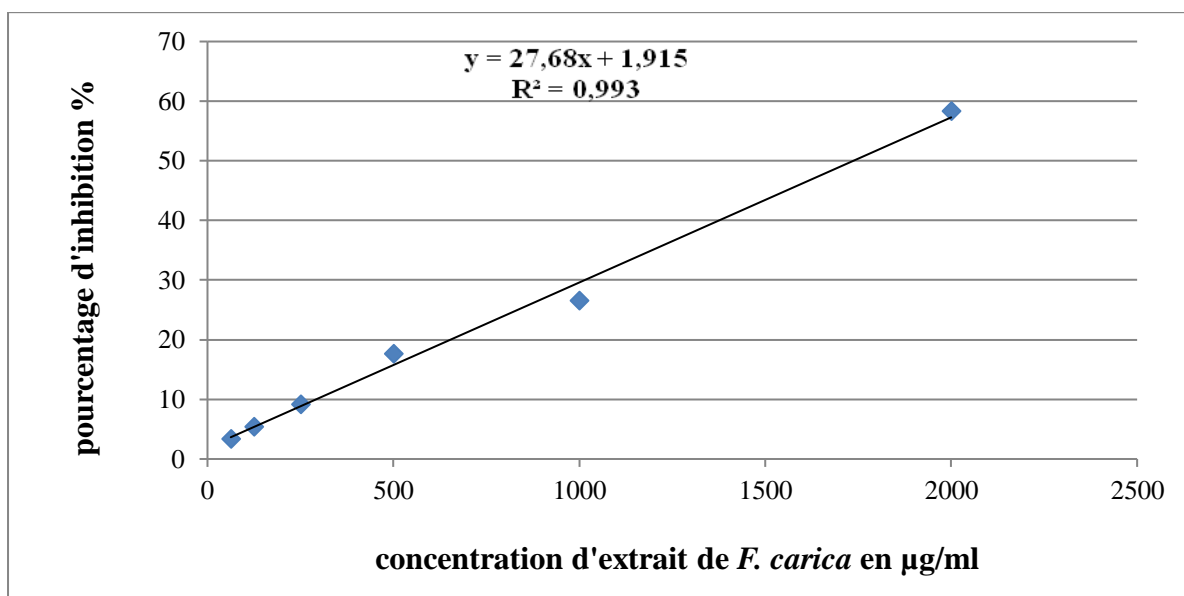
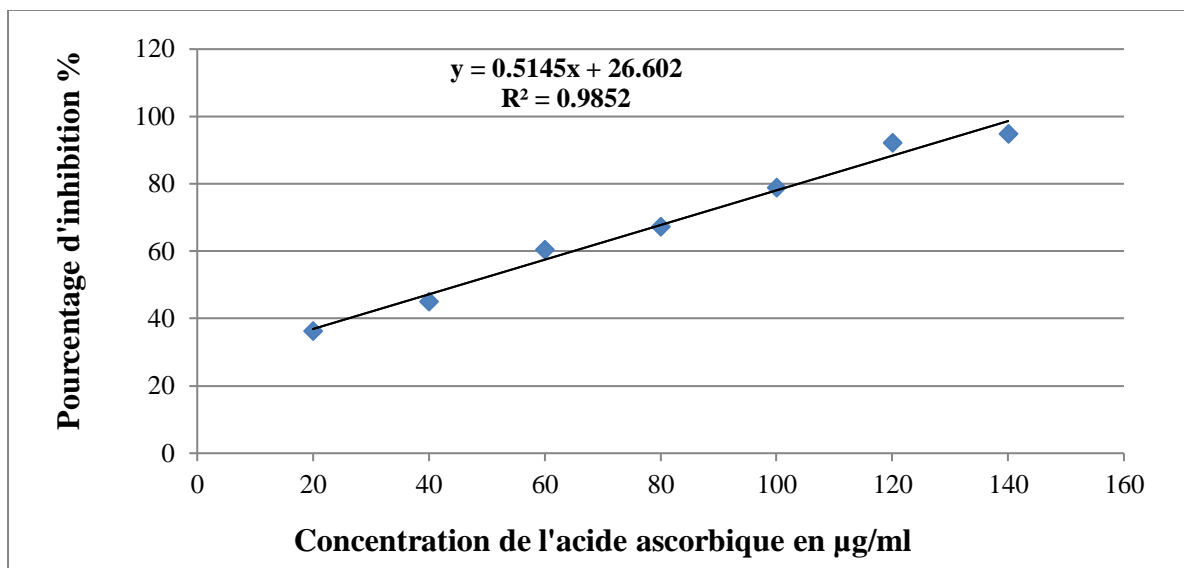


Figure 16: Pourcentages d'inhibition du radical DPPH d'antioxydants de référence et d'extrait testé

D'après les résultats représentés dans la (figure16) en remarque que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour les standards l'acide ascorbique ou pour l'extraits de *Ficus carica*L.

Pour une concentration de 100 µg/ml l'acide ascorbique a révélé un pourcentage d'inhibition de DPPH de 78,78%. Concernant l'extrait, pour une concentration de 125 µg/ml, le pourcentage d'inhibition de DPPH est de 5,42%

Ces pourcentages correspondent à une inhibition totale du DPPH reflétée par la décoloration complète du DPPH du violet en jaune pâle.

La capacité antioxydant de l'extrait a été déterminée à partir de l'IC₅₀, est définie comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH Elle a été déterminée graphiquement par la régression linéaire. Un faible valeur d'IC₅₀ d'un extrait indique sa forte activité antioxydante (Nurul *et al*, 2017 ;Diomande *et al*,2018).

