



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département Agro-alimentaires

Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme de **Master**
en Biologie

Spécialité : Agro-alimentaire et Contrôle de qualité

Filière : Sciences Alimentaires

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie



Etude comparative phyto-chimique et sensorielle de quelques variétés
Locales de figes sèches (*Ficus carica* L.).

Réalisé par :

M^{elle} AIT Zineb

M^{elle} HARECHE Hamida

M^{elle} SAYAD Chahrazzed

Devant le jury :

Mme AIT CHAOUCH F	(MCB)	USDB1	Président
Mr BOUGHERRA F	(MAB)	USDB1	Examineur
Mme MEZIANE Z	(MCB)	USDB1	Promotrice

Année Universitaire 2021-2022

REMERCIEMENTS

En préambule de ce mémoire nous remercions ALLAH qui nous a aidé et nous a donné la patience et le courage durant ces longues années d'études.

*Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice
Dr MEZIANE Zoubida, Maitre de conférences à l'université de Blida 1 qui était toujours à notre écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

Nous tenons à remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre modeste travail.

***Dr AIT CHAOUCH F**, Maitre de conférences à L'Université de Blida 1, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury. Qu'elle trouve ici l'expression de notre grande considération et pour l'honneur qu'il nous fait d'être président de jury.*

***Dr BOUGHERRA** Maitre de Conférences à L'Université de Blida 1, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nous remercions particulièrement et chaleureusement nos enseignants de l'école primaire jusqu' à l'université et toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Un grand merci à tous.

Dédicace

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédiece modeste travail de fin d'étude à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.

*A Mes yeux, ma mère **AICHA***

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa Disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

*A l'amour de ma vie mon père **MOHAMMED** .*

Je dédie aussi de ce travail à mes frères et mes sœurs :

Amin, Amina Noura , Walid , Fouzia, ABD el rahime et takfa

qui ravivent ma vie par leurs joies et présences à mes côtés.

Une dédicace particulière aux êtres les plus chers à mon cœur

Et les merveilleux enfants

Anas, diyae eddine , layén, abd el raouf , sanaa , moad ,rouaya et ranim

*A toute ma famille proche et lointaine et mes grandes mères **Zahra et khira,***

Que dieu le garde pour moi.

*A mes cher amis : **chahrazzed, salima, torkia et nihad***

Pour leur amours et leur encouragement.

A toute la promotion de Technologie Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité (2021/2022).

Hamida

Dédicace

Aux meilleurs parents au monde Ait Ahmed et Tahraoui Rabiaa. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

*A mes chers frères :**Salah Eddine , Ilyes***

*A Mes très chères sœurs : **Saadia, Ibtissem ,Hasnaa et fella***

*Mes neveux : **Firas Abdelkafi, Abdelali ,Aissam , Yasser, Mohamed Haithem, Khaled , Wissal, Mohamed Salah Eddine, Mohamed Acil et Selma.***

*A **Fedwa, Yousra, Nabiha, Khadidja, Asma, Romaiassa ,Meriem, habiba , yousra,***
khalida,et Khawla

Et à toute ma famille.

A toutes les personnes que je porte dans le cœur

Je vous dédie ce travail car je ne peux que vous offrir

Ce que j'ai appris de mieux dans ma vie.

Zineb.

Dédicace

*En préambule à ce mémoire, Nous tenons à remercier **Dieu** tout puissant de nous avoir donné la force le courage et la patience pour mener à terme ce travail.*

A la lumière de ma vie, la source de mon bonheur et le guide de mon chemin, mes parents, tendre et merveilleux, qui n'ont vraiment soutenue tout au long de mon existence

*A ma très chère mère : **Khira***

Affable, honorable, aimable : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la

source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de prier pour moi.

