

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département d'Agronomie



# Mémoire de fin d'études



*En vue de l'obtention du diplôme de Master  
Filière : Sciences Biologiques*

*Option : Biochimie de la nutrition*

## Thème

Essai d'élaboration d'un sirop fonctionnel à base  
des feuilles de figuier

**Présentée par :** M<sup>elle</sup> Moulouel Sarah  
M<sup>elle</sup> Ouneche Zahia

*Devant le jury :*

**Président :** M<sup>r</sup> METAHRI.M.S Maitre de conférences (A) à l'UMMTO

**Examineur :** M<sup>r</sup> MOUALEK .I. Maitre de conférences (B) à l'UMMTO

**Examinatrice :** M<sup>me</sup> HELLAL Z. Maitre Assistante (A) à l'UMMTO

**Promotrice:** BENAHMED DJILALI Adiba. Maitre de conférences(A) a  
L'UMMTO.

*Promotion 2018 - 2019*

## **Remerciements**

*On tient avant tout à remercier le bon Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la santé, la force et la patience afin d'accomplir ce modeste travail qui a été réalisé au sein du Laboratoire pédagogique a l'Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU (UMMTO).*

*Nous tenons à exprimer notre profond respect et nos remerciements les plus sincères à notre promotrice Mme BENAHMED DJILALI Adiba, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. La qualité de ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordé, nous ont permis de mener notre travail à bon port.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury Mr METAHRI M.S , Mr MOUALEk I. et Mme HELLAL Z. pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions. Nous les remercions pour leurs disponibilité, leurs conseils, leur gentillesse, qu'ils trouveront ici notre reconnaissance et notre profond respect.*

*On remercie également, Mme chehrit Hacid ainsi, que Mme smail qui a veiller sur la réalisation de ce travail. On remercie également Mr BENMOUNAHA. Directeur de l'unité de recherche de l'université de boumerdes*

*Nos remerciements les plus sincères à tous nos enseignants du département de Biochimie-Microbiologie (BMC) de l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou pour leurs compétences et expertises. Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail en particulier, les ingénieurs des laboratoires.*

*Enfin toute notre sympathie et nos remerciements vont également à tous ceux et celles, qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.*



## *Dédicaces*

♥ *A l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce modeste travail  
que je dédie à mes plus chers êtres au monde* ♥

*J'adresse à mes très chers parents, que je ne pourrais  
jamais remercier autant. Un grand et en particulier «  
Merci », De m'avoir donné des racines et des ailes, de  
m'avoir supporté durant toutes ces années, et de m'avoir  
transmis de vraies valeurs...*

*A mes honorable professeurs de qui j'ai aquirere du  
savoir.*

*A mes chers frères: Rafik et Tarik. A mes chers oncles  
et tantes maternelles qui ont su m'encourager et me  
soutenir dans les différentes Situations de ma vie. A ma  
chere grand-mere.*

*A mes très chères cousins et cousines , qui étais  
toujours là pour m'écouter, me réconforter et  
m'encourager dans les moments de doute*

*A la famille Imessaoudene*

*A ma chère grand-mère : Taous*

*A mes copines qui m'ont aider a la réalisation de ce  
travail*

*A mes amis. A vous....*

**Sarah  
Moulouel**





## *Dedicace*

♥ *A l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce modeste travail  
que je dédie à mes plus chers êtres au monde* ♥

*J'adresse à mes très chers parents et soeur, que je ne  
saurais jamais remercier autant, Un grand et tout  
particulier « Merci », De m'avoir donné des racines et  
des ailes, de m'avoir supporté et appuyé durant toutes  
ces années, et de m'avoir transmis de vraies valeurs....*

*Je dédie ce moeste travail a tous les étudiants qui  
veulent l'expoiler.*

*A mes copines et amis qui m'en aider a la réalisation de*

*A mes professeurs  
A mes amis. A vous....*

*Zahia  
Ouneche*



## Résumé

Le figuier *ficus carica* est une espèce rustique de la famille des moraceae, le but de notre étude est l'évaluation des substances bioactives de la poudre des feuilles de figuier.

L'enquête ethnobotanique a été réalisée dans la région de Tizi Ouzou, l'une des régions les plus réputées par la culture du figuier a permis de décrire les différentes utilités médicinales des plantes par la population locale. Cette enquête révèle que, toutes les parties de l'arbre étudié sont sollicitées à des fins thérapeutiques par la population locale de la région d'étude.

La fréquence d'utilisation des feuilles de figuier de la zone d'étude est très liée au profil des personnes enquêtées. Ainsi, ils ont été interrogés selon le sexe, tranche d'âge, niveau d'étude et la situation familiale, Les hommes utilisent les feuilles beaucoup plus que les femmes (57% contre 43% respectivement). La macération est la forme la plus pratiquée (70%) dont 80% soignent la grippe et 29% les exploitent en alimentation de bétail.

La taille majoritaire de la poudre issue du broyage des feuilles de figuier est 125µm exploitée dans cette caractérisation.

L'analyse phytochimique montre la présence des différents composés biologiques actifs tel que anthocyanes, tanins, tanins galliques, alcaloïdes, glucosides par contre elles sont pauvres en saponosides, sennosides, quinones libres et les coumarines.

Les analyses physicochimiques montrent que l'humidité des feuilles de figuier est de 95.69 avec un pH de 5.95 à 20°C et un taux d'acidité titrable de 1.764. elles sont aussi

riches en poly phénols avec une concentration de 3,0074mg E.A.G/g de MS, en flavonoïdes dont la concentration est de 21.01 mg E.Q/g de MS, et en chlorophylle, riches en cendres 4.31%, riches en matière grasse dont le taux est de 4.65 % les acides gras majoritaires sont l'acide linoléique (52.08%), Palmitique (16.12%), linoléique (14.52%) et oléique (5.54%). Ces acides sont essentiels dans l'alimentation humaine.

**Mots clés :** *ficus carica*L, feuilles sirop screening phytochimique, activité physico-chimique.

## **Abstract**

The fig tree *Ficus carica* is a rustic species of the family of Moraceae, the aim of our study is the evaluation of the bioactive substances of the fig leaf powder.

The ethnobotanical survey was conducted in the region of TiziOuzou, one of the most famous regions for fig tree cultivation, which allowed to describe the various medicinal uses of plants by the local population. This survey reveals that all parts of the studied tree are solicited for therapeutic purposes by the local population of the study area.

The frequency of use of fig leaves in the study area is very much related to the profile of the people surveyed. Thus, they were questioned by sex, age, education and family status. Men use leaves much more than women (57% vs. 43% respectively). Maceration is the most common form (70%), of which 80% treat influenza and 29% use it for livestock feed.

The majority size of the powder resulting from the grinding of fig leaves is 125  $\mu\text{m}$  exploited in this characterization.

Phytochemical analysis shows the presence of various active biological compounds such as anthocyanins, tannins, gallic tannins, alkaloids, glucosides by contrast they are poor in saponosides, sennosides, free quinones and coumarins.

The physicochemical analyzes show that the humidity of fig leaves is 95.69 with a pH of 5.95 at 20 ° C and a titratable acidity of 1.764. They are also rich in polyphenols with a concentration of 3,0074 mg EAG / g MS, flavonoids with a concentration of 21.01 mg EQ / g MS, and chlorophyll, rich in ash 4.31%, rich in fat whose rate is 4.65% the major fatty acids are linoleic acid (52.08%), Palmitic (16.12%), linoleic (14.52%) and oleic (5.54%). These acids are essential in human nutrition.

**Key words :** *Ficus carica* L, phytochemical screening, physico-chemical activity,,  
Functionalsyrup

## الملخص:

شجرة التين هو نوع ريفي من عائلة moraceae ، والهدف من دراستنا هو تقييم المواد النشطة بيولوجيا من مسحوق أوراق التين.

أجري المسح العرقي في منطقة تيزي وزو ، وهي واحدة من أكثر المناطق شهرة في زراعة أشجار التين ، والتي سمحت لوصف الاستخدامات الطبية المختلفة للنباتات من قبل السكان المحليين. يكشف هذا المسح أن جميع أجزاء الشجرة المدروسة يتم التماسها لأغراض علاجية من قبل السكان المحليين في منطقة الدراسة.

يرتبط تواتر استخدام أوراق التين في منطقة الدراسة بشكل كبير بملف الأشخاص الذين شملهم الاستطلاع. وهكذا تم استجوابهم حسب الجنس والعمر والتعليم والوضع العائلي ، فالرجال يستخدمون أوراق الشجر أكثر من النساء ( 57٪ مقابل 43٪ على التوالي). Maceration هو الشكل الأكثر شيوعاً (70٪) ، 80٪ منه يعالج الإنفلونزا و 29٪ يستخدمه لتغذية المواشي.

حجم الغالبية العظمى من المسحوق الناتج عن طحن أوراق التين هو 125 ميكرون تستغل في هذا الوصف.

يُظهر التحليل الكيميائي النباتي وجود العديد من المركبات البيولوجية النشطة مثل الأنثوسيانين والعفص والعفص الغالي والقلويدات والجلوكوسيدات عن طريق سلبيات أنها فقيرة في السابونوسيدات والسنوسيدات والكينونيدات الحرة والكومارين.

تظهر التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن رطوبة أوراق التين هي 95.69 مع درجة حموضة قدرها 5.95 عند 20 درجة مئوية وحموضة قابلة للمعايرة عند 1.764. هم ايضا

غني بالبوليفينول بتركيز 30074 ملغ / EAG جم MS ، فلافونويدات بتركيز 21.01 ملغ / EQ جم MS ، وكلوروفيل ، غني بالرماد 4.31 ٪ ، غني بالدهون بمعدل هو 4.65 ٪ الأحماض الدهنية الرئيسية هي حمض اللينوليك (52.08 ٪) ، بالميتي (16.12 ٪) ، اللينوليك (14.52 ٪) والأولييك (5.54 ٪). هذه الأحماض ضرورية في تغذية الإنسان.

## *Liste des tableaux*

---

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
I	Production des figues en tonne des principaux pays dans le monde.	2
II	Noms vernaculaires du figuier.	3
III	Classes de figues en Algérie.	9
IV	Codification des figues selon la couleur.	9
V	Principales variétés des figues en Kabylie.	10
VI	Structure et exemple des composés phénoliques simples	17
VII	Structure de quelques tanins.	21
VIII	Résultats d'analyses phytochimiques de la poudre des feuilles de figuier.	51
IX	Résultats des paramètres physicochimiques de la poudre des feuilles de figuier.	56
X	Profil d'acide gras des feuilles de figuiers en (%).	60
XI	Résultat du Brix du sirop de la poudre des feuilles du figuier.	60
XII	Mélange du sirop de saccharose et sirop des poudres d figuier comparé au sirop commercialisé.	61
XIII	Résultat des différents sirops élaborés comparés au sirop commercialisé.	61

## *Liste des figures*

---

N°	Liste des photographies	Page
1	Photographie d'une branche d'un figuier avec des feuilles saines et des fruit du <i>ficus carica</i> L.	1
2	Fleur à l'intérieur du fruit	6
3	Latex	7
4	Feuille de figuier	13
5	Emballage du sirop NIFAZIDE à 4% .	44
<b>Liste des figures</b>		
1	Coupe longitudinale d'une figue	8
2	Structures de base des flavonoides	18
3	Exemple d'une structure des alcaloides	20
4	Structure des coumarines	22
5	Structure des saponosides	23
6	Structure des anthocyanidines	24
7	Carte de localisation géographique des régions de récolte des feuilles de figuiers	28
8	Aspect des feuilles de figuier séchées à l'air libre.	28
9	Photo d'une tamiseuse	29
10	Granulométrie a diffraction laser MASTER SISTER 2000	29
11	Diagramme d'obtention de la poudre des feuilles de figuier.	29
12	Différentes granulométries de poudres de feuilles de figuier obtenues	30
13	L'infusé de la poudre des feuilles de figuier	32

## *Liste des figures*

---

14	pH mètre électronique	37
15	Protocole de dosage des polyphénols totaux	41
16	Protocole de dosage des flavonoïdes	43
17	Procédé d'extraction par Soxlet	43
18	Schéma des étapes de préparation, du sirop	46
19	Constitution de la population interrogée	47
20	Taux d'utilisation des différentes parties du figuier	48
21	Domaine d'utilisation du figuier	48
22	Répartition du mode d'utilisation des feuilles de figuier	49
23	Maladies traitées par le figuier	50
24	Granulométrie de la poudre exploitée dans l'étude	51
25	Composition des feuilles de figuier en sucres	56

# Sommaire

## Liste des tableaux

## Liste des figures

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

## *Partie bibliographique*

I.Généralités .....	01
I.1.Production des figues .....	01
I.1.1.Production mondiale des figues .....	01
I.1.2.Production nationale .....	02
I.2.Classification.....	03
I.3.Nom vernaculaires .....	03
I.4.Origine et étymologie du <i>Ficus carica</i> L.....	03
I.5.Ecologie du figuier .....	04
I.5.1.Exigences climatiques.....	04
I.5.2.Exigences édaphiques .....	04
I.5.3.Exigences hydriques et fertilisation .....	05
I.6.Développement et maturation des fruits .....	05
I.7.Description de l'arbre.....	05
I.7.1.Racines .....	06
I.7.2.Fleurs.....	06
I.7.3.Latex .....	06
I.7.4.Fruit.....	07
I.7.4.1.Variétés des figues .....	08
I.7.4.2.Composition biochimiques et qualité des figues .....	10
I.7.4.3.Utilisations thérapeutiques .....	10
I.7.5.Feuilles .....	11
I.7.5.1.Composition et valeur nutritive des feuilles .....	12
I.7.5.2.Interet des feuilles de figuiers .....	13
I.7.5.3.Maladie et ravageurs qui touchent les feuilles de figuier.....	14

II. Généralités sur les métabolites secondaires.....	16
II.1.Composés phénoliques .....	16
II.1.1.Substances phénoliques .....	16
II.1.2.Classification des composées phénoliques .....	17
II.2.Flavonoides.....	18
II.1.3.Alcaloides .....	19
II.1.4.Tanins .....	20
II.1.5.Coumarines .....	21
II.1.6.Quinones .....	22
II.1.7.Saponosides .....	22
II.1.8.Anthocyanes .....	23
II.1.9.Glucosides .....	25
II.1.10.Chlorophylle .....	26

### **III. Partie expérimentale**

III.1.Objectif de l'étude .....	29
III.3.Matériel végétal.....	29
III.4.Matériel de laboratoire .....	32
III.5.Méthodes .....	32
III.5.1.Etude ethnobotanique.....	32
III.5.1.1.Zone d'étude.....	32
III.5.1.2.Population enquêtée .....	32
III.5.2.Analyse phytochimique des feuilles de figuier .....	32
III.5.2.1.Préparation de l'infusé des feuilles de figuier .....	33
III.5.2.2.Screening phytochimique des feuilles de figuier .....	33
III.5.2.3.Analyse de la granulométrie.....	35
III.5.2.4.Analyse physicochimique.....	36
III.5.2.4.1.Détermination de l'extrait sec total .....	36
III.5.2.4.2.Taux d'humidité .....	36
III.5.2.4.3.Détermination du taux de cendres .....	37
III.5.2.4.4.Mesure du pH.....	38
III.5.2.4.5.Détermination de l'acidité titrable.....	38
III.5.2.4.6.Dosage des sucres.....	39

III.5.2.4.7.Extraction des polyphénols .....	41
III.5.2.4.8.Dosage des flavonoides .....	44
III.5.2.4.9.Extraction de la matière grasse .....	45
III.5.2.4.10.Dosage des tanins .....	46
III.5.2.4.11.Dosage des caroténoïdes .....	47
III.5.2.5.Essai d'élaboration d'un sirop fonctionnel à base des feuilles de figuier .....	47

## **IV. Résultat et discussion**

IV.1.Résultats d'étude ethnobotanique .....	49
IV.1.Résultats de la granulométrie .....	52
IV.2.Résultat d'analyse phytochimique .....	53
IV.3.Résultat d'analyses physicochimiques .....	57
IV.4.Résultats des composées phénoliques .....	58
IV.4.1.Flavonoides .....	59
IV.4.2.Caroténoïdes.....	60
IV.5.Résultat d'extraction de la matière grasse.....	60
IV.4.3.Tanins .....	60
IV.6.Résultats du Brix du sirop de la poudre des feuilles de figuiers .....	62
IV.6.1.Résultat du Brix du sirop de saccharose .....	63

### **Conclusion générale**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

### **Résumé**

## Introduction

---

Le figuier, *Ficus carica*L., ou figuier commun est un arbre fruitier de la famille des Moraceae du genre ficus et dont le nom scientifique est *Ficus carica* L., il est considéré comme une espèce caractéristique du secteur méditerranéen où sa culture et son utilisation constituent une tradition antique. Il est également développé dans les régions des Etats-Unis et du Chili et dans une faible mesure en Inde, en Chine et au Japon (CHAWLA *et al.* 2012). C'est une plante étrange dont on ne voit jamais les fleurs, et qui pourtant avec une telle prodigalité qu'elle est, depuis les temps les plus reculés, un symbole de richesse et de fertilité. Facile à bouturer, facile à cultiver, elle donne chaque année une culture abondante. Ses fruits sont délicieux, rafraichissants, « faits pour la bouche de l'homme » ; séchés, ils fournissent une haute valeur énergétique, que l'on peut conserver toute l'année. (ALAIN POTOPIPIDAN, 1998).

En Algérie, le figuier constitue un patrimoine phytogénétique extrêmement riche et diversifié représenté par plusieurs cultivars, bien adaptés aux conditions éco-géographiques du pays et présentant des caractéristiques agronomiques et écologiques particulières (SADDOUD *et al.* 2011). Actuellement, la superficie totale occupée par le figuier en Algérie est d'environ 39 830 ha. La production totale moyenne de figues est fluctuante d'une année à l'autre et s'élève à 131798 tonnes environ en 2016(MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 2017).

La totalité de cette production est destinée au marché local. Une faible quantité est séchée à l'échelle familiale .

Outre son importance écologique, le figuier joue un rôle important dans la mise en valeur de nombreuses surfaces incultes, principalement dans les régions à climat aride et semi-aride dans lesquelles l'espèce contribue au maintien d'un certain équilibre de l'écosystème (MARS *et al.* , 1995).

En Algérie, le figuier est l'un des arbres fruitiers qui offre après récolte des fruits et une forte masse foliaire verte (HOUMANI *et al.*, 2008) . La présence de certains composés naturels bioactifs appelés « métabolites secondaires » dans les feuilles de *Ficus carica* L. peuvent être exploitées dans les propriétés thérapeutiques représentent une source importante de nouveaux produits ayant des activités biologiques intéressantes (antifongiques, antibactérienne, antiparasitaire ou anti oxydante).

## Introduction

---

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des feuilles de figuier de la famille *des Moraceae* dont le nom binominal est *Ficus Carica* L., il s'agit de l'étude phytochimiques et la détermination de quelques propriétés biologiques et pharmacologiques.

Ce travail est organisé en trois grandes parties :

- La première partie résume les données bibliographiques sur le figuier ; composée de deux chapitres : le premier traite le figuier, le second englobe des généralités sur les métabolites secondaires des feuilles de figuiers
- La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale qui est organisée comme suit :
  - L'enquête ethnobotanique dans les différentes régions de Tizi-Ouzou ;
  - Le screening phytochimique ;
  - L'analyse physicochimique des feuilles de figuier ;
    - Enfin, essai d'élaboration d'un sirop fonctionnel à base de feuilles de figuier ;

La dernière partie présentera les résultats obtenus qui seront suivis d'une discussion et on terminera avec une conclusion générale.

## I. Généralités sur le figuier

Le figuier est un arbre sacré très anciennement connu dans différentes civilisations et religions (El BOUZIDI, 2002), citée dans « Sourate Attine » du Coran. La culture des figues dans leur mère patrie l'Anatolie, remonte à 3000-2000 ans avant JC. Avec le temps, elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (JEDDI, 2009).

Le figuier (*Ficus carica* L.) comprend environ 1400 espèces regroupées en 40 genres (WATSON et DALLWITZ, 1992). Parmi ces derniers, le genre *Ficus* comprend à lui seul plus de 700 espèces trouvées principalement dans les zones tropicales et ont été classées actuellement en six sous genres (FRODIN, 2004.)