Les valeurs sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 4: Valeurs d'IC₅₀ du test DPPH d'extrait et standard

Extrait / standard	IC ₅₀ µg/ml
Acide ascorbique	45,475 ± 1,151
l'extraits de <i>Ficus carica</i> L	1736,91 ± 303,93

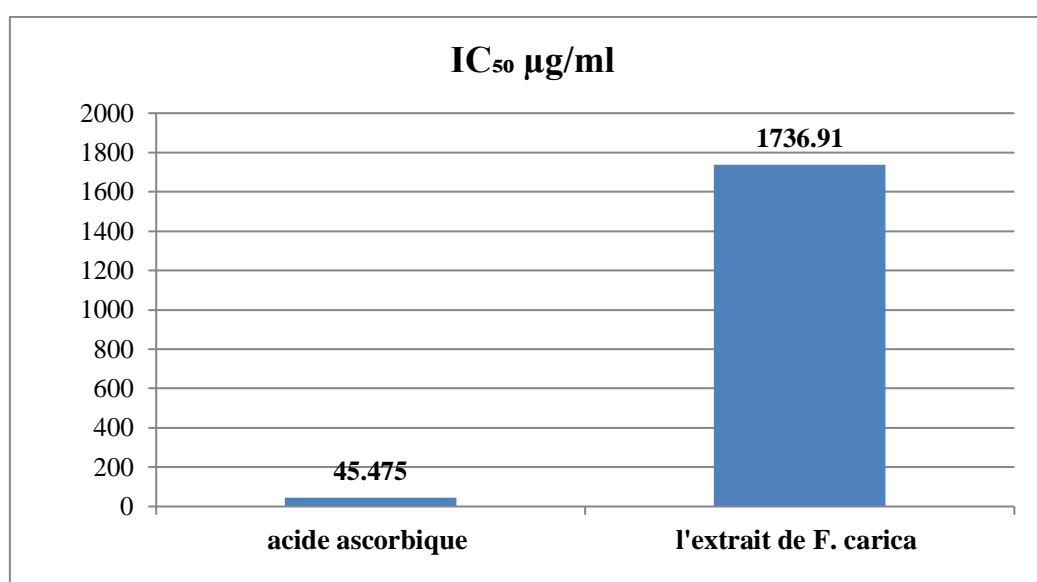


Figure 17: Valeurs IC₅₀ du test DPPH

D'après les résultats présentés dans le tableau 04 et la figure 17, je constate que l'extrait de *F. carica* ont un pouvoir antioxydant faible avec de IC₅₀ de 1736,91 ± 303,93µg/ml . Cette valeur d'IC₅₀ est supérieur à celles de standard acide ascorbique de IC₅₀ de 45,475 ± 1,151% g/ml, donc une activité antioxydante très élevé.

On Comparé avec des autres études réalisées sur l'extrait méthanolique des feuilles de *Ficus carica*L, mes résultat est supérieur à celui obtenu par Ara *et al*, (2020) d'IC₅₀ = 17,407 µg/mL des feuilles qu'ont été récoltés régions du nord du Pakistan et à ceux de Lahmadi A *et*

al,(2019) à partir des feuilles ont été récoltées dans Lakhdaria de wilaya de Bouira ayant trouvé des valeurs de $275,23 \pm 0,045 \mu\text{g/mL}$.

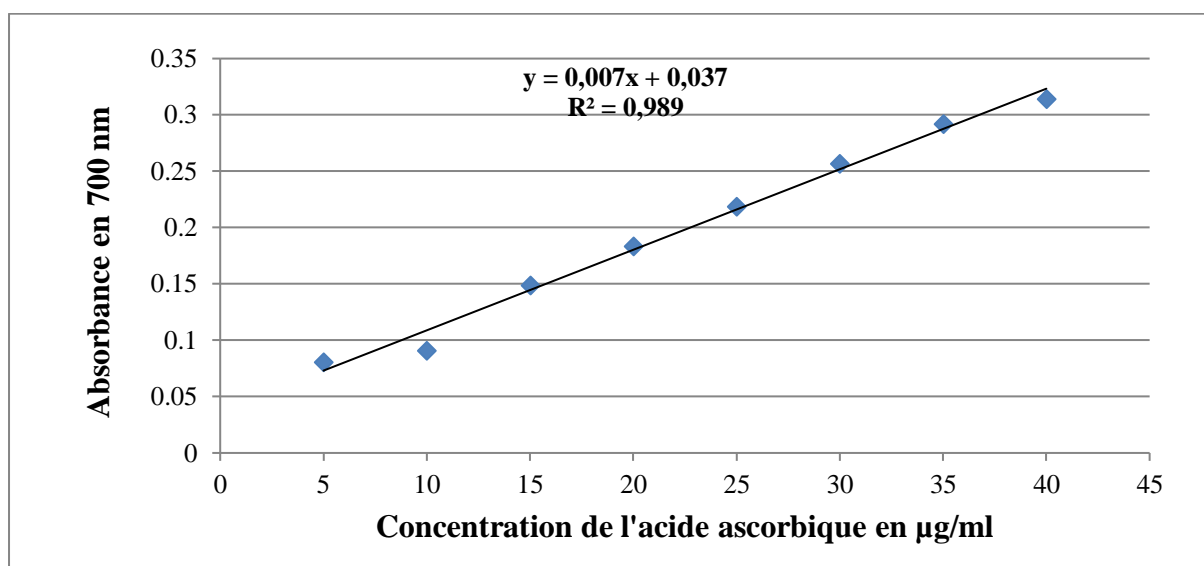
Ces différences des résultats peuvent être le résultat des quantités de composés phénoliques présentes dans les feuilles parce que la capacité antioxydante des feuilles de figuier était significativement corrélée avec le contenu phénolique (Mahmoudi et al 2015).

6.2 Test de la réduction du fer FRAP (Ferric-reducing-antioxidant power)

Cette méthode basée sur la réaction chimique de réduction du fer ferrique Fe (+3) en fer Ferreux (+2) (Hubert, 2006).

Cette réduction est observée par le passage de la couleur jaune du fer ferrique (Fe+3) au bleuvert du fer ferreux (Fe+2), dont l'intensité mesurée à 700 nm, est proportionnelle au pouvoir réducteur des extraits testés (Jayaprakash et al, 2001).