*A mon très cher père : **Djallel***

A celui qui m'a légué le sang qui coule dans mes veines, mon cœur, rien au monde ne vaut les

efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, ce travail est le fruit des

sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

*À mes très chères sœurs : **Maraim ,Hayaet, Djamila , Fatima ,Siham ,Maroua, Nasira.***

*A mes très chers frères : **Abd alkader ,Sefaine ,Ramdan ,Mohammed***

*A mes très chers amis : **Hamida ,Salima, Nihad , Tourkia , Adel, Amjed.***

*Une dédicace spéciale pour les merveilleux **akram et malak** .*

Chahrazed

Résumé

Le figuier *Ficus carica* L. est l'un des anciens arbres fruitier qui appartient à la famille des moracées. Son fruit, la figue est riche en éléments nutritifs ainsi qu'en substances bioactives. Il a un rôle primordiale dans la prévention et la protection de diverses maladies, tels que le cancer, le diabète et plusieurs inflammations. La qualité de ce fruit est déterminée par sa composition nutritionnelle et phytochimique. Notre présent travail consiste à comparer les profils phytochimiques et sensoriels de trois variétés locales de figues sèches, la blanche, Beni Maouche, Béni ourtiléne collectées au niveau des régions de Tizi-Ouzou, Bejaja et Sétif. Une enquête de perception de la connaissance des fruits de la figue et ses utilisations a été réalisé au niveau de trois wilaya Blida, Tipaza et Médéa. Les résultats obtenus auprès de 60 répondants ont montré que la connaissance de la figue varie selon le sexe, la tranche d'âge et la profession. Elle est consommée sous sa forme fraîche et sèche et doit être emballée dans des sachets en plastiques avec un gout très sucré, une texture gommeuse avec connaissance de sa valeur nutritionnelle pour une meilleure utilisation thérapeutique. Les trois variétés de figues étudiées sont caractérisées par une présence variable de familles phytochimiques les tepénoïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques. Par ailleurs, l'analyse phytochimique des extraits de broyats de chacunes des variétés étudiées montre qu'ils constituent une source en composés phénoliques avec Beni Quartiléne à teneur élevée en polyphénols totaux (980 mg EAG/ g MS) et Béni Maoauche en flavonoïdes avec une teneur de 130 mg EQ/100 MS. L'activité anti-oxydante déterminée par le test de DPPH a montré que les extraits riches en composés phénoliques et en flavonoïdes sont des excellents antioxydants naturels. Le jury de dégustation a jugé que la variété de Beni Maouche est de meilleur qualité organoleptique et présente un aspect humide, molle de couleur marron noircie et a gout sucré. Le développement de la filière figue sèche serait à encourager pour mieux répondre aux attentes et aux préférences des consommateurs en tenant compte du changement rapide des habitudes de consommation.

Mots clés : *Ficus carica* L., Figue sèche, composés phénoliques, DPPH, Dégustation,

Abstract

The fig tree *Ficus carica* L. is one of the ancient fruit trees that belongs to the Moraceae family. Its fruit, the fig is rich in nutrients as well as bioactive substances. It has a primary role in the prevention and protection of various diseases, such as cancer, diabetes and several inflammations. The quality of this fruit is determined by its nutritional and phytochemical composition.

Our present work consists in comparing the phytochemical and sensory profiles of three local varieties of dried figs, the white, BeniMaouche, Bénéouartilène collected at the level of the regions of Tizi-Ouzou, Bejaja and Sétif. A survey of perception of the knowledge of fruits of the fig and its uses was carried out at the level of three wilayas Blida, Tipaza and Médéa.

The results obtained from 60 respondents showed that knowledge of the fig varies according to gender, age group and profession. It is consumed in its fresh and dry form and must be packed in plastic bags with a very sweet taste, a gummy texture with knowledge of its nutritional value for better therapeutic use.

The three varieties of figs studied are characterized by a variable presence of phytochemical families: terpenoids, flavonoids and phenolic compounds. In addition, the phytochemical analysis of the crushed extracts of each of the varieties studied shows that they constitute a source of phenolic compounds with BeniOuartilène with a high content of total polyphenols (980 mg EAG / g MS) and BeniMaoauche in flavonoids with a content of 130 mg EQ/100 MS.

The antioxidant activity determined by the DPPH test showed that extracts rich in phenolic compounds and flavonoids are excellent natural antioxidants.

The tasting jury judged that the variety of BeniMaouche is of better organoleptic quality and has a moist, soft aspect of blackened brown color and a sweet taste. The development of the dried fig sector should be encouraged to better meet the expectations and preferences of consumers, taking into account the rapid change in consumption habits

Keywords : *figus carica* L ,dried fig , phenolic , DPPH , tasting

المخلص

تعتبر شجرة التين *Ficus carica L* واحدة من أشجار الفاكهة القديمة التي تنتمي إلى عائلة **Moraceae**. فاكهة التين غنية بالعناصر الغذائية وكذلك المواد النشطة بيولوجيا. ولها دور أساسي في الوقاية من الحمائية من الأمراض المختلفة، مثل السرطان. مرض السكري والتهابات عديدة. يتم تحديد جودة هذه الفاكهة الغذائية والكيميائية النباتية من خلال تكوينها.