**Photographie 1** : Photographie d'une branche d'un figuier avec des feuilles saines et des fruits de *Ficus carica* L.

### I.1. Production

#### I.1.1. Production mondiale des figues

Ce fruit est l'un des plus produits dans le bassin méditerranéen. En effet, selon la FAO la production mondiale de la figue est estimée à plus d'un million de tonnes (1047317 tonnes) en 2016 dont la majorité est produite dans le bassin méditerranéen. L'Algérie est le troisième pays producteur des figues après la Turquie et l'Égypte, avec 12,5 % de la production mondiale. Les cinq plus grands pays producteurs (Turquie qui produit près du quart de la production mondiale, Égypte, Iran, Maroc et Algérie) représentent plus de 60 % de la récolte totale. (FAO, 2016). Le tableau ci-dessous montre la production des figues en tonne.

**Tableau I** : Production des figues en tonne des principaux pays dans le monde. (FAOSTAT, 2016).

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

### I.1.2. Production nationale

Le verger figuicole algérien occupe 39 830 ha avec près de 5 millions d'arbres, se maintient encore parmi les principales espèces fruitières du pays et constitue environ 6,9 % du patrimoine arboricole fruitier national. Le figuier est classé en quatrième place, après l'olivier (33 %), le palmier (20 %) et l'agrume (9,1 %) (FERRADJI *et al.*, 2011).

La production de la figue en Algérie, 3ème producteur mondial se réduit principalement à la région du nord, en particulier la wilaya de Bouira , Bejaia, Sétif et Tizi Ouzou. La plantation du figuier dans la wilaya de Tizi Ouzou occupe environ 10200 hectares. Les différentes communes de la wilaya de Tizi Ouzou produisent des quantités variables de figues fraîches. Selon la surface occupée, sa production est d'environ 16600 tonnes avec un rendement de 1,6tn/ha (DSA, 2017).

## I.2. Classification

Le figuier (*Ficus carica* L) est un arbre Dicotylédon de la famille des Moraceae (EMBERGER, 1996). La classification botanique du figuier telle que GAUSSEN et *al.* (1982) l'ont décrite est la suivante :

Embranchement :	Phanérogames	Série :	Apétales unisexuées
Règne :	Planta (végétal)	Ordre :	Urticales
Sous embranchement :	Angiospermes	Famille :	Moracées
Classe :	Dicotylédones	Genre :	Ficus
Sous classe :	Hamamélidées	Espèce :	<i>Ficus Carica</i> L.

## I.3. Noms vernaculaires

La dénomination diffère d'une région à une autre, les noms vernaculaires du figuier connus dans divers pays, sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau II : Noms vernaculaires du figuier.

Langue	Nom vernaculaire	Source
Anglais	fig, edible fig	STARR et <i>al.</i> , 2003
	Elding fig, fiku	AHMED et <i>al.</i> , 2013
Berbere	Azar, thazarth	AHMED et <i>al.</i> , 2013
Arabe	Teen, karma, El Bakkor	
Anglais	Elding fig, fiku	
Français	Figuier	
Allemande	Fiege	IMRAN et <i>al.</i> , 2011
Espagnol	Higo	
Hindi	Anjir	

## I.4. Origine et étymologie du *Ficus carica* L.

Des restes de fruits datant depuis 7000 ans avant Jésus Christ ont été trouvés dans les fouilles de Jéricho (FLAISHMAN et *al.*, 2008). La figue est présumée originaire de l'Asie Occidentale et propagée vers la région méditerranéenne par l'homme (STARR et *al.*, 2003). CHARLES (2002), a précisé que ce sont les carthaginois puis les grecs qui ont étendu la culture du figuier commun dans le bassin méditerranéen. Le figuier est connu dans l'Asie occidentale et

dans bassin de la méditerranée, certains ont lié son origine au Sud Arabique où le figuier sauvage et le caprifiguier existent encore. (OUKABLI, 2003). Le nom générique *Ficus* est le nom latin du figuier. L'adjectif spécifique *carica* signifie originaire de la Carie, ancienne province d'Asie mineure d'où le figuier est supposé provenir (DEHGAN, 1998). L'arbre du figuier est nommé *Ficus carica*, c'est l'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. (MICHEL AUBINEAU, 2002). Aujourd'hui, la figue est cultivée un peu partout dans le monde : en Turquie, en Grèce, aux Etats-Unis, au Portugal ainsi qu'en Espagne qui sont les plus importants producteurs. (HAESSLEIN et OREILLER, 2008).

## I.5.Écologie du figuier

### I.5.1.Exigences climatiques

Le figuier est une espèce rustique qui s'adapte presque à tous les climats et à tous les écosystèmes. Il fructifie jusqu'à 1200 m d'altitude. Cette espèce craint le froid hivernal intense. Pour cet arbre,  $-17^{\circ}\text{C}$  est la température hivernale limite de résistance au froid. En dessous, on constate une destruction de son système racinaire et la mort de l'arbre. Les gelées printanières, peuvent détruire la production potentielle de figues fleurs chez les variétés bifères, notamment lorsque les températures sont à  $-4^{\circ}\text{C}$ . Les températures de  $32$  à  $37^{\circ}\text{C}$  sont très favorables au développement et à la maturité des fruits. Mais si la température s'élève à  $43^{\circ}\text{C}$ , le fruit durcit. Les pluies, les brouillards et les fortes hygrométries nocturnes en période de récolte, sont très néfastes à la récolte. Les figues mûres ou à proximité de maturité sont plus sensible à l'éclatement. Le vent très fort peut provoquer des dégâts directs sur les feuilles (déchirures) ou indirects sur fruits (par frottement des fruits contre d'autres rameaux) (VIDAUD, 1997).

### I.5.2.Exigences édaphiques

Le figuier s'adapte facilement aux conditions marginales du fait qu'il est assez tolérant aux sols à teneur élevée en calcium et à la salinité (AKSOY, 1998). L'arbre tolère les sols à pH allant de 5,5 à 8 et bien drainés au moins à une profondeur de 1 m. L'espèce pousse le mieux dans les sols riches, calcaires et suffisamment frais (FERGUSON et al., 1990). Le figuier subsiste aussi en zones montagneuses caractérisées par des sols pauvres mais riches en calcaires, en terrains accidentés où les pentes dépassent 25% et sous climat rude (BOURAYOU et al., 2005).

### **I.5.3.Exigences hydriques et fertilisation**

TAPIA *et al.* (2003) trouvent que le changement de la qualité de l'eau d'irrigation pendant le développement du fruit peut diminuer sa qualité et affecter les craquelures de la peau des fruits. L'excès d'eau en été entraîne une croissance végétative excessive qui se répercute sur la qualité des fruits (MELGAREJO, 1996).

Dans la pratique, les conditions de fertilisation du figuier, dépendent du type de sol, du contenu en matière organique, du pH et des besoins nutritionnels de la plante. Le figuier préfère les sols alcalins à pH variant entre 6 et 8 (FLAISHMAN *et al.*, 2008a). Hakerlerler *et al.* (1999) ainsi que IGRET *et al.*, 2008 ont signalé que l'augmentation du taux de zinc, du manganèse et du potassium enrichit le fruit en sucres solubles tel que le fructose et le glucose, mais affecte négativement la texture et la couleur du fruit.

### **I.6.Développement et maturation des fruits**

La figue présente une allure de croissance en double sigmoïde avec trois phases de croissance. Au cours de la première et la troisième phase, le fruit croît en taille et en poids, alors qu'en deuxième phase, il reste stationnaire. Le nombre de récoltes (figes fleurs et d'automne) influence directement l'équilibre en hydrate de carbone chez le figuier. La carence en hydrates de carbone disponible et la compétition entre le feuillage et les figes fleurs peuvent causer la chute de ces dernières (CRANE, 1986).

### **I.7.Description de l'arbre**

L'arbre de *Ficus carica* L. est habituellement d'une taille de 15 à 20 pieds, avec de nombreuses branches du déploiement et un tronc d'un diamètre de plus de 7 pieds (CHAWLA *et al.*, 2012). Certaines variétés peuvent atteindre huit (8) mètres de hauteur pour dix mètres de périmètre en conditions favorables (zone peu gélive, sol frais et fertile) au tronc souvent tortueux, au port souvent buissonnant. donne des fruits deux fois par ans en été et en automne (DE LA ROQUE *et al.* 2001). Les rameaux étant rigides, s'entrecroisent mais s'éloignent au fur et à mesure que l'arbre s'agrandit. L'écorce est légèrement rugueuse (STARR *et al.*, 2003) dont sa couleur varie de grisâtre au vermeil (PATIL *et PATIL*, 2011).Le Fiquier se multiplie par bouturage ou drageonnage accessoirement par marcottage. Le greffage est peu pratiqué. (MERIOUA, 2018).

#### **I.7.1.Racines**

Les racines du figuier sont généralement traçantes (OUKABLI, 2003), non adventives (STARR et *al.*, 2003) en couvrant presque 50 pieds de terre, mais dans un sol perméable quelques racines peuvent s'allonger à 20 pieds verticalement (CHAWLA et *al.*, 2012). Le système racinaire est plus horizontal que vertical, il est abondant et ramifié (WALALI et KHOUMI, 2003).

### **I.7.2.Fleurs**

Les fleurs de figuiers ont de nombreuses formes. Les fleurs sont renfermées dans une inflorescence appelée sycone. Le fruit est constitué par le sycone devenu charnu après fécondation ou par parthénocarpie (BRETAUDEAU et FAURE, 1990). L'inflorescence est sous forme d'une poire, ayant un réceptacle charnu (CHAWLA et *al.*, 2012) qui porte le stigmate et le pistil fleurit à l'intérieure (PATIL et PATIL, 2011).



**Photographie 2** : fleur à l'intérieur du fruit  
(VIDAUD, 1997).

### **I.7.3.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 « ficine » (CHAWLA et *al.*, 2012). Le latex est constitué de caoutchouc, de résine, d'albumine, de sucre, d'acide malique, d'enzymes protéolytiques (diastase, estérase, lipase), la catalase et la peroxydase (BABY et RAJ, 2011). Traditionnellement, il est utilisé dans le traitement de la goutte, des ulcères et des verrues (OLIVEIR et *al.*, 2010).

Le latex de figuier est utilisé comme un calmant (ISERIN et *al.*, 2001) et anthelminthique (Joseph et Justin Raj, 2011) ainsi qu'un remède pour les verrues (MESSAOUDI, 2005 ; IMRAN et *al.*, 2011).



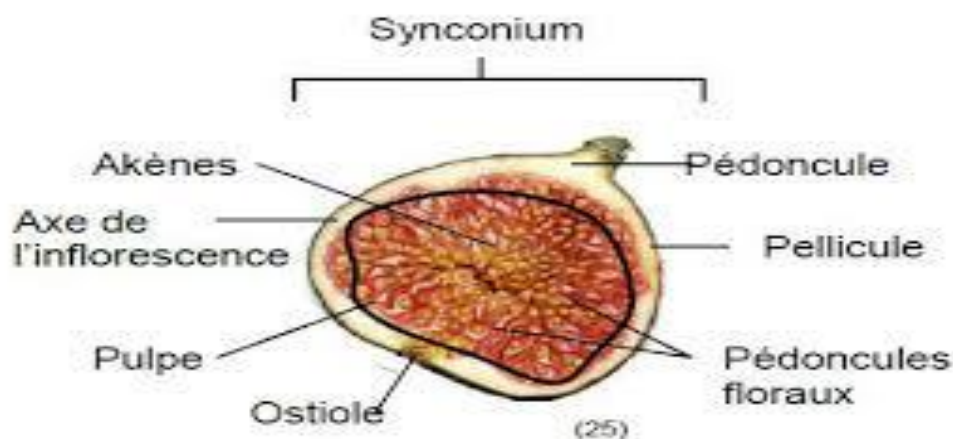
**Photographie 3** : Latex (VIDAUD, 1997).

#### **I.7.4.Fruit**

Le fruit de *Ficus Carica* est nommé figue n'est pas un vrai fruit, mais un réceptacle charnu (le synconium) qui abrite un grand nombre de petites graines (akènes). Lorsque la fécondation se fait, le réceptacle gonfle et les fleurs deviennent les petites graines qui forment le fruit (HAESSLEIN et OREILLER, 2008). Le fruit du figuier, la « figue » pousse à l'aisselle des feuilles, solitaire ou par paire, sessile ou accroché à un pédoncule (jusqu'à 3 cm de long) et se présente sous différentes formes et tailles (LIM, 2012). Le fruit est axillaire, habituellement, ayant une forme identique (PATIL et PATIL, 2011) qui ressemble à une poire (CHAWLA et *al.*, 2012) dont le poids varie de 30 à 65 g (OUAOUICH et CHIMI, 2005), avec des tailles et des couleurs variables. La figue est composée d'une peau externe pigmentée (verte pur, marron, pourpre ou noire) (CHAWLA *et al.*, 2012). La face interne de la peau est blanche et contient de nombreux akènes (en nombre de 30 à 1600 par fruit) attachés à la chair gélatineuse (figure 1) (JOSEPH et JUSTIN RAJ, 2011). 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).

Le fruit mûri, a une peau dure de différentes couleurs. Suivant différents paramètres de maturation et de physiologie post-récolte (respiration, dégagement d'éthylène, ...), les auteurs ont conclu que les figues sont des fruits de type climactérique. L'évolution de leur maturation est assez rapide sur l'arbre. Après récolte, le fruit s'arrête de mûrir. Étant très périssables, les figues doivent être gardées sous réfrigération après leur récolte (HERNANDEZ *et al.*, 2003 ; OWINO et *al.*, 2006). Le schéma ci-dessous montre la coupe longitudinale d'une figue.





**Figure 01** : coupe longitudinale d'une figue (HAESSLEIN et OREILLER, 2008).

#### I.7.4.1. Les variétés des figues

L'identification des variétés de la figue, se base généralement sur les caractéristiques physiques et les paramètres de qualité (BABAZADEH DARAZI, 2011).

La forme du fruit et du col, la longueur du pétiole et du pédoncule, le volume ou la longueur du pétiole et du lobe, la chaire et la couleur du fruit à maturité sont des éléments qui définissent les variétés de figues. Il ya cinq (5) classes de figues (QUITOUT et RISPAIL, 2010). Comme le montre le tableau suivant :

**Tableau III** : Classes de figues en Algérie (QUITOUT et RISPAIL, 2010).

Couleur	Forme	Saveur et la tendreté	Origine géographique	Saison
<b>Rouge :</b> Avouzeggagh, Taremmant, Agusim)	<b>Arrondie</b> (thaghanimt)	Amessas ;	ta3emriwt ;	el bakur ;
<b>Clair</b> Tazegzawth, Thachethwith, Ayanim amellal	<b>Allongée</b> (Boughenjour, Bou3anqiq)	Tazrift ; Alquaque)	tagawawt)	tachatwit

En Algérie, il existe beaucoup de variétés avec beaucoup d'appellation semblable. Les plus trouvées sont la figue noire, la figue verte et la figue violette. Ils existent plus d'une vingtaine de termes qui désignent les variétés cultivées. (HAESSLEIN et OREILLER, 2008). Le tableau ci-dessous montre les principales variétés de figues en kabylie.

**Tableau IV** : Principales variétés des figues en Kabylie.

<b>Tameriout</b>	Cultivée surtout dans les vallées intérieures. Peau fine, de forme plutôt allongée de couleur vert blond. Excellente variété pour le séchage et pour la consommation en frais.
<b>Taranimt</b>	Plus petite a peau plus résistante, sèche, plus rapidement que tameriout, de couleur ce clair, sujet vigoureux, variétés a double fins (séchage et consommation)
<b>Azendjar</b>	De couleur noire, donc peu commercialisable, a multiplié éventuellement pour la consommation locale
<b>Verdale</b>	Figue de grosseur moyenne, verdâtre, un peu tardive, excellente pour la consommation .
<b>Bouankik</b>	Appelée aussi boughenjour. Belle figue de couleur violette à rouge claire, col allongé, gros fruit a chair rouge grenat et sucrée. A recommander pour la cueillette en frais uniquement.

#### I.7.4.2.Composition biochimique et qualité des figues

La figue fait partie des fruits dotés de qualités organoleptiques très approuvées à pleine maturité (SANCHEZ et *al.*, 2003).

Elle renferme assez de fibres (PIGA et *al.*, 2008). Sa valeur énergétique est très élevée puisqu'elle peut atteindre 275 cal/100 g de figues séchées et 80 cal/100 g de figues fraîches.

Elle est d'une valeur nutritionnelle irréprochable. Le fruit est consommé par l'homme depuis longtemps vue sa valeur nutritive élevée. Dans plusieurs pays producteurs, la majeure partie de la récolte est séchée (85 à 90%), 10% sont mis en conserve et moins de 3% sont commercialisés à l'état frais (BOLIN et KING, 1980). Outre leur consommation à l'état frais ou séchées, les figues sont utilisées en conserves (figues confites et figues au sirop), pour l'extraction d'arômes, des colorants alimentaires naturels, des préparations alimentaires (gâteaux, pâtes, chocolat, confiserie, eau de vie, jus...) (LOIZZO et *al.*, 2014).

Les figues sèches représentent une nourriture de base pour beaucoup de familles dans les régions rurales pendant les périodes difficiles (BOURAYOU et *al.*, 2005). Elles sont généralement riches en sucres et en acides qui influent directement sur la qualité gustative. Les sucres solubles sont parmi les constituants biochimiques perçus chez tous les fruits. Les figues présentent une teneur élevée en matière sèche qui affecte leur texture et offre au fruit un goût raffiné lorsque celui-ci est bien mûr. Au moment de la maturité, les fruits développent un arôme et une saveur distinctifs et attrayants qui varient largement en fonction des variétés et des procédés post-récolte. L'arôme développé par le fruit représente un critère de qualité important (MENDEZ et *al.*, 2003, TRAD et *al.*, 2012). Cet arôme caractéristique de la figue est en fait le mélange complexe de plusieurs esters, alcools et aldéhydes (TRAD et *al.*, 2012; LOIZZO et *al.*, 2014).

#### I.7.4.3. Utilisations thérapeutiques

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

Les figues, racines et feuilles sont utilisés dans le système natif de la médecine dans divers troubles gastro-intestinaux tels que (coliques, indigestion, perte d'appétit et la diarrhée), troubles respiratoires comme (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 (CHAWLA et *al.*, 2012).

Les racines sont utilisé dans le traitement de leucodermie et les inflammations fongiques (IMRAN et *al.*, 2011 ; PATIL et PATIL, 2011) tel que l'herpès (SINGH et *al.*, 2012).

Les figues fraîches et séchées sont appréciées pour leur action laxative et leurs propriétés diurétique et émoullientes, permettant de combattre les douleurs, les irritations gastro-intestinales, les maladies des reins et les inflammations urinaires,... (JEONG et *al.*, 2009 ; BADGUJAR et *al.*, 2014).

Dans le sud de la Tunisie, la décoction des fruits (Ngouaa) est utilisée pour soulager la douleur de l'estomac ou comme purgative. Les figues sont aussi utilisées contre la constipation, les abcès et les furoncles (MARS, 2003).

D'autres sous-produits de figuier sont aussi utilisés pour des fins nutritionnelles et pharmaceutiques. Le latex est appliqué traditionnellement sur les verrues et les ulcères de la peau. Il renferme des enzymes protéolitiques et des polyphénols abondants

qui permettent de détruire les cellules cancéreuses de l'organisme et de lutter contre les maladies cardiovasculaires (LAZREG *et al.*, 2012 ; TAKAHASHI *et al.*, 2014).

Des études récentes ont montré que le latex et les extraits des feuilles de figuier possèdent une activité antivirale, antibactérienne et antifongique semblable à celle de certains antibiotiques (LAZREG *et al.*, 2011 ; BEGUM *et al.*, 2013 ; RASHID *et al.*, 2014 ; CAMERO *et al.*, 2016).