Les résultats de l'activité antiradicalaire au FRAP sont représentés au **figure 18** :



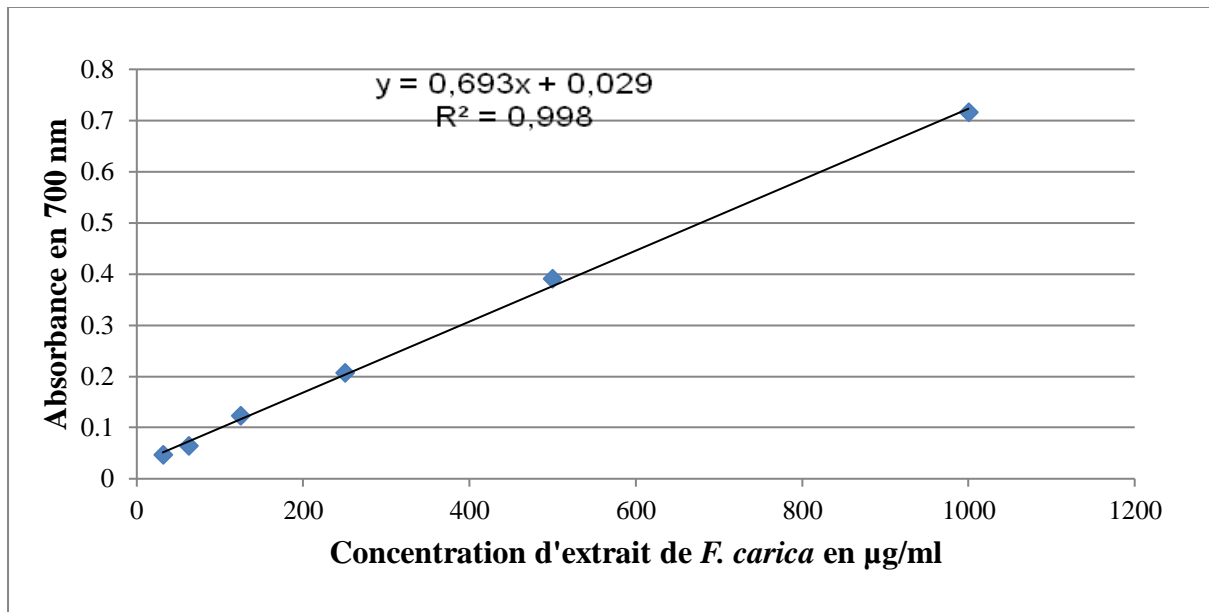


Figure 18 : Evaluation de l'activité antioxydante d'extraits de *F. carica* et l'acide ascorbique par la méthode FRAP

A partir des résultats obtenus (**figure 18**), on remarque que le pouvoir réducteur d'extraits de *F. carica* est dépendant de la concentration. C'est-à-dire que la capacité de réduction de fer est proportionnelle à l'augmentation de la concentration de l'extrait.

Les résultats obtenus montrent que la capacité d'extrait de réduire le fer est largement inférieure à celle de l'acide ascorbique.

7. Détermination de l'activité antimicrobienne de *F. carica* :

Nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antimicrobien d'extrait brut de *F. carica* par la méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983) sur un milieu gélosé solide, Mueller-Hinton. L'activité antimicrobienne de *F. Carica* a été estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant l'extrait brut de *F. carica* à tester vis-à-vis de 07 microorganismes testés qui proviennent de la collection du laboratoire LMBAFS, *S. aureus* ATCC 33862, *E. coli* ATCC 2592, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *B. cereus* ATCC 10876, *B. subtilis* ATCC 6633, *C. albicans* ATCC 10231 et *Sal. typhi* ATCC 6539.

7.1 Méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983)

C'est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet antimicrobien. D'après les résultats obtenus, on remarque que les propriétés antimicrobiennes dans ce test ont montré que l'extrait brut de *F. Carica* influence totalement sur *S. aureus* ATCC 33862, *E. coli* ATCC 2592, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *B. cereus* ATCC 10876, *B.*

subtilis ATCC 6633, *C. albicans* ATCC10231, mais aucune activité antimicrobienne n'a été enregistrée vis-à-vis de la souche *Sal. typhi* ATCC 6539(**Figure 19**).