يتمثل عملنا الحالي في مقارنة الملفات الشخصية، المواد الكيميائية النباتية والخصائص الحسية لثلاثة أنواع محلية من التين المجفف، التين المجفف المحلي الأبيض؛ بني معوش؛ بني ورتلان في مناطق تيزي وزو وبجاجة وسطيف، تم إجراء مسح تصوري لمعرفة ثمار التين واستخداماته على مستوى ثلاث ولايات البليدة وتيبازة، مدية. النتائج التي تم الحصول عليها من استجواب 60 شخص بينت أن معرفة التين تختلف حسب الجنس والفئة العمرية والمهنة. تستهلك بشكلها الطازج المجفف ويجب تعبئتها ف أكياس بلاستيكية مع طعم حلو جدا، وقوام صمغ مع معرفة قيمته الغذائية من أجل استخدام علاجي أفضل.

تتميز الأصناف الثلاثة من التين التي تمت دراستها بوجود متغير للعائلات الكيميائية النباتية: تيبينويدات، فلافونويد ومركبات فينولية. بالإضافة إلى ذلك، أظهر التحليل الكيميائي النباتي للمستخلصات المسحوقة لكل من الأصناف المدروسة أنها تشكل مصدراً للمركبات الفينولية في بني ورتلان مع نسبة عالية من البوليفينول الكلي (980 EAG / جم) وبني ماواوش في الفلافونويد مع محتوى 130 مجم EQ / 100 MS. أظهر النشاط المضاد للأكسدة الذي حدده اختبار DPPH أن المستخلصات الغنية بالمركبات الفينولية و الفلافونويد هي مضادات أكسدة طبيعية ممتازة.

حكمت لجنة التذوق بأن صنف بني معوش ذو جودة حسية أفضل وله جانب رطب وناعم من اللون البني الأسود ومذاق حلو. يجب تشجيع تطوير قطاع التين المجفف لتلبية توقعات المستهلكين وتفصيلاتهم بشكل أفضل، مع مراعاة التغيير السريع في عادات الاستهلاك.

الكلمات المفتاحية : *ficus carica L*, التين المجففة, المركبات الفينولية, DPPH, التذوق.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION.....1

PARTIE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : le figuier " *Ficus carica* L et son fruit en Algérie "

1.1 Généralité	5
1.2 Origine et historique	6
1.3 Nomenclature des figues	7
1.4 Taxonomies de ficus carica	7
1.5 Description morphologique.....	8
1.5.1 Fruit de la figue	9
1.6 Critère de classification	9
1.6.1 Selon le critère morphologique	10
1.6.2 Selon comestibilité de fruits	10
1.7 Répartition géographique et la production	11
1.7.1 Répartition géographique	11
1.7.1.1 Dans le monde	11
1.7.1.2 On Algérie	12
1.7.2 Production	13
1.7.2.1 Dans le monde	13
1.7.2.2 Production national	14
1.7.3 Variétés de figues cultivées en Algérie	15
1.7.4 Importance économique	16

1.7.4.1 Importation et exploration de la figue sèche	16
1.7.4.2 Prix de la figue en Algérie.....	17

Chapitre II : Description de la figue et ses méthodes de séchage

2.1 la figue	19
2.1.1 Description et morphologie de la figue	19
2.1.2 Catégories de figues	20
2.2 Composition de la figue.....	22
2.3 Profil phytochimique de figue	23
2.3.1 Les polyphénols	23
2.5.1.1 Flavonoïdes	24
2.3.1.2 Anthocyane	25
2.3.1.3 Tanins.....	25
2.3.2 Caroténoïdes.....	25
2.4 Propriétés thérapeutiques de la figue	26
2.5 Méthodes de séchage de la figue.....	27
2.5.1 Séchage naturel	28
2.5.2. Séchage artificiel.....	29
2.6. Effet du séchage la figue sèche.....	29
2.6.1 Effet du séchage sur la qualité nutritionnelle de la figue sèche.....	29
2.6.2 Effet du séchage sur le contenu phytochimique de la figue sèche.....	30