### I.7.5.Feuilles

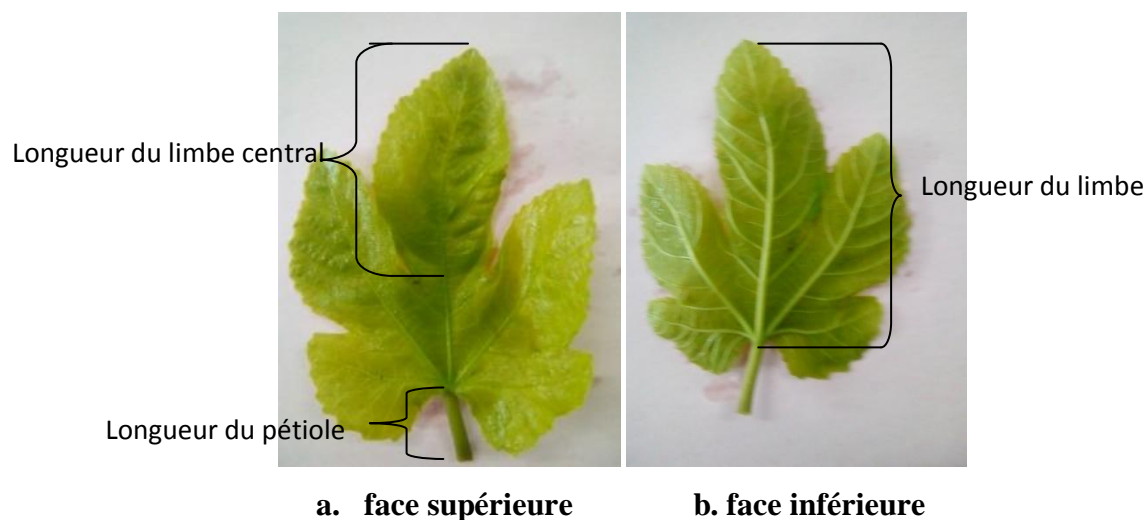
Le feuillage est caduque, rudes au toucher, de forme et de taille très variables. Les bourgeons sont de deux types : le premier, appelé œil à bois et présentant un aspect pointu, est destiné à la production végétative ; le deuxième, arrondi constitue le bourgeon fructifère. (STOREY, 1975).

Les feuilles du figuier (photographie 4) sont vertes, alternées, palmés, inodores avec goût légèrement amer (CHAWLA *et al.*, 2012), larges, elles sont de 7 à 9 cm de longueur et de 4 à 6 cm de largeur, ovales ou orbiculaire (PATIL et PATIL, 2011), ayant habituellement 3 à 5 lobes (JOSEPH et JUSTIN RAJ, 2011). La face supérieure est rugueuse et la face inférieure pubescente, doté de nervures qui apportent de la sève brute et reçoivent de la sève élaborée (CHAWLA *et al.*, 2012). Les stipules ont 1 à 1,2cm ; le pétiole de 8 à 20 cm (STARR *et al.* ; 2003).

Elles sont larges et longues. Atteignent 30 cm de diamètre, découpées en large lobes, à limbe rugueux (OZENDA, 1991). Les feuilles de figuiers sont d'un vert uni, au velu rugueux sur la surface supérieur et doux sur la face inférieur (JUSTIN RAJ *et al.* 2011).

Les feuilles sont très polymorphes. Elles sont munies d'un long pétiole et d'un limbe palmatilobé, séparé par des sinus arrondis. (BRETAUDEAU et FAURE, 1990).

Le limbe peut être non divisé (une seule pièce) ou palmatilobé plus ou moins profondément (3 à 5 lobes), avec un contour ondulé ou irrégulièrement denté, la face supérieure est modérément velu alors que les poils de la face inférieure se localisent sur les nervures latérales (STARR *et al.*, 2003). Ces formes différentes d'une variété à l'autre permettraient sans doute de différencier les variétés non pas à l'examen de leurs fruits mais à celui de leurs feuilles. (ALAIN PONTOPPIDAN,1997). Comme le montre la figure suivante :



**Photographie 04** : Aspect de feuille de figuier (*Ficus carica* L).

Le figuier est l'un des arbres fruitiers qui offrent, après récolte des fruits et aoûtement, une masse foliaire verte susceptible d'être utilisée dans l'alimentation de sauvegarde des petits ruminants (HOUMANI et al 2008).

Les feuilles sont utilisées comme fourrage et comme matière crue en industrie pharmaceutique du fait de leur teneur en bergaptène et en psoralène (MEITEI et ALI, 2012).

#### **I.7.5.1. Composition et valeur nutritive des feuilles**

Les feuilles de figuiers sont constituées de 4,3% de protéines, 1,7% de matière grasse, 4,7% de fibres brutes, 5,3% de cendres totales, 3,6% pentosanes. Comme elle est constituée de carotène, sitostérol, tyrosine, fascine, sapogénine (JOSEPH et RAJ, 2011).

Ceci en plus des apports protéiques non négligeables des FF qui sont de près de 13% de MS dans cette étude et qui peuvent atteindre 14,2% au niveau des feuilles fraîches selon GOHL (1981).

#### **I.7.5.2. Intérêts des feuilles de figuiers**

Après ébullition des feuilles de figuiers, l'infusé est utilisé pour traiter les hémorroïdes douloureuses ou gonflées. Comme elle a un effet sur le diabète et la clarification des reins et du foie (JOSEPH et JUSTIN Raj, 2011). Elles sont également utilisées pour traiter l'ictère (PATIL et PATIL, 2011).

Elles contribuent aussi à la cicatrisation cutanée. Les feuilles sèches ou fraîches aident à améliorer la circulation sanguine et la digestion. Atténuent les maux de gorge et la toux, et aussi

permettent la réduction des symptômes de l'asthme, la bronchite, le taux de glycémie et des triglycérides, elles luttent contre la constipation légère et traitent les hémorroïdes (GURIB-FAKIM, 2006).

- **Activité antipyrétique**

*Ficus carica* a un effet antipyrétique (Joseph et Justin Raj, 2011 ; Patil et Patil, 2011), ce qui a été prouvé par l'étude de PATIL et *al.* (2010). par une diminution de la fièvre causée par l'injection de 10ml/Kg de levures (15% (m/v)) suspendues dans la solution de méthylcellulose (0,5% (m/v)). Cet effet se prolonge jusqu'à 5h après l'application de remède et il est comparable à celui de paracétamol (150mg/kg).

- **Activité antimicrobienne**

Il est prouvé que les extraits de la figue peuvent agir comme étant des agents antibactériens naturels (SIRICHA et *al.*, 2010 ; JOSEPH et JUSTIN RAJ, 2011 ; JAVED et IFFAT, 2013). Cette activité est due aux composés phénoliques particulièrement les flavonoïdes (CRISOSTO et *al.*, 2010 ; CALISKAN et POLAT, 2011).

Ça été démontré par la méthode d'antibiogramme, que le latex de *Ficus carica* a une activité antimicrobienne. La fraction méthanolique (500 µg/ml) a une inhibition totale contre *Candida albicans* (100%). *Microsporum canis* est fortement inhibé (75%) par l'extrait méthanolique et totalement inhibé par l'extrait d'acétate d'éthyle à une concentration de 750µg/ml (JOSEPH et JUSTIN RAJ, 2011). L'activité antifongique qui agit contre *Verticillium* et *Fusarium* est due à une protéine (6481 KDa) isolée du latex de *Ficus carica* (YANG et *al.*, 2009 ; PATIL et PATIL, 2011). En outre, l'extrait d'éthanol des feuilles de *Ficus carica* montre une forte activité antimicrobienne contre les bactéries buccales (SIRICHA et *al.*, 2010).

### **I.7.5.3. Maladies et ravageurs qui touchent les feuilles de figuier**

Comme tout arbre fruitier, le figuier peut être atteint par des maladies cryptogamiques et virales et subir les attaques de divers insectes ravageurs.

- **Cochenille du figuier (*Ceroplastes rusci*, Linn.)** : elle contamine le figuier sur lequel elle développe des encroûtements caractéristiques recouvrant les rameaux, les feuilles et même les fruits provoquant ainsi un déséquilibre physiologique pour l'arbre. (AWAMLEH et *al.*, 2008).

- **Cochenille du figuier ou Kermès (*Lepidosaphes ulmi*, Linn.)** : elle se développe sur l'écorce, les feuilles et les fruits, sécrétant une substance cireuse d'un blanc rosâtre. (ROGER, 2003).
- **Teigne du figuier (*Eutromula nemorana*, Hubner)** : la chenille de ce papillon tisse un abri soyeux de forme de fourreau sur la face supérieure de la feuille. Le parenchyme supérieur placé sous cet abri est dévoré par la chenille. (ROGER, 2003).
- **Psylle du figuier (*Homotoma ficus*, Linn.)** : s'attaque aux feuilles et aux jeunes pousses. Ce sont les larves qui perforent les bourgeons par des piqures nutritives. (ROGER, 2003).
- **Pourridiés des racines** : la pourriture des racines de figuier ou «pourridié laineux» est dûe au champignon *Rosellinia necatrix* et provoque le dépérissement des figuiers. La maladie se traduit par une décoloration des feuilles et un ralentissement de la croissance avec l'apparition des rameaux court noués et feuilles réduites et une absence de la turgescence (SCOTTO LA MASSESE et al., 1983).
- **Maladie de la mosaïque du figuier (Fig Mosaic Disease : FMD)** : C'est une maladie qui provoque une mosaïque irrégulière en grandes taches alternantes vert clair - vert foncé sur les feuilles et les fruits. Ils se traduisent essentiellement par des décolorations sous forme de points, d'anneaux ou de festons chlorotiques plus ou moins délimités, situés près de nervures. Cette tacheture en mosaïque, sur feuilles, est clairement visible à la lumière. Quand l'attaque est sévère, on observe des déformations du limbe intéressants une partie ou la totalité de la feuille et la chute des feuilles (APPIANO, 1982).

L'attaque sur figes se caractérise par des taches plus ou moins jaunâtres qui réduisent de leur taille et dévalorisent leur qualité. Des malformations au niveau des fruits sont souvent observées et finiront par leur chute prématurée (MIELKE et MUHLBACH, 2012).

## II.1. Définition

Les métabolites sont les molécules issues du métabolisme, on distingue deux classes : métabolites primaire et secondaires. Les métabolites primaires sont caractérisés par leurs propriétés nécessaires et vitales. Ils sont divisés en trois groupes : les glucides, lipides et protéines (KONE, 2009 ; BADIAGA, 2012).

Ce sont des métabolites secondaires qui n'exercent aucune fonction directe aux niveaux des activités fondamentales de l'organisme végétal (croissance, développement, reproduction...) mais peuvent jouer différents rôles pour la survie du végétal lui-même (rôle de résistance) (MERGHEME, 2009 ; GUIGNARD, 1996). Ce sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophes (BOUDJOURF, 2011). Elles sont des sources importantes de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (JEAN JACQUES. *et al.*, 2005). Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, composés phénoliques...) qui sont très inégalement répartis chez les végétaux mais dont le niveau d'accumulation peut quelquefois atteindre des valeurs élevées (MACCHEIX *et al.* 2005).

### II.1. Composées phénoliques

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux. Caractérisé par la présence d'au moins d'un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une autre fonction (éther, ester...)(BRUNETON, 1999). Ils forment une grande famille de composés chimiques depuis les acides phénoliques simple jusqu'aux polymères complexes qui sont les flavonoïdes et tannins (HOPKING, 2003 ; HURABIELLE, 1981).

Il en existe plusieurs sous-groupes : acides phénols, flavonoïdes, coumarines, tanins. Toute la classe des polyphénols est surtout utilisée dans les phyto médicaments pour traiter les troubles de la circulation veineuse. Les molécules sont souvent sous forme d'hétérosides (ce qui est très rarement le cas pour les alcaloïdes) (KHENAKA, 2011).

Certaines études ont montrés que les poly phénols sont utiles pour la santé et la prévention contre des maladies, c'est pour cela que les industriels inventent des aliments riches en ces substances. En tant que composés d'origine végétale, le terme de composés phénoliques regroupe plusieurs milliers de molécules qui répondent difficilement à une définition simple. D'un point de vue chimique, ils se définissent par leur cycle benzénique porteur d'au moins

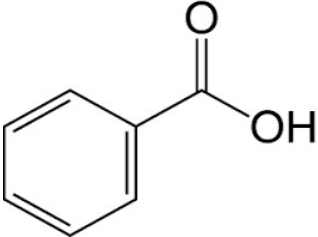
un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une autre fonction (éther, ester...). (WICHTL et ANTON, 2003).

Ces composés jouent un rôle important dans la croissance et la reproduction, offrant une protection contre prédateurs et agents pathogènes (Bravo, 1998), en plus de contribuer vers la couleur et de caractéristiques sensorielles fruits et légumes. Le bénéficiaire effets dérivés de composés phénoliques a été attribué à leur activité antioxydante (Boulangier et POLONVSKI, 1969 ; BALASUNDRAM et *al.*, 2006), des propriétés antiviraux et antibactériens (KAN Y. et *al.*; 2007).

### II.1.2. Classification des composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes (tableau IV) qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 des formes très polymérisées) ensuite par le degré de modifications de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation ...), enfin par les liaisons possibles de ces molécules de bases avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques (MACHEIX et *al.*, 2005).

**Tableau VI** : structure et exemple des composés phénoliques simple (GOPHARM, 1997 ; HASLAM, 1994 ; BRUNTON, 1999 ; PAWLOWSKA *et al.* 2006).

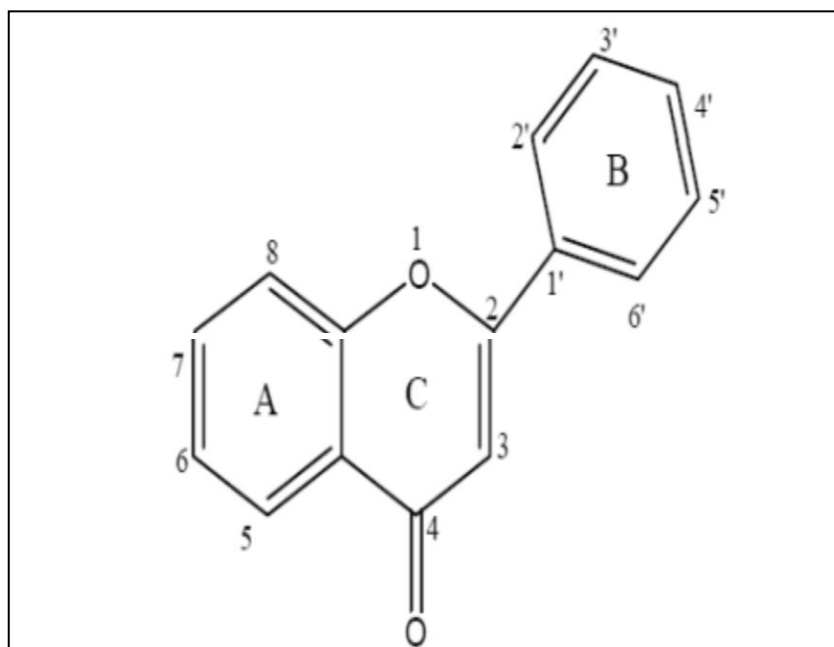
Composé	Structure	Exemple
Acide benzoïque	<p>Peuvent être à l'état libre, estérifiées ou glycosylés</p>  <chem>O=C(O)c1ccccc1</chem>	Acide gallique

### II.1.3. leurs particularités

Ils ont une activité qui assure la conservation des aliments en empêchant la peroxydation lipidique. Dans la cosmétique, les poly phénols lutte contre les radicaux libres néfastes sur la santé de la peau. En phytothérapie, même si certaines indications sont communes à plusieurs classes (les propriétés vasculoprotectrices, sont par exemple attribuées aux flavonoïdes qu'aux anthocyanes, tannins et autres coumarines), chaque classe chimique semble utilisée pour des bénéfices spécifiques (HENNEBELLE *et al.* 2004).

### II.2.Flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des composés phénoliques dont beaucoup sont des pigments responsables de la coloration de nombreuses fleurs et fruits. Ils existent sous la forme soluble d'hétérosides (Guignard, 1979). Le groupe le plus présentatif des composés phénoliques. Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (BENHAMMOU, 2011) Leur structure de base est constituée de deux noyaux aromatiques (A et B) reliés par un hétérocycle oxygéné (cycle C).



**Figure 2 :** Structure de base des flavonoïdes (ERLUND, 2004)

- **Intérêts**

Ils jouent un rôle important pour notre santé dans le système immunitaire, l'expression des gènes, la circulation sanguine dans les capillaires et le cerveau, la fonction hépatique, l'activité enzymatique, et l'agrégation des plaquettes. Ils participent aussi dans le métabolisme

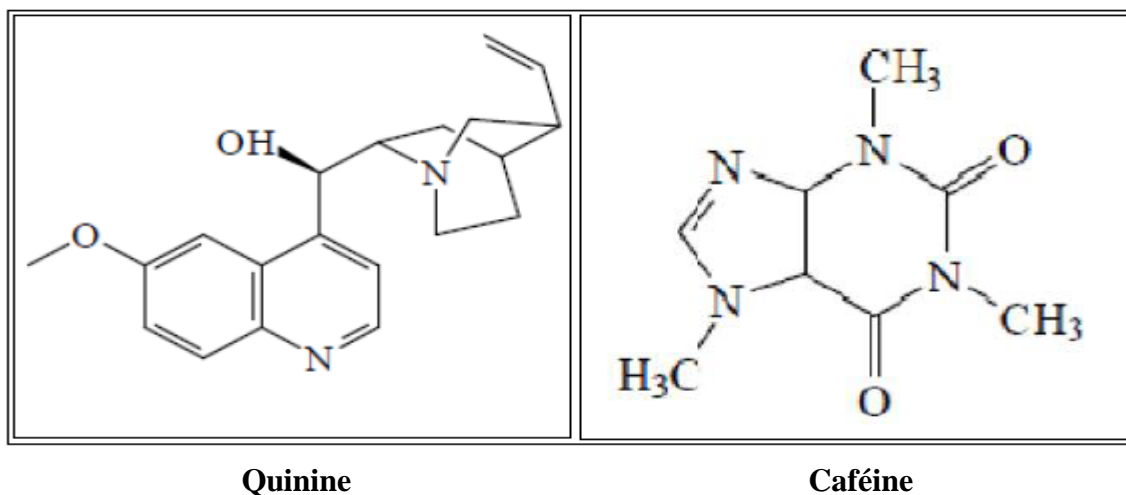
du collagène (protéine structurale), des phospholipides, du Cholestérol et de l'histamine (molécule de signalisation immunitaire, de la peau, estomac (est une cytokine)). Actuellement, les propriétés des flavonoïdes sont étudiées dans domaine de santé ou on reconnait leur activités : antivirales, anti-tumorales, anti-inflammatoires, Antiallergiques, anti cancéreuses, anti-carcinogènes antimicrobiennes, (BAHORUN ,1997 ; HENNEBELLE *et al.* 2004 MARFAK).

La concentration des flavonoïdes totaux dans la figue fraîche est de 20mg E.Q/100MF (MARINOVA *et al.* 2005), la figue sèche est le fruit le plus riche en flavonoïdes (105,6mg E.Q/100g MS) par rapport aux autres fruits séchés (OUCHEMOUKH *et al.* 2012).

### **II.1.3 . Alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des composés cycliques qui contiennent un ou plusieurs atomes d'azotes (ROBERTS et WINK, 1998). Les alcaloïdes figurent parmi les principes actifs les plus importants en pharmacologie et en médecine (GUIGNARD, 2000). Ils présentent un ensemble de molécules d'origine naturelle, renferment du carbone, de l'hydrogène, et de l'azote. Ils représentent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales, Les alcaloïdes existent rarement dans la plante à l'état libre. Ils se trouvent en mélange de constitution plus ou moins apparentée ou l'un d'entre eux domine. Ils sont généralement salifiés par les acides organiques ou combinés à des tannins (GUIGNARD *et al.* 1983).

Ce sont des substances organiques azotées, à propriétés basiques ou amers et ayant des propriétés thérapeutiques ou toxiques (DELLILE, 2007). Ils ont des structures très diverses et dérivent de différents acides aminés ou de l'acide mévalonique en passant par différentes voies biosynthétiques (JUDD *et al.*, 2002).



**Figure 3** : Structure de quelques alcaloïdes (KANOUN K., 2011).

- **Propriétés et applications**

Ils présentent un ensemble de molécules d'origine naturelle, renferment du carbone, de l'hydrogène, et de l'azote. Ils représentent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales, ils ont un rôle important dans la découverte des médicaments chimiques (la morphine, cocaïne, atropine...). ils ont plusieurs activités thérapeutiques telle que :analgésique,anti-malaria,anti-hypertensive,antitussive,stimulant centrale, diurétique, narcotique(morphine),anti-tumeur, etc....(BHAT et *al.*,2005).