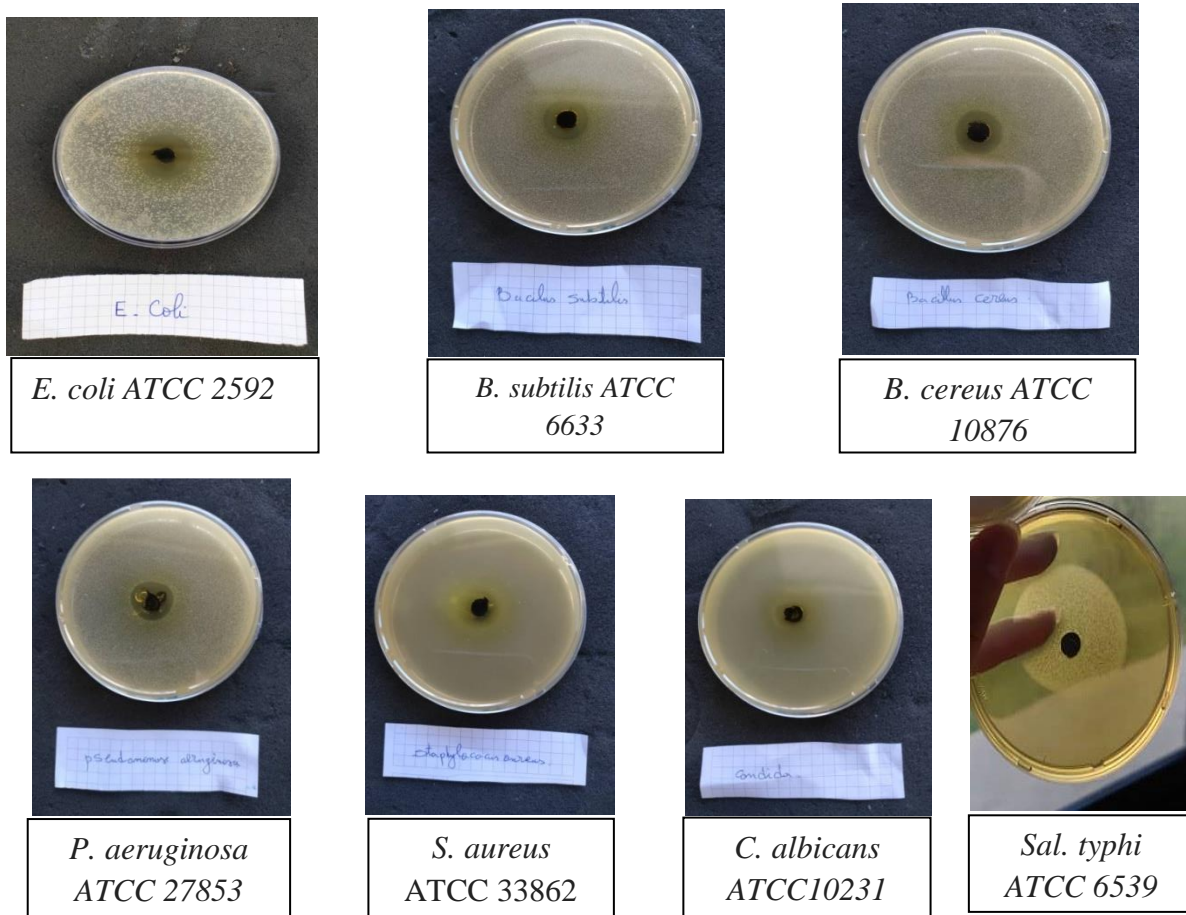


Figure 19: Pouvoir antibactérien d'extrait brut *F. carica* par la méthode de diffusion en puits vis à vis de *S. aureus* ATCC 33862, *E. coli* ATCC 2592, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *B. cereus* ATCC 10876, *B. subtilis* ATCC 6633, *C. albicans* ATCC 10231 et *Sal. typhi* ATCC 6539

L'extrait brut de *F. carica* a montré des diamètres d'inhibition compris entre 18mm à 00mm vis-à-vis toutes les souches. Ainsi qu'il possède une activité inhibitrice importante vis-à-vis la souche *E. coli* ATCC 2592, qui obtenu le diamètre d'inhibition 18mm, cette inhibition est respectivement avec les souches pathogènes. *P. aeruginosa* ATCC 27853, *B. cereus* ATCC 10876 et *B. subtilis* ATCC 6633 a enregistré un diamètre d'inhibition de l'ordre de 12 mm et *S. aureus* ATCC 33862 a marqué à son tour un diamètre de l'ordre de 07 mm et *C. albicans* ATCC10231, a marqué un diamètre d'inhibition et qui est de l'ordre de 04 mm. Alors qu'aucune activité inhibitrice n'a été notée de la part de *Sal. typhi* ATCC 6539 (**Figure 20**).

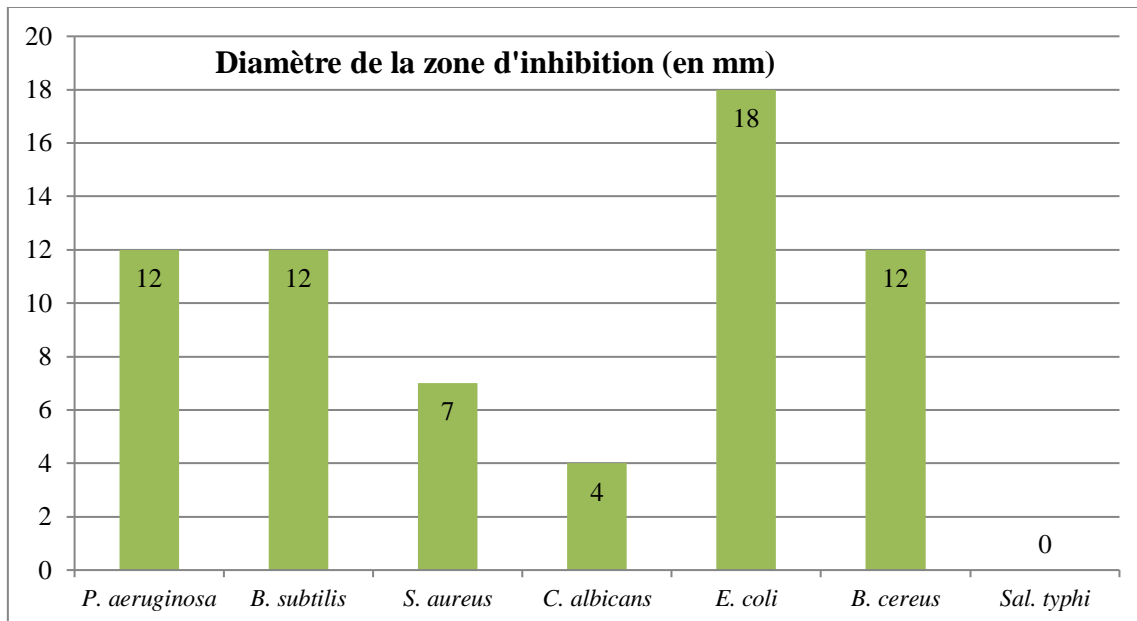


Figure 20: diamètre des zones d'inhibition (en mm) en présence d'extrait brut *F. carica* vis-à-vis de *S. aureus* ATCC 33862, *E. coli* ATCC 2592, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *B. cereus* ATCC 10876, *B. subtilis* ATCC 6633 et *C. albicans* ATCC 10231

Nous remarquons que le diamètre d'inhibition supérieur (18 mm) a été observé par la souche *Escherichia coli* ATCC 25922, tandis que le diamètre d'inhibition inférieur (plus faible) (00 mm) était observé par la souche *Salmonella typhi* ATCC 6539

Dans l'ensemble des résultats obtenus, il ressort que : *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 sont les plus sensibles vis-à-vis l'extrait de *F. carica* (activité antimicrobienne forte).