Chapitre III : Usage traditionnelle et les effets thérapeutiques de la figue

3.1 Importance alimentaire de la figue sèche	33
3.1.1 Glucides.....	34
3.1.2 Protéines	34
3.1.3 Matière grasse	35
3.1.4 Vitamines	35
3.1.5 Minéraux	35
3.1.6 Acides organiques	36
3.2 Usage thérapeutiques de la figue sèche	36
3.2.1 Activité antioxydant.....	36

3.2.2 Effet anticancéreux.....	36
3.2.3 Effet antidiabétique/hypoglycémiant	37
3.2.4 Activité anti inflammatoire	37
3.2.5 Effet cardio-protecteur	37
3.2.6. Effet anti-constipation	38
3.2.7 Activité antibactérienne.....	38
3.2.8 Activité antivirale.....	39
3.3 Utilisations culinaires.....	39
3.4. Précautions de la consommation de figue sèches.....	39

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre IV : Matériel et méthodes

4.1 Objectifs de l'étude.....	42
4.2 Enquête de perception	42
4.2.1 Description de la zone d'études	43
4.2.2 Elaboration du questionnaire.....	44
4.2.3 Traitement des données.....	44
4.3 Matières végétales	45
4.4 Préparation des échantillons de figues sèches	46
4.5 Caractérisation qualitatives et quantitatives de figue sèche.....	46
4.5. 1 Calibrage phytochimique	46
4.5.2 Préparation des extraite brut de la poudre de figue sèche	47
4.6.2 Détermination des polyphénols totaux (Owen et Johns, 1999).....	47
4.6.3 Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux.....	57
4.6 Détermination de l'activité antioxydant.....	57
4.6.1 Test de piégeage du radical libre DPPH	58
4.7 Analyses sensorielle.....	58

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

5.1 Enquete de perception	52
5.1.2 Critère d identifications.....	52
5.1.2 Habitudes alimentaire.....	54

5.2 Screening phytochimique	58
5.3 Teneur en composés phénoliques.....	60
5.3.1 Polyphénols totaux	60
5.3.2 Flavonoïdes totaux.....	61
5.4 Activité anti- oxydante des figues sèches	63
5.5 Analyses sensorielle des figues sèches	64
CONCLUSION.....	68

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Liste des tableaux

Tableau 1: Taxonomie de la figue (Badgajar et al 2014)	07
Tableau 2: Type de figuiers présents en Algérie (Feliachi, 2006)	16
Tableau 3: Evolution du prix de la figue fraîche et sèche en Algérie (ONS,2020)	18
Tableau 4: Composition de la figue (vidaud ,1997,couplan,1998)	22
Tableau 5: Composition de la figue en minéraux et en vitamines (Déborah et stéphanie ,2008et el khaloui ,2010)	23
Tableau 6: Quelques acides phénoliques présents dans le fruit de ficus carica	24
Tableau 7: Contenu nutritionnel de 100 grammes (g) de figues brutes et de figues séchées en kilocalories	30
Tableau 8: Teneur en nutriments des figues fraîches et séchées (Arvaniti et al 2019).....	33
Tableau 9: Composition en acides aminés des figues fraîches et séchées (Lim,2012)	34
Tableau 10: les compositions en vitamine en 100 g de figue sèche	35
Tableau 11: Identification des trois variétés de figues séchées étudiées	45
Tableau 12: Les tests phytochimiques consistent a détecter les différentes familles de composés.....	59

