

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET VEGETAL



# Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de master II en biologie

Spécialité : Microbiologie

Option : **Microbiologie appliquée**

Réaliser par : Mlle GOUDJIL Sylia et Mlle HAMAI Tinhinane



## Thème

**Possibilité de formulation d'un sirop anti  
diarrhéique a base de figes sèches, *Pulicaria odora* et  
*Zizyphus jujuba*.**

Soutenu le : 03/07/2017

Devant le jury composé de :

Mr. METAHRI M.	Maitre de conférences A	Président
Mr. .MOUALLEK I.	Maitre assistant A	Examineur
Mme. KESBIA K.	Maitre assistant A	Examinatrice
Mme. BENAHMED. DJILALI A.	Maitre de conférences A	Promotrice

**Promotion 2016 /2017**

## *Remerciements*

---

Nous remercions notre dieu, qui nous a donné le courage et la volonté de poursuivre nos études.

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements et le plus grand respect à notre promotrice Mme BENAHMED DJILALI A. pour sa compréhension, sa disponibilité, ces conseils judicieux et toute l'aide qu'elle nous a apporté.

On exprime notre profonde gratitude à Mr. MITAHRI M., Maître de conférences A à l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour nous avoir honoré d'examiner notre travail, et d'avoir accepté de présider notre jury.

Nous remercions Mr. MOUALEK I., et Mme KESBIA K., Maîtres assistants à l'université MOULOUD MAMMERY de Tizi-Ouzou pour avoir participé à l'évaluation, et l'analyse de notre mémoire.

Nous tenons à remercier également tous les ingénieurs du laboratoire de Microbiologie, de physicochimie Commun I et II pour leurs soutiens, leurs conseils et leurs compréhensions.

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour réaliser ce travail. Ils trouveront ici notre profonde reconnaissance.

Je dédie ce modeste travail à :

- Ma mère et mon père qui m'ont soutenus
- Mes sœurs et leurs époux, mes frères et leurs femmes
- Mon cher mari qui me toujours aide
- Ma belle mère, mon beau père, mes belles sœurs et leurs époux, mon beau frère et sa femme
- Ma chère binôme (TINHINANE) et toute sa famille
- A toute ma grande famille et à tous les gens que je connais et que j'aime
- Et à tous mes amis.

## *Dédicaces*

---

- A ma très chère mère

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne saurait montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé de ta tendresse et ton affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes ces années d'études. Je te dédie ce travail signe de ma très grande reconnaissance et ma profonde estime. Que dieu te protège et te préserve pour nous.

- A mon très cher père

Autant de phrases aussi éloquentes sont-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soit. Tes conseils m'ont toujours guidé vers la réussite. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain. Je ferai de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que dieu te préserve, t'accorde santé, bonheur et te protège de tout mal.

- A mon très cher frère MASSINISSA

Tu n'as cessé d'être pour moi un exemple de persévérance, de courage, de volonté et aussi de générosité. Tu m'as aidé et guidé durant mes années d'étude. Reçoit ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de ma gratitude.

- A mes très chers grands parents maternels

Que ce modeste travail, soit l'expression de mes sentiments, mon respect et ma reconnaissance. Il représente le fruit de vos conseils, votre encouragement, votre soutien et des vœux que vous n'avais cessé de formuler dans vos prières. Que dieu tout puissant vous préserve, et vous accorde santé et longue vie.

- A la mémoire de mon grand père paternelle

Qui a toujours été dans mon esprit et dans mon cœur « Je te dédie aujourd'hui ma réussite ». Que dieu le miséricordieux t'accueille dans son vaste paradis.

- Ma cousine et cousins (AGHILAS, LITICYA, FERHAT et KOUCEILA), et à toutes ma famille.
- A mes meilleurs amies LYDIA, TAOUS et KAMILIA, qui ont toujours été à mes cotés et avec qui j'ai partagé des moments inoubliables.
- A ma cher binôme SYLIA pour sa compréhension et sa patience. Ainsi qu'à toute sa famille.
- A tout mes camarades.

H. TINHINANE

## *Liste des abréviations*

---

MADR : Ministère de l'agriculture et du développement rural.

AGMI : Acide gras mono-insaturé.

TSS : Taux de solides solubles.

Abs : Absent.

F : Formulation de sirop.

P : Plante (*Pulicaria odora*).

IR : Infra rouge.

MS : Matière sèche.

EAG : Equivalent d'acide gallique.

INH : Institut nationale des hydrocarbures.

## *Liste des tableaux*

---

Tableau	Titre	page
I	Composition moyenne des figues à peau verte (ESPIARD, 2002 ; OUAOUICH et CHIMI, 2005).	5
II	Les principaux constituants des figues séchées (OUKABLI, 2003 ; EL KHALOUI, 2010).	8
III	Composition nutritionnelle du jujube indien (PAREEK, 2013).	14
IV	Différents ingrédients de chaque formulation.	32
V	Résultats de l'analyse microbiologique des figues sèches.	35
VI	Résultats du pH des figues sèches.	36
VII	Résultats du test d'humidité pour les figues sèches.	36
VIII	Résultats de la teneur en cendres des figues sèches.	37
IX	Résultats de la teneur en sucres totaux et en sucres réducteurs des figues sèches.	38
X	Résultats du taux de polyphénols des figues sèches.	39
XI	Résultats de l'analyse physicochimique des formulations des sirops.	43
XII	Comparaison des paramètres physicochimique avant et après test de stabilité.	46

## *Liste des figures*

Figure	Titre	Page
01	Photo de l'arbre du figuier Taranimt situé a Yakourène	3
02	La différence entre le figuier mâle et le figuier femelle (VIDAUD, 1997)	6
03	Schéma de la méthode de production industrielle de figes séchées (OUAOUICH et CHIMI, 2005)	11
04	Fruit du <i>Ziziphus jujuba</i> de la région de Tipaza	13
05	Photo de <i>Pulicaria odora</i> de la région de Taref	15
06	Exemple de tannins hydrolysable : Castalagine (MACHEIX et al, 2005)	17
07	Structure chimique des principaux monomères de tanins condensés (JOURDES, 2003).	18
08	Structure générale des proanthocyanidine (R= H: procyanidines, R= OH: prodelfphinidines) (JOURDES, 2003).	18
09	Aspect de figes de la région d'Yakourène (variété noire).	20
10	diagramme de dosage des polyphénols totaux (ABDELHAMEED, 2009)	26
11	schéma représentant le protocole de dosage des flavonoïdes (KOSALECET al, 2004).	27
12	Etapes d'extraction des tanins à l'eau (BIAYEM, 2002).	28
13	Etapes d'extraction des tanins au méthanol (BIAYEM, 2002).	29
14	Schéma de dosage des phénols (BIAYEM, 2002).	29
15	Méthode de préparation du sirop.	31
16	Aspects des sirops de figes et du jujube.	31
17	Rendements d'extraction des tanins des variétés de figes des régions de Bouzeguène, Michelet, Yakourène et des figes sèches industrielles.	40
18	Les résultats de l'infra rouge des tanins réaliser par un spectre de rhamnolipides	41
19	Résultats de l'activité antimicrobienne de tanins des variétés de figes noires et jaunes de la région de Michelet.	42
20	Résultats de l'analyse sensorielle des différents sirops.	45
21	Résultats de l'activité antimicrobienne du sirop F8	46

## *Résumé*

---

La présente étude porte sur la valorisation et transformation des figes sèches de la région de Tizi-Ouzou. Dans la première partie de cette étude, on a réalisé une étude physicochimique et microbiologique de deux variétés (Jaune et Noir) de figes sèches, provenant de trois régions (Bouzeguène, Michelet, et Yakourène) de la willaya de Tizi-Ouzou. A partir des figes sèches testées, l'extraction des tanins en utilisant l'eau et le méthanol comme solvants d'extraction a été réalisée.

L'extrait des tanins a été testé vis-à-vis des souches pathogènes *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*. Dans la deuxième partie, huit formulations de sirops anti diarrhéiques à base de figes sèches, *Z.jujuba* et de la plante *Pulicaria odora* ont été élaborées, caractérisées et comparées à un sirop pharmaceutique anti diarrhéique. Le meilleur sirop a été testé vis-à-vis les mêmes souches. Puis soumis à un test de stabilité à 30°C pendant 21 jours. La formulation choisie est stable présente des substances bioactives de point de haute qualité biologique et pharmacologique.

**Mot clés :** figes sèches, *Z.jujuba*, *Pulicaria odora*, tanins, sirop anti diarrhéique

## Summary

---

The present study concerns the valorization and processing of dried figs from Tizi-Ouzou. In the first part of this study, a physicochemical and microbiological study of two varieties (yellow and black) of dried figs from the regions (Bouzeguène, Michelet and Yakourène) and an industrial dried fig. From the dried figs tested, extraction of the tannins using water and methanol as extraction solvent was carried out.

The extract of the tannin was tested against pathogenic strains *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. In the second part, eight formulations of anti diarrheal syrups based on dried figs, *Zizyphus jujuba* and the plant *Pulicaria odora* have been developed, characterized and compared to a pharmaceutical anti diarrheal syrup. The best syrup was tested against the same strains, then subjected to a stability test, at 30 °c for 21 days. The formulation chosen is stable present's bioactive substances of high biological and pharmaceutical quality.

**Key words:** dried figs, *Zizyphus jujuba*, *Pulicaria odora*, tannins, anti diarrheal syrup.

## Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

### Partie 1 : Etude bibliographique

#### Chapitre I : Généralités sur *Ficus carica L.*

I.1 Historique .....	3
I.2 Généralités .....	3
I.3 Systématique .....	4
I.4 Répartition géographique .....	4
I.4.1 Dans le monde .....	4
I.4.2 En Algérie.....	5
I.5 Définition des figes .....	5
I.5.1 Composition de la figue.....	5
I.5.2 Formation et maturation .....	6
I.5.3 Critères de classification .....	7
1. Selon les critères morphologiques.....	7
2. Selon la comestibilité du fruit.....	7
I.5.4 Variétés de figes.....	7
I.6 Caractéristiques des figes sèches .....	8
I.6.1Composition biochimique.....	8
I.6.2 Teneur en sucres .....	8
I.6.3 Qualité microbiologique .....	8

#### Chapitre II : Méthodes de conservation

II.1 Technologie de séchage des figes .....	9
II.1.1 Séchage naturel.....	10
II.1.2 Séchage artificiel .....	10

#### Chapitre III : Généralités sur *Zizyphus jujuba*

III.1 Généralités.....	12
------------------------	----

## *Sommaire*

---

III.1 Systématique .....	12
III.1 Qualités nutritionnelles .....	13
<b>Chapitre IV : Généralités sur <i>Pulicaria odora</i></b>	
VI.1 Généralités .....	14
VI.2 Taxonomie .....	14
VI.3 Activités biologiques .....	14
<b>Chapitre V : Généralités sur les tanins</b>	
V.1 Définition .....	16
V.2 Structure et classification .....	16
V.2.1 Tanins hydrolysables .....	16
V.2.2 Tanins condensés.....	17
V.3 Propriétés physico-chimiques .....	18
V.4 Activités pharmacologiques .....	18
V.2.4.1 Activité antibactérienne .....	19
IµV.2.4.2 Activité anti-diarrhéique.....	19
V.3 Usage industriel.....	19
<b>Partie 2 : Etude expérimentale</b>	
<b>Chapitre VI : matériels et méthodes</b>	
VI.1 Matériel végétal .....	20
VI.1.1. Echantillonnage des figes séchées.....	20
VI.1.2. Le jujube .....	20
VI.1.3. <i>Pulicaria odora</i> .....	21
VI.2 Matériel biologique.....	21
VI.3 Méthodes d'analyses .....	21

## *Sommaire*

---

VI.3.1 Analyse microbiologique des figes sèches.....	21
VI.3.1.1 Revivification.....	21
VI.3.1.2 Recherche d'Escherichia coli.....	21
VI.3.1.3 Recherche des levures et des moisissures .....	22
VI.4 Analyse physico-chimique des figes sèches .....	22
VI.4.1 Mesure du pH .....	22
VI.4.2 Teneur de l'humidité .....	22
VI.4.3 Teneur en cendres.....	23
VI.4.4 Teneur en sucres .....	24
VI.4.5 Détermination de la teneur en polyphénols totaux .....	25
VI.4.5.1 Extraction .....	25
VI.4.5.2 Dosage .....	26
VI.4.6 Dosage des flavonoïdes .....	27
VI.4.7 Détermination de la teneur en tanins .....	28
VI.4.7.1 Extraction .....	28
VI.4.7.2 Dosage.....	29
VI. 5 Infra rouge des tanins .....	30
VI.6 Activité antimicrobienne des tanins .....	30
VI.7 Elaboration d'un sirop à base de figes sèches, <i>Z. jujuba</i> et de <i>P. odora</i> .....	31
VI.8 Analyses physico-chimiques des sirops élaborés.....	32
VI.8.1 Mesure du pH.....	32

## *Sommaire*

---

VI.8.2 Acidité titrable.....	32
VI.8.3 Degré Brix ou TSS .....	33
VI.8.4 Dosage des polyphénols.....	33
VI.8.5 Dosage des flavonoïdes.....	33
VI.8.6 Dosage des tanins.....	33
VI.8.7 Dosage de la vitamine C .....	33
VI.8.8 Teneur en caroténoïdes .....	33
VI. 9 Analyse sensorielle des sirops.....	34
VI.9 Analyse microbiologique du meilleur sirop.....	34
VI.10 Test de stabilité .....	34

### **Chapitre VII : Résultats et discussion**

VII.1 Etude microbiologique .....	35
VII.2 Analyses physicochimiques .....	36
VII.2.1 La mesure du pH .....	36
VII .2.2 La teneur en eau .....	36
VII.2.4 La teneur en cendres.....	37
VII.2.5 Le taux de sucres .....	38
VII.2.6 Le taux des polyphénols .....	38
VII.2 .7 Le rendement des tanins .....	39
VII.2.8 Infra rouge des tanins.....	41
VII.2.9 Activité antimicrobienne des tanins .....	42
VII.3 Caractéristiques physicochimiques des sirops .....	43

## *Sommaire*

---

VII.4 Test sensoriel .....	44
VII.5 Activité anti microbienne du sirop.....	45
VII.6 Résultats des caractères physicochimiques après le test de stabilité .....	46
Conclusion.....	48
Références bibliographiques	
Annexes	

# ***Introduction***

## Introduction générale

Le figuier et son fruit restent au centre des croyances, des coutumes des anciennes sociétés méditerranéennes. Des pratiques qui évoquent ses vertus protectrices, fécondantes et régénérantes (EL BOUZIDI, 2002).

Le fruit se caractérise par une forme ronde et un poids qui varie selon les variétés de 30 à 65 grammes. Il est composé d'une peau externe colorée et une partie interne qui contient latex et riche en protéases et lipases. Ces deux parties représentent respectivement 10 et plus de 20% du poids du fruit (OUAOUICH et CHIMI, 2005).

L'Algérie produit des figues en quantité importante spécialement la région de la Kabylie (Bejaia et Tizi-Ouzou) et Sétif avec une superficie de production respectivement de l'ordre de 26,32%, 13,63%, 10,54% (MADR, 2009).

Par ailleurs, ces figues ont des humidités élevées, ce qui nécessite une stabilisation. Plusieurs types de transformation sont appliqués pour ce fruit, mais tout de même la technique la plus utilisée est le séchage (VIDAUD, 1997). Ce dernier consiste à réduire la teneur en eau des produits par évaporation. Ce phénomène, permet d'éviter les contaminations et toute autre réaction susceptible d'altérer la qualité organoleptique du produit.

En effet, le séchage peut être réalisé selon deux manières, l'une est utilisée depuis la nuit des temps par les agriculteurs qui ne produisent qu'une petite quantité, et la deuxième a été développée par les industries afin de minimiser les pertes, et assurer la production de très bonne qualité vue la concurrence qui règne au marché de vente (EL KHALOUI, 2010).

*Zizyphus jujuba*, une plante médicinale nommée jujube, est un fruit abondant dans les régions tropicale et subtropicale. Ladite espèce présente plusieurs qualités pharmacologiques recherchées pour la santé humaine (BENAHMED DJIALI *et al.* 2016).

En outre, ce fruit est prescrit afin de traiter plusieurs maladies telles que : l'hépatite chronique, le stress, l'anémie, la diarrhée ...etc. (ELALOUI *et al.*, 2014 ; BENAHMED DJIALI *et al.* 2016 ).

*Pulicaria odora*, est une autre plante médicinale utilisée et connue par nos ancêtres. Ces caractéristiques ne sont pas encore établies complètement, mais selon des travaux ultérieurs de notre promotrice, cette plante présente beaucoup de vertus thérapeutiques qui sont en cours de publication. Cette espèce est consommée par la population dans deux régions de Tizi-Ouzou et Tipaza sous forme de gallate.

*Zizyphus jujuba*, une autre plante médicinale nommée jujube, est un fruit abondant dans les régions tropicale et subtropicale. La dite espèce présente plusieurs qualités pharmacologiques recherchées pour la santé humaine (BENAHMED DJIALI *et al.* 2016).

En outre, ce fruit est prescrit afin de traiter plusieurs maladies telles que : l'hépatite chronique, le stress, l'anémie, la diarrhée ...etc. (ELALOUI *et al.*, 2014 ;BENAHMED DJIALI *et al.* 2016).

Les trois espèces précitées au paravent, possèdent des substances bioactives (polyphénols, flavonoïdes, tanins.....) à des quantités variables.Par définition, ces derniers font partie de polyphénols.

Les scientifiques portent un très grand intérêt aux tanins. Ces derniers sont connues pour la première fois par leur propriété de transformer la peau en matériaux imputrescibles, ainsi plusieurs études ont été menées, et qui ont aboutit à des résultats encouragent le domaine pharmaceutique car celles-ci présentent un effet antibactérien, antifongique, anti inflammatoire, anti diarrhéique...etc (BIAYEM, 2002).