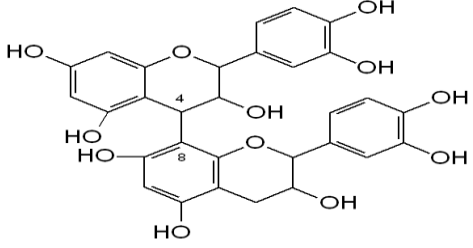
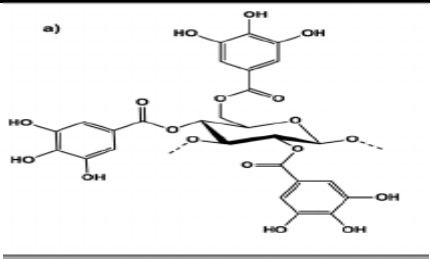
De nombreux poisons dangereux comme l'atropine par exemple, est extraite de la belladone mortellement toxique (*Atropa belladonna*) et qui peut cependant être utilisée à faible dose dans une optique thérapeutique (HANS, 2007).Les alcaloïdes sont utilisées comme anti cancer, sédatifs et pour leur effet sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (ISERIN et *al.*, 2007).

#### **II .1.4 Tanins**

Les tanins sont un groupe des polyphénols à haut poids moléculaire caractérisés par leurs propriétés de combinaisons aux protéines, d'où la capacité a tanné le cuir (RODRIGUEZ, 2008). Ce sont des molécules fortement hydroxylés et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, aux protéines et aux enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité des aliments. Ils peuvent être liés à la cellulose et aux nombreux éléments minéraux. Ces composés sont très réponsus chez de nombreux végétaux surtout les écorces d'arbre et les fruits. Les tannins ont la propriété de précipiter les protéines et les métaux lourds ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation

veineuse, tonifient la peau dans le cas des rides. Certains tanins ont des propriétés antioxydantes et bactériostatiques (LUCCHESI, 2005). Leurs structures ainsi que leurs rôles sont indiqués dans le tableau VII.

**Tableau VII** : structure de quelques tanins (RIBEREU-GAYON, 1968 ; ISERIN *et al.* 2001 ; LAMY *et al.*, 2014).

Composé	Structure chimique	Rôle
Tanins condensés		Activité antioxydant, antifongique, anti tumorale et antivirale
Tanins hydrolysable		Réparer les tissus endommagés, faciliter le transit intestinal

### II.1.5 Coumarines

Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de la fève Tonka, *coumarounaodorata* (légumineuses) d'où la coumarine fut isolée, en 1820, elles sont largement distribuées dans le règne végétal. (CASLEY-S., 1993).

Ils ont été isolés pour la première fois par Vogel en 1820 dans le *Coumarounaodorata*. Les coumarines sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone (18). Ils sont rencontrés chez les Apiacées, les Astéracées, les Fabacées, les Rosacées, les Rubiacées, les Rutacées et les Solanacées. Elles sont issues du métabolisme de la phénylalanine via un acide cinnamique, l'acide p coumarique (LESLEY ; 1996). Les coumarines présentent différentes activités biologiques, qui varient selon la substitution sur le cycle benzopyrane, comme l'activité antifongique, antitumorale, anti agrégation plaquettaire, inhibitrice de plusieurs enzymes, anti-inflammatoire, anticoagulante, diurétique et analgésique (MAGED et BRAZ, 2002).

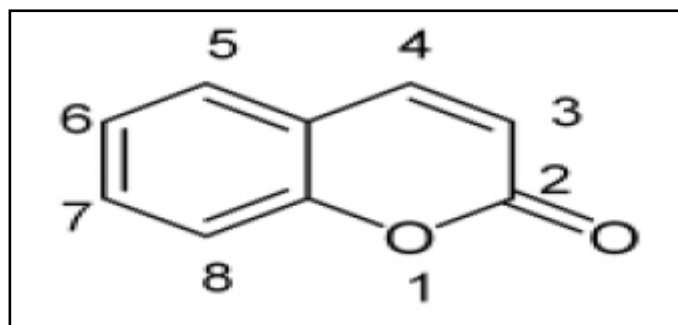


Figure 04 : structure chimique de coumarine (CASLEY-S., 1993)

### II .1.6 Quinones

Sont des composés oxygénés qui correspondent à l'oxydation de dérivés aromatiques avec deux substitutions cétoniques (BRUNETON, 1993).

Les propriétés des quinones sont étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît des activités : antidépressive, anti-protozoaire, antivirale, antibactérienne, fongicide et antiallergiques ont été décrites et plusieurs molécules du groupe ont une toxicité non négligeable.

### II.1.7 Saponosides

Les saponines sont des glycosides contenus dans les plantes qui doivent leur nom au fait qu'elles moussent lorsqu'on les mélange avec l'eau (HANS, 2007). Le nom saponine dérive du nom latin « saponine », signifie savon. Ils se composent d'aglycines non polaires liés à un ou plusieurs sucres. Cette combinaison polaire et non polaire qui explique leur comportement moussant en solution aqueuse (MANACH *et al.* 2004). Ils se caractérisent par plusieurs variétés biologiques comme : anti-œdémateux, antimycosiques, antipyrétique, antalgiques immun modulatrice, anti-inflammatoire et anti-artériosclérotique (NAMSOO, 2001)

Les saponines sont généralement connues comme des composés non-volatils, tensio-actifs qui sont principalement distribués dans le règne végétal (VINCKEN *et al.* 2007).

En effet, les molécules de saponines dans l'eau forment une solution moussante. C'est d'ailleurs sur leur tensio-activité qu'est fondée l'utilisation multiséculaire de certaines plantes qui renferment : la saponaire (*Saponaria officinalis* L.) (BRUNETON, 2009).

Elles sont des constituants de nombreuses plantes médicinales ; elles existent sous deux formes : les stéroïdes et les triterpénoïdes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (œstrogène, cortisone). Elles sont souvent expectorantes et facilitent l'absorption des aliments (EBERHARD *et al.*, 2005). Les saponines

possèdent une grande variété d'activités biologiques telles que : antipyrétique, antalgique, immuno modulatrice, anti-inflammatoire, anticoagulante. Ils ont des propriétés tensioactives et biologiques importantes et sont utilisés dans des domaines variés tels que l'industrie, la pharmacie et la cosmétologie (LAUTRETTE, 2004).

NAMSOO, les caractérisent en 2001 d'anti-œdémateux, antimycosiques, antalgiques immuno modulatrice, et anti-artériosclérotique

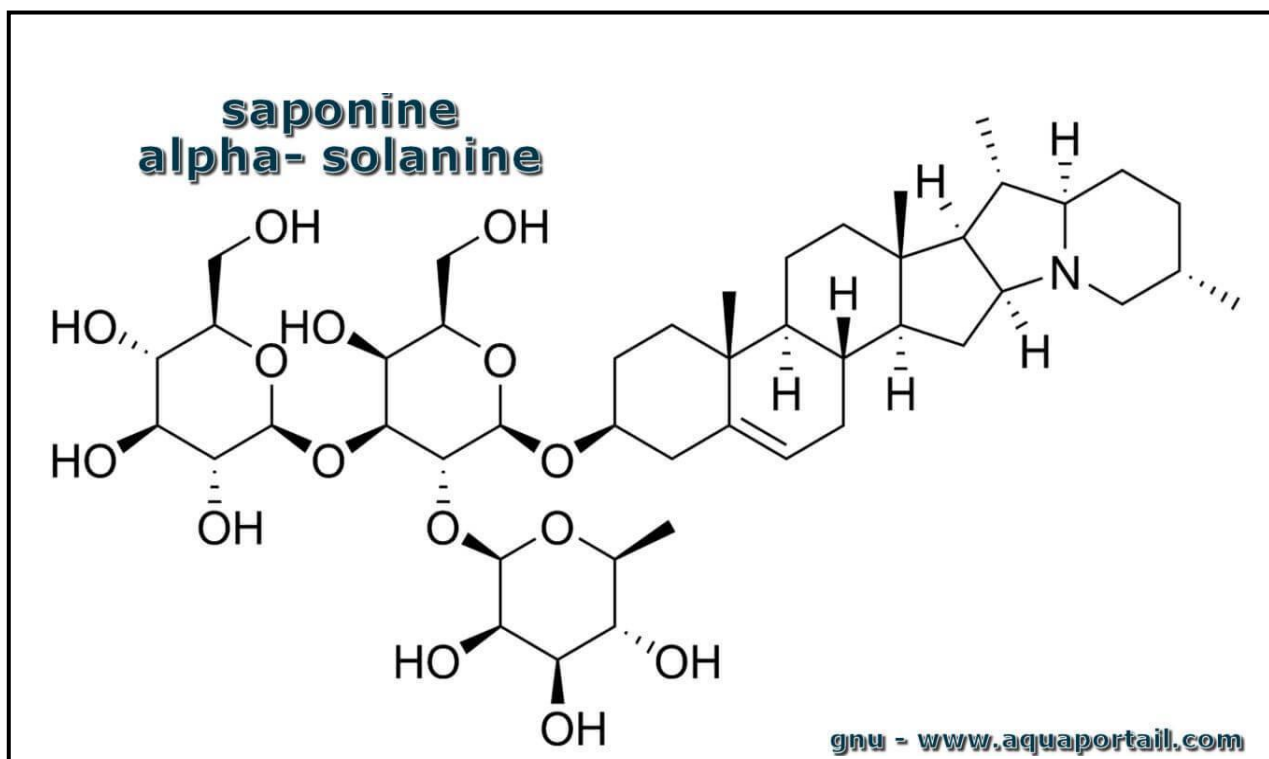


Figure 5 : structure des saponosides

### II.1.8. Anthocyanes

Les anthocyanes (du grec Athos, fleur et Kaunos, bleu violet) terme général qui regroupe les Anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés. Ce sont des pigments hydrosolubles, qui donnent la coloration rouge, violette ou bleue des fleurs, des fruits et parfois des feuilles.

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines. Les anthocyanines changent de couleur en fonction de leur pH (ATTIA, 2007 ; BENBROOK, 2005).

Les anthocyanes sont issus de l'hydrolyse des anthocyanidines (flavonoïdes proches des flavones) qui sont responsables de la coloration vive , allant du rouge au violet en passant par le bleu, des fruit et des pigments floraux (GARNERO,2000).

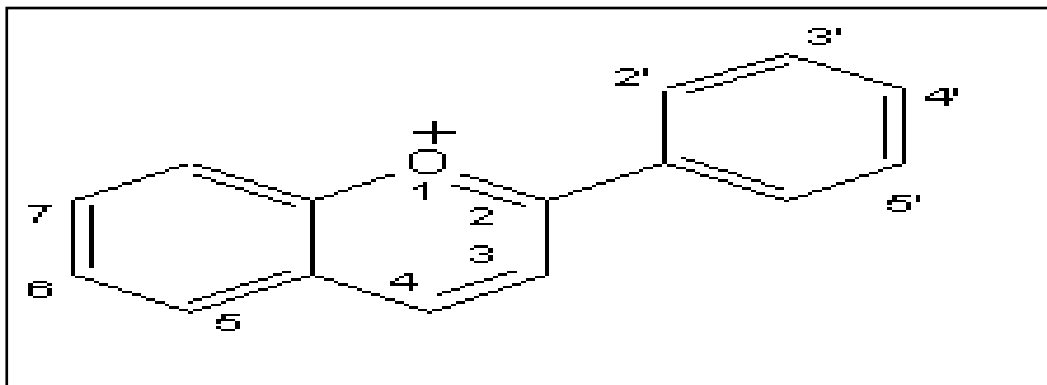
Ils sont sous forme d'hétérosides (Anthocyanosides) et leurs génines (anthocyanidols).

Les anthocyanidines (encore appelés Anthocyanidols) des dérivés du cation 2-phénylbenzopyrylium ou cation flavylum. Présentent un OH en C<sub>3</sub>, ont pour structure de base l'ion flavylum, ils sont souvent hexa -substitués (hydroxyles ou méthoxyles). La liaison hétérosidique s'établit avec l'OH en C<sub>3</sub> en impliquant le plus souvent le glucose : anthocyanoside ou anthocyanine (molécule stable et hydrosoluble).

On les trouve très répandus chez les Angiospermes.

Les Anthocyanosides sont employés aussi dans l'industrie alimentaire comme colorants naturels et atoxique (boissons, confitures, confiserie)

Ces puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libres. Ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du coeur, des mains, des pieds et des yeux. La mûre sauvage (*Rubus Fruticosus*), la vigne rouge (*Vitis vinifera*) et l'aubépine (*Crataegus oxyacantha*) en contiennent toutes des quantités appréciables (EBERHARD *et al.*, 2005).



**Figure 6** : structure de base des anthocyanidines.

- **Propriétés pharmacologiques et emplois**

Ils sont doués de propriétés Vitaminique P : augmentent la résistance des capillaires et diminuent leur perméabilité, Propriétés anti-œdémateuses, activité anti-oxydantes,

Augmentent la régénération du pourpre rétinien (favorise la vision nocturne), Activité antibactérienne et antivirales.

La forme galéniques ou l'isolement des Anthocyanosides purs sont préparées par les drogues Anthocyanes dans le

- Traitement des troubles liés à l'insuffisance veinolymphatiques et à la fragilité capillaire ;
- Traitement de troubles ophtalmologiques circulatoire au niveau rétinien, choroïdien et pour l'amélioration de la vision corpusculaire.

### II .1.9 Glucosides

Les glycosides sont des molécules composées d'un hydrate de carbone et d'un composé non glucidique. Ils jouent de nombreux rôles importants dans les organismes vivants. De nombreuses plantes stockent des produits chimiques importants sous la forme de glycosides inactifs. Si ces produits chimiques sont nécessaires, ils sont hydrolysés en présence d'eau et d'une enzyme, générant des sucres importants dans le métabolisme de la plante.

De nombreux glycosides d'origine végétale sont utilisés comme médicaments. Un glucoside selon l'IUPAC (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée), est une molécule dans laquelle un hydrate de carbone est lié par son carbone anomérique à un autre composé de nature chimique différente, par une liaison O-glycosidique ou une liaison S-glucosidique; ces derniers sont connus sous le nom de thioglucosides.

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées que l'on trouve dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages «visqueux » et les gommés, présents dans les racines, les feuilles et les graines (ISERIN, 2001).

Les glucosides possèdent des propriétés pharmacologiques à s'avoir :

antipyrétique, analgésique et antirhumatismale; désinfection des muqueuses du tractus gastro-intestinal; Le complexe glycoside augmente la solution et l'excrétion des acides uriques,

Action diurétique de la gaultérine dans le rein et traitement des maladies cardiaques telles que l'arythmie et l'insuffisance cardiaque, antipyrétique, anti-

inflammatoire et anticoagulant.([www.aquaportail.com/antalgésique](http://www.aquaportail.com/antalgésique).)

Les glucosides cardiaques sont présents dans de nombreuses plantes médicinales, ils ont une action directe et puissante sur le cœur dans le maintien du rythme cardiaque en cas d'affaiblissement. Ces glucosides sont également diurétiques. Ils contribuent à transférer les liquides des tissus et du système circulatoire vers les conduits urinaires (DJABOU, 2006).

### II.1.10.Chlorophylle

Est le pigment qui donne la couleur verte des plantes grâce au processus de la photosynthèse. Elle est riche en minéraux (calcium, fer, zinc, phosphore, magnésium) en vitamines (A ,C, A, K et B) et en protéines. Elle a divers rôles biologiques :

- Neutralise l'acidité ;
- Renforce la circulation sanguine et favorise la production des globules rouges;
- Possède plusieurs activités biologique: anti-inflammatoire, antiseptique et antioxydants et antifongique;
- Fait baisser le taux du cholestérol en excès, stimule la santé du système immunitaire et défend contre les radicaux libres.

Il est nécessaire de traiter la plante, de la transformer pour en tirer la substance ayant une action spécifique. Etant donné la multiplicité des composants constituant les principes actifs de chaque plante et la spécificité d'action de chacun d'entre eux, il a été nécessaire d'élaborer des méthodologies diverses, qui permettent, selon le but recherché, leur extraction (Chiej R., 1982).

### III.1. Objectif de l'étude

Le présent travail a été effectué au niveau du laboratoire de recherche à l'Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU (UMMTO), durant la période comprise entre fin février et fin juin de l'année universitaire 2019. Cette étude est subdivisée en quatre parties comme suit :

- Etude ethnobotanique sur le figuier ;
- Analyses phytochimiques et physico-chimiques de la poudre de feuilles de figuier ;
- Extraction et dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes caractérisant les feuilles de figuier
- Essai d'élaboration d'un sirop fonctionnel à base des feuilles de figuier.

### III.2. Choix de la plante

Le figuier est très répandu en Kabylie surtout à Tizi Ouzou . La population consomme les figes à l'état frais ou sec. Les feuilles sont utilisées pour l'alimentation de bétail . Certaines régions de Tizi Ouzou , Bouira et Boumerdes utilisent les feuilles de figuiers dans certaine recettes cosmétiques, en préparant des tisanes à des fins thérapeutiques.

### III.3. Matériel végétal

La collecte des feuilles de figuier, variété bifère Ibakour blanc, a été réalisée au cours de la période allant de la fin du mois de Mars à Mai 2019 (juste avant la floraison) dans les villages de Ighil El Mal de Beni Zmenzer, Cheurfa et Aghrib de la daïra d'Azazga.



**Figure 7** : cartographie de la wilaya de TiziOuzou montrant les régions de Beni Zmenzer et Azazga. (WILAYADETIZIOUZOU).

Les feuilles sont séchées à l'ombre à l'air ambiant (Figure 8) durant trois semaines puis broyées finement par un broyeur à savoir un moulin à café est tamisée par la suite la poudre obtenue à l'aide d'un tamiseur (Figure 9) de différentes granulométries (250 $\mu$ m, 200 $\mu$ m, 160 $\mu$ m, 125 $\mu$ m, 100 $\mu$ m, 80 $\mu$ m, 63 $\mu$ m). Les poudres obtenues sont analysées par un Granulomètre à Diffraction Laser MASTER SISER 2000 à l'université de Boumerdès. Les différentes poudres sont conservées soigneusement dans des sachets hermétiques à l'abri de la lumière jusqu'à leurs caractérisation (Figure 10).



**Figure 8** : Aspect des feuilles de figuier séchées à l'air libre.

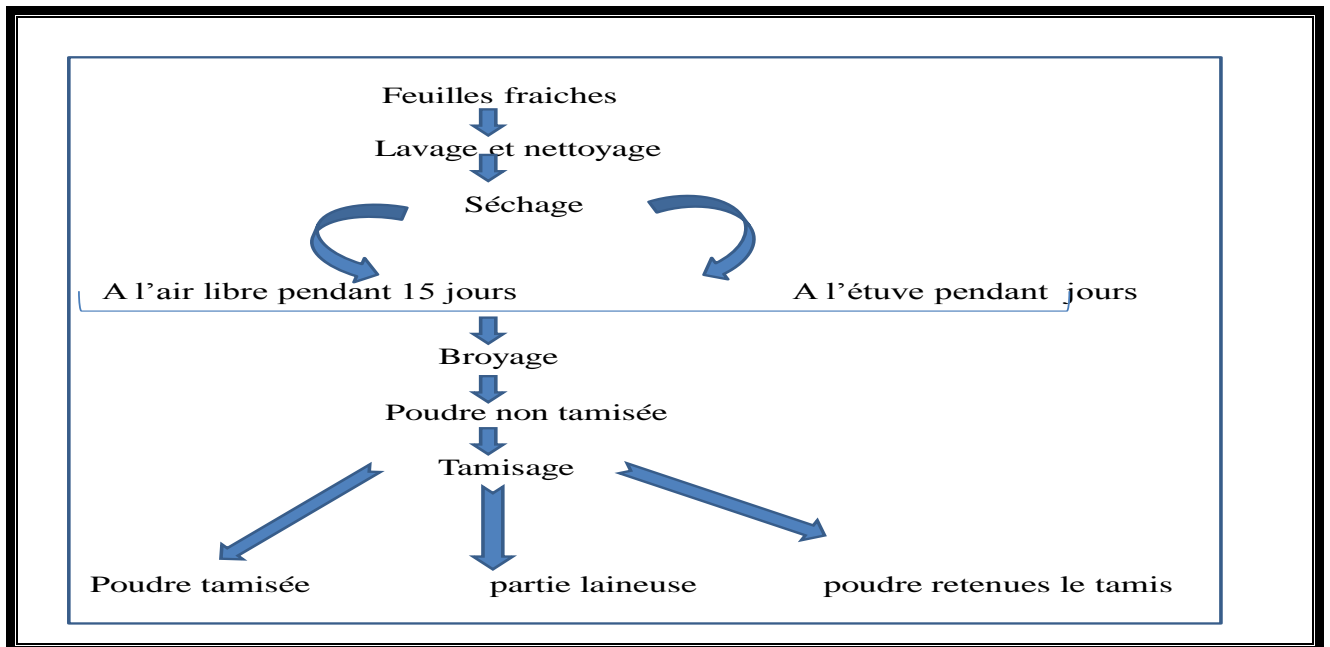


**Figure 9** : tamiseuse de marque Vibro.  
MASTER poudre + tamis.

**Figure 10** : Granulomètre à Diffraction Laser  
SISER 2000.

La partie laineuse est retenue sur le plateau du tamiseur.