Staphylococcus aureus ATCC 33862 et *Candida albicans* ATCC 10231 moins sensibles vis à vis l'extrait brut de *F. carica* (activité antimicrobienne faible).

Salmonella typhi ATCC 6539, est résistante vis-à-vis l'extrait de *F. carica* (aucune activité antimicrobienne).

Khaleel Ibrahim et Mohammad Mahdi (2014) ont déterminé le diamètre de la zone d'inhibition de la *Staphylococcus aureus* de 13 mm, ce résultat d'inhibition est relativement inférieur à celle dans notre étude.

Rashid et al., (2014) ; Al Askari et al., (2012) ont également montré que l'extrait éthanolique avait une forte activité antimicrobienne, avec une zone maximale d'inhibition notée contre *Staphylococcus aureus* de 21mm.

Ce résultat n'est pas en accord avec les nôtres du fait que l'extrait de *F. carica* enregistré un effet inhibiteur plus important contre *E. coli* avec une zone maximale d'inhibition de 18mm.

8. Détermination de l'Activité Anti-inflammatoire (in vitro) :

Les résultats de l'effet de l'activité anti-inflammatoire in vitro de *Ficus carica* par méthode de stabilisation de la membrane HRBC a été évalué à différentes concentrations. Le diclofénac de sodium a été utilisé comme standard et les résultats sont illustrés dans la figure (21) ci-dessous.

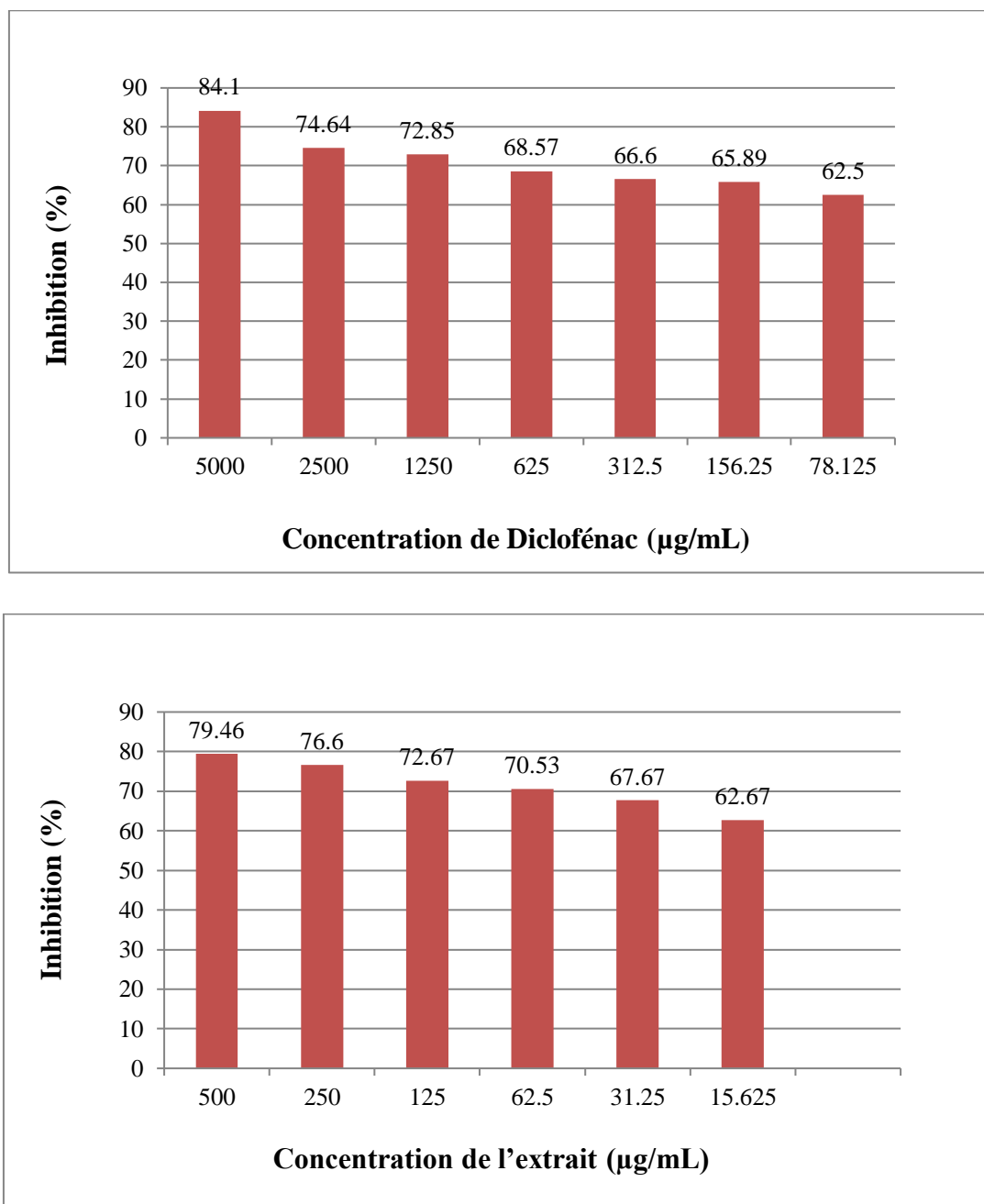


Figure 21: Effet d'extraits de *F. carica* et de Diclofénac sodium

D'après l'histogramme, l'extraits de *F. carica* a relevé un pourcentage d'inhibition maximale qui est de 79,46 % à 500 µg/ml, et le diclofénac a enregistré un pourcentage d'inhibition maximale de 81,1 % à 5000 µg/ml.

500 µg/ml d'extraits de *F. carica* a run pourcentage d'inhibition de 79,46%, elle est un peu comparable à 2500 µg/ml de diclofénac qui enregistrer 74,64% . Donc l'extraits de *F. caricaa* un activité anti-inflammatoire mieux que le diclofénac sodium.