C'est dans ce sens que, notre travail s'inscrit à la valorisation des deux fruits et la plante qui est peu connue par la population algérienne de même à l'étranger.

L'objectif principal de notre travail est l'élaboration d'un sirop anti diarrhéique, à base des sirops de figes sèches et de jujube et la poudre de la plante *Pulicaria odora*.

# *Etude bibliographique*

*Chapitre I :*  
*Généralités sur Ficus*  
*carica l.*

## I.1 Historique

Le figuier (*Ficus carica L.*) provient du mot « Ficus » qui signifie verrue, et le mot « carica » indiquant une région en Turquie où il a probablement existé pour la première fois (VIDAUD, 1997).

Ce premier est présent dans des textes anciens de presque de toutes les civilisations (PONTAPPIDAN, 2006).

Selon El BOUZIDI, (2002), cet arbre est présent au moyen orient dès le troisième millénaire chez les ancêtres des sumériens, ainsi il y a 5000 ans, les égyptiens l'utilisé pour en extraire des produits pharmaceutiques, et la mythologie grecque le qualifié comme étant un don de la déesse des moissons et de la terre.

Tout de même, le figuier est mentionné dans des textes bibliques et dans les religions monothéistes comme le coran. La figure 1 représente l'arbre du figuier.



**Figure 01** : Photo de l'arbre du figuier Taranimt situé à Yakourène

## I.2 Généralités

Le Ficus est généralement un buisson de 4m à 5m de hauteur (PONTAPPIDAN, 2006) et qui peut atteindre 10 à 12m de hauteur avec un étalement de 4m (OUAOUICH et CHIMI, 2005). Il présente des feuilles larges, épaisses, très rugueuses et entières avec un limbe de plus en plus découpés et des lobes très apparents (VIDAUD, 1997).

Le figuier se propage sous des climats chaud, sec avec des pluies printanières mais une sécheresse prolongée qui peut provoquer la chute du fruit (PONTAPPIDAN, 1997).

Leurs cultures se situent principalement dans des zones montagneuses, sols pauvres, et recevant peu de soins (WALALI LOUDYI, 1995). La facilité de culture revient à son système racinaire très développé (PONTAPPIDAN, 1997).

Comme tout les ficus, le système de reproduction du figuier est sexué, représenté par des fleurs mâles et des fleurs femelles et qui enferment des graines appelées sycone ou figues (ROGER, 2002). Malgré leur ressemblance, il existe deux types de figuiers qui sont le figuier femelle *Ficus carica domestica*, et le figuier male *Ficus carica caprifica* dont les fruits sont immangeables et encore appelés figues de boucs (VALDEYRON et al ; 1998). La fécondation des deux espèces se fait avec l'intermédiaire d'un blastophage sous le nom scientifique de *Blastophaga psenes* (ROGER, 2002).

### I.3 Systématique

Selon GAUSSEN et al. (1982), la classification botanique du figuier est la suivante :

Règne : Végétal

Embranchement: phanérogames

Classe : dicotylédones

Sous classe : Hamamélidées

Séries : Apétales unisexuées

Ordre : Urticale

Famille : Moracée

Genre : Ficus

Espèce : *Ficus carica* L.

La famille des Moracées est caractérisée par la sécrétion d'un latex blanc ou incolore au niveau des blessures de la plante, et on trouve dans cette famille 52 genres différents dont le genre Ficus (VIDAUD, 1997).

### I.4 Répartition géographique

#### I.4.1. Dans le monde

L'homme a porté un très grand intérêt au figuier, ce dernier est cultivé par tout dans le monde grâce à ses grandes capacités d'adaptation (OUKABLI, 2003).

Selon VIDAUD (1997), le figuier est présent depuis les îles de canaries jusqu'en Inde et Pakistan, sur l'océan atlantique, la méditerranée et le moyen orient, cet arbre est ensuite

introduit dans le nouveau monde en Amérique suite à la colonisation. La Turquie compte le plus grand nombre d'individus de cette espèce avec environ 10 millions de figuier.

#### I.4.2. En Algérie

Selon les statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR, 2009), la culture du figuier s'étend sur une superficie de 46 935 ha, représentant ainsi 5,7% de la surface occupée par les plantations en Algérie après : l'olivier, le palmier et les agrumes.

La culture du figuier est importante dans les wilayas de Bejaia, Tizi-Ouzou et Sétif avec respectivement 26,32%, 13,3%, 10,54% (MADR, 2009).

### I.5 Définition des figues

La figue ou sycone est un fruit qui atteint 3 à 8cm de long (SOMON, 1987), de forme sphérique ou ovoïde, présentant un réceptacle sur le quelle est fixé la queue qui la rattache à l'arbre. Le poids du fruit varie selon les variétés de 30 à 65 grammes.

#### I.5.1. Composition de la figue

La peau est composée d'une partie externe lisse et colorée, représentant au maximum 10% du poids du fruit, et d'un parenchyme blanc qui contient un latex, liquide nourricier du fruit tant que celui-ci n'est pas mur.

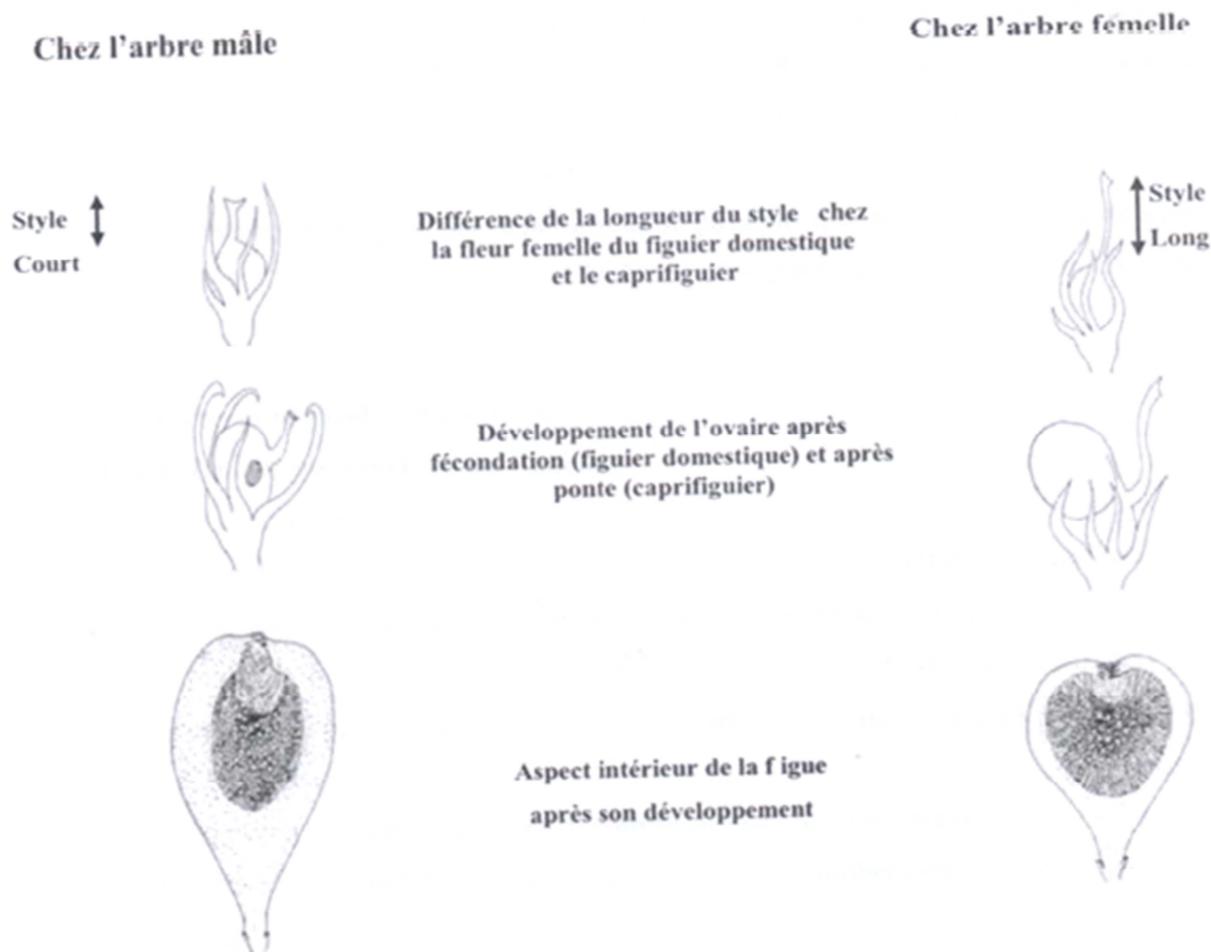
A maturité la peau ne représente plus que 10 à 12 % du poids (ESPIARD, 2002), les autres composants sont représentés dans le tableau I.

**Tableau I** : Composition moyenne des figues à peau verte (ESPIARD, 2002 ; OUAOUICH et CHIMI, 2005).

Composant	Quantité moyenne dans une figue (%)
Eau	80
Sucres	13,5
Acides organiques	0,4
Cellulose	2,8
Protéines	1,9
Lipides	0,3
Cendres	0,8

### I.5.2. Formation et maturation de la figue

La figue est un ensemble de fleurs mâles et femelles jumelées et caché dans une même structure végétale présentant un ostiole. C'est la disposition de ces dernières qui nous indique sur le type du figuier (VIDAUD, 1997).



**Figure 02 :** La différence entre le figuier mâle et le figuier femelle (VIDAUD, 1997)

La pollinisation est assurée par l'insecte *Blastophaga psenes*, qui ne peut se reproduire en dehors de la fructification du figuier, de cette façon aucun d'eux ne peut exister sans l'autre (VALDEYRON *et al* ; 1998).

Le blastophage ne faisant pas la différence entre les fleurs longistyles femelles et les fleurs brévistyle mâles, il passe par les longistyles ; causant ainsi une pollinisation involontaire, et par les brévistyles où il pont ces œufs pour assurer sa descendance (PONTAPPIDAN, 1997).

Ce cycle de développement dure environ deux mois et le résultat est un fruit qui arrive à maturité enfin d'été ou en automne d'où leurs non figues d'automne à ce stade les fleurs femelles ne produisent pas seulement des graines mais aussi permettent la formation de réceptacle charnus de qualités gustatives certaines (VALDEYRON et *al* ; 1998).

### **I.5.3. Critères de classification**

Vu le nombre élevé des variétés de figues peut atteindre plus de 650 variétés qui sont très difficiles à identifier.

On distingue trois principales techniques d'identification variétale : description morphologique et photographie, électrophorèse de protéines et enfin la différenciation moléculaire à l'aide de fragments d'ADN amplifiés. Cette dernière, est une technique de certitude mais reste très limitée.

#### **1) Selon les critères morphologiques**

D'après VIDAUD (1997), les fruits ont des formes et colorations diverses. Selon la forme on distingue les fruits oblongs, pyriformes ou ronds. Selon la couleur, les fruits peuvent avoir plusieurs couleurs violet, noire, verte, rouge et brune.

#### **2) Selon la comestibilité du fruit**

On distingue d'une part, les figues comestibles appelées aussi figues domestiques possèdent des graines. Ce type regroupe deux variétés les figues d'automne ou les variétés dites unifères (VIDAUD, 1997) et les variétés qui peuvent fournir deux à trois générations annuelles dites bifères (SOMON, 1987).

D'autre part, il existe d'autres types de figuier appelés les caprifiouiers qui ne produisent ni des graines ni des fruits comestibles mais plutôt du pollen qu'est un vecteur polinisateur.

### **I.5.4. Les variétés de figues**

En 1902, TRUBET décrit deux types de Dokkars présente en Kabylie qui sont, les dokkars précoces comme (Madel, Burzel, Azaim, Tit en tsekourt) et des dokkars tardif comme (Illoul, Akoura, Afarass et Mor). Selon MOURI, 1930 le nombre de variétés de dokkar en Kabylie peut atteindre 16 variétés.

BRICHET, (1930) a mentionné que, la production de figues sèches en Kabylie est issue d'une dizaine de variétés dont on peut citer que quatre à cinq parmi elles l'une des variétés est utilisée dans la présente étude qui est Taranimt.

## I.6. Caractéristiques des figes sèches

### I.6.1. Composition biochimique

Les figes sèches sont riches en sucres, vitamines et en éléments minéraux. Leur composition moyenne par 100 g de figes séchées est représentée dans le tableau II.

**Tableau II :** Les principaux constituants des figes séchées (OUKABLI, 2003 ; EL KHALOUI, 2010) ,

Constituants	Teneur/ 100g
Protéines (g)	3,00
Hydrate de carbone (g)	58,2
Matière grasse (g)	1,9
Energie (cal)	253
Vitamine C (mg)	3,6
Vitamine B1 (mg)	0,079
Vitamine B2 (mg)	0,083
Vitamine A (IU)	0,014
Calcium (mg)	174
Phosphore (mg)	70
Magnésium (mg)	60
Potassium (mg)	682

### I.6.2. Teneur en sucres

La teneur en sucres du fruit frais est de 13,5% et atteint 20% après le séchage. Parmi les éléments les plus importants le glucose et le fructose (AIT HADDOU et *al*, 2014).

### I.6.3. Qualité microbiologique

Le séchage permet une stabilisation microbiologique de l'aliment par l'arrêt de prolifération des microorganismes (BRANGER et *al*, 2007).

Certaines industries procèdent à une étape supplémentaire, qui est : le traitement à l'anhydride sulfureux, car la structure anatomique de la fige là rend particulièrement sensible aux fermentations internes par les levures et moisissures. Ces microorganismes sont introduits dans le capitule par des insectes qui y pénètre par l'orifice inferieur (ESPIARD, 2002).

***Chapitre II :***  
***Méthodes de***  
***conservation***

La durée de conservation des figues après la récolte dépend de la température et du degré de maturité. Généralement, les fruits se dégradent très vite à cause de la fragilité de leurs épidermes.

A température ambiante, les figues ne peuvent pas être conservées plus d'une journée. Par contre, à une température entre 0 et 2 °C (à 85 – 90% d'hygrométrie), la conservation peut atteindre jusqu'à deux semaines (OUAOUICH et CHIMI, 2005).

La figue peut être consommée à l'état frais, comme aliment nourrissant ou servie comme produit industriel (OUKABLI, 2003).

Avant la transformation, les fruits vont d'abord subir un enchaînement d'opérations unitaires : le lavage, le triage et ensuite le calibrage (MAESTRELLI et CHOUROT, 2002).

Ce dernier, est réalisé en vue d'obtenir un produit à présentation homogène. Les gros fruits sont souvent destinés au séchage (ESPIARD, 2002).

L'industrie accorde une grande importance à ce fruit pour ses utilisations diverses comme : figues séchées, confiture, pâte de figues, jus et alcool, sirop...etc (VIDAUD, 1997).

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés aux figues sèches ce qui nous incite de faire appel à la technologie de séchage de figues.

### **II.1. Technologie de séchage**

Le séchage est le moyen de conservation le plus utilisé pour les figues, car il permet la disponibilité des figues sur toute l'année (VIDAUD, 1997). La durée de cette étape de transformation varie selon les variétés (ESPIARD, 2002).

Ce premier consiste en l'élimination de l'eau par évaporation (BIMBENET, 2002). Généralement, les figues destinées au séchage doivent acquérir sur l'arbre une consistance pâteuse, avec une peau fendillée, ridée et flétrie avec une teneur en eau de 40 à 50% (GAMERO, 2002 ; El KHALOUI, 2010, FERRADJI et *al*, 2011). On peut même cueillir les figues sèches à partir du sol suite à leur chute naturelle. Dans ce cas, il faut débarrasser le sol et les herbes. Les fruits doivent être ramassés le matin aux premières heures chaque jour afin d'éviter leur détérioration. En effet, toutes les variétés de figues peuvent subir l'opération de séchage, mais les blanches ayant une peau fine sont les plus recherchées (GAMERO, 2002). Le processus du séchage peut se faire soit à l'air libre (naturel) ou artificiel.

### II.1.1. Séchage naturel

C'est une méthode très ancienne du séchage agricole, elle consiste à déshydrater des fruits et des légumes au moyen de la chaleur (OUALI, 2008). Cette déshydratation conduit à l'élimination de l'eau et l'obtention d'un produit capable d'être stocker grâce à la réduction et l'arrêt des réactions microbiologiques, enzymatiques...etc (ALBITAR, 2011).

Les figes sont séchées en les déposants sur des nattes ou des claies de roseaux, pour éviter le contact des fruits avec le sol. Elles sont exposées au soleil pendant la journée, et recouvertes la nuit afin d'éviter les parasites et l'absorption de l'humidité (VIDAUD, 1997 ; GAMERO, 2002).

Une autre procédure est appliquée lors du séchage naturel pour éviter toute altération est celle de l'immersion des figes dans un bain d'eau bouillante à 5% de sel avant le séchage (GAMERO, 2002).