Liste des figures

Figure 1: Arbre du figuier "Ficus carica L"	5
Figure 2: Ficus carica Linn (A) Arbre Ficus carica, (B) Tronc, (C) Figues et feuilles (D) inflorescence, (E) bourgeon terminal.....	8
Figure 3: Caractéristiques morphologiques de la figue	9
Figure 4: Zone de répartition du figuier au niveau de la région méditerranéenne	11
Figure 5: Superficie de la culture de figuier dans le monde entre 2010- 2019	11
Figure 6: Evolution des superficies occupées par la culture du figuier entre 2010- 2019	12
Figure 7: Production mondiale des figues	13
Figure 8: Production de figues chez les dix principaux producteurs.....	13
Figure 9: Production de la figue dans quelques wilayas durant l'année 2018	14
Figure 10: Evolution du volume d'importation de figues sèches en Algérie de 2012 à 2019	17
Figure 11: Evolution des revenus d'exportation de figues (fraîches et sèches) en Algérie de 2012 à 2019.....	17
Figure 12 : Fruits de la figue "Ficus carica L"	19
Figure 13 : Morphologie d'une coupe longitudinale de la figue.....	13
Figure 14: Les différentes classes de flavonoïdes (1)	24
Figure 15 : Méthodes de séchage traditionnel.....	28
Figure 16 : Carte géographique des trois wilayas concernées par l'enquête	28
Figure 17: Carte indiquant les trois zones de récolte de Ficus carica	43
Figure 18: Séance de dégustation des figues sèches	45
Figure 19: Répartition par tranche d'âge	50
Figure 20: Répartition de la profession des personnes interrogées	52
Figure 21: Répartition du sexe chez les participants de l'enquête.....	53
Figure 22: Type de figues consommées.....	54
Figure 23: Fréquence de consommation de la figue	55
Figure 24: Qualité d'emballage de la figue sèche.....	55
Figure 25: Gout de la figue préféré par les enquêteurs	56
Figure 26: Texture de la figue préférée par les répondants de l'enquête.....	57
Figure 27: Connaissance de la valeur nutritive de la figue sèche	57
Figure 28: Les types des maladies	58
Figure 29: Teneurs en polyphénols totaux des extraits variétés de figues sèches.....	60
Figure 30 : Teneur en flavonoïdes des extraits des variétés de figues sèches.....	61
Figure 31: Pourcentages d'inhibition du radical IDPPH des extraits de figue sèche.....	63
Figure 32: Résultats du test de dégustation en fonction l'aspect général des figues	64
Figure 33: Résultats du test de dégustation en fonction de la texture des figues.....	65
Figure 34: Résultats du test de dégustation en fonction de la couleur des figues	65
Figure 35: Résultats du test de dégustation en fonction de goût des figues.....	66

Liste des abréviations

% : pourcentage

°C: *Degré Celsius.*

AA% : *Activité Antioxydante.*

ADN : Acide Désoxyribonucléique.

AG : *Acide gallique.*

CEE-ONU : la commission économique de la nation unie pour l'Europe

CHCl₃ : chloroforme ou trichlorométhane

DPPH : *1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl*. **DSA** : Direction des Service Agricole **EC** :
équivalent quercétine

FAO : *Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture.*

H: *Humidité.*

H₂SO₄ : Acide sulfurique

H₃PMo₁₂O₄₀ : phosphomolibdique

H₃PW₁₂O₄₀ : phosphotungstique

Ha : hectar

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

Kcal: *Kilocalorie.*

m: *masse(g).*

MADR : *Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche*

MS : matière sèche

MS: *Matière Sèche*

Na Cl : chlorure de sodium

nm: *Nanomètre.*

ITAF : institue technique de L'Arboriculteur fruitière

OH : hydroxyle

PH : *Potentiel Hydrogène*. **PPT** : *polyphénols totaux*

PI : pourcentage d'inhibition

Qx : quintal

t: *Tonne*

UV-vis : ultra violet visible

V : *volum*

INTRODUCTION



Introduction

Plusieurs études épidémiologiques révèlent qu'une alimentation riche en fruits et en légumes permet d'apporter une protection contre le développement de diverses pathologies résultant d'un phénomène appelé « stress oxydant ». Ce phénomène provient d'un déséquilibre entre les radicaux libres et les antioxydants. Par ailleurs, la richesse des fruits en antioxydants est un moyen de neutraliser ces radicaux libres et de restaurer l'équilibre oxydatif.

La figue *Ficus carica* L. est l'un des fruits les plus importants dans l'alimentation des anciennes des civilisations du bassin méditerranéen. Par ses propriétés thérapeutiques et nutritives, elle est considérée comme l'un des aliments fonctionnels, grâce à sa richesse en vitamines, minéraux essentiels, fibres alimentaires, composés phénoliques, protéines et en calories (**Grigoras, 2012**). Elle est considérée comme l'un des plus abondants fruits de la diète méditerranéenne.