Les différentes étapes suivies pour l'obtention des poudres de feuilles de figuier sont résumées dans le diagramme suivant :



**Figure 11** : Diagramme d'obtention des poudres de feuilles de figuier.

- **Le séchage**

Le but du séchage est de déshydrater un produit de façon à abaisser sa teneur en eau en dessous d'une valeur permettant sa conservation à température ambiante. (YVES JANNOT, 2011).

- **Séchage dans l'étuve à 45 °C**

Un échantillon est séché par circulation d'air chaud. Pour intensifier les conditions de séchage ou ménager les substances sensibles à la chaleur, le séchage s'effectue souvent sous vide. Le taux d'humidité est obtenu par pesée différentielle avant et après le séchage (METTLER TOLEDO., 2002).



**Figure 12** : Différentes granulométries de poudres de feuilles de figuier obtenues.

### III.4. Matériel de laboratoire

La liste de matériel, verrerie, réactifs et milieux de culture utilisée est jointe en annexe n° 1.

### III.5. Méthodes

#### III.5.1. Etude ethnobotanique

Les plantes médicinales sont encore utilisées comme source de soins médicaux dans les pays en voie de développement, d'après l'OMS, plus de 80% des populations africaines ont recours à la médecine traditionnelle pour faire face aux problèmes de santé (SALHI *et al.* 2010).

L'étude ethnobotanique s'emploie partout dans le monde pour décrire et avoir des informations l'usage des végétaux.

##### III.5.1.1. Zone d'étude

L'étude ethnobotanique sur le figuier et les feuilles de figuier a été réalisée au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le questionnaire est joint en annexe n° 2. Les résultats sont analysés par le logiciel EXCEL 2007.

##### III.5.1.2. Population enquêtée

Cette enquête a été réalisée durant les mois, mai, juin, juillet et aout de l'année 2019 qui a porté sur l'utilisation de cet arbre, ses parties utilisées et le mode d'utilisation. Cette population compte 100 personnes d'âges et de sexes différents dont 57 hommes et 43 femmes, accompagnées d'un questionnaire (Annexe03) qui regroupe l'âge, le sexe, connaissance du figuier et son utilisation en cosmétique, toxique, alimentations et autres.

#### III.5.2. Analyse phytochimique

Il s'agit d'une analyse qualitative basée sur des réactions de coloration et/ou de précipitation (YEMOA *et al.*, 2008 ). La mise en évidence des différents métabolites secondaires constituant la poudre de feuilles de figuier de taille 125 µm a été faite selon des méthodes standards de screening phytochimique.

La quantité de la substance recherchée est proportionnelle soit à l'intensité du précipité formé (la turbidité) soit à la coloration.

### III.5.2.1. Préparation de l'infusé de la poudre

L'infusion est la forme de préparation la plus simple ; on l'applique généralement aux organes délicats de la plante : fleurs, feuilles aromatiques, sommités. Cette forme permet d'assurer une diffusion optimale des substances volatiles : essences, résines, huiles... (BABA A., 1999). L'infusion est préparée en versant de l'eau bouillante sur une quantité spécifique de matière végétale en laissant reposer la mixture pendant 10-15 minutes, il s'agit d'un procédé semblable à la préparation d'un thé commun dans une théière. On emploie, en général, comme pour la décoction, un produit végétal pour dix parts d'eau (SOFOWER A., 2010).

#### ❖ Mode opératoire

- Macération de 10 grammes de la poudre de feuilles de figuier dans 100ml d'eau distillée (ED)
- Porter le mélange à ébullition pendant 15 minutes ;
- Filtrer la solution avec du papier Wattman ;
- Ajuster le volume du filtrat à 100 ml avec de l'eau distillée.

La solution ainsi obtenue est utilisée pour la recherche des différents composés chimiques sous le nom de solution de feuilles de figuier (SFF).



**Figure 13** : Infusé de la poudre de feuille de figuier.

### III.5.2.2. Screening phytochimique

#### III.5.2.2.1. Anthocyanes

On ajoute quelques gouttes d'HCl (1N) à 5ml de la solution SFF.

Le virage de coloration vers le rouge indique la présence des anthocyanes.( LONGANGA *et al.*, 2000).

#### III.5.2.2.2. Tanins

On ajoute quelques gouttes de la solution de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 2 % à 5ml de la solution SFF.

En présence de tanins, il se développe une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre (LAZUREVSKII *et al.* 1996).

#### III.5.2.2.3. Tanins galliques

On ajoute quelques gouttes de la solution de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 5ml de la solution SFF saturée par de l'acétate de sodium ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ).

L'apparition d'une couleur bleue foncée indique la présence des tanins galliques. Tandis que l'apparition d'une couleur brune verdâtre indique la présence de tanins catéchiques (PARIS et NOTHIS., 1978).

#### III.5.2.2.4. Flavonoïdes

On ajoute à 5ml de la solution SFF 5ml de HCl (1N), des copeaux de magnésium et 1ml d'alcool butanol. La réaction est dite positive si la couleur vire vers du rouge oranger.

#### III.5.2.2.5. Saponosides

On prépare deux tubes à essais, dans le premier on met 5ml d'HCl (1N) et dans le second on met 5ml de NaOH (1N) puis on ajoute à chacun quelques gouttes de notre solution SFF qu'on agite verticalement pendant 30 secondes puis on laisse reposer 15mn.

L'apparition d'une mousse persistante ou non détermine la présence ou non des saponosides selon deux cas possibles :

- Si on obtient un même volume de la mousse dans les deux tubes, les saponines présentes sont de nature stéroïdienne
- Si le volume de la mousse formé est plus important et /ou plus stable dans le milieu basique ; les saponines sont tri terpéniques.

#### III.5.2.2.6. Alcaloïdes

La recherche des alcaloïdes se fait par ajout d'une solution qui contient 20 ml d'ammoniaque (1/2) et 50 ml d'une solution constituée d'un mélange (3V/2V) éther-chloroforme à 5g de poudre de feuilles de figuier. Après filtration, on épuise la solution obtenue par du HCl (2N).

La formation d'un précipité orange après ajout 2 à 3 gouttes du réactif de Dragendorff indique la présence d'alcaloïdes (DOHOU N., *et al.*, 2003)

#### III.5.2.2.7. Sennosides

On introduit dans une fiole 2,5 g de poudre + 50 ml d'eau distillée + 2 ml d'acide chlorhydrique concentré puis on chauffe pendant 15 min au bain marie. On ajoute 40 ml d'éther au mélange après refroidissement. La couche étherée est séparée, séchée avec le sulfate de sodium anhydre ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Après évaporation à température ambiante on ajoute 5 ml d'ammoniaque diluée (1/2) au résidu refroidi. Une coloration violette rouge confirme la présence de sennosides. (RAAMAN *et al.*, 2006)

#### III.5.2.2.8. Coumarines

Faire bouillir à reflux 2 g de poudre de feuilles de figuier dans 20 ml d'éthanol pendant 15 minutes. On ajoute à 5 ml du filtrat 10 gouttes d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10 % et quelques gouttes d'acide chlorhydrique à 10 %.

La formation d'un trouble nous indique la présence des coumarines (RAAMAN *et al.*, 2006).

#### III.5.2.2.9. Quinones libres

Deux grammes de poudre de feuilles de figuier sont humectés par 2 ml HCl (1N) additionné de 20 ml de chloroforme. On laisse incuber a température ambiante pendant 3 heures. On filtre le mélange et on ajoute 5ml d'ammoniaque (1/2).La coloration rouge indique la présence des quinones libres (TONA *et al.*, 1998 ; LONGANGA *et al.*, 2000).

### III.5.2.3. Analyse de la granulométrie

#### ❖ Principe

Cette technique consiste à déterminer la distribution granulométrique par le procédé de diffraction de la lumière laser après mise en suspension de l'échantillon.

La déviation de la lumière laser est proportionnelle à la taille des particules ce type d'appareil permet de mesurer des particules sphériques à partir de 0.5  $\mu\text{m}$ . Cette analyse a été réalisée au niveau de la faculté des Science de l'Ingénieur(INGM) de l'université de Boumerdes.

#### **III.5.2.4. Analyses physico-chimiques**

##### **III.5.2.4.1. Détermination de l'extrait sec total « EST » (AFNOR, 1986)**

###### **❖ Principe**

Le principe de cette méthode repose sur la dessiccation par l'évaporation de l'eau à 65°C d'une quantité déterminée de l'échantillon à analyser. La matière sèche est exprimée en pourcentage de masse.

###### **❖ Mode opératoire**

Peser 10 g de feuilles de figuier fraîches sur papier aluminium, les mettre dans l'étuve de séchage pour évaporation puis suivre la cinétique du poids au cours du temps jusqu'à stabilisation du poids sur une valeur constante.

##### **III.5.2.4.2. Taux d'humidité (AFNOR, 1986)**

###### **❖ Principe**

La teneur en eau a été déterminée sur 1 g d'échantillon (feuille fraîche), étalée dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à température de 103±2°C, jusqu'à obtention d'un poids constant.

###### **❖ Mode opératoire**

1. Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 min à 103±2°C ;
2. Refroidir les capsules dans un dessiccateur ;
3. Tarer les capsules ;
4. Peser dans chaque capsule 1g d'échantillon, les placer dans l'étuve réglée à 103±2°C pendant trois (3) heures ;
5. Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur, après refroidissement les peser. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

**❖ Expression des résultats**

La teneur en eau a été déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M1 - M2 * 100}{M}$$

Soit

H : Humidité (%) ;

M1 : Masse de la capsule + la matière fraîche avant séchage en g ;

M2 : Masse de l'ensemble après séchage en g ;

M : Masse de la prise d'essai en g.

**III.5.2.4.3. Détermination de taux de cendres totaux (NF V 05-113, 1972)****❖ Principe**

L'échantillon est calciné à 550°C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention de cendres blanchâtres de poids constant.

**❖ Mode opératoire**

- Dans des creusets en porcelaine, peser 10 g de feuilles de figuier ;
- Placer les creusets dans un four à moufle réglé à 550 ±15°C pendant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre ;
- Retirer les creusets du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

**❖ Expression des résultats**

La teneur en matière organique est calculée par la formule suivante :

$$MO (\%) = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

MO% : Matière organique.

M1 : poids du creuset et de l'échantillon avant calcination.

M2 : poids du creuset et de l'échantillon après calcination.

P : masse prise d'essai.

Les feuilles sont brûlées complètement jusqu'à obtention des cendres dont la teneur est déterminée par la différence de poids avant et après la carbonisation.

Trois essais ont été réalisés de la même manière afin de déterminer un pourcentage moyen.

La teneur en cendre (Tc%) est calculée comme suit :

$$Tc\% = 100 - MO\%$$

Tc : teneur en cendres.

#### III.5.2.4.4. Mesure du pH (AFNOR, 1986)

##### Principe

La détermination du pH est réalisée à l'aide d'un pH mètre au niveau du laboratoire de biochimie de UMMTO.

##### ❖ Mode opératoire

Le pH est mesuré directement en utilisant un pH mètre électronique (Hanna Instruments Digital, Bench-model HI-2210) qui affiche la valeur sur écran, après avoir trempé l'électrode dans un bécher contenant la solution SFF comme le montre la figure 14.



**Figure 14** : pH-mètre électronique (Hanna Instruments Digital, Bench-model pH Mètre Model HI-2210).

#### III.5.2.4.5. Détermination de l'acidité titrable (NF V05-101,1974)

L'acidité titrable est la somme des acides minéraux et organiques libres.

##### ❖ Principe

Il consiste en un tirage avec une solution de NaOH en présence de phénophtaléine comme indicateur de couleur.

**❖ Mode opératoire**

- Placer 25 g de la poudre de feuilles de figuier dans une fiole conique contenant 50 ml d'eau distillée chaude bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu'à obtention d'un liquide homogène ;
- Chauffer au bain-marie pendant (30) minutes ;
- Laisser refroidir puis transvaser le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 250 ml et ajuster jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée, bien mélanger puis filtrer ;
- Prendre un volume  $V_0=25$  ml auquel on ajoute 0,25 à 0,5 ml de phénophtaléine. Tout en agitant, titrer avec l'hydroxyde de sodium NaOH (0,1N) jusqu'à obtention d'une coloration rose persistante pendant trente (30) secondes. lire sur la burette graduée le volume  $V_1$  du NaOH ayant décoloré la solution.

**❖ Expression des résultats**

L'acidité titrable est exprimée en gramme d'acide citrique pour 100g d'échantillon.

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$A\% = \frac{175 \times V_1}{V_0 \times M}$$

- $V_0$  : le volume, en millilitres de la prise d'essai ;
- $V_1$  : le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N) ;
- 175 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.
- M : masse prélevée en gramme.

**III.5.2.4.6. Dosage des sucres**

Pour ce dosage, on met en évidence trois catégories de sucres à savoir : sucres totaux, sucres réducteurs et saccharose.

Avant les dosages, on prépare la solution de Fehling A et B et les eux filtrats (1) et (2) de composition suivante :

**❖ Filtrat (1)**

- Peser 10g de l'échantillon dans un bécher de 100 ml ;
- Ajouter 2,5ml d'acétate de plomb,
- Remplir jusqu'au 2/3 du volume de bécher avec l'eau distillée ;
- Agiter à plusieurs reprises et laisser reposer pendant 15mn ;
- Ajuster avec d'eau distillée à 100ml ;

- Homogénéiser et filtrer sur un papier filtre et récupérer le filtrat.
- ❖ **Filtrat (2)**
- Prélever 50ml du filtrat(1) et ajouter 5ml d'HCL concentré ;
- Chauffer au bain marie a 70 C pendant 5mn ; neutraliser avec NaOH (10N) en présence de phénolphtaléine a 1%.

#### A. Dosage des sucres totaux

##### ❖ Mode opératoire

- Prélever 5ml de la solution Fehling A et 5ml de la solution fehling B ;
- Ajuster jusqu'à 100ml avec l'eau de robinet ;
- Chauffer le contenu jusqu'à ébullition durant 2mn ;
- Titrer par le filtrat (2) obtenu jusqu'à la disparition de la couleur bleue ;
- Ajouter deux (2) gouttes de bleue de méthylène jusqu'à ce que la coloration bleue soit remplacée par une coloration marron cuivrée ;
- Noter le volume de filtrat(2) V2.

##### ❖ Expression des résultats

La quantité des sucres totaux dans la prise d'essai est donnée par la formule suivante :

$$St = \frac{500}{V*(V2-0.05)}$$

St : quantité des sucres totaux (g/100ml)

V : volume de la prise d'essai ;

V2 : volume du filtrat(2) utilisé au titrage.

#### B. Dosage des sucres réducteurs

- Introduire 5ml de la solution Fehling A et 5ml de la solution Fehling B dans un bécher de 500ml ;
- Ajuster jusqu'à 100ml avec l'eau de robinet ;
- Chauffer le contenu jusqu'à l'ébullition durant 2mn ;
- Titrer par le filtrat (1) jusqu'à ce que la teinte bleue disparaisse ;
- Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène et continuer le titrage jusqu'à ce que la

coloration bleue devienne rouge brique ;

- Arrêter le titrage et noter le volume du filtrat (1) dépensé  $V_1$ .

#### ❖ Expression des résultats

La quantité de sucres réducteurs dans la prise d'essai est donnée par la formule suivante :

$$Sr = \frac{240}{V * (V_1 - 0.05)}$$

Soit :

Sr : quantité des sucres réducteurs (g/100ml)

V : volume de la prise d'essai (ml);

$V_1$  : volume du filtrat (1) utilisé au titrage.

#### III.5.2.4.7. Extraction des polyphénols

C'est l'étude de la capacité d'extraction des principes actifs par des différents solvants. Dans notre cas c'est une extraction liquide-solide. Cette dernière se définit comme une opération de séparation d'un ou plusieurs constituants solides ou liquides contenus dans un corps solide par solubilisation dans un fluide. Ce fluide appelé généralement solvant (FERHOUM, 2010).

Cette préparation s'obtient en mettant les plantes, en contact, à froid, avec un liquide quelconque. Ce liquide peut être du vin, de l'alcool, de l'eau ou de l'huile. Le temps de contact est parfois très long, en effet, les plantes aromatiques ou amères devront macérer entre deux et douze heures. Les macérations à l'eau sont plus rarement employées, car elles ont l'inconvénient de fermenter facilement ne doivent pas de toute manière, excéder une dizaine d'heures (DJABOU N., 2006). Sauf indication médicale, macérations se préparent à raison d'une de plante pour vingt parts de liquide (VOLAK et STODOLA, 1999).

Après une étape de diffusion du solvant à l'intérieur des cellules végétales le processus continue avec la solubilisation de composés bioactifs qui vont migrer de la matrice végétale vers le solvant environnant jusqu'à ce que l'équilibre de partage de concentration soit atteint (SINGH et *al.*, 2008).

Les solvants utilisés dans la présente étude sont (l'eau distillée et l'éthanol pur 96%). Ce derniers possède l'avantage d'être plus facilement éliminés sous vide. Il donne en plus un meilleur

rendement d'extraction (OWEN et JOHNS, 1999 ; Diallo et al., 2004).

#### ❖ Principe

La teneur en composés phénoliques totaux est habituellement déterminée colorimétriquement avec un spectrophotomètre en utilisant le Folin-Ciocalteu. Les composés phénoliques réagissent avec le réactif de folin-ciocalteu. Le mélange d'acide phosphotungstique ( $H_4PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) est réduit, lors de l'oxydation des polyphénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et molybdène ( $MO_8O_{23}$ ). La coloration produite, dont l'absorption maximale est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (BOIZOT et CHARPENTIER, 2006).

Dans cette présente étude nous avons utilisé deux solvants organiques dépolarisés déferentes (l'acétate d'éthyle et éthanol 96%).

#### ❖ Protocole

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif Folin-Ciocalteu selon la méthode citée par SKERGET et al. , (2005) selon le protocole décrit dans la figure 17.