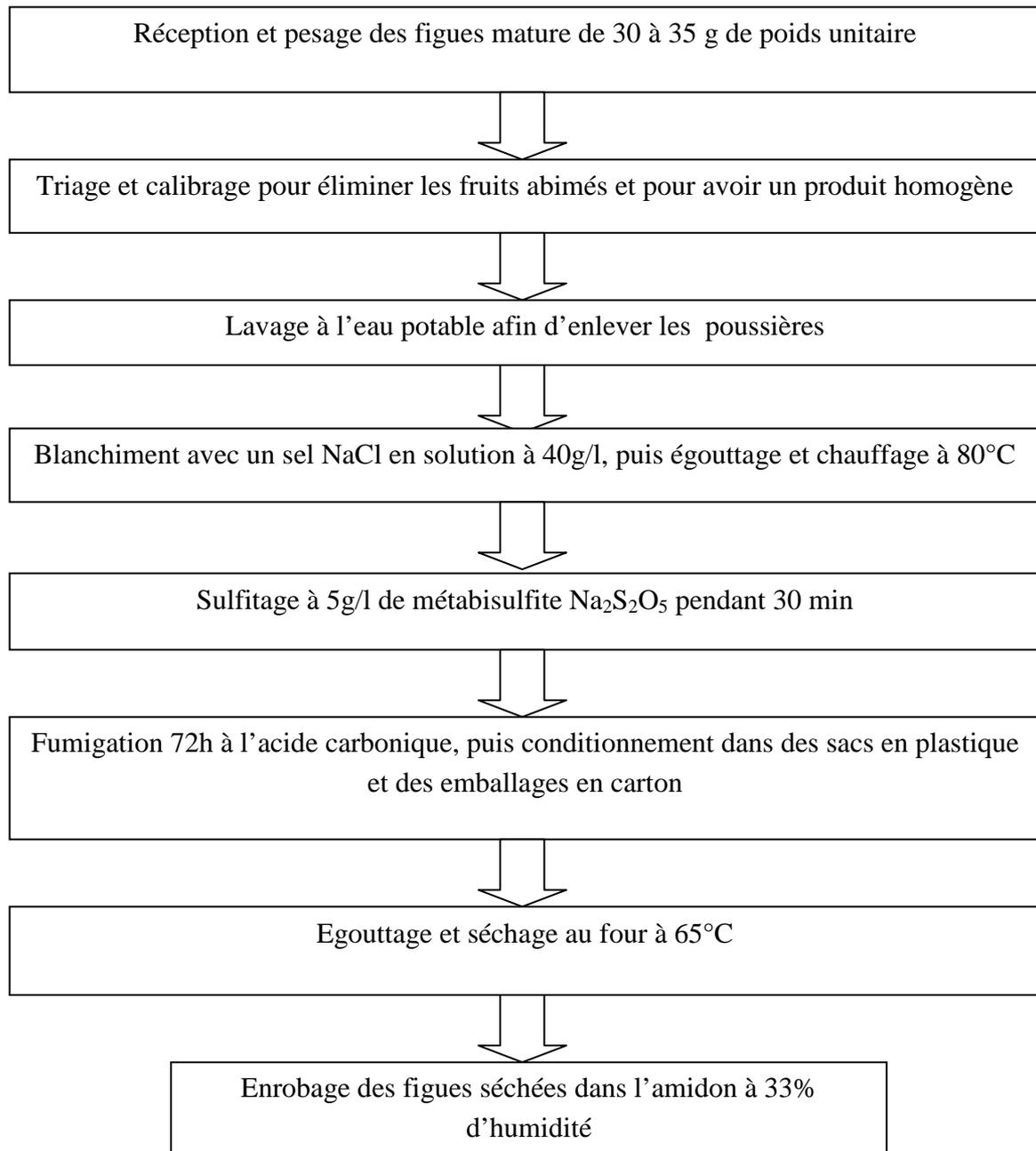
A la fin, les figes séchées sont conditionnées dans des sacs ou fût en plastique hermétique de 25 à 50 Kg. Certains agriculteurs rajoutent dans ces dernières des plantes aromatiques comme le thym et l'origan afin d'améliorer le goût et repousser les insectes (EL KHALOUI, 2010).

Le séchage naturel est non couteux, mais aboutit à un produit fini de qualité médiocre à cause de :

- L'exposition du fruit aux poussières et aux insectes.
- Possibilité de fermentation (JEDDI, 2009).
- Possibilité de contamination avec une telle longue période de séchage, ou de réhydratation nocturne et des contaminations par les moisissures telle *qu'Aspergillus flavus* (AIT HADDOU et al, 2014).

### II.1.2. Séchage artificiel

Ce type de séchage est utilisé dans les différentes industries. Il est réalisé en plusieurs étapes qui varient selon la nature de la matière première et le produit que l'on veut obtenir ainsi une meilleure maîtrise des paramètres de séchage. Les principales d'entre-elles sont mentionnées dans la figure 3.



**Figure 03** : Schéma de la méthode de production industrielle de figues séchées (OUAOUICH et CHIMI, 2005)

*Chapitre III :*  
*généralités sur*  
*Zizyphus jujuba*

### III.1 Généralités

Le jujube est issu du jujubier, qui est décrit comme un arbuste épineux et sarmenteux, de 3-4 à 10-16 m de haut (les arbres de 20 m sont très rares), à cime arrondie. Les épines sont disposées par deux à l'aisselle des feuilles : l'une, plus ou moins droite et effilée, un peu orientée vers le haut, atteint 1,8 cm de long ; l'autre en crochet, plutôt orientée vers le bas, est un peu plus courte. Les feuilles sont alternes, à forme très variable, à bord finement crénelé (KONE et *al*, 2009).

Le jujubier est un arbre fruitier sauvage. Ses fruits, les jujubes, sont traditionnellement exploités par cueillette dans les peuplements naturels et représentent une source de revenu importante pour de nombreuses familles rurales. Ils sont consommés frais ou secs (DANTHU et *al*, 2001).

En trois ans, le jujubier produit des fruits, et vit entre cinquante et soixante-quinze ans. Avec des pluies de 100 à 125 mm, on peut en tirer 10 à 15 kg de fruits, 3 à 5 kg de fourrages, 8 à 10 kg de combustible par an. Mais avec des pluies de 300 à 500 mm par an, l'arbre peut produire jusqu'à 35 kg de fruits et peut atteindre 100 à 150 kg de fruits par an sous irrigation (VASHISHTHA, 2001).

Cet arbre est présent dans plusieurs régions arides, semi-arides et sahariennes. C'est une espèce à usages multiples. Les feuilles sont broutées par les animaux, les fruits sont consommés par l'Homme, le bois sert de combustible de meilleure qualité et les fleurs sont butinées par les abeilles qui en produisent un excellent miel. D'autre part, les graines broyées de cette espèce sont traditionnellement utilisées pour le traitement de nombreuses maladies. Ils sont antipyrétiques, toniques, antiviraux et antimicrobiens. L'huile de fruit du jujubier est riche en acide gras mono-insaturé (AGMI) (El HACHIMI et *al*, 2014).

### III.2. Systématique

Selon MUNIER (1973), les jujubiers appartiennent à la famille des Rhamnacées, du genre *Zizyphus*. Ce nom est dérivé de l'appellation arabe du jujubier de Barbarie : Zizouf. Ce genre comprend environ 80 espèces, réparties principalement dans l'Ancien Monde, dont quelques-unes seulement présentent un intérêt économique :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Rhamnales

Famille : Rhamnaceae

Genre : *Zizyphus*

Espèce : *Zizyphus jujuba*



**Figure 04** : Fruit de *Zizyphus jujuba* de la région de Tipaza

### III.3 Qualités nutritionnelles

Le jujube est riche en nutriments comme nous indique le tableau 03. Le jujube présente une quantité importante de polyphénols, et plus précisément les flavonoïdes, qui lui procurent un important effet antimicrobien (BENAHMED DJILALI, 2016).

**Tableau III** : Composition nutritionnelle du jujube indien (PAREEK, 2013).

Constituant	Quantités pour 100g du fruit
Humidité (%)	81.6 – 83
Protéines (g)	0.8
Graisse (g)	0.07
Fibres (g)	0.60
Hydrate de carbone (g)	17.0
Sucres totaux (g)	5.4 – 10.5
Sucres réducteurs (g)	1.4 – 6.2
Sucres non réducteurs (g)	3.2 – 8
Cendres (g)	0.3 – 0.59
Calcium (mg)	25.6
Phosphore (mg)	26.8
Fer (mg)	0.76 -1.8
Caroténoïdes (mg)	0.021
Thiamine (mg)	0.02-0.024
Riboflavine (mg)	0.02-0.038
Niacine (mg)	0.7-0.873
Acide citrique (mg)	0.2-1.1
Acide ascorbique (mg)	65.8-76.0
Floride (ppm)	0.1-0.2
Pectine (%)	2.2-3.4

*Chapitre IV :*  
*généralités sur*  
*Pulicaria odora*

### IV.1 Généralités

Le genre *Pulicaria* est le troisième plus grand genre de la famille des Asteraceae. Il comprend 85 espèces dont la plus part sont des herbes qui sont réparties entre le nord Africain, l'Europe, l'Asie et l'Arabie saoudite (TOUATI et al. 2014)

Les espèces du genre *Pulicaria* ont été largement utilisées par nos ancêtres comme plante médicinale.

### IV.2 Taxonomie

Selon CRONQUIST et al. (1972), *Pulicaria odora* (figure 5) est classée comme suit:

Division : Trachaeophyta

Classe : Angiospermopsida

Sous classe : Dicotyledonidae

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : *Pulicaria*

Espèce : *Pulicaria odora*.



**Figure 05** : Photo de *Pulicaria odora* de la région de Tizi-Ouzou

### IV.3 Activités biologiques

Selon FADWA et al. (2005), la plante *Pulicaria odora* est originaire du Maroc et connue pour ses propriétés thérapeutiques (anti-inflammatoire). Ainsi que, son effet

antibactérien contre sept types de bactéries, ajoutant l'effet de ces huiles qui est plus important que les antibiotiques standards.

*Chapitre V :*  
*Généralités sur les*  
*tanins*

Tous les végétaux contiennent des composés phénoliques, mais leurs répartitions qualitatives et quantitatives est inégale varient selon les espèces, les tissus, les organes et les stades physiologiques de la plante (MACHEIXE et *al.* 2006). Ces composés représentent un groupe de 8000 composés connus comme métabolites secondaires (COLLIN et *al.* 2011). Les tanins font partie de ce groupe.

On peut distinguer deux grands groupes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (ALAIS et *al.* 2010), Ces derniers sont différents par leur réactivité chimique et leur composition (MACHEIXE et *al.* 2006).

### V.1. Définition

Le nom des tanins vient de leur propriété de tanner la peau. Ce sont des substances d'origine végétale, non azotée, hydrosolubles de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 (CHEYNIER et *al.* 2006). Ils sont caractérisés par leur propriété de donner des combinaisons avec les protéines et d'autres polymères, tel que les polysaccharides (RIBEREAU, 1982).

### V.2. Structure et classification

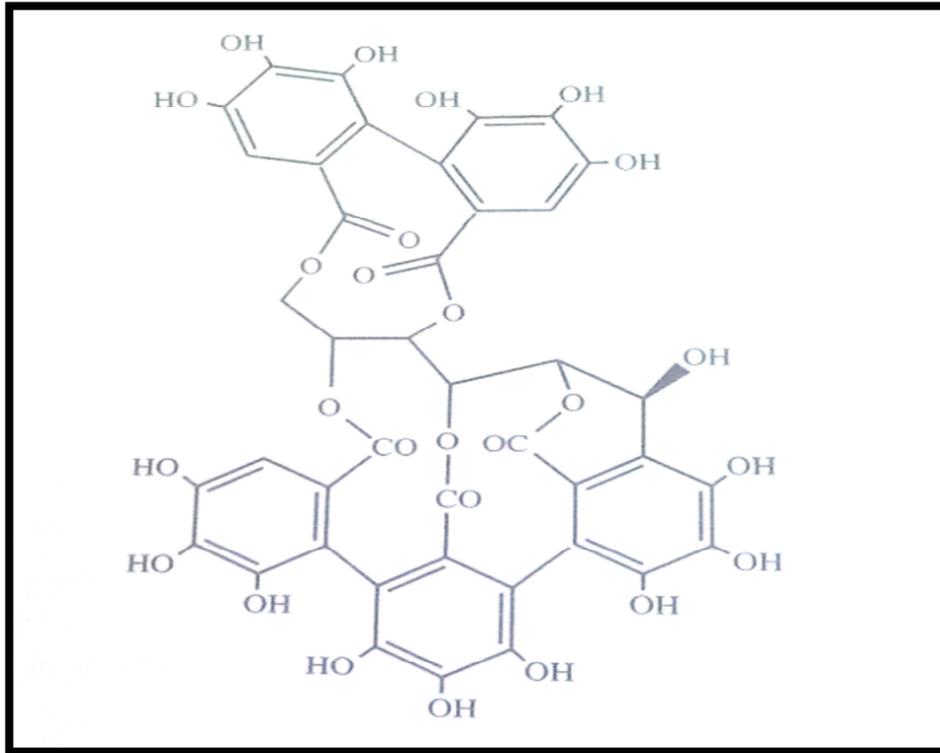
On distingue deux groupes de tanins qui sont :

- Les tanins hydrolysables.
- Les tanins non hydrolysable ou condensés.

#### V.2.1. Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables (figure 06) sont des esters de glucides et d'acides-phénols, ou de dérivés d'acides-phénols. La partie glucidique est en général du glucose, mais dans certains cas des autres polysaccharides ont été identifiés.

Ces tanins se différencient en tanins galliques (ou gallotanins) qui donnent uniquement de l'acide gallique par hydrolyse et en tanins ellagiques (ou ellagitanins), qui sont les plus nombreux et qui, dans les mêmes conditions, donnent, à côté de l'acide gallique, différents dérivés de l'acide gallique, parmi lesquels l'acide ellagique est le plus important (RIBEREAU, 1968).



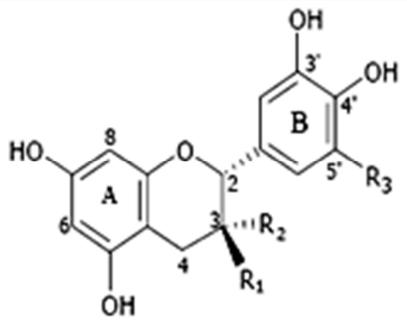
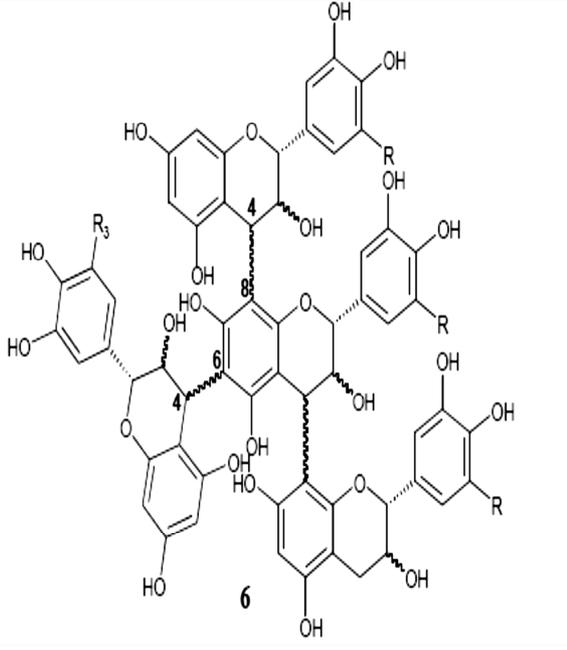
**Figure 06:** Exemple de tanins hydrolysables : Castalagine (MACHEIX *et al*, 2005).

### V.2.2. Tanins condensés

Aux tans que les tanins hydrolysables sont présents seulement chez certains ordres de dicotylédones, les tanins condensés, appelés aussi proanthocyanidine, sont largement répandus dans notre alimentation (fruits, thé...) et jouent un rôle important dans les qualités organoleptiques et nutritionnelles des produits (MONTIES, 1980).

Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques. Parmi ces tanins condensés, deux classes sont distinctes: les procyanidines qui sont des polymères d'unités catéchines ou épicatechines, et les prodelphinidines qui sont constituées d'unités gallocatéchines et épigallocatéchines (figure 4) (JOURDES, 2003 ; PERRET, 2001).

Dans chaque famille, le groupement hydroxyle en position 3 du cycle C peut être estérifié par l'acide gallique. La dénomination de ces deux familles provient de leur capacité à libérer en milieu acide à hautes températures les anthocyanidines correspondantes (CHEYNIER *et al*, 1998).

																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Flavanols</th> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Catéchine</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Epicatéchine</td> <td>H</td> <td>OH</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Gallocatéchine</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>OH</td> </tr> <tr> <td>Epigallocatéchine</td> <td>H</td> <td>OH</td> <td>OH</td> </tr> </tbody> </table>	Flavanols	R1	R2	R3	Catéchine	OH	H	H	Epicatéchine	H	OH	H	Gallocatéchine	OH	H	OH	Epigallocatéchine	H	OH	OH	<p><b>Figure 08:</b> Structure générale des proanthocyanidine (R= H: procyanidines, R= OH: prodelphinidines) (JOURDES, 2003).</p>
Flavanols	R1	R2	R3																		
Catéchine	OH	H	H																		
Epicatéchine	H	OH	H																		
Gallocatéchine	OH	H	OH																		
Epigallocatéchine	H	OH	OH																		
<p><b>Figure 07:</b> Structure chimique des principaux monomères de tanins condensés (JOURDES, 2003)</p>																					

### V.3. Propriétés physico-chimiques

- Les tanins sont des corps amorphes et généralement soluble dans l'eau, alcools et l'acétone, mais insolubles dans les solvants organiques apolaires.
- Ils sont responsables des précipitations avec les sels et les métaux lourds comme : Fe, P, Cu, Mo.
- Les tanins forment un précipité avec les protéines, cette réaction est responsable de l'effet de tannage sur le cuire, des effets anti diarrhéique et astringent (ATEFEIBU, 2002).

### V.4. Propriétés pharmacologiques

Selon BIAYEM (2002), de nombreux travaux ont démontré que, les tanins possèdent plusieurs actions pharmacologiques, dont l'activité : antivirale, anti-inflammatoire, anti hypertension, antimutagène....etc.

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés plus exactement aux effets antibactériens et anti diarrhéiques.