Cependant, ces résultats sont supérieurs à ceux de **Sidi ali. L et BaliT. O, (2022)** à partir des feuilles de *Ficus caricaL* collectées au niveau de la wilaya de Bejaïa ayant trouvé 75 % à 500 µg/ml.

D'après les résultats obtenus, l'extrait de *Ficus caricaa* montré des taux d'inhibition intéressants, donc nous pouvons suggérer que, cet extrait peut inhiber la formation d'anti-antigénique et empêcher les maladies auto-immunitaires.

On conclut que l'extrait de *F. carica* a des des propriétés pharmacologiques, Ceci justifie leur usage traditionnel pour traiter les maladies inflammatoires.

Conclusion

Conclusion

La connaissance et l'utilisation des plantes médicinales représentent un véritable héritage de l'être humain. Grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent, leur importance dans le domaine de la santé publique est très accentuée.

Notre étude a pour objectif l'évaluation des activités biologiques d'extraits des feuilles de *Ficus carica*, récoltés à la région nord-ouest de l'Algérie (Wilaya de Tlemcen), durant la période allant du mois de Aout jusqu'au mois de Septembre 2022.

L'estimation quantitative des composés phénoliques montrent que l'extrait des feuilles de *Ficus carica* est plus riche en polyphénols que flavonoïdes.

L'activité antioxydante de l'extrait a été évaluée par la méthode du piégeage du radical libre DPPH. D'après les résultats obtenus, on a montré que l'extrait possède un pouvoir antioxydant faible. On peut déduire que, l'activité antioxydante obtenue est liée directement à la teneur en composés phénoliques de l'extrait.

Activité antibactérienne variable contre les différentes souches bactériennes testées a présenté par une zone d'inhibition maximale sur *E. coli*.

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire montre que l'extrait exerce un effet inhibiteur. Le meilleur effet a été enregistré par les feuilles de *Ficus carica*. Par conséquent, les résultats de la présente étude indiquent que cette activité anti-inflammatoire est due à la présence de composés bioactifs, tels que les polyphénols, et les flavonoïdes dans les feuilles.

Ainsi, de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- ✚ Identifier d'autres métabolites secondaires par l'utilisation d'autres solvants d'extraction et leurs influences sur le rendement et la composition chimique de l'extrait.
- ✚ Evaluer d'autres activités biologiques notamment l'activité enzymatique, anticancéreuse et antisciatrisante.
- ✚ Effectuer une étude phytochimique complète qui consiste à purifier, identifier et caractériser les composés actifs.

*Références
bibliographiques*

-A-

Ahmad, S., Bhatti, F. R., Khaliq, F. H., Irshad, S., & Madni, A. (2013). A review on the prosperous phytochemical and pharmacological effects of *Ficus carica*. *International Journal of Bioassays*, 2, 843-849.

Ara I., Naqvi I. Syeda H., Ur Rehman N., Moiz Qureshi M. (2020). Comparative Antioxidative and Antidiabetic Activities of *Ficus carica* Pulp, Peel and Leaf and their Correlation with Phytochemical Contents. *Pharm Res*, 2020, 4 (2):000197.

-B-

Baby J., Raj J. (2011). pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn An overview. *International Journal of Pharmacy and Technology Research*. 3(1): 08-12.

Badgujar, S. B., Patel, V. V., Bandivdekar, A. H., & Mahajan, R. T. (2014). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*: A review. *Pharmaceutical biology*, 52(11), 1487-1503.

Bauwens P. (2008). *Figues de tous pays*. Edisud.

Bayer, E., Buttler, K.P., Finkenzeller, X., & Grau, J. (2005). *Guide de la flore méditerranéenne*. édition Tec et Doc, Lavoisier Paris. 12-13.

Belattar, H. (2019). Caractérisation morphologique, biologique et moléculaire de quelques variétés de figuier (*Ficus carica* L.). Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Science. Université des Frères Mentouri Constantine 1.

Benaissa, O., (2011). Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. *Activité Biologique*, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p

Benelmadjat, I et abdennour, F (2020). Evaluation de l'activité antioxydante et enzymatique des feuilles du Figuier *Ficus carica* L, master en Biochimie Appliquée, Université Constantine Mentouri Frères 1. 39pp

Bensalah, A., et Korib, H. (2013). Contribution à l'étude de quelques variétés de figuier dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en agronomie. 10, 13,15,33p.

Bertaudeau et Faure (1990).Atlas d'arboriculture fruitière Vol.4. et Tec.Doc. Lavoisier, 289p.

Bougandoura, N., &Bendimerad, N. (2012).Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de Saturejacalaminthassp. Nepeta (L.) Briq. Nature & Technologie, (9), 14 – 19.

Boukri, N. H. (2014). Contribution à l'étude phytochimique des extraits bruts des épices contenus dans le mélange Ras-el-hanout. Thème Master Academique : Université KasdiMerbah Ouargla, 99 p.

Broadasky TF, Lewis C &eBle TE - Doumandji A, Hellal A &Saidi N - Hwanhlem N,Bruneton J., (1999). Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition,Paris: Editions*médicales internationales, Tecet DocLavoisier.*1120.

Bruneton, J. (1999)...Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » Médicinales 3émé Ed, Tec et doc,Paris-P484-540.

-C-

Çalışkan, O., &Polat, A.A. (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica*L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *ScientiaHorticulturae*, 128(4), 473-478.

Caraglio.(2005) . Les secrets du figuier. Les sorties nature : passage de l'automne à l'hiver

ChaalelA.,RiaziA.,Dubois-DauphinRandThonartP(2015).Screeningofplantaricin EF and JK in an Algerian *Lactobacillus plantarum* isolate. *Asian Pac J TropDis.***5(6):**474-482.