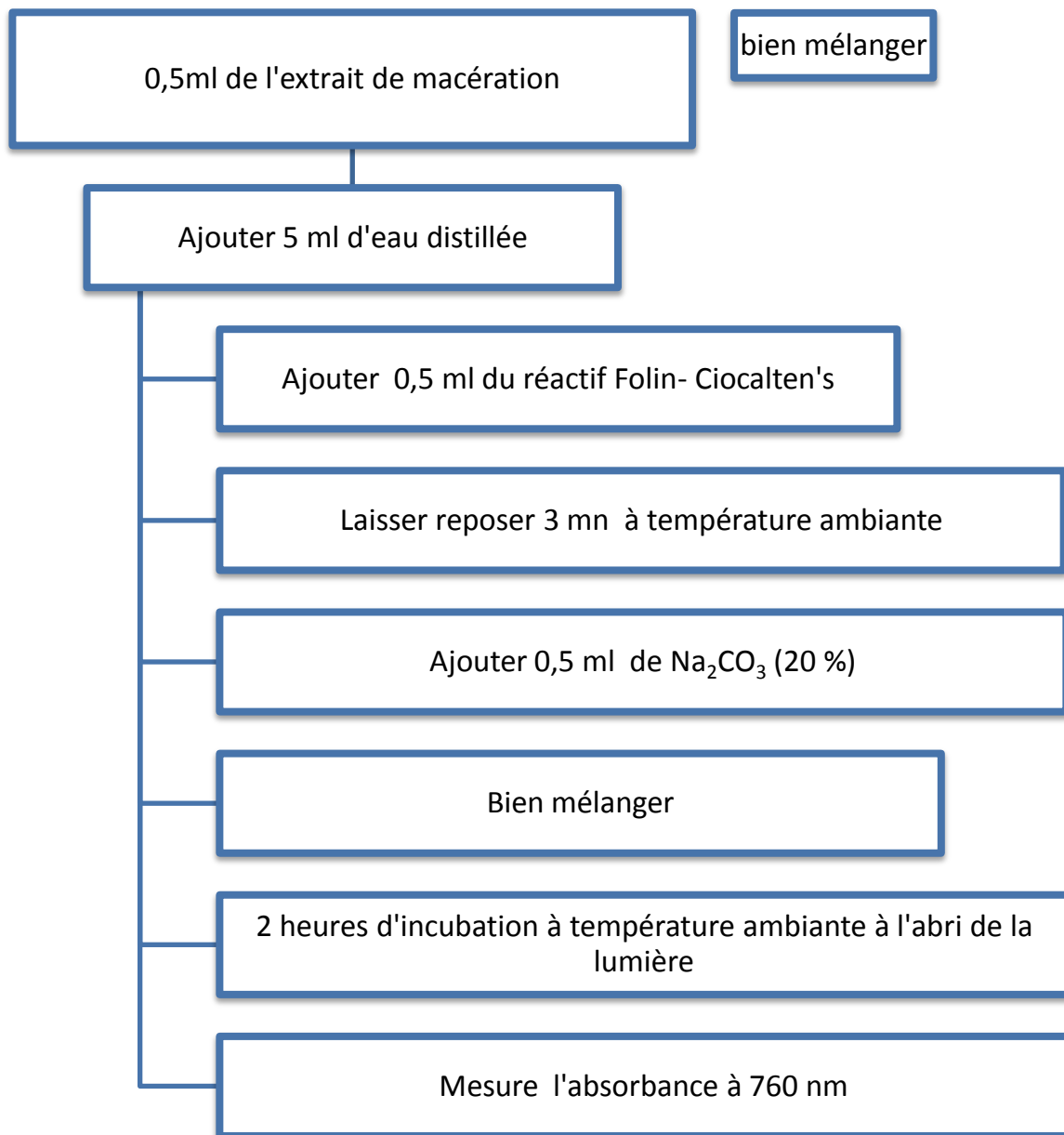
Le blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par l'eau distillée.

#### ❖ Expression des résultats

L'acide gallique est le standard le plus souvent employé dans la méthode au Folin-Ciocalteu (MAISUTHISAKUL et al., 2008).

La concentration en polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage, cette dernière est établie avec le standard étalon d'acide gallique (0,01-0,1mg/ml), les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g).

Le protocole de la macération des feuilles de figuiers consiste à mélanger 2 g de ces dernières dans deux solvant, l'eau distillée et l'éthanol (50 ml) pendant soixante douze heures (72h )puis les extraits sont filtrés.



**Figure 15** : Protocole de dosage des poly phénols totaux (SKERGET et *al.* 2005).

### III.5.2.4.8. Dosage des flavonoïdes

La méthode de méthode de trichlorure d'aluminium  $AlCl_3$  (KOSALEC *et al.* 2004) a été adoptée pour quantifier les flavonoïdes.

#### ❖ Principe

La formation d'un complexe jaunâtre, lors de l'ajout du trichlorure d'aluminium, est due à la fixation des ions  $Al^{3+}$  sur les atomes d'oxygène, présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes. La quantité des flavonoïdes dans un extrait devrait être déterminée selon le flavonoïde prédominant, cependant la quercétine est largement utilisée comme standard pour la détermination de la teneur des flavonoïdes dans un échantillon (BAHORUN *et al.*, 1996).

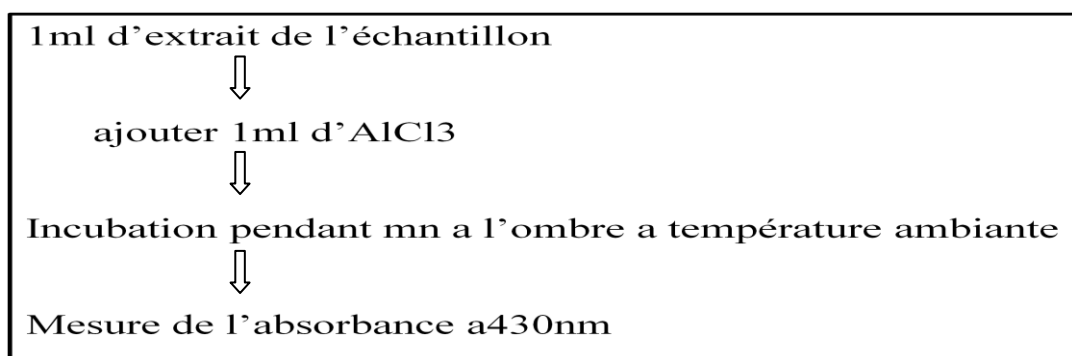
#### ❖ Protocole

La teneur en flavonoïdes est déterminée selon la méthode décrite par DJERIDANE *et al.* (2006); un volume d'extrait est additionné d'un même volume de tri chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) à 2%. Après incubation pendant 10 minutes à température ambiante et à l'abri de la lumière comme le montre la figure 20.

Le blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par 1 ml d'eau distillée.

#### ❖ Expression des résultats

La quantification des flavonoïdes est faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par la Quercétine à différentes concentrations (0,001-0,01mg/ml) dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent de Quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g). leurs dosage est comme suit :



**Figure 16** : Protocole de dosage des flavonoïdes (KOSALEC *et al.* 2004).

### III.5.2.4.9. Extraction de la matière grasse

A fin d'avoir un bon rendement en matière grasse, on a fait appel à une méthode rapide, simple et moins couteuse qui est l'extraction par Soxhlet.

#### A. Extraction par Soxhlet

Un extracteur soxhley (ou appareil de soxhlet) est une pièce de verrerie comme le montre la figure 15, utilisée en chimie analytique et en chimie organique, elle permet de faire l'extraction par solvant continu.

Cet appareil porte le nom de son inventeur Franz Von Soxhlet.



**Figure 17** : Procédé d'extraction par Soxhlet.

#### ❖ Mode opératoire

Cette méthode, repose sur les étapes suivantes :

- 25g de poudre de feuilles de figuier précédemment dépigmentée avec de l'acétone sont mis dans la cartouche puis on la place dans un tube spécialement conçu; un ballon est relié contenant 500ml d'hexane pur. On procède au chauffage du solvant.
- L'extraction est réalisée pendant 8 cycles.
- Le méthanol de l'extrait est évaporé sous vide à l'aide d'un rotavapor, l'extrait ainsi obtenu est dosé à l'aide d'un spectrophotomètre.
- Il doit être conservé au frais et à l'obscurité pour que les composés phénoliques ne perdent pas leur activité d'une part et empêcher leur oxydation d'autre part.

#### B. La chromatographie phase gazeuse

La matière grasse extraite par Soxhlet subit une trans estérification à froid au moyen d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium

### ❖ Application

Cette méthode rapide est applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive ayant une teneur en acides gras libres inférieure à 3,3%. Les acides gras libres ne sont pas estérifiés par l'hydroxyde de potassium. Les esters éthyliques d'acides gras se transestérifient plus lentement que les esters glycéridiques et il est possible qu'ils ne se méthylient que partiellement.

### ❖ Principe

Les esters méthyliques se forment par transestérification dans une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium comme phase intermédiaire avant la saponification (point 5 de la méthode ISO 5509:2000, point 5 de la méthode IUPAC 2.301).

### ❖ Réactifs

- Méthanol ne contenant pas plus de 0,5% (m/m) d'eau
- Heptane pour chromatographie
- Hydroxyde de potassium, solution méthanolique d'environ 2 N : dissoudre 11,2 g d'hydroxyde de potassium dans 100 ml de méthanol

### ❖ Mode opératoire

Dans un Tube à bouchon vissant de 5 ml, nous avons pesé environ 0,1 g de la matière grasse extraite précédemment par Soxhlet puis ajouter 2 ml d'heptane ou Hexane et agiter. Ajouter 0,2 ml de la solution méthanolique 2 N d'hydroxyde de potassium, boucher à l'aide du bouchon muni d'un joint en PTFE, bien fermer et agiter énergiquement pendant 30 secondes. Laisser reposer jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire. Décanter la couche supérieure, qui est celle qui contient les esters méthyliques. La solution d'heptane est prête pour l'injection dans le Chromatographe. Il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse chromatographique. Il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant plus de douze (12) heures.

#### III.5.2.4.10. Dosage des tanins

##### ❖ Mode opératoire

- 6ml de l'extrait de l'échantillon ;
- 1g de caséine ;
- 12ml d'eau distillée ;
- Agitation pendant 3h puis filtration sur papier Wattman et ajustement du filtrat jusqu'à 25ml ;

- 2ml sont prélevé puis la détermination des tanins au spectrophotomètre a 760nm (tableau des résultats voir annexe).

### III.5.2.5. Dosage des caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles, qui sont naturellement, et produits par les végétaux, le dosage des caroténoïdes dans les feuilles de figuiers a été réalisé à une longueur d'onde de 642nm.

### III.5.2.6. Essai d'élaboration d'un sirop fonctionnel à base des feuilles de figuier

La pratique a été faite au sein du laboratoire physicochimique de la SARL *GINI GLASS* à Tizi- Ouzou pendant une durée de quinze (15) jours. Le sirop élaboré a été comparé à un sirop NIFAZIDE à 4% commercialisé par SAIDAL.



**Photographie 5 :** Emballage du sirop NIFAZIDE à 4%.

#### a. Préparation de l'extrait aqueux de feuilles de figuier

Deux extraits aqueux sont préparés à chaud à raison 50% (0.5g dans 100 ml d'eau distillée) et 25% (0.25g dans 100ml d'eau ). La macération de la poudre de feuilles de figuier a été faite au bain marie à 65°C pendant 3h et ce afin d'extraire les substances bioactives. Après refroidissement on procède à une filtration, on additionne aux deux extraits obtenus la poudre de zeste de citron pour faire disparaître l'odeur et le goût des figuiers.

#### ❖ Mode opératoire

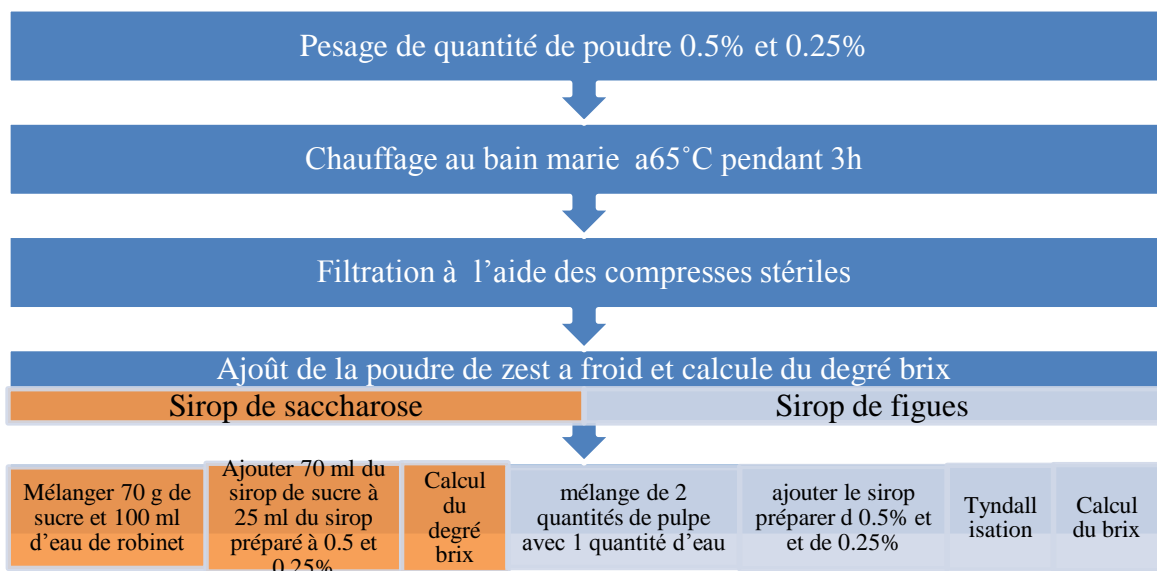
Nous avons pesé 0.5g et 0.25g de poudre des feuilles de figuiers , auxquelles on a ajouter 100 ml d'eau de robinet , puis on fait chauffer le mélange au bain marie a 65°C pendant trois (3) heures, une fois chauffée le mélange et filtrer à l'aide des compresses stériles et laisser refroidir et on lui ajoute une petite quantité de poudre de zeste.

**b. Sirop de saccharose**

Nous avons mélangé le sucre de saccharose à quantité de 70g avec 100ml d'eau du robinet .on aura un sirop transparent, puis on a pris 25 ml du sirop préparer une fois à 0.5g et autre fois à 0.25g auxquelles on ajouter dans les deux flacons 70ml du sirop de saccharose jusqu' avoir le même brix du sirop commercialisée.

**c. Sirop de figue**

Nous avons mélange environ deux quantités de pulpe de figue sèche avec une quantité d'eau puis on, chauffe le mélange à 65°C pendant trois (3) heures après filtration on obtiendra un sirop concentré. Quatre formulations de sirops fonctionnels (F1, F2, F3, et F4) on été élaborées à base le sirop de figue, l'extrait aqueux de feuilles de figuier aux quelles on a mesuré le pH et le Brix, puis on mélange chacune avec le sirop de figuiers à 0.5% et à 0.25% jusqu'à avoir le même Brix que celui du sirop commercialisé, on fait la tyndallisation à 65°C et on mesure le degrés Brix .

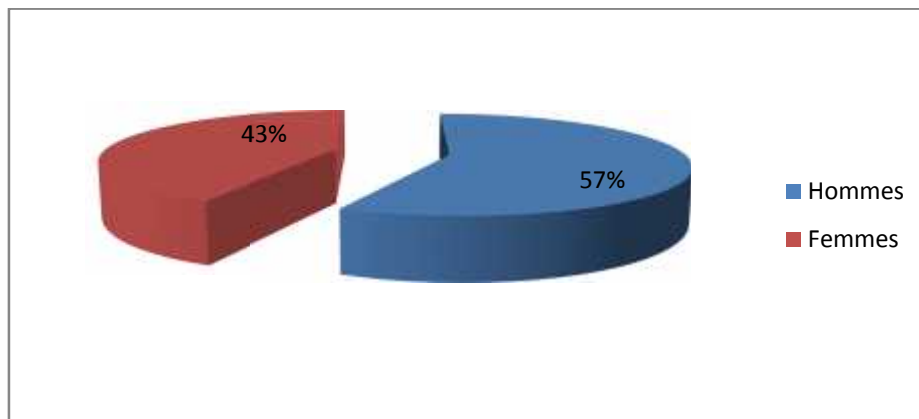


**Figure18:**Schéma qui montre les étapes de préparation du sirop.

### IV.1. Etude ethnobotanique

La majorité des personnes ayant participé à l'étude ethnobotanique connaissent l'arbre de *Ficus carica* L. comme un arbre fruitier de la méditerranée qu'on récolte en été, qu'on mange avec ou sans pelure à l'état frais ou séché cependant les feuilles de cet arbre ne sont exploitées que pour l'alimentation de bétail comme le montre les graphes suivants :

La population interrogée est formée de 57 % d'hommes et 43% de femmes qui connaissent le figuier et les figes comme le montre la figure suivante.



**Figure 19** : constitution de la population interrogée.

La figure suivante nous montre que :

- Les personnes interrogées mangent les fruits entiers avec leurs pépins avec un taux de 100%
- 42% utilisent la tige
- 40% utilisent les feuilles pour l'alimentation humaine et animale, traiter les maladies telle que : la toux ...
- Les racines sont utilisées uniquement par 10% de cette population.

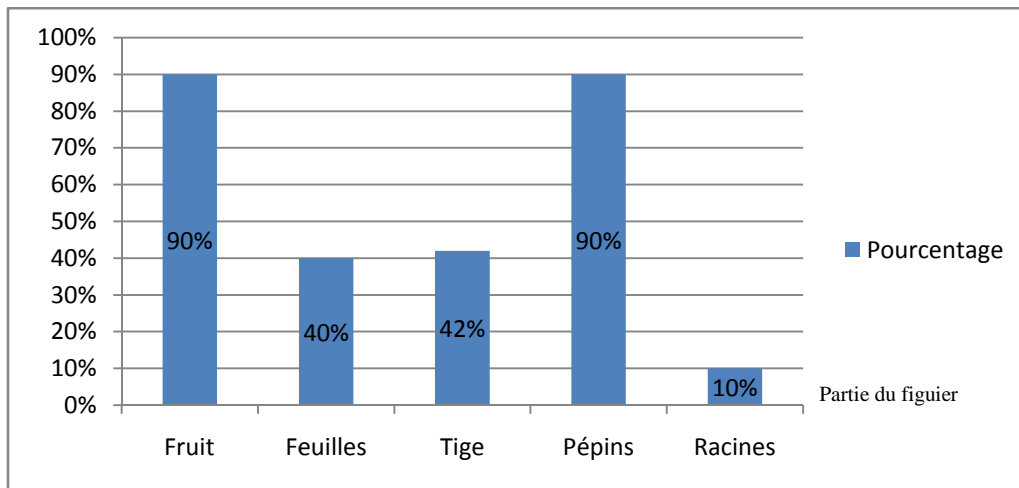


Figure 20 : Taux d'utilisation des différentes parties du figuier par la population interrogée.

La population interrogée utilise les différentes parties du figuier à plusieurs objectifs :

- Toutes les personnes consomment les figues ;
- 80% savent qu'on utilise le bois du figuier pour fabriquer la chic ;
- 72% des gens utilisent une ou plusieurs parties du figuier dans un ordre médical ;
- Seulement 14% de la population interrogée utilisent cet arbre en cosmétique.
- Les résultats sont représentés dans la figure suivante.

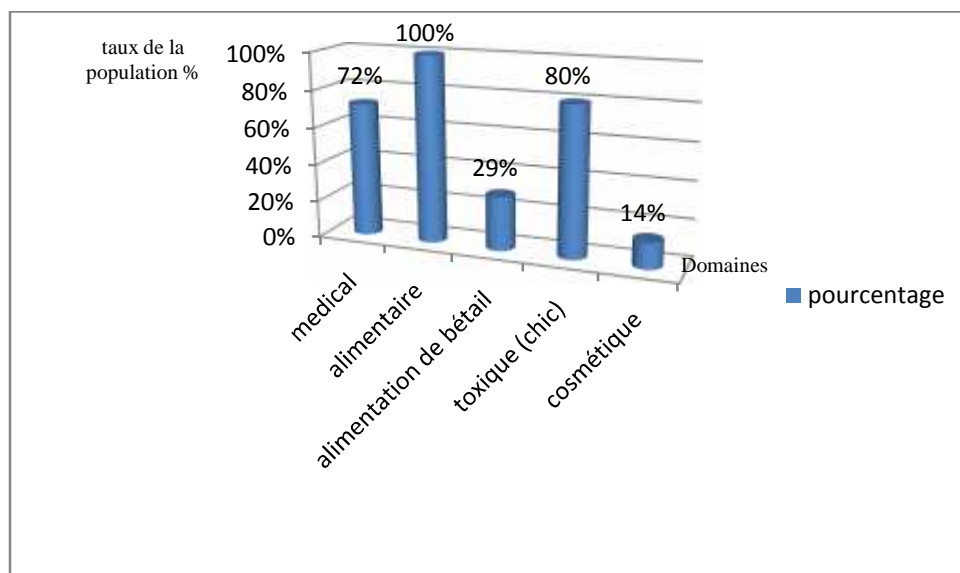
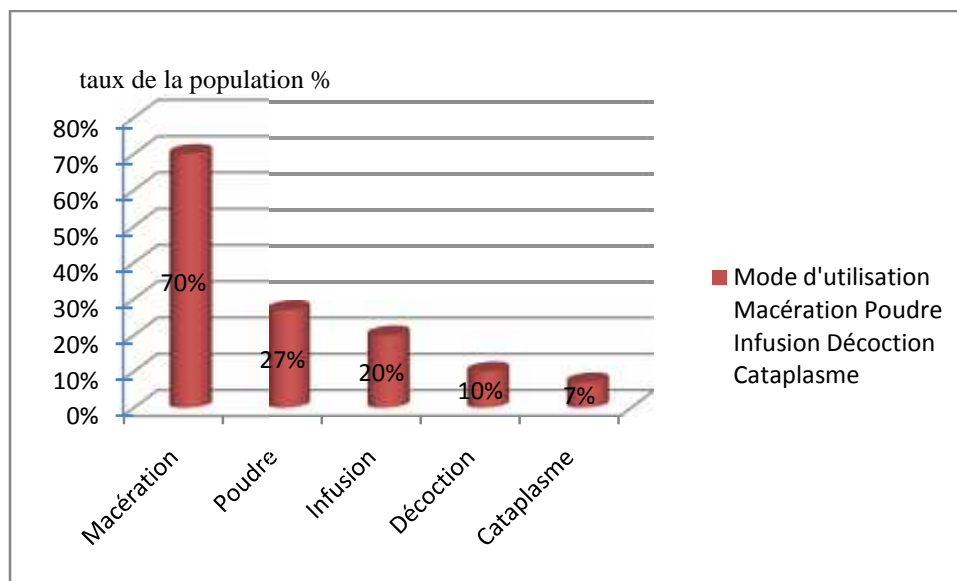


Figure 21 : domaine d'utilisation n du figuier *Ficus carica* L.