#### V.4.1. Activité antibactérienne

Les résultats obtenus par MAHAMAT(1990) et BASSENE et *al.* (1995) ont montré que les décoctés (substance végétale bouillit dans de l'eau ou autre liquide) sont plus actifs que les macérés (substance végétale séjourner dans un liquide), sauf pour *Guiera senegalensis*. Ces auteurs ont attribué cette activité à la présence des acides phénols et des tanins catéchiques. Les mêmes études menées ont montré que, certains tannins présentent des actions antibactériennes à des concentrations pouvant atteindre 0,01mg/ml.

KOLODZIEJ et *al.* (1999), ont réalisé un test de l'activité de 27 composés taniques sur 8 souches différentes dont les Gram+ (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*), les Gram- (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*), et les levures (*Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*). Cette recherche a montré la présence d'une activité antibactérienne faible à modérée aussi bien, sur les bactéries à Gram+ que les bactéries à Gram- et une grande activité anti fongique.

Selon BABA MOUSSA et *al.* (1998), L'étude de sept combretaceae de l'ouest africain présente un effet anti fongique sur *Candida albicans*, *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum supseum*, *Trichophyton mentagraphytes* et *Trichophyton rubrum*). En analysant ces résultats, ces auteurs ont découvert que, les extraits responsables de cette activité sont issus des plantes riches en tanins et en saponines, Ceci confirme le rôle des tanins dans cette activité.

#### V.4.2. Activité anti-diarrhéique

Toutes les études menées montrent que, les tanins sont des substances anti-diarrhéiques. La confirmation a été apportée aussi par les études de BRUNETON, (1999). Cette activité semble être liée à leur pouvoir astringent et anti-infectieux.

#### V.5. Usage industriel

Cette propriété explique aussi bien leur aptitude à transformer la peau fraîche en cuir, imputrescible et peu perméable, résultant d'une combinaison tanins-collagène, que leur astringence, provoquée par une perte des propriétés lubrifiantes de la salive par suite de la précipitation, par les tanins (MONTIES, 1980).

*Etude*  
*expérimentale*

## VI.1. Matériel végétal

### VI.1.1. Echantillonnage des figes

Les échantillons utilisés dans notre étude proviennent de trois régions différentes de la willaya de Tizi-Ouzou, qui sont comparées avec une variété de figes commercialisées. Le tableau ci-dessous présente la région, la variété et le type de séchage.

**Tableau IV** : différentes variétés de figes utilisées dans nos expériences

Echantillons	Région de récolte	Variété	Type de séchage
Echantillon 01	Bouzeguène	Jaune	Séchage naturelle
		Noire	
Echantillon 02	Michelet	Jaune	
		Noire	
Echantillon 03	Yakourène	Jaune	
		Noire	
Echantillon 04	Sétif	Jaune	Séchage aux séchoirs industriels



**Figure 09** : aspect de figes de la région de Yakourène (variété noire).

### VI.1.2. Le jujube

Le fruit de *Zizyphus jujuba* est originaire de la région de Tipaza, il a été récolté en mois de septembre 2016. L'objectif d'utiliser ce fruit réside dans sa richesse en substances bioactives (flavonoïdes et tanins) (BENAHMED DJILALI et al. 2016) et ses qualités sensorielles (goût et arôme) très appréciables d'où nous avons jugé utile de combiner le sirop figes avec celui de jujube afin d'élaborer un sirop thérapeutique bio contre la diarrhée.

### VI.1.3. *Pulicaria odora*

C'est une plante comestible récoltée mois de mai de la région d'Azeffoune. Ses feuilles sont séchées à air libre et à l'obscurité, une fois séchées sont broyées et la poudre obtenue a été tamisée à l'aide d'un tamis de fine granulométrie. Cette plante est connue par sa richesse en tanins et d'autres effets thérapeutiques en se basant sur des résultats de travaux ultérieurs faites par notre promotrice, qui sont en cours de publication.

## VI.2. Matériel biologique

Les souches utilisées pour réaliser l'antibiogramme des tanins et du sirop sont : une à Gram positive (*Staphylococcus aureus*), une à Gram négative (*Escherichia coli*) et une levure (*Candida albicans*). Le choix de ces souches est basé sur le fait qu'elles sont des souches commensales de l'homme et elles sont résistantes à plusieurs molécules actives.

## VI.3. Méthodes d'analyses

La partie expérimentale comporte huit étapes :

- Contrôle de la qualité microbiologique de sept variétés de figes sèches.
- Analyse physico-chimique de toutes les parties composantes des figes sèches.
- Activité antimicrobienne des tanins extraits vis-à-vis de trois souches pathogènes,
- Préparation d'un sirop anti-diarrhée, à base des sirops des figes sèches et de *Z.jujuba* et la poudre des feuilles de *P. odora*.
- Analyses physico-chimique et sensorielle des sirops élaborés.
- Activité antimicrobienne de la meilleure formulation de sirop choisi.

### VI.3.1. Analyse microbiologique des figes sèches

#### VI.3.1.1. Revivification

La qualité hygiénique de toutes les variétés de figes a été analysée. Une dilution  $10^{-1}$  est préparée à partir de chaque variété à raison 25g de figes coupées en morceaux revivifiés dans 225ml de TSE (Tryptophane Sel Eau) pendant 1h.

#### VI.3.1.2. Recherche d'*Escherichia coli*

La recherche de ce germe est effectuée dans le milieu VRBL (milieu Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre).

On a réalisé un ensemencement en masse de 4 dilutions décimales ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$ ).

### VI.3.1.3. Recherche des levures et des moisissures

Cette analyse est effectuée dans le milieu Sabouraud qui est sélectif aux levures et moisissures. On a fait un ensemencement en masse de 6 dilutions décimales ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$ ).

#### ➤ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre de bactéries /mg de figes sèches, et le nombre est calculé selon l'équation suivante :

$$N = \frac{\text{Ensemble de colonies}}{V (n_1 + 0,1n_2) d1}$$

Soit :

N : Ensemble de colonies : somme de colonies de boites de deux dilutions successives choisies proches à la solution mère.

V : c'est le volume d'inoculum déposé par boite.

$n_1$  : le nombre de boites considérées à la première dilution retenue.

$n_2$  : nombre de boites considérées à la deuxième dilution retenue.

d1 : facteur de la première dilution retenue.

## VI.4. Analyse physico-chimique des figes sèches

### VI.4.1. Mesure du pH (NF V 05-108, 1970)

10ml d'eau distillée chaude sont ajoutés à 2g de chaque échantillon, le mélange est broyé et laisser refroidir, ensuite le pH mètre et étalonner avec la solution tampons. On prélève alors un volume important pour la prise d'essai et on note la valeur affichée par le pH mètre (InoLab).

### VI.4.2. Test de l'humidité (NF V 03-903)

5g de chaque échantillon est étalé dans des creusets en verre, puis ils sont mis dans une étuve (memmert) pendant 15 minutes à  $105\text{C}^\circ \pm 2$ . Une fois retirés, ils sont placés dans un dessiccateur pour éviter toute réhydratation, après refroidissement on les pèse avec la balance de précision (Sartorius BP121S). L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

➤ **Expression des résultats**

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

$$H(\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

Soit :

$M_1$  : masse de la capsule et la matière fraîche avant séchage

$M_2$  : masse de l'ensemble après séchage

$M_0$  : masse de la prise d'essai

**VI.4.3. Teneur en cendres (NF V 05-113, 1972)**

5g de chaque échantillon sont mis dans des capsules en porcelaine, ensuite ils sont calcinés à 550°C dans un four à moufle (Nabertherm B170) jusqu'à l'obtention d'une poudre blanchâtre. Les cendres sont retirées et refroidis dans un dessiccateur, puis pesées avec la balance de précision (Sartorius BP121S).

➤ **Expression des résultats**

$$MO(\%) = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

Soit :

MO(%) : matière organique

$M_1$  : masse de la capsule et la prise d'essai

$M_2$  : masse de la capsule et les cendres

P : masse de la prise d'essai

$$Cendre (\%) = 100 - MO$$

#### VI.4.4. Teneur en sucres

Dans ce dosage on met en évidence deux catégories de sucres qui sont les sucres totaux et les sucres réducteurs.

##### ➤ Préparation du filtrat 1

- 10g d'échantillon sont mélangés avec 2,5ml d'acétate de zinc, le volume est ajusté à 66 ml à l'eau distillée.
- Agiter à plusieurs reprises et laisser reposer pendant 15min.
- Ajuster avec l'eau distillée a 100ml.
- Homogénéiser et filtrer sur un papier filtre et récupérer le filtrat.

##### ➤ Préparation du filtrat 2

- Prélever 50 ml du filtrat 1 et ajouter 5ml de HCL concentré.
- Chauffer le mélange au bain marie à 70C° pendant 5min.
- Neutraliser avec le NaOH (10N) en présence de la phénophtaléine à 1%.

#### 1) Dosage des sucres totaux

- Prélever 5ml de la solution Fehling A et 5ml de la solution Fehling B, dans un bécher et ajuster jusqu'à 100ml avec l'eau du robinet.
- Chauffer le contenu jusqu'à ébullition, titrer avec le filtrat 2 obtenue jusqu'à la disparition de la couleur bleu.
- Ajouter deux gouttes du bleu de méthylène jusqu'à se que la coloration marron cuivre apparait.
- Noter le volume du filtrat2 (V2)

##### ➤ Expression des résultats

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

$$ST = \frac{500}{V (V_2 - 0.05)} \times 10$$

Soit :

ST : quantité de sucre totaux (%).

V : volume de la prise d'essai.

V<sub>2</sub> : volume du filtrat 2 utilise pour le titrage.

## 2) Dosage des sucres réducteurs

- Introduire 5ml de la solution de 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 ébullition
- Titrer avec le filtrat 1 jusqu'à ce que la tinte bleu disparaît
- Ajouter deux gouttes de bleu de méthylène et continuer le titrage jusqu'à ce que la couleur rouge brique apparait
- Arrêter le titrage et noter le volume du filtrat 1 (V<sub>1</sub>).

### ➤ Expression des résultats

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

Soit :

S<sub>R</sub> : la quantité de sucres réducteurs (%).

V : le volume de la prise d'essai.

V<sub>2</sub> : volume du filtrat 1 utilisé au titrage.

## VI.4.5. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

### VI.4.5.1. Extraction des polyphénols (OWEN et JOHNS, 1999)

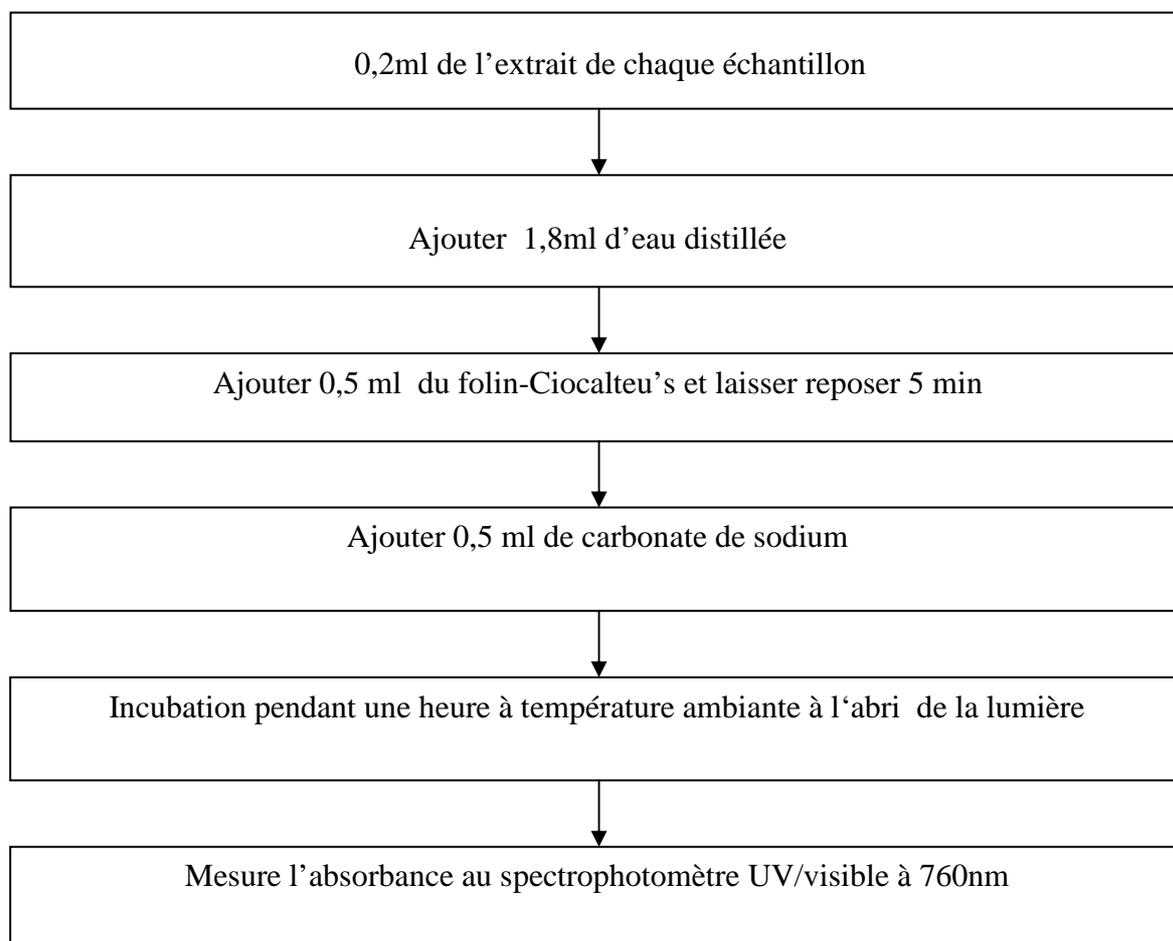
C'est une extraction solide-liquide, le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide-liquide et dissoudre le principe actif pour l'entraîner à l'extérieur.

Les solvants utilisés dans la présente étude sont l'eau distillée et l'éthanol pur à 96%. 1g de figes sèches est broyé et laisser macérer dans 20ml de solvant pendant 5 jours avec agitation périodique. Après filtration des extraits, les filtrats sont récupérés et concentrés au rotavapeur à 60°C.

#### VI.4.5.2. Dosage des polyphénols totaux

Le réactif Folin-Ciocalteu's ayant une couleur jaune due aux mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et l'acide phosphomolybdique ( $H_3PMoO_4$ ). Après oxydation des polyphénols, ces derniers sont réduits en oxyde de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{23}$ ), ce qui provoque le changement de la couleur du réactif dont l'intensité dépend de la quantité de polyphénols dans le milieu (BIOZOT et CHARPENTIER, 2006).

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits a été réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre selon le diagramme suivant :



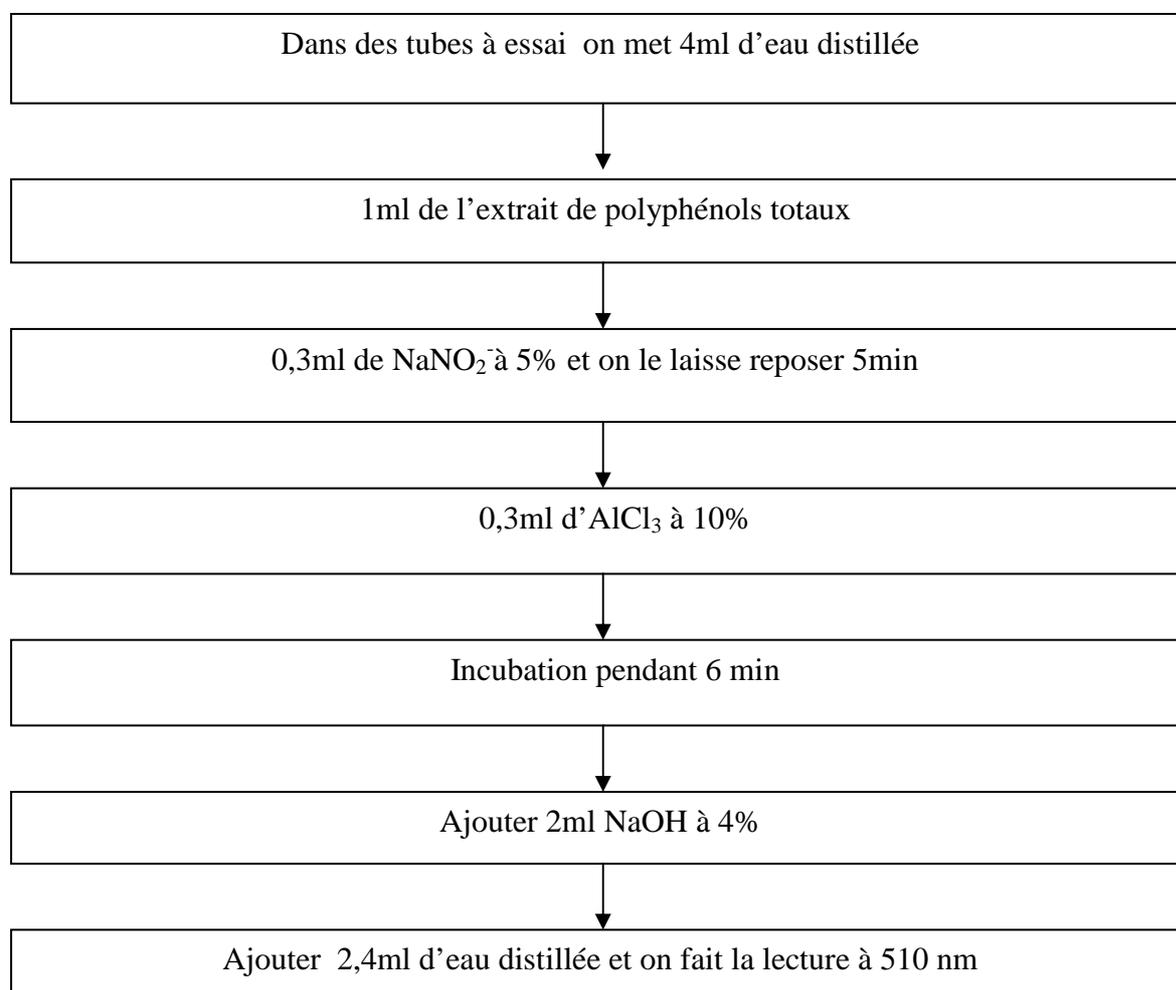
**Figure 10:** Diagramme de dosage des polyphénols totaux (ABDELHAMEED, 2009).