Chawla, A., Kaur, R., et Sharma, A.K. (2012). Ficus caricaLinn: A review on its,pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*, 1 (4): 215-232

Cintas LM., Rodrýguez JM., Fernandez MF., Sletten K., Nes IF., Hernandez PE&Holo H (1995). Isolation and characterization of pediocin L50, a new bacteriocin

from *Pediococcus acidilactici* with a broad inhibitory spectrum. *Appl Environ Microbiol*; **61**:2643–2648.

Coliveira, A. P., Silva, L. R., Ferreres F., Pinho, P. D.E., Valenta, P. O., Branca, M., Silva, J.A., et Andrade P. B. (2010). Chemical Assessment and in Vitro Antioxidant Capacity of *Ficus carica* Latex. *J. Agric. Food Chem.* 58: 3393–3398.

Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G. (2000). Natural Products (Secondary metabolites). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, Buchanan B., Grissem W, Jones R. (eds). *Americ. Soc. of Plant Physiologists* . 1250-1318.

-D-

Dacosta, Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta (Ed). Paris, p 317.

Diomande A., Yao K., Sylla Y., Tra Bi Fézan H., Bakayoko A., Kone Mamidou W. (2018). Pouvoir antioxydant et teneurs en composés phénoliques de deux espèces du genre *Albortisia*: *Albortisiacordifolia* (Mangenot & J. Miège) Forman et *Albortisiascandens* (Mangenot & J. Miège) Forman (Menispermaceae). *European Scientific Journal* October 2018 edition Vol.14, No.30 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Doukani K., tabak S. (2017). Profil phytochimique de quelques espèces de *Citrus* (*C. aurantium*, *C. sinensis* et *C. limonum*) ; *Revue Écologie-Environnement* ; 13 :1-4.

DSA. (2017). (Direction des Services Agricole). Béjaia.

DsasiDec. (2017) : direction des services agricole statistiques information depuis monographie décembre 2017.

-E-

Ergul M., Ergul 2 M., Eruygur N., Atas M., Ucar E. (2019). In Vitro Evaluation of the Chemical Composition and Various Biological Activities of *Ficus carica* Leaf Extracts. *Turk J PharmSci* 2019;16(4):401-9.

-F-

FAO. (2016). (Organisation des nations unis pour l'alimentation et l'Agriculture).

Fiorucci, S. (2006). Activités biologiques de composés de la famille de flavonoïdes: approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. Thèse de doctorat. Nice. 211p.

Formica, J. V., &Regelson, W. (1995).Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. Food and chemical toxicology, 33(12), 1061-1080.

-G-

Gausсен,H., Lero, J.F et Ozenda , P.(1982).Précise botanique, tonne II : végétaux supérieure Masson : 558 – 560pp.

-H-

Hamel T., sadou S., seridi R., boukhdир S., boulemtafes A. (2018). Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'edough (nord-est algérien) ; Ethnopharmacologia ; 59 : 75 -81.

Harborne, J.B., Williams, C.A.(2000). Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry, 55(6), 481-504

Hollman, P.C., Hertog, M.G.L., & Katan, M.B. (1996).Analyse and health effects of flavonoids. Food Chemistry, 57, 43-46.

Hopkins, W.G. (2003). Assimilation du carbone et productivité. Dans: Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge Rambour. Editions De Boeck université, 515p.

Huang M.T. et Ferraw T., 1991.Phenolic compound in food and cancer prevention. Phenolic compounds in food and their effects on health, 3:83.

-J-

Iserin, P. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersley Limited, Londres

Ivanov I., Dencheva N., Petkova N., Denev P. (2015). Determination of totalpolyphenols and antioxidant activity of different extracts from *Ficus carica*L leaves. *Arte* Vol. 3, No. 1, 2015 ISSN: 1314-8788.

-J-

Janick J., 2006.*Ficus carica*fig. En: The enciclopedia of fruit and nuts. CAB International, 493-503.

Jean-Jacques, M. (1996). Les composes phenoliques des vegetaux : quelles perspectives à la fin du XXemesiecle . *Acta BotanicaGallica* , 473-479.

Jeddi L. (2009). Valorisation des figues de Taounate, potentiel, Modes, et stratégies proposées. Industries Agricoles et Alimentaires, Direction provinciale d'agriculture de Taounate, Maroc, 4-29.

Judd, W.S., Bouharmont, D., Compbell, C.S., Evard, C.M., Kellogg, F.A. et Stevens, P. (2002).Botaniquesystématique : une perspective phylogénique. Ed BOECK université : pp:167-383-396-398.

-K-

Kamiloglu E., et Capanoglu E. (2013).Polyphenol Content in Figs (*Ficus carica*L.): Effect of Sun-Drying. *International Journal of Food Properties*, 18:521–535, 2015.

Khanfir, E. (2015). Identification de la diversité génétique des variétés de figuier: Caractérisation morphologique et moléculaire des variétés de figuier de Kerkennah. Éditions universitaireseuropéennes.

Kjelberge, F. &Valdeyron, G.(1984). The pollination of the fig tree (*Ficuscarica*L.) and its control in horticulture. *Acta OEcológica*, 5(4) :407-412 .

Kjelberge F., Doumesche B. et Bronstein J.I.,1988.Longevity of fig wasp (Blastophagapsenes).

Kjelberge, F., Aljibouri, A. &Valdeyron, G. (1983).Observations récentes sur la pollinisation du figuier. Fruits, 38 (7-8) :567-569.

-L-

Lahmadi A., Filali H., Samaki H., Zaid A., et Aboudkhil S. (2019).Phytochemical screening, antioxidant activity and inhibitory potential of *Ficus carica* and *Olea europaea* leave. Bioinformation 15(3): 226-232 (2019).

Lamy, E., Rawel, H., Schweigert, F.J., Silva, F.C., Ferreira, A., Costa, A.R., Antunes C., Almeida, A.M., Coelho, A.V. et Sales-Baptista, E. (2014). The effect of tannins on mediterranean ruminant ingestive behavior: the role of the oral cavity. Molecules, 16; 2766-2784.