Le mode d'utilisation des différentes parties du figuier diffère d'une personne à une autre.

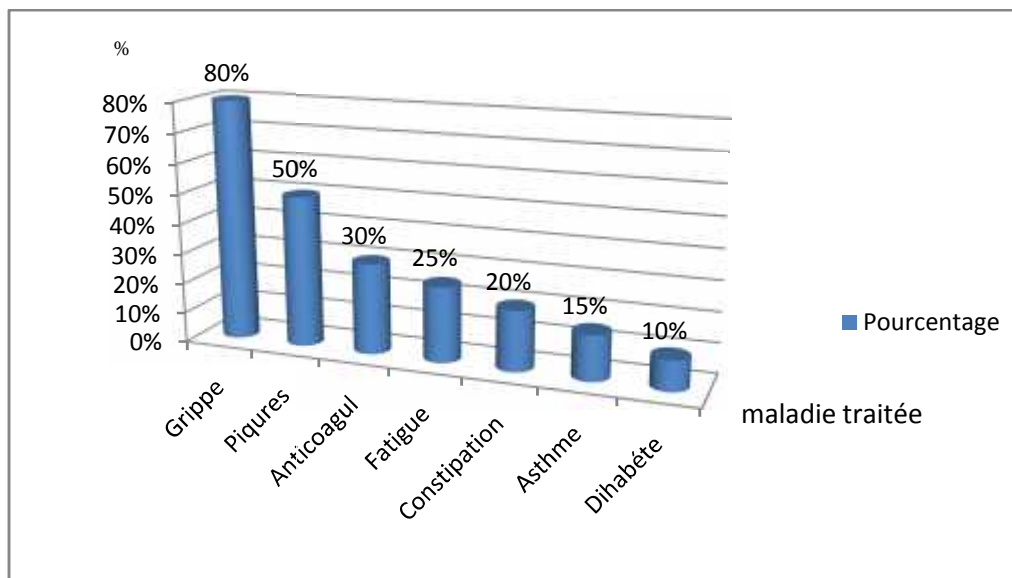
Les résultats de l'étude ethnobotanique représentés en figure 21 qui montre que les feuilles de figuier sont exploitées à 70% sous forme de macération, 27% sous forme de poudre qu'on mélange avec du henni pour se protéger des coups de soleil et soigner des maux de tête, 20% sous forme infusion pour remédier aux douleurs de la gorge, 10% en décoction et seulement 7% sous forme de cataplasme pour soulager et soigner la cicatrisation.



**Figure 22** : Répartition des modes d'utilisation des feuilles du figuier.

L'enquête ethnobotanique a permis d'identifier les bienfaits de cet arbre.

- Les feuilles de figuier aident à soigner la grippe et les maux de gorge à un pourcentage de 80%,
- Le latex des feuilles aide à soigner les piqûres d'insectes et d'abeilles avec une fréquence de 20%, il participe aussi comme un agent coagulant du lait de chèvre et l'obtention du lait caillé d'après 25% de la population enquêtée.
- La figue est énergétiquement car elle contient de la vitamine D, elle aide à combattre la fatigue avec un pourcentage de 25%,
- 25 % utilisent la figue contre la constipation grâce à sa richesse en magnésium,
- La figue participe aussi à soigner l'asthme avec un taux de 15 %, les bronchites et apaiser les quintes de toux.
- 10 % de la population enquêtée savent ou connaissent des gens qui pensent que la figue soigne le diabète.

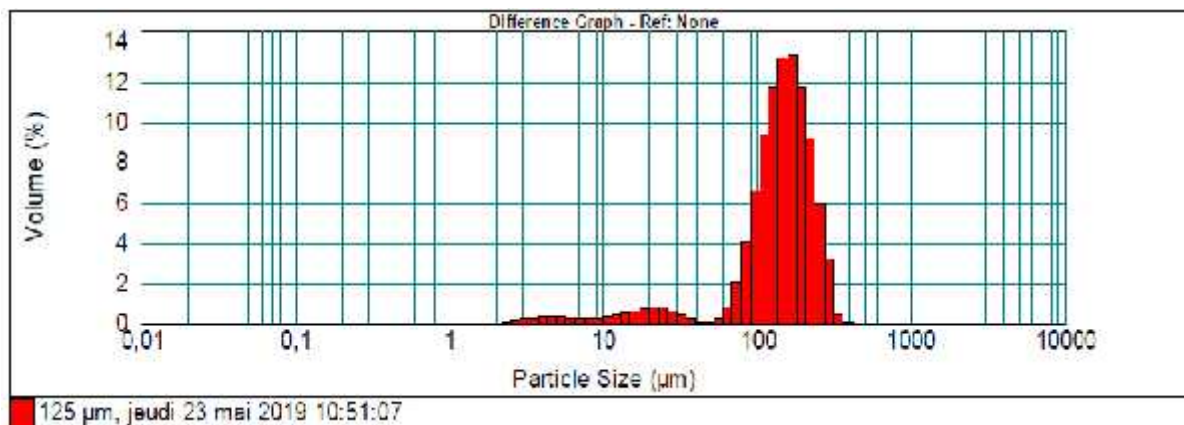


**Figure 23:** Maladies traitée par le figuier.

#### IV.1. Résultats de la granulométrie

Dans tous les procédés concernant la récupération de molécules d'intérêt, les matrices solides ne peuvent être utilisées en l'état car elles sont trop larges, elles sont donc réduites en taille. Pour réduire les solides, les méthodes employées sont souvent le broyage ou la découpe (CHARIS, GALANAKIS, 2012). La réduction de la taille des particules solides améliore le transfert de matière car la surface de contact entre le solvant et solide est plus importante. Ainsi la vitesse d'extraction est accélérée (ANA BUCIC-KOJIC *et al.*, 2007). La diffusion interne est aussi plus rapide dans le cas de particules fines. Cependant les particules de taille très fine posent des problèmes technologiques car elles tendent à s'agglomérer et par conséquent, à avoir un impact négatif sur l'extraction car l'agglomérat provoque une diminution de la pénétration du solvant à l'intérieur de la matrice solide. Les particules très fines sont également plus difficiles à séparer de l'extrait liquide en fin d'extraction.

La taille majoritaire de la poudre issue du broyage des feuilles de figuier est 125 $\mu$ m comme le montre le graphe suivant :




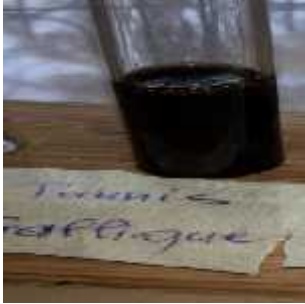



**Figure 24** : granulométrie de la poudre de figuier exploitée dans l'étude.






#### IV.2. Résultats d'analyse phytochimique

Les résultats des tests phytochimiques obtenus sont regroupés dans le Tableau VIII.

**Tableau VIII** : Résultats d'analyse phytochimique.

Métabolites secondaires	Résultat	Observation et aspect
Anthocyanes	+++ Coloration rouge	

<p><b>Tannins galliques</b></p>	<p>+++ Coloration noire</p>	
<p><b>Tannins</b></p>	<p>+++ Coloration noir</p>	
<p><b>Saponosides</b></p>	<p>Pas de mousse dans le tube à essai contenant du HCl, une légère couche de mousse dans le tube à essai contenant du NaOH.  les saponines sont tri terpéniques</p>	
<p><b>Alcaloïdes</b></p>	<p>+</p>	

<p><b>Senosides</b></p>	<p>-</p>	
<p><b>Quinones libres</b></p>	<p>- Pas de changement de couleur</p>	
<p><b>Coumarines</b></p>	<p>- Absence de trouble</p>	
<p><b>Glucosides</b></p>	<p>+++ Coloration marron foncé</p>	
<p><b>Flavonoides</b></p>	<p>-</p>	

**N.B.** :+++ : présent ; - : absent

## Discussion

Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques réalisés ont montré la présence des flavonoïdes, des tanins, des alcaloïdes et des saponosides, à l'exception des senosides, coumarines et des quinones libres qui sont absents.

*Ficus carica* a de nombreux composés bioactifs tel que les flavonoïdes, vitamines, enzymes, acide nicotiques et tyrosine. (BABY JOSEPH,. JUSTIN, 2011).

Les flavonoïdes sont des substances généralement colorés, on les trouve dissoutes dans les vacuoles à l'état d'hétérosides, presque toujours hydrosolubles, ils sont responsables de la coloration des fleurs des fruits et parfois des feuilles.

Les résultats de VAYA et MAHMOUD (2006) ont montré que des variations significatives se produisaient dans la composition des feuilles de figuier en phénol au cours de la maturation. Certains des composés identifiés (pics 1, 4, 6, 9 et 13) étaient plus élevés à 30 jours de maturation, donc, cette période peut être choisie pour obtenir le choix du composé.

Les pigments sont physiologiquement importants, ils fournissent protection contre la lumière et l'oxygène. La chlorophylle est le pigment vert responsable de la photosynthèse, au fur et à mesure de la maturation.

Les fruits des figues contiennent des carbohydrates, sucres, minéraux, vitamines, acides organiques et phénoliques, des acides aminés, des lipides et des composants phyto stérols (SLATNAR et al. 2011; ROBERT VEBERIC et al. 2008).

D'autres études phytochimiques ont reportés plusieurs composants spécialement des flavonoides, des polyphénols (JEONG et al. 2009; ROSS and KASUM 2002).

Le profil phénolique inclue les anthocyanes, acides phénoliques et flavones alors que ses feuilles comprennent des flavonoïdes, des funaro coumarines et des acides phénoliques (OLIVEIRA et al. 2012; VALLEJO et al. 2012).

L'étude réalisée par MAHMOUD et al. 2012 montre que, le niveau de l'acide gallique durant la maturation des feuilles de *Ficus carica* L. augmente rapidement durant les trente (30) premiers jours et diminue légèrement jusqu'à maturité mais reste toujours plus élevé que la valeur initiale, ce qui peut être due au fait que l'acide gallique soit transformé en esters d'acide tartarique durant le processus de maturation (TIAN et al. 2009).

Le niveau des coumarines reste constant (0.88 and 0.89 mg/g) pour 30 jours puis augmente légèrement jusqu'à maturation (1.19 mg/g) au 60<sup>ème</sup> jour le niveau d'acide coumarique augmente lors de la maturation dans les feuilles.(TIAN *et al.* 2009).

### IV.3. Résultat d'analyse physicochimiques

Les résultats des tests physicochimiques obtenus sont représentés dans le Tableau IX.

**Tableau IX** : Résultats des paramètres physicochimiques .

paramètres physicochimiques		Résultats obtenus
Humidité (H %)		95.69
Taux de cendres (%)		4.31
pH à 20°C		5.95
Acidité titrable		1.764
Sucres	Sucres totaux	<b>6.16</b>
	Taux de saccharose	<b>6.83</b>
	Sucres réducteurs	<b>7.5</b>
<b>Matière grasse</b>		<b>21.1 ±0.03</b>

Les analyses physicochimiques des feuilles de figuier ont montré que, l'humidité des feuilles de figuier est très élevée de l'ordre de 95.69 % , ce résultat est supérieur à celui déclaré par NEHA SONI ( 2014) qui est de 65,90 % ce qui peut être due à la méthode d'extraction ou le climat et la région.

L'acidité titrable des feuilles dans notre étude est élevée 1.764 avec un pH de 5.95 qui est proche du résultat obtenu par NEHA SONI (2014) qui révèle un pH de 5.30.

Les figues contiennent l'acide citrique comme acide organique majoritaire, l'acide malique en quantités appréciables et l'acide acétique sous forme de traces (BELITZ *et al.*, 2009). Selon FAVIER *et al.* (1993), une faible quantité d'acide phytique (9 mg/100 g) est aussi présente

La teneur en cendre est de l'ordre de 4.31% on remarque que nos résultats sont proches de l'étude réalisée par TADEKKART et SOUAD (2019) .

Le jus de figue renferme des sucres dont la composition varie en fonction des variétés.

(TRAD et *al.*, 2012 ; 2014). Selon Lim (2012), la figue fraîche contient environ 20 g de glucides par 100 g de matière comestible.

elle conditionne la stabilité et la conservabilité des fruits (JIANG et *al.*, 2013)



**Figure 25** : composition des feuilles de figuiers en sucres

#### IV.4. Les résultats des composées phénoliques

L'acide gallique est le standard le plus souvent employé dans la méthode Folin Ciocalteu (MAISUTHISAKUL et *al.*, 2008).

Nous avons exporté ces résultats sur la courbe d'étalonnage à fin de convertir en quantité (milligrammes d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche extraite (mg EAG/g MS)).

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage  $y = 0,0142x + 0,0774$ , (annexe 3).

La courbe nous montre une corrélation très élevée ;  $R^2=0.98$

Les résultats des polyphénols des feuilles de figuiers sont les plus importants et de l'ordre (de 3,0074mg E.A.G/g de MS.) Voir (annexe 2). Selon (EL-SHOBAKI et *al.*, 2010) la teneur en polyphénols totaux des feuilles de figuier est de 0,32mg E.A.G/g de MS.

MAHMOUDI et *al.* 2015a trouvé que les teneurs en polyphénols totaux des extraits de feuilles de dix variétés de *Ficus carica* L. en Algérie sont comprises entre [(52,296 ± 5,232) et

(48,973 ± 2,015) mg E.A.G /g de MS] tandis que, XIAN SHI *et al.* (2011) ont estimé les teneurs en polyphénols totaux entre (17,44 mg/g) et (7,83 mg/g) .

Nos résultats sont corrélés avec :

Les figues représentent une très bonne source des composés phénoliques (59,0 mgE.A.G/100g MF) (MARINOVA *et al.* 2005 ; VALLEJO *et al.*, 2012).

Les différences observées entre les résultats de la présente étude et ceux rapportés par la littérature peuvent être attribuées à divers facteurs tel que le degré de maturité, les conditions climatiques et géographiques (ROBERT VEBERIC *et al.* 2008).

La teneur de quelques composés phénoliques peut également augmenter dans des conditions de stress provoqué par les rayonnements UV, infections par les microbes et parasites pathogènes, blessures, pollution de l'air ainsi que l'exposition à des températures extrêmes (NACZK et SHAHIDI, 2016).

El-SHOBAKI *et al.* (2010) a précisé que les feuilles du figuier contiennent un nombre considérable de composés bénéfiques à savoir les polyphénols et flavonoïdes, qui agissent en tant qu'antioxydant.

#### IV.4.1. Flavonoïdes

La concentration en flavonoïdes est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage  $y = 0,020 x + 0,162$ .

La courbe voir (annexe1) nous montre une corrélation très élevée ;  $R^2=0.996$ ,

Les flavonoïdes sont quantifiés de 21.01 mg E.Q/g de MS.

Nos résultats sont proches à ceux obtenus par MARINOVA *et al.* (2005) qui ont estimé la concentration des flavonoïdes totaux dans la figue fraîche est de 20 mg E.Q/100 MF, la différence peut être dû au fait que le séchage concentre les flavonoides.

SOUHILA MAHMOUDI *et al.*, (2015) ont quantifié les flavonoïdes des extraits de feuilles de dix variétés de *Ficus carica* L. en Algérie de[(14.388 ± 0.333) et (14.136 ± 1.082) mg E.Q/g de MS].

XIAN SHI. et *al.*, (2011) ont évalué les teneurs en flavonoïdes totaux de jeunes feuilles comestibles de sept espèces de *Ficus carica* L. comprises entre (3.87 mg/g) et (1.05 mg/g). (OUCHEMOUKH et *al.*, 2012).

UYSAL et *al.*, (2016) ) ont étudié aussi les feuilles d'arbres fruitier de la région méditerranéenne de la Turquie ont trouvé que, la teneur en flavonoïdes est de (7,14±0,12mg/g) alors que IVAN IVANOV et *al.*, (2015) on rapporté une valeur de 1.3 mg/g .

La différence constatée entre la valeur enregistrée dans notre cas et celles rapportées par les chercheurs peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que la méthode d'extraction utilisée (GOLI et *al.*, 2005), L'exposition à la lumière et la technique de conservation des plantes qui peuvent également affecter la teneur en flavonoïdes (RAWEL et *al.*, 2005) et la température qui influence sur l'extraction d'un composé donné (Rodriguez et *al.*, 2008).

#### IV.4.2 Caroténoïdes

Selon la courbe d'étalonnage des caroténoïdes, notre extrait présente une concentrations de 11 mg /100 g MS.

*Ficus carica* L. est l'une des sources des caroténoïdes avec environs 11mg E. .C/100gMS, la figue contient plusieurs caroténoïdes tels que la lutéine, crypthoxantine et lycopène qui est le plus abondant (OUCHEMOUKH et *al.*, 2012 ; SOLOMON et *al.*2006).

D'après PANDE et AKOH (2010), la teneur des figues en vitamine E est de 0,3mg/100g pour sa forme  $\alpha$ , 0,2mg/100g de MS pour sa forme  $\beta$  et des traces pour la forme  $\gamma$ .

#### IV.4.3. Les tanins

Les tanins hydrolysables se trouvent aussi élevées dans les feuilles 20,07 mg d'E.A.T/g M.S en comparant nos résultats à ceux de ABDEL- HAMEED (2009) a rapporté des teneurs en tanins totaux de six différentes espèces de genre de *Ficus* compris entre 13,3 et 67,2 mg/g de M.S.

#### IV.5. Résultats d'extraction de la matière grasse

20 grammes de poudre de feuilles figuier nous a donné 0.93g de matière grasse avec un taux de 4.65 % .

Le jus de figue renferme aussi des acides organiques comme l'acide citrique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide oléanolique, ... (TRAD et *al.*, 2012 ; 2014).

LIM (2012) a rapporté une teneur de 0,3 g de matière grasse totale pour 100 g de figues fraîches, et une teneur de 0,93 g/100 g de figues sèches.

Douze acides gras sont identifiés dans la poudre de feuilles de figuier à des taux différents comme le montre le tableau X. Parmi ces acides, quatre sont majoritaires l'acide linoléique (52.08%), Palmitique (16.12%), linoléique (14.52%) et oléique (5.54%). Ces acides sont essentiels dans l'alimentation humaine.

Les acides gras saturés représentent 21.49% de la composition grasse dont 0.38 % d'acide Laurique, 1.26 % d'acide Myristique, 16.12 % d'acide palmitique, 0.26 % d'acide Margarique, 2.65 % d'acide stéarique et 0.82 % d'acide Lignocérique respectivement.

Les acides gras poly insaturés sont majoritaires avec 66.6% dont 52 .08% d'acide linoléique, 14.52 % d' Acide linoléique respectivement ;

11.54% sont des acides gras mono insaturés répartis en 5.54 % d'acide oléique, 2.37 % d'acide gondoïque, 1.89 % d'acide érucique et 1.74 % en acide palmitoléique.

La composition grasse des feuilles de figuier est riche et représente un bon équilibre entre les omégas 3 et 6.