➤ **Expression des résultats**

Les valeurs des polyphénols des différents extraits sont calculées à partir de la courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme standard. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique /g du poids sec du fruit.

**VI.4.6. Dosage des flavonoïdes (KOSALEC et al. 2004)**

On dose les flavonoïdes des différents extraits en suivant les étapes selon le diagramme suivant :



**Figure 11** : schéma représentant le protocole de dosage des flavonoïdes (KOSALECET *al*, 2004).

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus à partir de la courbe d'étalonnage en utilisant la quercitine comme standard (Annexe01). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de quercitine /g du poids sec du fruit.

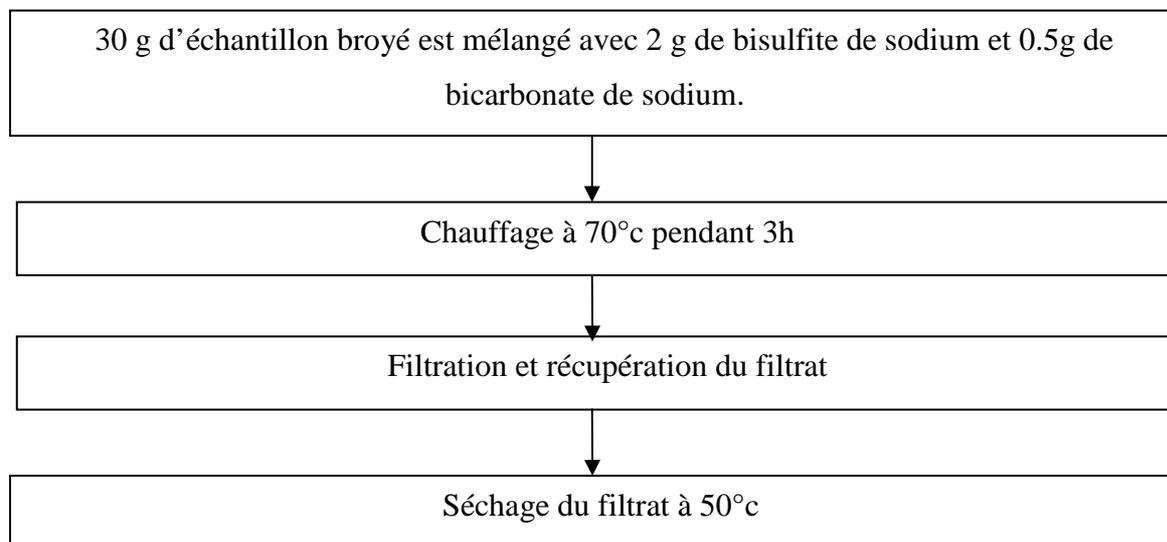
#### VI.4.7. Détermination de la teneur en tanins

##### VI.4.7.1.Extraction des tanins

Deux méthodes d'extraction ont été appliquées pour extraire des tanins, l'une aux sels et l'autre au méthanol, afin d'en déduire le meilleur rendement.

➤ **Extraction avec des sels**

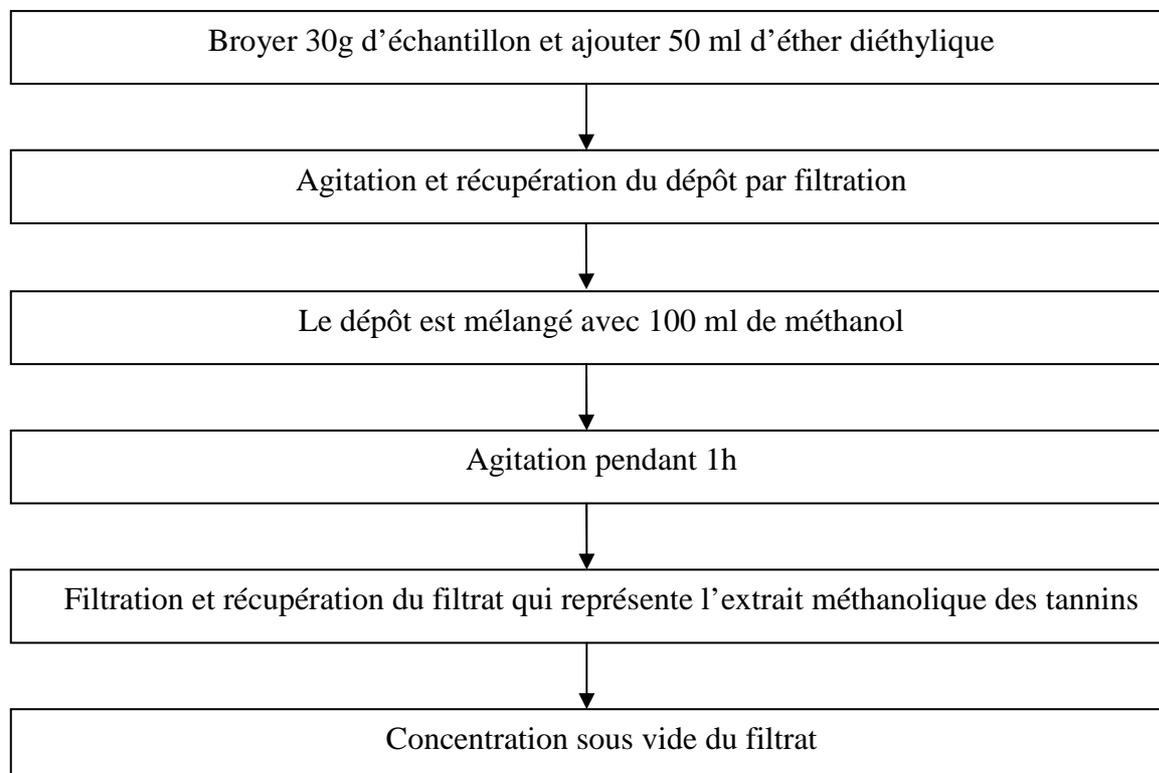
Ce type d'extraction est réalisé à l'eau et avec des sels, selon le diagramme suivant :



**Figure 12 :** Etapes d'extraction des tanins à l'eau (BIAYEM, 2002).

➤ **Extraction avec des solvants**

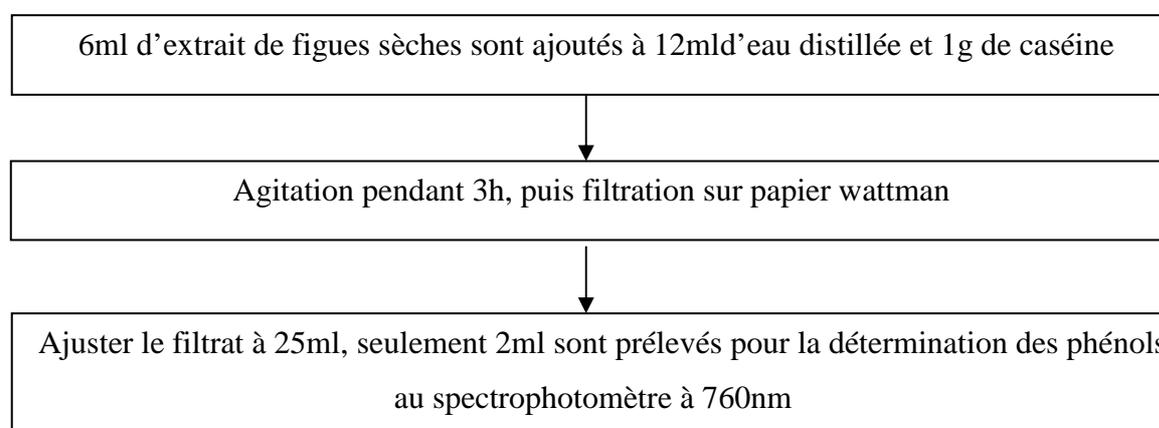
Elle consiste en l'utilisation du méthanol à 80%, selon la méthode suivante :



**Figure 13 :** Etapes d'extraction des tannins au méthanol (BIAYEM, 2002).

**VI.4.7.2. Dosage**

A partir de l'extrait de chaque variété de figes sèches, on détermine le taux de tanins, en utilisant la technique de précipitation à la caséine (figure 17).



**Figure 14:** schéma de dosage des phénols (BIAYEM, 2002).

➤ **Expression des résultats**

La quantité des tanins est donnée par la différence entre la quantité des phénols totaux et la quantité des phénols totaux qui sont obtenus après fixations des tanins sur la caséine.

➤ **Calcul du rendement**

Lors de l'extraction des tanins on doit alors déterminer le rendement de chaque variété, et pour chaque méthode d'extraction en utilisant la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{M}{M_0} \times 100$$

Soit :

R (%) : le rendement.

M : le poids sec des tanins.

M<sub>0</sub> : le poids de la prise d'essai.

### **VI.5. Test de l'infra rouge**

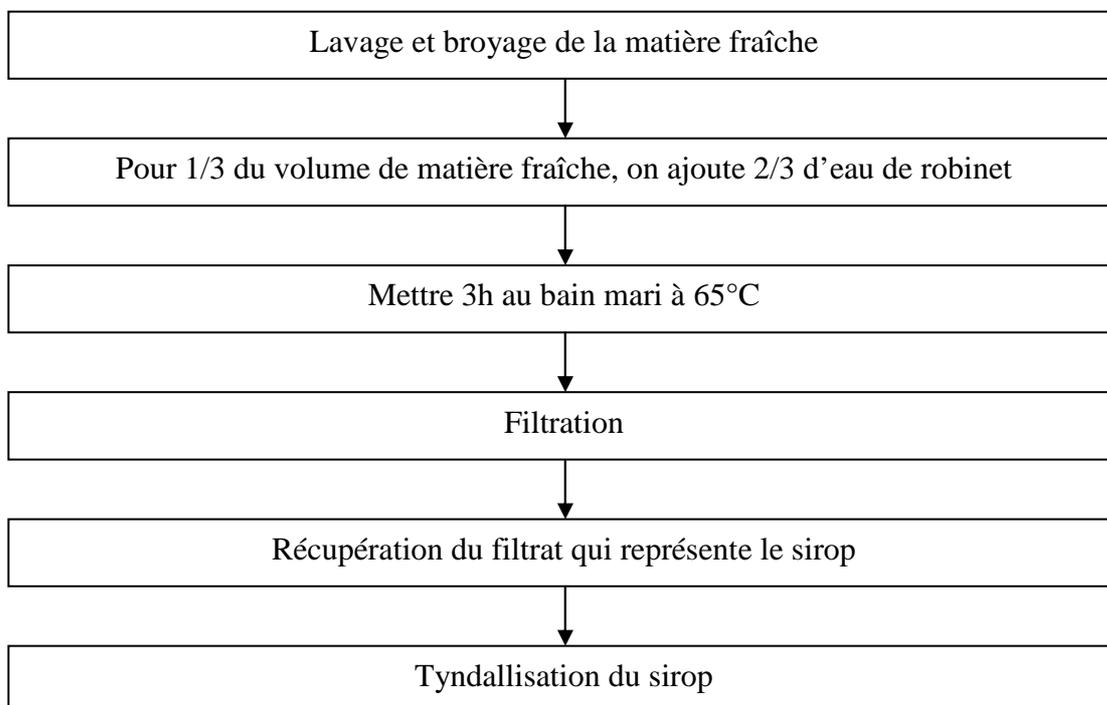
Réaliser à l'INH de Boumerdes, avec un spectre de rhamnolipides. Il sert à indiquer la composition des tanins obtenus après extraction à l'eau et au méthanol.

### **VI.6. Activité antimicrobienne des tanins**

On prépare la solution des tanins en utilisant le même solvant que l'extraction avec une concentration de 0,5 g de tanins dans 2ml du méthanol et on agite. Puis on a adopté la méthode d'ensemencement par écouvillon des souches jeunes. Chaque disc est imbibé avec 20 µl d'extrait. Après incubation, les zones d'inhibition sont calculées.

**VI.7. Elaboration d'un sirop à partir de figes sèches, *Z. jujuba* et *P. odora*****➤ Préparation des sirops**

La préparation des sirops se fait selon les étapes suivantes :



**Figure 15 :** Méthode de préparation du sirop.



**Figure 16 :** Aspects des sirops de figes et du jujube

**➤ Formulation des sirops**

Plusieurs formulations ont été préparées à base de la poudre de *Pulicaria odora*, et des sirops de figes sèches et du jujube avec différents pourcentages, qui sont précisés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau V** : Différents ingrédients de chaque formulation

Formulation	<i>Pulicaria odora</i> (g/100 ml)	Sirop de figes sèches(%)	Sirop de jujube (%)
F1	0	100	0
F2	0	0	100
F3	0	50	50
F4	0	25	75
F5	0	75	25
F6	1	50	50
F7	1	25	75
F8	1	75	25

**VI.8. Analyse physico-chimiques des sirops élaborés****VI.8.1. Mesure du pH (NF V 05-108, 1970)**

On mesure le pH des différentes formulations de sirops à l'aide d'un pH mètre (InoLab) préalablement étalonné avec une solution tampon.

**VI.8.2. L'acidité titrable (NF V 05-108,1997)**

Elle représente la somme des acides libres. La méthode colorimétrique, a été utilisée. Il s'agit d'un titrage à l'hydroxyde de sodium 0,1N en présence de l'indicateur coloré, qui est la phénophtaléine. On prélève 25ml de sirop, et on complète avec l'eau distillée jusqu'à 250 ml, ensuite on prélève un volume de 25ml de la solution préparée et on ajoute deux gouttes de la phénophtaléine, et on titre avec la solution de soude jusqu'au virage de couleur de l'indicateur coloré au rose.

**➤ Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés avec l'équation suivante :

$$\text{Acidité}(mg /100ml) = \frac{250}{25} \times \frac{V_1}{10} \times \frac{100}{V_0}$$

V0 : volume en ml de la prise d'essai

V1 : volume en ml de la solution NaOH utilisée

**VI.8.3. Le °Brix ou TSS (NF V 05-109, 1970)**

C'est le taux de résidus sec soluble, qui est mesuré avec un réfractomètre.

**VI.8.4. Dosage des polyphénols**

Le dosage des polyphénols à été déterminé selon la méthode décrite par ABDELHAMEED, (2009).

**VI.8.5. Dosage des flavonoïdes**

Le dosage des flavonoïdes à été réalisé selon le protocole décrit par KOSALECET *al.* (2004).

**VI.8.6. Dosage des tanins**

Le dosage des tanins à été fait selon la méthode de BIA YEM (2002).

**VI.8.7. La vitamine C**

Aussi appelé l'acide ascorbique, elle est déterminée par la méthode colorimétrique en utilisant l'iode comme révélateur et l'amidon comme un indicateur coloré

**➤ Expression des résultats**

La quantité de la vitamine C est calculée selon la relation suivante :

$$Y = N \times 20 \times 4,4 \text{ d'acide ascorbique/l}$$

Y : quantité de la vitamine C dans l'échantillon ( mg/l)

N : nombre de ml d'iode

**VI.8.8. Détermination de la teneur en caroténoïdes (JOURDAN, 2006)**

Les caroténoïdes sont dosés par une méthode colorimétrique en utilisant le spectrophotomètre à 450nm.

**➤ Expression des résultats**

$$C (\%) = \frac{DO \times d}{2.8 \times C}$$

C% : c'est la concentration en caroténoïdes.

DO : absorbance de la solution à 450nm.

d : Dilution utilisée

C : la concentration de la solution.

### **VI.9. Analyse sensorielle des sirops**

Ce test mesurant l'acceptabilité des sirops par le consommateur. Les six formulations préparées ont été jugées de part leurs goût, odeur, viscosité et couleur. Par la suite, elles sont notées par ordre décroissant par les dégustateurs qui sont constitués de 26 personnes, dont 13 femmes et 13 hommes qui sont des ingénieurs de laboratoire et des étudiants de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, et des membres de notre famille.

La dégustation est faite à température ambiante. Les sirops sont étiquetés, sans révéler la composition exacte de chaque formulation mis dans des flacons transparents. Les résultats sont donnés dans une fiche d'acceptation (annexe 02).

### **VI.10. Analyse microbiologique de la meilleure formulation de sirop**

Les souches utilisées pour réaliser l'antibiogramme sont : une souche à Gram négative (*Escherichia coli*), une souche à Gram positive (*Staphylococcus aureus*) et une levure (*Candida albicans*).

Le sirop est directement utilisé comme substance active contre les microorganismes.

### **VI.11. Test de stabilité**

Le test de stabilité a été effectué sur la meilleure formulation (F<sub>8</sub>). Ce sirop a été préparé et analysé le jour même puis après incubation à 31 °C pendant 21 jours.

***Chapitre VII :***  
***Résultats et discussion***

### VII.1 Résultats de l'analyse microbiologique des figes

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyse microbiologiques des différentes variétés de figes étudiées.