Lansky, E. P., Paavilainen, H. M., Pawlus, A. D., Newman, R. A. (2008).*Ficus* spp. (fig): Ethnobotany and potential as anticancer and anti-inflammatory agents. J.Ethnopharmacol., 119 : 195–213

Lansky, E.P., &Paavilainen, H.M. (2011). Traditional herbal medicines for modern times: Figs the Genus *Ficus*. ED. Taylor and Francis Group, LLC Chemical Rubber Company Press, 357.

Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., chen F. et Tian Y.,2007. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. Food Chemistry, 102:771-776

-M-

Macheix, J.J., Fleriet, A et Christian, A. (2005).Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaire d'importance économique. PPTUR Lausanne

Mahmoudi S., Mustapha K., Abderahim B., Karima B., Imen B. (2015). Phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of leaf extracts from ten Algerian *Ficus carica* L. varieties. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.

Malecky, M. (2005). Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. p 9, 13-19, 20, 27

Mauri, N.(1952). Les figuiers cultivés en Algérie. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°105, Alger.57P

Mebarki, N. (2010). Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse-antimicrobienne, magister en génie des procédés chimique et pharmaceutiques, université M'Hamed Bougara Boumerdes. 11p

Mergham, R. (2009).Eléments de biochimie végétale,Bahaeddine, Editions,Algérie .P :85

Michel A., (2002). La rousse agricole.

Miguel, M.G. (2011). Anthocyanins: Antioxidant and/or anti-inflammatory activities. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 1(6), 7-15.

Mohammedi, Z. (2013).Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud ouest de l'algérie. Thèse doctorat: Université Abou Bekr, 170 p.

-N-

Nurul J., Dewi H., Sylviana R. H., Byan A. A., Rizka Y. R., et Wiwi W. (2017).Antioxidant activities of different solvent extracts of *Piper retrofractum*Vahl. using DPPH assay. AIP Conference Proceedings 1854, 020019 (2017).

-O-

Ouahas, C. (1996). Chimie Organique, Science biomédicales et Sciences de la nature, Office des publication Universitaires, Alger, p 431.

Ouaouich, A., &Chimi, H. (2005). Guide du sécheur de figues. 1ère édition. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, Maroc, 10, 28.

Ouelbani R., Bensari S., Mouas T.N., Douadi K. (2016).Ethnobotanical investigations on plants used in folk medicine in the regions of Constantine and Mila (North-East of Algeria). Journal of Ethnopharmacology. 194; 196-218.

Oukabli, A. (2003). Le figuier un patrimoine génétique diversifier à exploiter Unité de Recherche sur l'Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phyto-génétiques INRA, Centre Régional de Meknès. N° 106

-P-

Peter, B. (2008). Figues de tous pays. Edisud.

-R-

Rameau, J. C., Mansion, D., &Dumé, G. (2008). Flore forestière française: guide écologique illustré. Région méditerranéenne 3, Forêt privée française.

Raven, H., Evert, R. F., Eichhorn, S. E. (2000).Biologie végétale. 6eédition. Traduit par Jules Bouharmont avec la collaboration scientifique de Charles-Marie Evrard. De Boeck Université - Paris, 944p.

Redondo, L.M., Chacana, P.A., Dominguez, J.E. et Miyakawa M.E.F. (2014).Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. Frontiers in microbiology, 5 (118); 1-7

-S-

Seyoum, A., Asres, K., & El-Fiky, F.K. (2006). Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids. Phytochemistry, 67(18), 2058-2070.

Shukranul M., Khairana H., et Ibrahim J. (2013). *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, Traditional Uses and Biological Activities. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Volume 2013. Article ID 974256, 8 pages.

Sidi ali. L, et Bali T. O (2022). Evaluations des activités biologiques des extraits de la partie aérienne de *Fumaria officinalis* et des feuilles de *Ficus carica*, master en Biochimie appliquée, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. 35 pp

Stover E., Aradhya M., Ferguson L. et Crisosto C.H., 2007. The fig: overview of an ancient fruit HortScience 42:1083-1087.

Stover E., Aradhya M., Crisosto C. et Ferguson F., 2007. Overview of the California fig industry and new interest in varieties for fresh fruit. Proc. California Plant and Soil Conference: Opportunities for California Agriculture, Sacramento, Calif. 169–175 pp

-V-

Vidaud , J. (1997). le figuier monographie du CTIFL (centre technique interprofessionnel des fruits) Anstett, M. Ch. 1994. Contraintes et libertés dans l'évolution des mutualismes figuiers/pollinisateurs. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, Montpellier, France.

V. V. Patil, S. C. Bhangale, and V. R. Patil.(2010) .“Evaluation of antipyretic potential of *Ficus carica* leaves,” International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, vol. 2, no. 2, pp. 48–50

-W-

Walali, L., Skiredj, A., & Alattir, H. (2003). Fiches Techniques: L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture, 105, 3-4.

Annexes

Annexe 1 :Materiels et produits chimiques

Solvants	Les verreries
-Ethanol	- Pipettes
- Méthanol	- Bécher
- Eau distillée	- Spatule
- citrate de Na	- Pipettes pasteur
- Na Cl	- Micro pipette
- Folin-Ciocalteu	- Boîtes de pétries
- DPPH	- Flacons
- Milieu MH	- Erlenmeyer
- BN	- Entonnoir
- Acide trichloroacétique	- Papier filtre
- Trichlorure d'aluminium $AlCl_3$	- Papier film
- ferricyane de Potassium $K_3Fe(CN)_6$	- Papier d'aluminium
- Carbonate de Na	- Papier Whatmann
- $FeCl_3$	- Eprouvette
- HCl	
- Dextrose	
- Acide citrique	
- KCl	
- Na_2HPO_4	
- NaH_2PO_4	

Annexe 2 : Les appareillages



Balance



Etuve



Agitateur magnétique



Plaque chauffante



Spectrophotomètre



Bain marie



Vertex



Balance de pression



Centrifugeuse



Bec benzène



Incubateur



Rota vapeur