KOLESNIK et *al.* (1987) ont identifié une trentaine de composés lipidiques appartenant aux classes des lipides neutres, glycolipides et phospholipides dans la figue. Les lipides neutres constituent la plus grande fraction lipidique (47,5 à 84,5% selon la variété). Les principaux composés neutres sont les triacylglycérols (44,5 à 51% des lipides neutre totaux), les stérols libres (environ 10%) et estérifiés (12,2 à 15,4%) et les glycolipides (9,5 à 45,5% des lipides totaux). Parmi les glycolipides, les mono et digalactosyl-diglycérides qui représentent environ 18% et 12% respectivement sont mentionnés, en plus des stérols glycosides estérifiés (environ 15%), des céramides oligosides (environ 13%) et des cérébrosides (environ 12%). La plus faible fraction lipidique est représentée par les phospholipides, environ 7% des lipides totaux du fruit. Les phosphatidyl-glycérols représentent la plus grande part des phospholipides totaux (28,3 à 45,6% selon la variété), mais d'autres composés sont aussi détectés tel que phosphatidyl sérines (4,8 à 21,9%), phosphatidyl-cholines (10,5 à 18,2%) et les acides phosphatidiques (7,1 à 18,4%).

Les graines de figes séchées donnent une huile très riche en acides gras qui peuvent être utilisés comme lubrifiant (BOURAYOU et al., 2005 ; JOSEPH et JUSTIN RAJ, 2011) et dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (SOLTANA et al., 2016).

**Tableau X:** profil en acide gras des feuilles de figuiers en (%)

<i>Acides gras</i>	<i>Dénomination</i>	<i>Echant.</i>
<i>C12 :0</i>	<i>Acide Laurique</i>	<i>0.38 %</i>
<i>C14 :0</i>	<i>Acide Myristique</i>	<i>1.26 %</i>
<i>C16 :0</i>	<i>Acide palmitique</i>	<i>16.12 %</i>
<i>C16 :1 7</i>	<i>Acide palmitoléique</i>	<i>1.74 %</i>
<i>C17 :0</i>	<i>Acide Margarique</i>	<i>0.26 %</i>
<i>C18 :0</i>	<i>Acide stéarique</i>	<i>2.65 %</i>
<i>C18 :1 9</i>	<i>Acide oléique</i>	<i>5.54 %</i>
<i>C18 :2 6</i>	<i>Acide linoléique</i>	<i>14.52 %</i>
<i>C18 :3 3</i>	<i>Acide linoléique</i>	<i>52.08 %</i>
<i>C20 :1 9</i>	<i>Acide gondoïque</i>	<i>2.37 %</i>
<i>C22 :1</i>	<i>Acide érucique</i>	<i>1.89 %</i>
<i>C24 :0</i>	<i>Acide Lignocérique</i>	<i>0.82 %</i>
<i>Acides gras saturés</i>		<i>21.49%</i>
<i>Acides gras mono insaturés</i>		<i>11.54%</i>
<i>Acides gras Poly insaturés</i>		<i>66.6%</i>

#### IV.6. Résultats du brix du sirop de la poudre des feuilles du figuier

Les résultats du Brix du sirop de la poudre des feuilles de figuier sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau XI:** résultat du Brix du sirop de la poudre des feuilles du figuier.

<b>Concentration</b>	<b>Brix</b>
0,5%	0,25%
0,15	0,20

#### IV.6.1. Résultats Brix du sirop de saccharose

Les résultats Brix du sirop de saccharose sont les suivants :

**Tableau XII:** mélange du sirop de saccharose et sirop des poudres d figuier comparé au sirop commercialisé

	<b>F1 (0.25%</b>	<b>F2 (0.5%</b>	<b>Sirop SAIDAL</b>
<b>Brix (%)</b>	17,8	23,1	21,5
<b>Acidité (%)</b>	10	13	12
<b>pH</b>	5,15	4.57	5.24

Les résultats de la caractérisation de sirops élaborés sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau XIII:** résultat des différents sirops élaborés comparés au sirop commercialisé.

	F1	F2	F3	F4	Sirop commercialisé
pH	5.15	4.57	5.05	4.49	5.24
Acidité (%)	10	13	5	6	12
Brix (%)	17.8	23.1	19	20	21.5

## Conclusion

---

L'enquête ethnobotanique réalisée dans la région de Tizi Ouzou, l'une des régions les plus réputées par la culture du figuier a permis de décrire les différentes utilités médicinales des plantes par la population locale. Cette enquête ethnobotanique révèle que toutes les parties de l'arbre étudiée sont sollicitées à des fins thérapeutiques par la population locale de la région d'étude.

La fréquence d'utilisation des feuilles de figuier de la zone d'étude est très liée au profil des personnes enquêtées. Ainsi, ils ont été interrogé selon le sexe, la tranche d'âge, niveau d'étude et la situation familiale, Les hommes l'utilisent beaucoup plus que les femmes (57% contre 43% respectivement). La macération est la forme la plus pratiquée (70%) dont 80% soignent la grippe et 29% l'exploitent en alimentation de bétail.

La taille majoritaire de la poudre issue du broyage des feuilles de figuier est 125µm exploitée dans cette caractérisation.

L'analyse phytochimique montre la présence des différents composés biologiques actifs tel que anthocyanes, tanins, tanins galliques, alcaloïdes, glucosides par contre pauvre en saponosides, sennosides, quinones libres et les coumarines.

L'analyse physicochimique a évalué l'humidité des feuilles de figuier de 95.69 avec un pH de 5.95 à 20°C, taux d'acidité titrable de 1.764.

Les feuilles de figuier sont riches en poly phénols avec une concentration de de 3,0074mg E.A.G/g de MS, en flavonoïdes dont la concentration est de 21.01 mg E.Q/g de MS, et en chlorophylle, riches en cendres 4.31%, riches en matière grasse dont le taux est de 4.65 % les acides gras majoritaires sont l'acide linoléique (52.08%), Palmitique (16.12%), linoléique (14.52%) et oléique (5.54%). Ces acides sont essentiels dans l'alimentation humaine.

Un essai de préparation des deux sirops fonctionnels à base des feuilles de figuier l'un à base de sucre de saccharose et l'autre à base des fruits du figuier a été réalisé en comparant quelques paramètres physico-chimiques à un sirop commercialisé par la S.A.R.L SAIDAL mais par manque de temps on a pu estimé que certains paramètres à savoir le pH, l'acidité et le brix qui sont proche du sirop commercialisé.

## Conclusion

---

Suite aux résultats obtenus une éventuelle valorisation de cette masse foliaire dans le domaine pharmaceutique est fortement recommandée. En plus de leurs propriétés antioxydantes, plusieurs études indiquent que les composés phénoliques possèdent un spectre très large de propriétés biochimiques et peuvent ainsi avoir un effet positif sur le système cardiovasculaire ; ils préviennent l'oxydation des lipoprotéines et le développement du cancer.

- A.LONGAGA OTSHUDI, A. VERCRUYSSSE , A. FORIERS.J. (2000) ; Ethnopharmacol., 71 411-423 .
- A.BUCIC-KOJIC et al. ,2007. Study of solid–liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. Journal of Food Engineering. Volume 81, Issue 1, Pages 236-242.
- AFNOR (1986) : Association Française de Normalisation. Recueil de normes françaises des fruits et produits dérivés – *AFNOR*, 3 Ed., Paris.
- AHMED et Al., 2013 ; Chemical Composition and Biochemical Activity of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) Leaves. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences.
- BABY J., S. J. RAJ, (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn –An overview. Inter. J. of Pharm. Tech. Research, 3 (1): 08-12.
- BAHOTUN T, GRINIER B, TROTIN F, BRUNET G, PIN T, LUNCKY M, VASSEUR J, CAZIN M, CAZIN C, PINKAS M (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung* 46: 1086-1089.
- BENKINOIR RACHID. Thèse de Doctorat Constantine. 2007
- BHAT et al., 2007. Chemical extractive compounds determining the brown-rot decay resistance of teak wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2007, Volume 65, Number 2, Page 121.
- BOIZOT N. & CHARPENTIER J-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cah. Tech. INRA*, 79-82.
- BOUDJOUREF M. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Thèse de Magister en Biochimie. Université de Sétif. Algérie .
- BRETAUDEAU ET FAURE, 1990. Atlas d'arboriculture fruitière. Volume 4. Les petits fruits. No. Ed. 3 pp. 263 pp.
- BRUNETON J. (1993). "Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales". 2ème édition ; université de Paris- sud, France, 389-617.
- BRUNETON J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie et Plantes médicinales, 3ème Ed, technique et Documentation, Paris.
- BRUNETON J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc, 4ème Ed., Lavoisier, Paris. France. 1292p.

- CHARIS M. GALANAKIS, 2012 «Recovery of High Added Value Components from Food Wastes :Conventional, Emerging Technologies and Commercialized Applications» .In :Trends in Food Science & Technology 26., p.68–87.
- CHAWLA, A., KAUR, R., et 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.
- DIALLO D, SANOGO R, YASAMBOU H, TRAOREA, COULIBALY K. & MAIGA A, (2004). Etude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali ; in «Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de date des variétés sèches ». Thèse de Magister, Université de Boumerdes.
- DJERIDANE A., YOUSFI M., NADJEMI B., BOUTASSOUNA D., STOCKER P., VIDAL N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry* 97: 654–660
- DOHOU N., YAMNI K., TAHROUCH S., IDRISSE HASSANE L.M., BADOUC A., GMIRA N. 2003 . Screening phytochimique d'une endémique Ibéro-Marocaine, *Thymilaealythroïdes*. Bull. Soc. Pharm. Baurdeaux.; 142: 61-68.
- E.S.S. ABDEL- HAMEED (2009). Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chemistry*. Elsevier ; Volume 114, Issue 4, Pages 1285-1290.
- EL-SHOBAKI F.A., EL-BAHAY A.M., ESMAIL R.S.A., ABD EL MEGEID A.A. and ESMAIL N.S. 2010. effect of figs fruit (*Ficus carica* L.) and its leaves on hyperglycemia in alloxan diabetic rats. *World Journal of Dairy and Food Sciences* 5(1): 47-57.
- GORHAM J.(1977). Lunularic acid and related compounds in liverworts, algae and hydrangea. *Phytochemistry*, 16 :249-253.
- GUIGNARD J.L., (1996). *Biochimie Végétale*. Masson, Paris.
- GUIGNARD, J., & LE MEN, J. (1979). *Abrégé de biochimie végétale : à l'usage des étudiants en pharmacie*. Paris : Masson.
- HAESSLEIN D., OREILLER S., (2008). Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. *Filière Nutrition et diététique*, Haute école de santé, Genève, 1-4.
- HENNEBELLE et al. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif ; Volume 2, Springer-Verlag, Issue 1, pp 3–6.

- IVANOV I., DENCHEVA .N, PETKOVA.N, DENEV .P. (2015). Determination of total polyphenols and antioxidant activity of different extracts from *ficus carica l* Leaves. Journal of the Faculty of Technics and Technologies, *Trakia University*, 3: 1314-8788.
- JALILI A., AIPOUR S. et SADEGZADEH A. (2011). antioxydant and antiradical activities of phenolic extracts from juglans regia hulls and shells .*journal of plant science* , 11 : 282-289.
- 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.
- JOSEPH, B., & RAJ, J. S. (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn –An overview, *International Journal of PharmTechResearch* , 3 (1): 08-12.
- KONE D. (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales Maliennes: extraction, identification d’alcaloïdes, caractérisation et quantification des polyphénols: étude de l’activité antioxydante. Thèse de doctorat. Université de Bamako, Mali.
- LI YANG et al., 2009. « Optimum Extraction Process Polyphenols from the Bark of *Phyllanthus Emblica* L. Based on the Response Surface Methodology ». In : *J. Sep. Science* 32.9 , p. 1437–1444.
- LIM D.H., CHOI D., CHOI O.Y., CHOI K. A., KIM R., CHOI H.S. ET CHOI H. 2011. Effect of *Astragalus sinicus* L. seed extract on antioxidant activity. *journal of industrial and Engineering chemistry*, 17: 510-516.
- MACHEIX J.J., FLEURITE A et SARNI-MANCHADO P. (2006). Les polyphénols en Agroalimentaire. Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- MAHMOUDI. S, KHALI.M, BENKHALED.A, BENAMIROUCHE.K, BAITI.I. 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*, 1691(15): 30936-9.
- MARFAK, A. Radiolyse gamma des flavonoïdes. Étude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation de pesticides. Thèse de doctorat, Faculté de

pharmacie, Université de LIMOGES-Ecole Doctorale Science Biologie Santé, Décembre 2003, p. 220.

- MARINOVA D., RIBAROVA F., ATANASSOVA M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 40 (3): 255-260.
- Ministère de l'Agriculture, 2015
- NACZK .M, SHAHIDI F. 2016. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 1523–1542.
- NEHASANI, SANCHI MEHTA, GOURISATPATHY, RAJINDER K GUPTA. 2014. Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*), *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3 (2): 158-165
- NF V 05-101, (1974). Produits dérivés des fruits et légumes. Détermination de l'acidité titrable.
- NF V 05-108, (1970). Produits de l'agriculture. Produits dérivés des fruits et légumes. Détermination conventionnelle du potentiel hydrogène.
- NF V 05-113, (1972). Détermination des cendres totaux. Vol 49, n° 4, 289-298.
- NF V 05-113, 1972
- OLIVEIRA A. P., SILVA L. R., DE PINHO P. G., GIL-IZQUIERDO A., VALENTÃO P., SILVA B. M., *et al.* (2010). Volatile profiling of *Ficus carica* varieties by HS-SPME and GC-ITMS. *Food Chemistry*, 123: 548–557.
- Organisation mondiale de la santé (2000). Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle., OMS, 79 p.
- OUCHEMOUKH S., HACHOUD S., BOUDRAHAM H., MOKKRANI A. ET LOUAILECHE H. 2012. Antioxydant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*. 49: 329-332.
- OUKABLI A., (2003). Le figuier, Un patrimoine génétique diversifié à exploiter. Unité de recherche sur l'amélioration des plantes et conservation des ressources phyto-génétiques INRA .Centre régionale de Meknès. 1-4.
- OWEN P.L.ET JOHNS T. 1999. Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*, 64: 149-160.
- OZENDA, P. Flore du Sahara. Edition CNRS. Paris. (1977). 623p.

- ROBERT VEBERIC ,COLARIC M , STAMPAR F. 2008. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica L.*) in the northern Mediterranean region. *Food chemistry*, 106: 153-157
- RODRIGUEZ MONTEALEGRE R. ROMERO PECES J. I., CHACONVOZMEDIANO J., MARTINEZ, SARIKURKCU C., TEPE B., DAFERERA D., POLISSIOU M. ET HARMANDAR M. 2008. Studies on the antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Marrubium globosum* subsp. *Globosum* (Lamiaceae) by three different chemical assays. *bioresource technology*, 99 :4239-4246.
- SINGH J., 2008 – Maceration, percolation and infusion techniques for the extraction of medicinal and aromatic plants, in *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*, Trieste, Italie.
- SLATNAR A., KLANCAR U., STAMPAR F. AND VEBERIC R. 2011. Effect of drying of figs (*Ficus carica L.*) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59: 11696-11702
- SOLOMON A., GOLUBOWIEZ S., YABLOWICZ Z., GRSSMAN S., BERGMAN M., GOTTLIEB H.E., A., KEREM Z. ET FLASHMAN M. A. 2006. Antioxidant Activities and Anticyanin Content of Fresh Fruits of common Fig (*Ficus carica L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54 (20): 7717-7723.
- STANISAVLJEVI I., STOJICEVIU S., VELIPKOVITU D., VELJKOVIU V. ET LAZIU M. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of *Echinacea (Echinacea purpurea L.)* extracts obtained by classical and ultrasound extraction. *Chinese journal of chemical Engineering*, 17: 478-483.
- TEPE B., EMINAGA OGLU O., ASKIN AKPULAT H. ET AYDIN E. 2007. Antioxidant potentials and rosmarinic acid levels of the methanolic extracts of *Salvia verticillata (L.) subsp. Verticillata* and *S. verticillata (L.) subsp. Amasiaca* (Freyne) Bornm. *Food Chemistry*, 100: 985-989.
- TIAN et al. 2009. *LWT - Food Science and Technology*; Volume 42, Issue 7, September 2009, Pages 1289-1295
- UYSAL S ,ZENGIN G, AKTUMSEK A, KARATAS S. 2016. Chemical and biological approaches on nine fruit tree leaves collected from the Mediterranean region of Turkey, *Journal of Functional Foods* 22: 518–532.

- VALLEJO F., MARIN J. G. ET TOMA-BARBERAN F.A. 2012. Phenolic compound content of fresh and dried figs (*Ficus carica*L.). *Journal of Food Chemistry*. 130: 485-492.
- VAYA J, ETMAHMOOD S., 2006-Flavonoid Content in leaf Extracts of The fig (*Ficus carica*L.), Carob (*Ceratonia siliqua*L.) and Pistachio (*Pistacia lentiscus*L.), *Biofactors*; 28(3-4):169-75.
- VIDAUD J. 1997. Le figuier. Monographie. Éditions Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL). Paris, 264 p.
- VINCKEN J.P., HENG L., Groot A. & GRAPPEN H. (2007). Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*, 68, 275-297.
- WICHTL. M., ANTON.R. (2003). *Plantes thérapeutiques*. 2ème édition, Paris, p 692.
- XIAN SHI.Y, YOU-KAI XU, HUA-BIN HUA, ZHI NA, WEN-HUI WANG. 2011. Preliminary assessment of antioxidant activity of young edible leaves of seven *Ficus* species in the ethnic diet in Xishuangbanna, Southwest China. *Food Chemistry*, 128: 889–894.

#### **Sites internet**

- F MORSCHHAUSER, et al. . Phase II study of gemcitabine–dexamethasone with or without cisplatin in relapsed or refractory mantle cell lymphoma, *Annals of Oncology*, Volume 18, Issue 2, February 2007, Pages 370–375, <https://doi.org/10.1093/annonc/mdl395>
- FAO STAT. 2016. Statistiques récentes de la FAO dans le domaine relatives au secteur de la figue. Site web : [www.faostat.org](http://www.faostat.org).
- AZZI, 2013: <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/2035>
- THULASIDAS, P.K. & BHAT, K.M. HOLZROHWERKST (2007) 65: 121. <https://doi.org/10.1007/s00107-006-0127-7>.

**Annexe 01** : Norme codex pour l'huile comestible de tournesol et de soja. Codex alimentarius, (1983)

**Appareillages et réactifs utilisés**

**Appareils**

- Spectrophotomètre VIS-7220G (chypre)
- Centrifugeuse NF200 (Turquie)
- Plaque agitatrice VELP Scientifica (Italie)
- Bain-marie, Etuve (MAMMERT)
- Four à moufle (NABERTHERM)
- pH mètre pH211-HANNA instruments (Roumanie)
- Vortex VELP Scientifica (Italie)
- Balance de précision 0.001g(KERN770)
- Spectrophotomètre visible (EV 9200)
- Extracteur à Soxley
- Distillateur GFL (Allemagne)

**Réactifs**

- Carbonate de Sodium PROLABO chemopharm (Montréal, Québec)
- Folin-Ciocalteu
- Acide gallique (Allemagne)
- Hydroxide de sodium pellets BIOCHEM ( Montreal, Quebec)

**Verrerie**

- Micropipette : -Accumax (1000µl)
- Béchers,
- Fioles
- Epruvettes graduées,
- Entonnoirs,
- tubes à essais,
- Capsule en porcelaine,
- Erlenmeyers,
- Verre de montre,

**Autres matériaux**

Papier filtre, papier aluminium, couteau, mortier, broyeur, spatules, pince, portoirs, micropipette, agitateur magnétique, dessiccateurs.

Annexe 02



*Annexes*

---



# Etude ethnobotanique sur les feuilles de figuier

## Informations individuelles :

Age :  sexe :  métier :  source de ses connaissances

.....  
.....  
.....

## L'arbre :

- Connaissez vous le figuier ? Oui  Non
- Connaissez vous les figues ? Oui  Non
- Quelles variétés de figuier connaissez vous ? .....
- Quand est ce que se fait sa récolte ? .....

## Utilisation de l'arbre :

\*Médicinales  \*cosmétiques  \*toxiques  \*autres

## Parties utilisée :

\*Tige  \*racine  \*fruit  \*feuilles  \*pépins

## Mode d'utilisation :

\*Infusion  \*poudre  \*macération  \*décoction  \*cataplasme

## Utilisation de feuilles de figuiers :

\*Médicinales  \*cosmétique  \*toxiques  \*autres

## Mode d'utilisation :

\*Infusion  \*poudre  \*macération  \*décoction  \*cataplasme

## Utilisation de poudre de feuilles de figuiers :

\*Médicinales  .....

\*cosmétiques  .....

\*toxiques  .....

\*autres : .....