**Tableau VI:** Résultats d'analyse microbiologique des figes sèches.

Echantillons	Variétés	Nombre de colonies de levures à 30°C relatif ( $\times 10^6$ UFC /g)	Les moisissures à 30°C (UFC /g)	<i>Escherichia coli</i> à 44°C (UFC /g)
Échantillon de Bouzeguène	Jaune	8	Abs	Abs
	noire	16	Abs	Abs
Échantillon 2 de Michelet	jaune	2	Abs	Abs
	noire	2	Abs	Abs
Échantillon 3 de Yakourène	jaune	2	Abs	Abs
	noire	3	Abs	Abs
Échantillon 4 Industrielle	jaune	13	abs	Abs
Norme des fruits secs		5	10	3

Les différentes variétés des figes sèches étudiées sont de bonne qualité microbiologique, puisque il n'y a pas de moisissures donc il n'y a pas de risque de présence des mycotoxines, on remarque aussi l'absence de *Escherichia coli* ce qui confirme les bonnes conditions de conservation.

Néanmoins, les levures sont présentes avec une teneur supérieure à la norme pour quelques échantillons, le développement des levures est expliqué par la présence des sucres qui sont fermentescibles.

## VII.2 Résultats d'analyses physico-chimiques des figes

### VII.2.1 Résultats du pH

Le tableau suivant indique les valeurs du pH des variétés analysé

**Tableau VII** : Résultats du pH des figes sèches.

Echantillons	Variétés	Ph
Figes sèches de la région de Bouzeguène	jaune	5,995±0,007
	noire	5,67±0,028
Figes sèches de la région de Michelet	jaune	5,875±0,021
	noire	5,755±0,042
Figes sèches de la région de Yakourène	jaune	5,71±0,042
	noire	5,635±0,021
Figes sèches industrielles	jaune	5,575±0,063

Les résultats obtenus montrent que, le pH des différentes variétés de figes sèches utilisées dans notre étude varie de 5,5 à 5,9 caractérisant ainsi des figes sèches de qualité moyenne. Généralement, ce pH favorise la prolifération d'*Escherichia coli* et des moisissures. Parfois, ces dernières peuvent induire des pathologies aux consommateurs grâce à la production des mycotoxines (BOURGEOIS et al. 1988 et GUIRAUD, 2003).

### VII.2.2 Résultats de l'humidité

**Tableau VIII** : Résultats du test d'humidité pour les figes sèches.

Echantillons	Variétés	Teneur en eau (%)
Figes sèches de la région de Bouzeguène	Jaune	14,4±0,678
	Noire	13±0,197
Figes sèches de la région de Michelet	Jaune	20,27±0,183
	Noire	21,3±0,82
Figes sèches de la région de Yakourène	Jaune	14,32±0,339
	Noire	14,45±1,626
Figes sèches industrielles	Jaune	13,22±0,113

Les résultats du tableau VII montre que, toutes les variétés étudiées présentent des teneurs en eau importantes, allons de 10 à 40 %. La teneur élevée en humidité est liée à l'humidité des lieux de stockage et à la situation géographique (BOOIJ et *al.* 1992).

### VII.2.3 Résultats de la teneur en cendres

Le tableau IX présente la teneur en cendres des différents échantillons.

**Tableau IX :** Résultats de la teneur en cendres des figes sèches.

Echantillons	Variétés	Teneur en cendres(%)
Figes sèches de la région de Bouzeguène	Jaune	1,38±0,876
	Noire	4,04±0,791
Figes sèches de la région de Michelet	Jaune	3,38±0,848
	Noire	2,11±0,947
Figes sèches de la région de Yakourène	Jaune	1,76±0,452
	Noire	2,5±0,593
Figes sèches industrielles	Jaune	1,58±0

Nous pouvons déduire d'après ce tableau que, toutes les variétés étudiées sont riches en cendres. Cette teneur est en relation avec la composition minérale.

En comparants avec des dattes Ghars et Mech-Degla dont le taux de cendres est de : 1.84 et 1.82% (BENAHMED DJILALI, 2012), les figes sèches : la variété noire de la région de Bouzeguène, les deux variétés de Michelet, et les figes sèches noire de Yakourène présentent une plus grande teneur en minéraux.

### VII.2.4 Résultats de dosage des sucres

Le tableau ci- dessous présente la teneur en sucres des figes sèches testé.

**Tableau X:** Résultats de la teneur en sucres totaux et en sucres réducteurs des figes sèches.

Echantillons	Variétés	Sucres totaux (g/100ml)	Sucres réducteurs (g/100ml)
Figes sèches de la région de Bouzeguène	Jaune	10,87±0,18	0,99±0,014
	Noire	29,2±0,29	0,49±0,014
Figes sèches de la région de Michelet	Jaune	4,73±0,35	1,11±0,16
	Noire	6,95±0,21	0,35±0,07
Figes sèches de la région de Yakourène	Jaune	8,25±0,07	0,88±0,021
	Noire	3,53±0,07	0,24±0,007
Figes sèches industrielles	Jaune	6,85±0,21	1,03±0,049

Les résultats trouvés révèlent que, les figes sèches analysées possèdent un goût sucré. Les sucres réducteurs sont plus au moins importants. Ces sucres sont fermentescibles par les levures qui sont présentent dans ces fruits.

La teneur en sucres des figes sèche très petite par rapport à la teneur en sucres des dattes sèches (DJOUAB, 2007).

### VII.2.5 Résultats de dosage des polyphénols

Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins des figes sèches analysés sont présenté dans le tableau suivant :

**Tableau XI** : Résultats des taux de polyphénols des figes sèches.

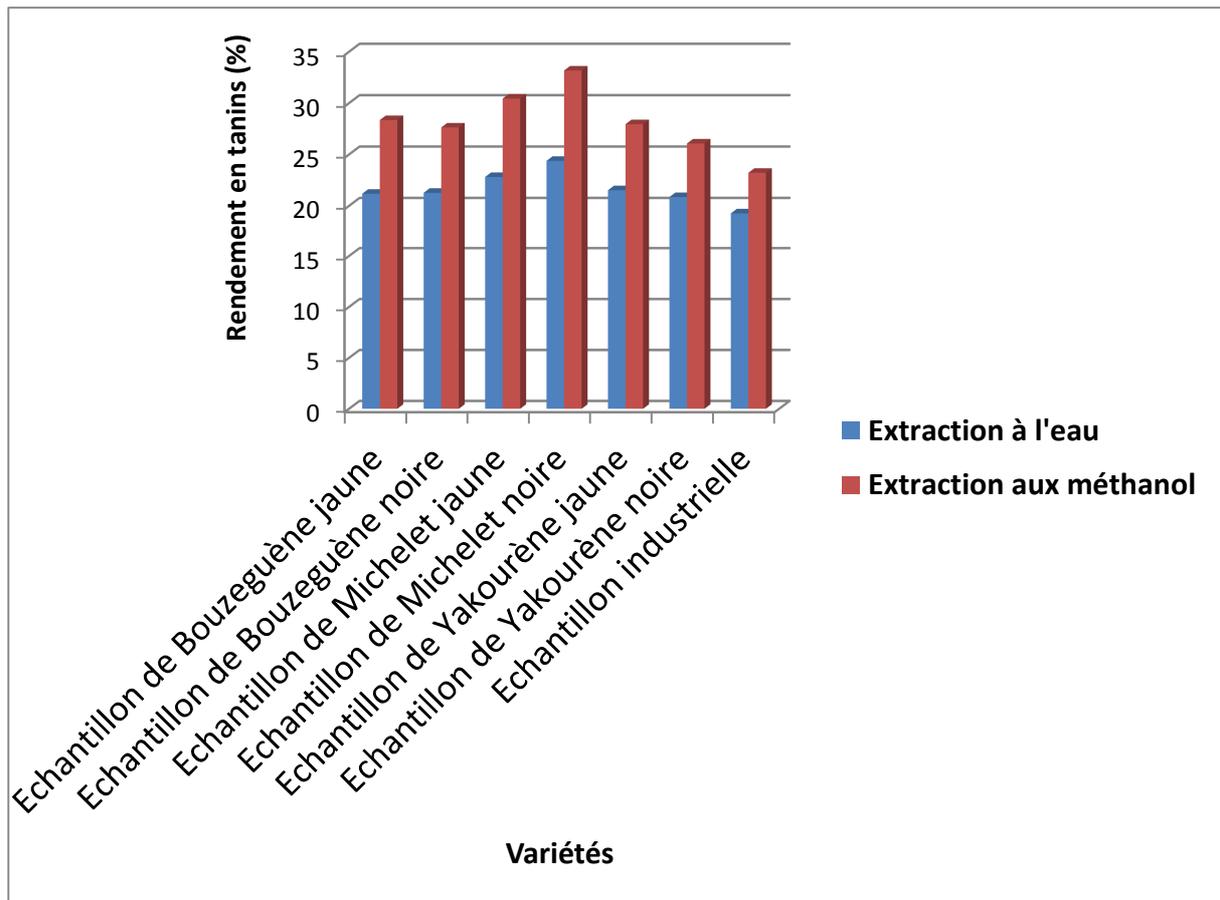
Echantillons	Variétés	Concentration en polyphénols (mg EAG/g MS)	Concentration en flavonoïdes (mg de quercetine/gMS)	Concentration en tannins (mg EAG/g MS)
Figes sèches de la région de Bouzeguène	Jaune	3,07±0,045	4,21±0,016	1,15±0,046
	Noire	3,51±0,026	5,37±0,007	2,16±0,001
Figes sèches de la région de Michelet	Jaune	6,83±0,037	6,4±0,071	5,47±0,002
	Noire	8,44±0,059	6,04±0,026	6,96±0,014
Figes sèches de la région de Yakourène	Jaune	3,41±0,055	5,06±0,007	2,09±0,004
	Noire	3,59±0,024	4,25±0,079	2,26±0,011
Figes sèches industrielles	Jaune	5,16±0,095	6,09±0,055	2,44±0,004

Selon les résultats obtenus dans le tableau précédant nous remarquons que, toutes les variétés sont riches en polyphénols totaux, en tanins et surtout en flavonoïdes. Particulièrement, les figes des deux la région de Michelet et celle transformée industriellement sont les plus riches en ces substances bioactives.

En comparant avec les résultats obtenus par DJOUAB (2007), la teneur en polyphénols et en flavonoïdes des figes sèches est plus élevée que celle des dattes sèches.

#### VII.2.6 Résultats des rendements d'extraction des tanins

Les résultats comparatifs du rendement des deux types d'extraction sont précisés dans la figure suivante :



**Figure 17:** Rendements d'extraction des tanins des variétés de figes des régions de Bouzeguène, Michelet, Yakourène et des figes sèches industrialisées.

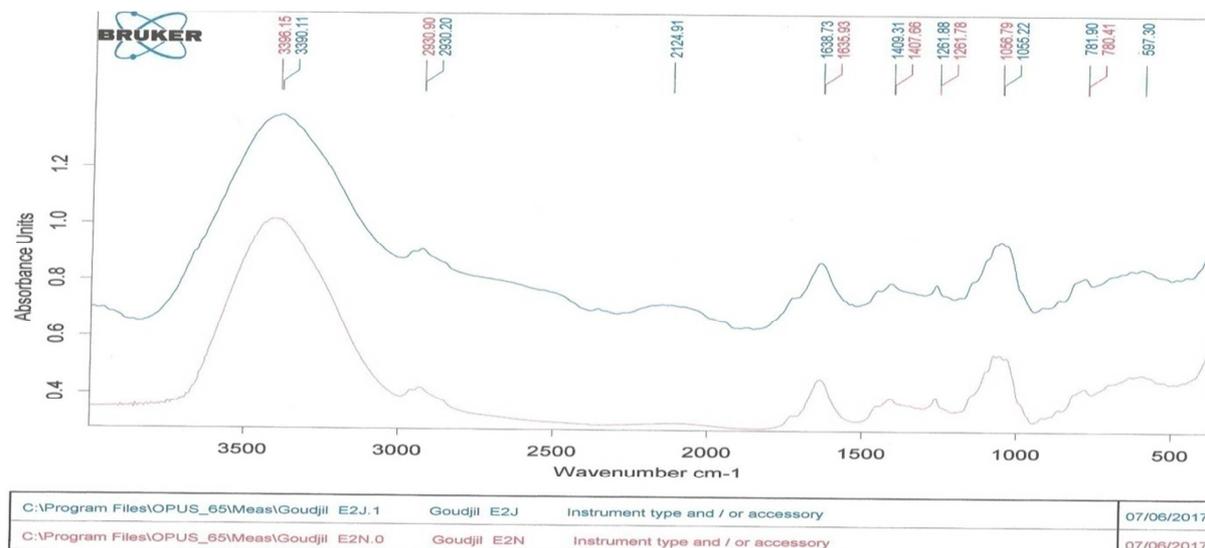
D'après les résultats obtenus, nous constatons que, le méthanol est un meilleur solvant d'extraction pour toutes les variétés étudiées. La variété noire de Michelet présente un meilleur rendement en tanins avec une teneur de 33.17 %.

La différence dans les taux d'extraction peut s'expliquer d'une part par la méthode d'extraction et d'autres part, par d'autres facteurs tels que : le type de la variété et le stade de maturité... etc.

Par rapport aux résultats obtenus sur l'analyse de dattes DAAS AMIIOUR (2009), les figes sèches présentent une plus grande teneur en tanins.

### VII.2.7 Résultats de l'Infra Rouge des tanins extraits des figes de la région de Michelet

Les spectres ci-dessous présentent les groupements fonctionnels des extraits des tanins des deux variétés de figes de Michelet.



**Figure 18** : résultats de l'Infra Rouge des tanins extraits des deux variétés de figes de la région de Michelet.

Les tanins des deux variétés (jaune et noire) analysées présentent les mêmes groupements fonctionnels (même allure de spectre IR) avec des intensités variables. Les deux spectres révèlent la présence de plusieurs composés rentrent dans la composition des tanins (alcools, aldéhyde, alcanes) et aussi la présence d'autres composés confirment la non pureté des tanins obtenus.

A  $3400\text{ cm}^{-1}$ , la liaison O-H associé des groupements alcools et phénols ont une vibration d'élongation forte et large.

A  $2930\text{ cm}^{-1}$  les liaisons C-H des groupements  $\text{CH}_2$  (alcanes), ont une vibration d'élongation asymétrique forte.

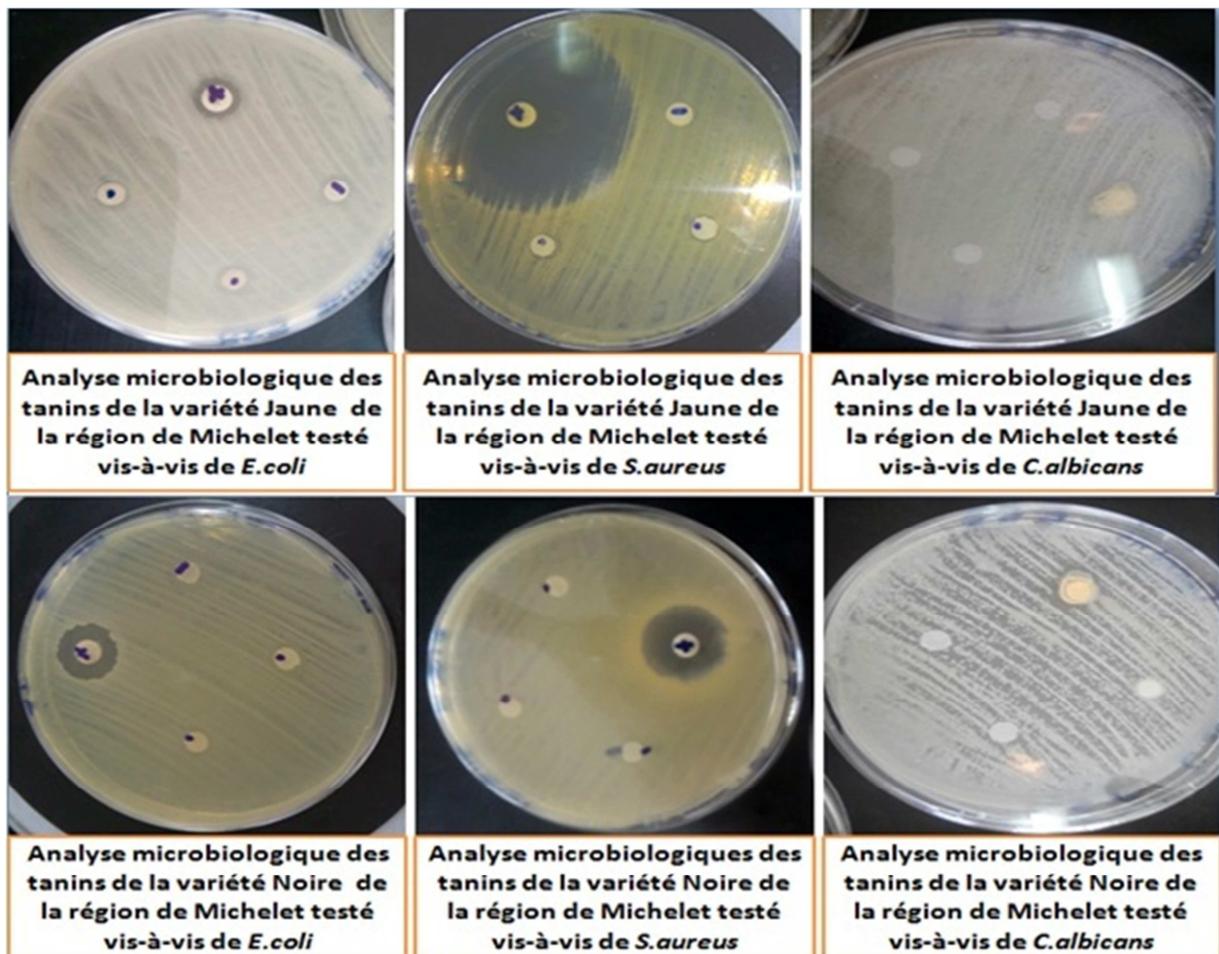
A  $1640\text{ cm}^{-1}$  une élongation moyenne des liaisons C=C des groupements alcènes. Par contre, à  $1400\text{ cm}^{-1}$  les groupements aromatiques ont des vibrations d'élongation de quatre bandes variables des liaisons C=C.

A  $1260\text{ cm}^{-1}$  les liaisons C-O des groupements acides ont des vibrations d'élongation fortes.

Les alcools primaires avec leurs liaisons C-O, ont des vibrations d'élongation variables à  $1050\text{ cm}^{-1}$ . Enfin à  $780\text{ cm}^{-1}$  il ya une déformation du groupement CH-CH.

### VII.2.8 Activité anti microbienne des tanins

Les résultats de l'activité sont illustrés dans la figure suivante :



**Figure 19** : Résultats de l'activité antimicrobienne des tanins des variétés de figes noires et jaunes de la région de Michelet.

Les résultats obtenus ne révèlent aucune zone d'inhibition vis –à-vis les souches testées. La prolifération des germes testés peut s'expliquer par plusieurs hypothèses comme suit :

1. La non purification des tanins obtenus (présence des sucres responsables de la prolifération des germes) ;
2. La concentration de la dose en tanins testés ;

3. La nature des tanins obtenus (tanins glucosés.....)
4. Résistance des souches utilisées (*C.albicans* résistante à l'antifongique)

### VII.3 Caractérisation physico-chimique des sirops élaborés

**Tableau XII:** Résultats d'analyse physico-chimique des formulations des sirops.

F \ T	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>
Brix à 60°C	21,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
pH à 23°C	4,99	4,38	4,59	4,63	4,39	4,55	4,63	4,39	4,55
Polyphénols (mg EAG/gMS)	6,97± 0,247	6,79± 0,214	6,18± 0,178	6,70± 0,44	6,93± 0,493	6,61± 0,389	6,83± 0,455	7,05± 0,495	6,77± 0,408
Flavonoïdes (mg Quercitine /gMS)	1,328± 0,278	1,135± 0,065	0,328± 0,013	0,343± 0,029	0,393± 0,19	0,411± 0,024	0,405± 0,014	0,413± 0,010	0,429± 0,018
Tanins (mg EAG/g)	4,87± 0,028	4,53± 0,102	1,55± 0,177	3,31± 0,124	2,88± 0,131	2,72± 0,147	3,31± 0,114	2,86± 0,11	2,81± 0,086
Acide ascorbique (mg/100g de jus)	30,1±0	8,8±0	8,8±0	8,8±0	17,6±0	17,6±0	17,6±0	26,4±0	17,6±0
Acidité titrable(mg d'acide citrique pour 100g de produit)	40± 0,61	41,52± 0,71	28,4± 0,64	41,2± 0,11	11,2± 0,15	8,12± 0,49	17,9± 0,07	11,7± 0,28	7,8± 0,81
Caroténoïdes (mg/g MS)	2,2 ± 0,05	2,11± 0,043	2,1± 0,045	1,65± 0,047	2,08± 0,013	2,0± 0,0556	1,95± 0,016	2,11± 0,0017	2,11± 0,20

F<sub>0</sub> : Sirops commercialisé (Nifazide marque SAIDAL)

F<sub>1</sub> : 100% sirop de jujube.

F<sub>2</sub> : 100% sirop de figues.

F<sub>3</sub> : 50% de sirop de jujube et 50% sirop de figues

F<sub>4</sub> : 75% sirop de jujube et 25% sirop de figues

F<sub>5</sub> : 25% sirop de jujube et 75% sirop de figues

F<sub>6</sub> : 1g de poudre de *Pulicaria odora* /100ml du sirop de la formulation F<sub>3</sub>

F<sub>7</sub> : 1g de poudre de *Pulicaria odora* /100ml du sirop de la formulation F<sub>4</sub>

F<sub>8</sub> : 1g de poudre de *Pulicaria odora* /100ml du sirop F<sub>5</sub>

Les résultats obtenus montrent que, le degré de Brix de toutes les formulations préparées dépasse 15%. Cette valeur reste inférieure à celle de sirop commercialisé.

Les formulations préparées possèdent un pH légèrement acide varie entre (4,3 à 4,6). Ces valeurs restent inférieures à celle de sirop de référence commercialisé.

Toutes les formulations enregistrent des teneurs élevées en polyphénols totaux qui sont proches à celle de celui de référence.

Cependant, les flavonoïdes sont présents mais à faibles quantités, les valeurs varient de (0,32 à 1,13 mg de Quercétine/g MS), elles sont toutes inférieures à la valeur trouvée pour le sirop de SAIDAL.

En ce qui concerne les tanins, les valeurs varient entre (2,8 à 3,3 mg EAG/gMS). La formulation F<sub>2</sub> enregistre la petite valeur. Par contre la formulation F<sub>1</sub> présente la même teneur en tanins que celle du sirop de SAIDAL.

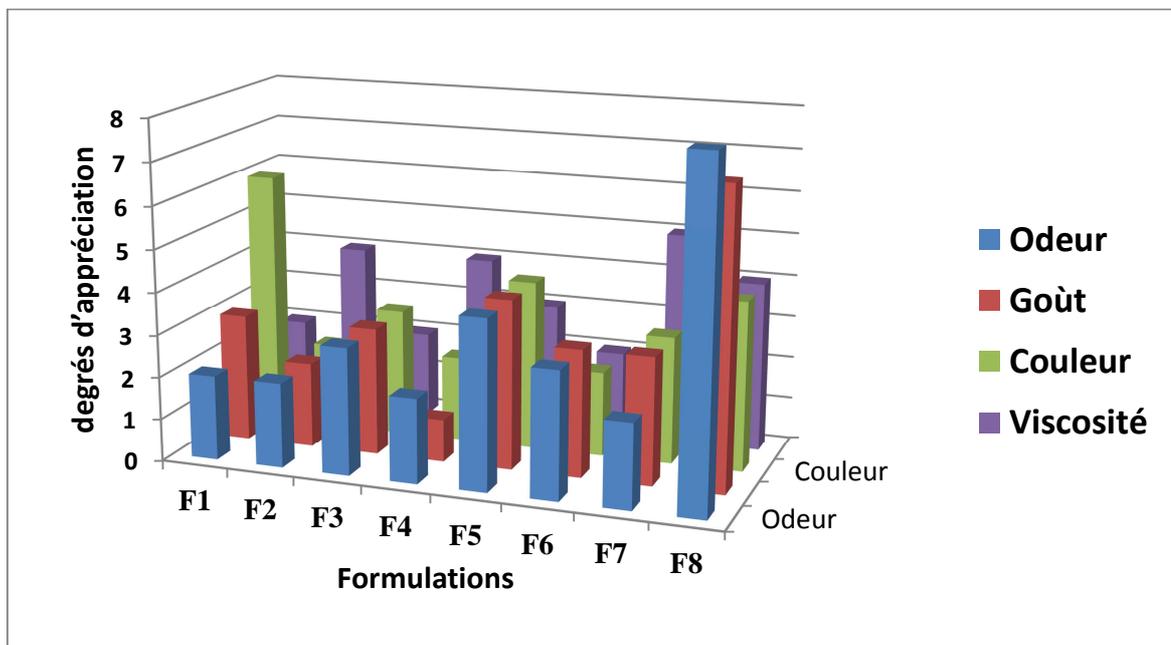
Toutes les formulations possèdent de la vitamine C à des teneurs variables et qui restent inférieures à celle déclarée pour le sirop de SAIDAL. Cette différence s'explique par le fait que le sirop de SAIDAL est enrichi avec la vitamine C pure.

Presque toutes les formulations présentent des valeurs d'acidité très élevées, sauf les formulations F<sub>1</sub> et F<sub>3</sub> sont les plus proches à celle du sirop de SAIDAL.

Les teneurs des caroténoïdes comme substances bioactives des différents sirops sont très proches et elles varient de (1,6 à 2,1 mg/g MS), elles sont toutes proches à la valeur retrouvée pour le sirop de SAIDAL.

### VII.4 Test sensoriel

Les résultats d'analyse organoleptique des sirops préparés sont présentés dans la figure ci-dessous.



**Figure20** : Résultats de l'analyse sensorielle des différents sirops

Selon cet histogramme on déduit que, toutes les formulations présentent des paramètres organoleptiques variables d'une formulation à une autre. Citant, la formulation F8 présente une meilleure odeur. La formulation F7 présente une viscosité élevée. Cette viscosité est liée à la présence polymères (polysaccharides) constituants de la poudre de la plante *P. odorea*.

Notamment, le sirop de la formulation F1 se caractérise par une couleur plus claire que les autres et qu'est bien appréciée par les dégustateurs. La formulation F8 est classée comme meilleure de point de vue goût.

En se basant sur les résultats de quatre paramètres étudiés nous pouvons déduire que, la formulation F8 est bien appréciée par les dégustateurs.

### VII. 5 Activité anti microbienne du sirop F<sub>8</sub>

La dose testée du sirop choisi F<sub>8</sub> vis-à-vis les trois souches *E. coli*, *S.aureus*, et *C. albicans* n'a montré aucune zone d'inhibition. Ce résultat négatif peut s'explique par :

- La faible disponibilité des substances dans le sirop (facteur de dilution)
- Facteur de solubilité des substances bioactives dans l'eau (limitation de diffusion),
- Formation de nouvelles molécules complexes par exemple métaux et substances bioactives favorisant la croissance des germes,
- Résistance des souches

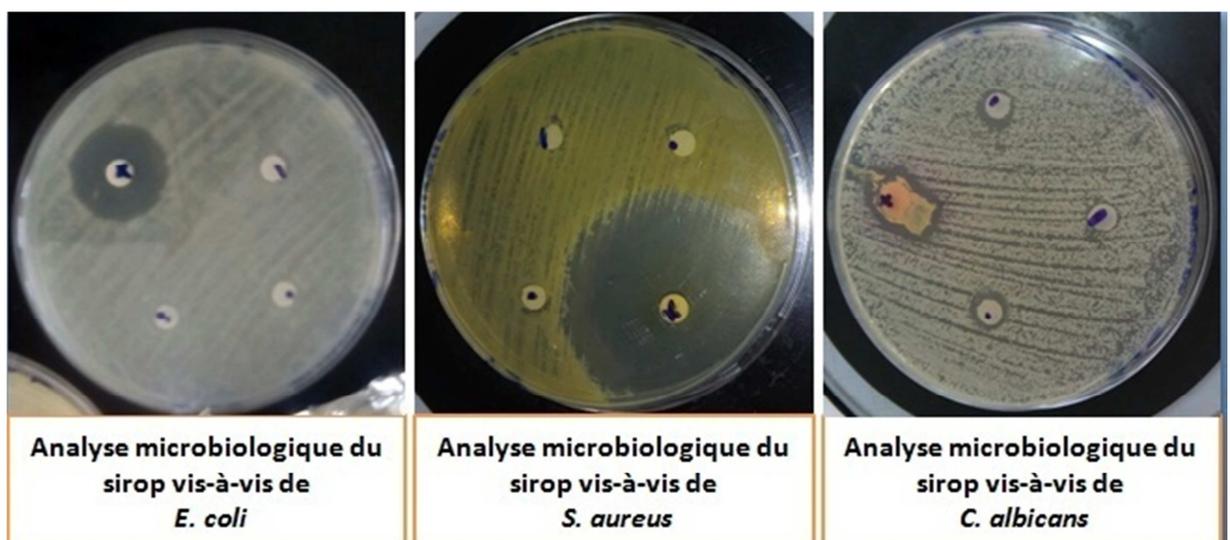


Figure 21 : Résultats de l'activité antimicrobienne du sirop F<sub>8</sub>.

### VII.6 Résultats des caractères physicochimiques après le test de stabilité

Les résultats obtenus après le test de stabilité sont incorporés dans le tableau suivant

**Tableau XIII:** Comparaison des paramètres physico-chimiques du sirop F<sub>8</sub> avant et après le test de stabilité.

Tests	Avant le test de stabilité	Après le test de stabilité
Brix à 60°C	15,5	6
pH à 23°C	4,55	3,94
Polyphénols (mgEAG/MS)	6,77±0,408	3,82±0,055
Flavonoïdes (mg Quercetine/MS)	0,429±0,018	0,41±0,308
Tanins (mg EAG//gMS)	2,81±0,086	2,77±0,026
Caroténoïdes (mg /g MS)	2,11±0,20	2,05±0,008
Vitamine C (mg/l)	17,6±0	2,64±0,0
Acidité titrable (mg/100ml)	7,8±0,81	11,11±0,057

Nous constatons une forte diminution dans la teneur des sucres réducteurs, qui sont fermentés lors de l'incubation à 30°C. Ceci se confirme par l'augmentation de l'acidité qu'est liée aux acides produits lors de la fermentation.

Par contre le pH, nous remarquons une légère diminution en comparaison à la valeur initiale. Les polyphénols totaux et la vitamine C sont affectés par l'effet de la durée et température d'incubation.

Néanmoins, les teneurs en flavonoïdes et tanins restent stables une petite variation a été observée.

# *Conclusion*

### Conclusion générale

Au vu des résultats obtenus, formulation d'un sirop anti diarrhéique à partir de figues sèche, *Pulicaria odorae* et *Ziziphus jujuba*.

La présente étude nous a permis de caractériser quelques variétés de figues sèches de la région de Tizi-Ouzou. Pour cela, des études physicochimiques et microbiologiques sur lesquelles ont été réalisées. Les résultats obtenus des deux études de caractérisation démontent que, les figues sèches sont de bonne qualité hygiénique et elles sont riches en polyphénols, tanins mais surtout en flavonoïdes. Deux variétés jaune et noire de la région de Michelet présentent les meilleurs taux en ces composés et elles sont riches en sucres.

D'après les analyses physico-chimiques et organoleptiques des différentes formulations de sirops préparés, la formulation F<sub>8</sub> qui est composée de 25% sirop de jujube ,75% sirop de figue et 1% de la poudre de la plante *Pulicaria odora* a été choisie comme meilleure formulation. En effet, elle présente presque la même composition que celle du sirop de référence (SAIDAL). Le test de stabilité révèle que, la formulation F<sub>8</sub> possède presque les mêmes taux des composés actifs tels que les tanins, les flavonoïdes pendant 21 jours à 30°C. Par contre une diminution de taux sucres réducteurs, pH, polyphénols, vitamine C a été constatée.

La variété Noire de la région de Michelet présente le meilleur rendement d'extraction en tanins en comparaison aux autres variétés de figues sèches, le méthanol est le meilleur solvant d'extraction des tanins.

L'activité microbiénne des tanins et du meilleur sirop choisi (F<sub>8</sub>) ne montre aucune zone d'inhibition vis – à – vis des souches pathogènes *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*. Ceci nécessite d'augmenter peut être la dose

Il est intéressant de poursuivre la présente étude en touchant les points suivant :

- Purification des tanins ;
- Détermination de la CMI ;
- Etude in vivo sur des souris pour évaluer l'effet thérapeutique ;
- Extraction d'autres substances bioactives (flavonoïdes, substances aromatiques) des figues pour l'utilisation dans d'autres thérapies.

*Références  
bibliographiques*

- **ABDEL-HAMEED E.S.(2009).**Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian Ficus species leaf samples. Food chemistry,114(4), 1271-1277.
- **Ait HADDOU L., BLENZAR A., MESSAOUDI Z., VAN DAMME P., BOUTKHIL S., et BOUKDAME A. (2014).** Effet du Cultivar, du Prétraitement et de la Technique de Séchage sur Quelques Paramètres physico-chimiques des Figes Séchées de Sept Cultivars Locaux du Figuier (*Ficus Carica L.*) au Maroc.European Journal of Scientific Research. Vol.121 No.4, 2014, pp.336-346.
- **ALAIS C., LINDEN G. et MICLO L. (2010).** Biochimie alimentaire. Sciences sup, 6<sup>ème</sup> éd., DUNOD, Paris.
- **ALBITAR N. (2011).** Etude comparative des procédés de séchage couplés à la texturation par Détente Instantanée Contrôlée DIC, en termes de cinétique et de qualité nutritionnelle. Applications \_à la valorisation des déchets agro-industriels. Thèse de doctorat. Université de la Rochelle UFR Pôle Sciences et Technologie. La Rochelle. France.
- **ATEFEIBU E. S. I. (2002).** Contribution à l'étude des tannins et de l'activité anti microbienne d'Acacia nilotica VAR ADANSONII, thèse de docteur en pharmacie. Université Cheikh ANTA DIOP de Dakar, Dakar. Sénégal.
- **BABA MOUSSA F., AKPAGANA K., BOUCHET P. (1998).** Comparaison de l'activité antifongique des feuilles et écorces de tronc de *Pteleopsis berosa* G. Don (Combretaceae). *Acta botanica gallica* -, 145, (3), p.223-288.
- **BENAHMED DJILALI A. (2012).**Analyse des aptitudes technologiques de poudre de datte (*Phoenix dactylifera.L*) améliorées par la spiruline. Etude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes. Thèse de doctorat. Université de M'HAMED BOUGARA- BOUMERDES. Algérie
- **BENAHMED DJILALI A., ELENA CASTELL M., ROSANA M. (2016).** Evaluation Of Physical-Chemical, Pharmacodynamic And Pharmacological Attributes Of Hot Air Dried And Swell Dried Jujube Powders. **Journal Of Food Process Engineering** Issn 1745-4530
- 
- **BIAYE M.(2002).** Action pharmacologique des tanins, thèse de docteur en pharmacie. Université Cheikh ANTA DIOP de Dakar, Dakar. Sénégal.
- **BIMBENET J.J.(2002).** Séchage, in « Technologie de transformation des fruits ». Tec et Doc.1<sup>ère</sup>éd., Lavoisier, Paris.

- **BRANGER A., RICHER M. M. et ROUSTEL S. (2007).**Alimentation et processus technologiques. EDUCAGRI éditions. 1<sup>ère</sup>éd. Dijon codex.
- **BRUNETON J. (1999).** Les tanins. Editions médicales internationales, , p.369-404.
- **CHEYNIER W., FULCRAND H., MOUTOUNET M., SARNI P., SOUQUET J.M., (1998).** Stabilisation tanins – anthocyanes données générales. PP: 11. Unité de Recherche des Polymères et des Techniques physico-chimiques. Montpellier. France.
- **COLLIN S., COUNET C., CALLEMIEN D. et JERKOVIC V. (2011).** Nomenclature et voies de synthèse des principaux polyphénols, in « Polyphénols et procédés ». Tec et Doc, 1<sup>ère</sup>édition, Lavoisier, Paris
- **CRONQUIST, A., Holmgren, N.H. et J.L. Revel (1972).**Intermountain Flora, 1. Hanfer Publ. Co., New York. In «Studies on Volatile Oils of Pulicaria Herbs.M.Sc. (Agric) Thesis. Fac. Agr. , U. of K. ».
- **DAAS AMIOUR S. (2009).** Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de Trois variétés de dattes (Phoenix dactylifera.L.) Et évaluation In vitro de leur activité biologique. Mémoire de Magister. Université El-Hadj Lakhdar - Batna Algérie
- **DANTHUA P., SOLOVIEVC P., TOTTEC A., TINEE A., AYEISSOUF N., GAYEB A., NIANGD T. D., MOUSSA SECKB M. et FALLE M. (2001).** Caractères physico-chimiques et organoleptiques comparés de jujubes sauvages et des fruits de la variété Gola introduite au Sénégal. Fruits, 2002, vol. 57, p. 173–182.
- **DJOUAB A. (2012).** Préparation et incorporation dans la margine d'un extrait de dattes des variétés sèches Mémoire de Magister. Université de M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES. Algérie
- **EL BOUZIDI S. (2002).** Le figuier : histoire rituel et symbolisme en Afrique du nord. In : Dialogues d'histoiresanciennes, vol.28, n° 2,pp. 103-120.
- **EL HACHIMI F., EL ANTARI A., BOUJNAH M., BENDRISSE A., ALFAIZ C. (2014).** Comparaison des huiles des graines et de la teneur en acides gras de différentes populations marocaines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie [Comparison of oilseed and fattyacid content of variousMoroccan populations of jujube, grenadier and pricklypear]. J. Mater. Environ. Sci. 6 (5) (2015) 1488-1502.
- **EL KHALOUI M. (2010).** Valorisation de la figue au Maroc. Transfère de technologie en agriculture. Bulletin mensuelled'information de liaison du PNTTA, Mars 2010 n°186 :

1-4.

- **ELALOUI M., LAAMOURI A., ALBOUCHI A., CERNY M., Mathieu C., VILAREM G. et HASNAOUI B. (2014).**Chemical compositions of the Tunisian Ziziphusjuzuba oil. Emir. J. Food Agric. 2014. 26 (7): 602-608.
- **ESPIARD E. (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Tec et Doc, 1<sup>ère</sup>éd., Lavoisier, Paris.
- **Fadwa, E.L.H., Mohamed, A., Aicha, E., Chems, E.A.G, Fouad, M., Ahmed, B., Amparo M.B. et H. Bovra (2005).** Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of *Pulicaria odora L.*, J. of Ethnopharm., 99:399-401.
- **FERRADJI A., CHABOUR H. et MALEK A. (2010).**Séchage solaire des figes: Bilan thermique et isotherme de désorption. Revue des Energies Renouvelables Vol. 14 N°4 (2011) 717 – 726.
- **GAMERO J. L. (2002).** Production de figes : perspectives pour la commercialisation des figes sèches; in : « Actes de la journée figuier potentialité et perspectives de développement de la fige sèche au Maroc. Institut nationale de la recherche agronomique, 1<sup>ère</sup> édition, INRA, Rabat.
- **GAUSSEN H., LEROY J. F., et OZANDA P. (1982).** Précis de botanique, tome II : Végétaux supérieurs Masson. 558- 560 pp.
- **JEDDI L. (2009).** Valorisation des figes de Taounate. Ingénieur d'état. Industries Agricoles et Alimentaires. Maroc.
- **JOURDES M.M. (2003).** Réactivité, Synthèse, couleur et activité biologique d'ellagitannins c-glycosidiques et flavano-ellagitannins. Thèse de doctorat .L'université Bordeaux I-Ecole doctorale des sciences chimiques. Bordeaux. France.
- **JOURDAN J.P.(2006).**cultivez votre spiruline .Manuel de culture artisanal pour la production de spiruline. Antenna technologie , Paris.
- **KOLODZIE J., KAYSER O., LATTE KP. et FERREIRA D. (1999).**Evaluation of the antimicrobial potency of tannins and related compounds using the micro dilution both method. Plantamedica, , 65, (5), p.444-446.
- **KONE B., DOUMBIA M. et KALINGANIRE A. (2009).** La culture du jujubier : un manuel pour l'horticulteur sahélien. World Agroforestry Centre. Programme Régional de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Manuel Technique No 10.

- **KOSALEC I., BAKMAZ M., PEPELJNJAK S. et VLADIMIR-KNEG EICS. (2004).** Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta Pharm.* 54 :65-72.
- **MACHEIX J. J., FLEURIET A. et JAY ALLEMANDE C.(2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Presses polytechnique et universitaires Romands, 1<sup>ère</sup> éd., L'Annonay.
- **MAESTRELLI A. et CHOUROT J.M. (2002).** Sélection des cultivars en relation avec la transformation, in « Technologie de transformation des fruits ». Tec et Doc. 1<sup>ère</sup> éd., Lavoisier, Paris.
- **MAHAMAT B. (1990).** Contribution à l'étude des Combretaceae du Sénégal. Comparaison de l'activité antibactérienne de trois espèces. Thèse de Docteur. D'Etat en Pharmacie, n°44.
- **MONTIES B. (1980).** Les polymères végétaux. Biochimie appliquée, 1<sup>ère</sup> éd., Gohier Villars. Bordas, Paris.
- **MUNIER P. (1973).** Le jujubier et sa culture. *Fruits*, mai 1973, vol. 28, n°5, p. 377-388.
- **NF V 03-903 (1970).**
- **NF V 05-108 (1970).**
- **NF V 05-109 (1970).**
- **NF V 05-113 (1972).**
- **OUALI S. (2008).** La technologie du séchage géothermique. *Revue des Energies Renouvelables SMSTS'08 Alger (2008)* 229 – 236.
- **OUAOUICH A. ET CHIMI H. (2005).** Guide de sécheur de figues. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, 1<sup>ère</sup> édition Copyright, Rabat.
- **OUKABLI A. (2003).** Le figuier un patrimoine génétique diversifier à exploiter. Transfère de technologie en agriculture. *Bulletin mensuelle d'information de liaison du PNTTA*, Juillet 2003, 106 : 1-4.
- **OWEN P.L. et JOHNS T. (1999).** Xanthipeoxidase inhibitory activity of north American plant remedies used for gout ; in « Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dates des variétés sèches ». Thèse de magister, Université de Boumerdes.
- **PAREEK S. (2013).** Nutritional composition of jujube fruit. *Emirates Journal of Food and Agriculture* June 2013. 25 (6): 463-470.
- **PERRET C. (2001).** Analyse de tanins inhibiteurs de la stilbène oxydase produite par *Botrytis cinerea*. Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel-Institut de chimie, Neuchâtel. Suisse.

- **PONTAPPIDAN A. (1997).** Le figuier. Le nom de l'arbre. 1<sup>ère</sup> édition, Actes sud, France.
- **RIBEREAU G. (1968).** Notions générales sur les composés phénoliques; in : « Les composés phénoliques des végétaux ». Ed. Dunod, 1-27.
- **ROGER J. P. (2002).** La conduite du figuier *Ficus carica* L. famille des moracées genre *Ficus* ; in : « Actes de la journée figuier potentialité et perspectives de développement de la figue sèche au Maroc. Institut nationale de la recherche agronomique, 1<sup>ère</sup> édition, INRA, Rabat.
- **TOUATI N., CASAS L., MANTELL C., MARTÍNEZ DE LA OSSA E. et F. BEDJOU (2014).** Green extraction methods of antioxidants from *Pulicaria odorata*. GPE – 4th International Congress on Green Process Engineering 7-10 April 2014 – Seville (Espagne).
- **VASHISHTHA B. B. (2001).** Zone aride Le jujubier reste toujours le jujubier. Sahel agroforesterie. N° 1 Juin 2001. CAZRI, 342 003, Jodhpur Inde.
- **VALDEYRON G., KJELLBERG F. et GARRONE B. (1998).** Le figuier. Les écologistes de l'Euzière. 2<sup>ème</sup> édition, Midi, Montpellier.
- **VIDAUD J. (1997).** Le figuier monographie. Edition Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Ctifl (Paris).
- **WALALI LOUDYI D. (1995).** Quelques espèces fruitières d'intérêt secondaire cultivé au Maroc. Underutilized fruits crops in the Mediterranean region. Zaragoza: CIHEAM, n° 13, p.47-62.

# *Annexes*

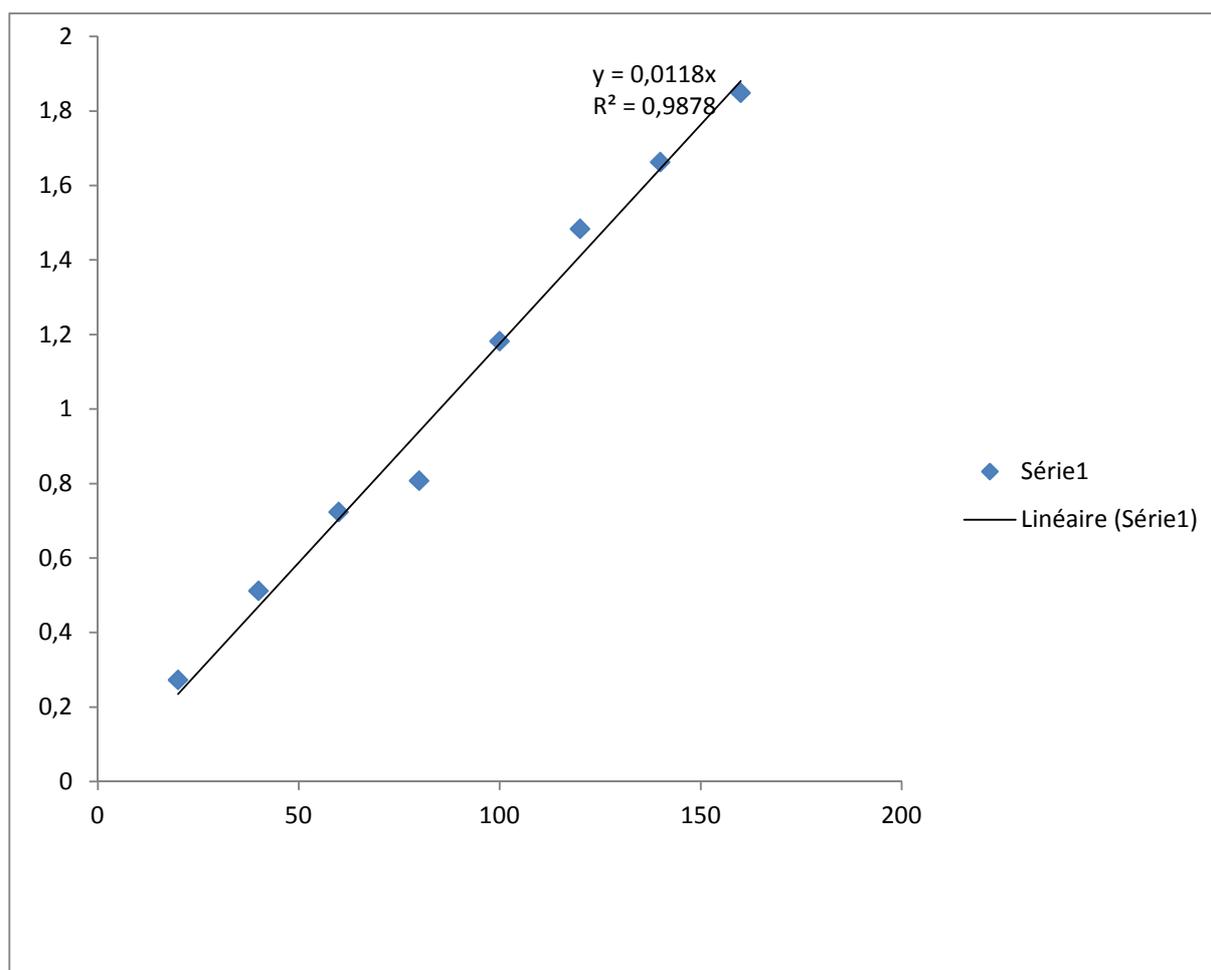
## Annexes

### Annexe 01 : Les courbes d'étalonnages

#### 1. Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux

La courbe d'étalonnage est réalisée selon OWEN et JOHNS (1999) , en dosant l'acide gallique qui est utilisé comme standard.

Les résultats des analyses sont exprimé en équivalent d'acide gallique/ g d'extrait à partir de la courbe suivante :

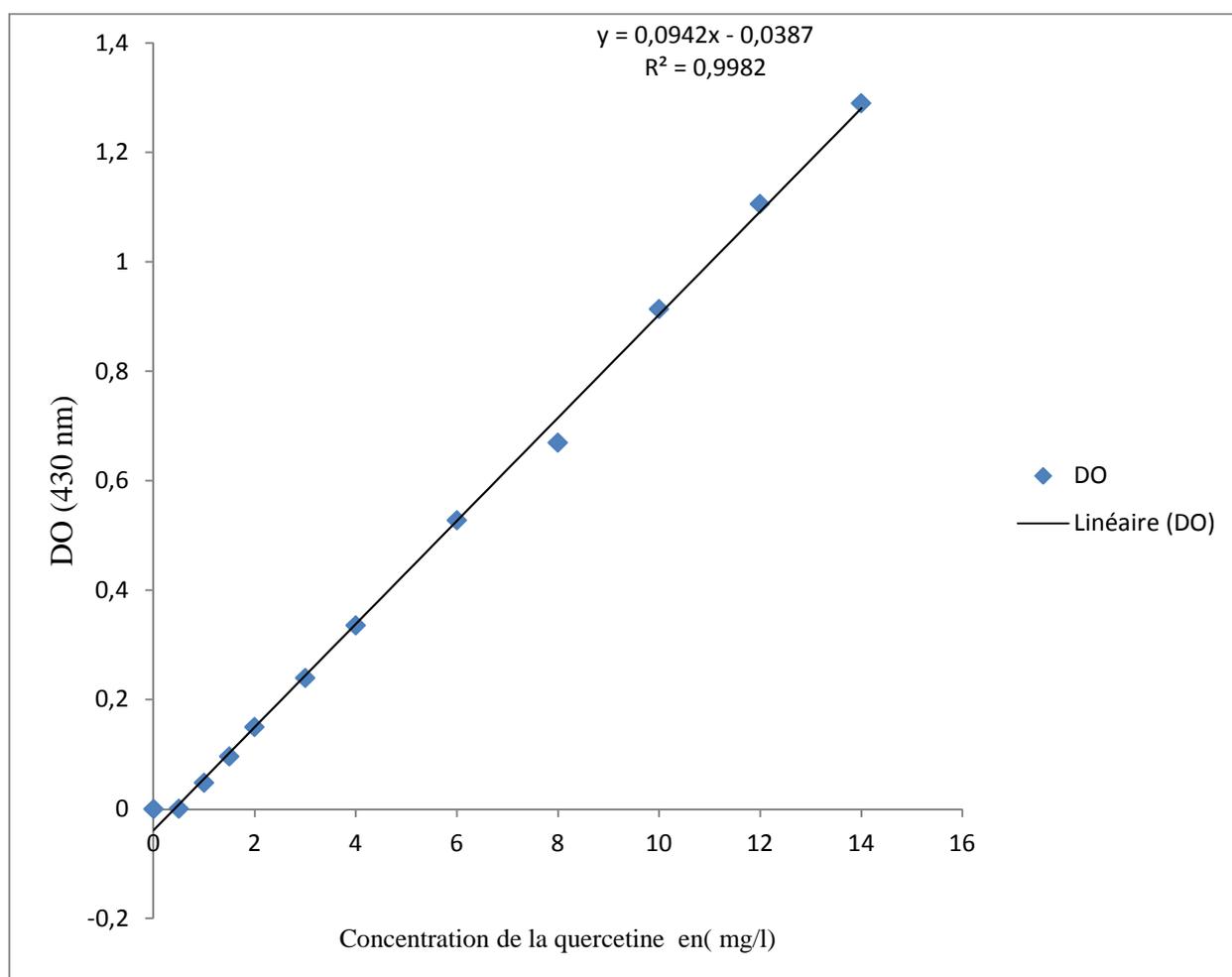


**Figure 01:** Absorbance en fonction de la concentration en acide gallique.

## Annexes

### 2. Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Ils sont dosé par la méthode utilisant le  $\text{AlCl}_3$ . Les résultats sont exprimé en mg de quercetine qui est utilisé comme standard par gramme d'extrait en utilisant la courbe ci-dessous :



**Figure 02:** Absorbance en fonction de la concentration en quercetine.

## Annexes

### Annexe 02 : Fiche d'acceptation des sirops

**Nom :**

**Prénom :**

**Age :**

Formulation	Qualité	Notation				
		1	2	3	4	5
F1	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F2	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F3	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F4	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F5	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F3+P	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F4+P	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					
F5+P	Odeur					
	Couleur					
	Viscosité					
	Goût					

1 : Meilleur qualité

5 : Mauvaise qualité