Le fruit de la figue est l'un des cinq fruits mentionnés dans le Coran avec les olives, raisins, grenades et les dates. En Algérie, il est l'une des espèces fruitières les plus importantes sur le plan social et économique, produite en quantité importante dans les régions de Tizi-Ouzou avec 873 331 qx, Sétif avec 111 308 qx et Bejaia avec 106 034 qx (**MADR, 2020**).

La figue est consommée à l'état frais durant la saison et durant tout le reste de l'année sous forme séchée. C'est un fruit saisonnier et très périssable à température ambiante en raison de sa courte durée de vie. Pour éviter ces pertes dues à la sensibilité de la figue, plusieurs méthodes de séchage sont appliquées pour une meilleure conservation. Elle est séchée dans le but de prolonger sa durée de stockage et de permettre une consommation ultérieure (**Vinson ,1999**), soit par des moyens traditionnels (séchage solaire) ou dans des séchoirs mécaniques (**karathaanos et Belessiotis, 1997**).

Diverses investigations se sont intéressées à étudier ce fruit pour ses propriétés nutritionnelles et pharmacologiques. Dans ce contexte, notre choix s'est porté sur l'étude de la figue sèche grâce à sa teneur élevée en polyphénols antioxydants (**Bachir Bey et al., 2013**). Pour mieux connaître l'avis du consommateur sur le fruit de la figue fraîche ou sèche, nous avons tenté également de réaliser une enquête de perception au niveau de trois régions différentes : Blida, Médéa et Tipaza.

Introduction

Notre travail consiste aussi à réaliser une étude comparative entre trois variétés de figes sèches et à évaluer leur profil phytochimique et sensoriel. Il s'articulera sur deux grandes parties.

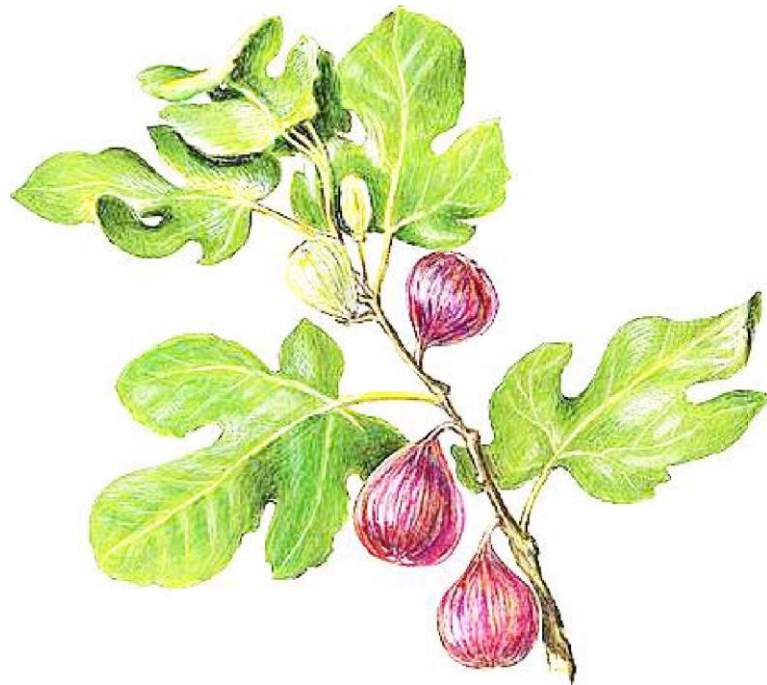
La première partie résumera les données bibliographiques sur la fige fraîche et sèche, son mode de séchage et son intérêt nutritionnel et thérapeutique.

La deuxième partie, englobera l'étude expérimentale qui s'organisera dans le chapitre quatre par la présentation des méthodes suivie par un chapitre cinq ou on discutera les résultats obtenus. On terminera par une conclusion et quelques perspectives.

Partie I :
Synthèse bibliographique

Chapitre I

Le figuier " *Ficus carica* L." et son fruit



Le figuier, *Ficus carica* L. est un arbre de la famille des Moracées, cultivé aujourd'hui dans plusieurs régions du monde. La méditerranée en est le berceau d'origine (Morton, 1987). En Algérie, cette culture est cultivée traditionnellement. Elle a évolué à travers les âges d'une plante sauvage à un arbre cultivé et très apprécié pour sa rusticité et les valeurs mythiques, religieuses de son fruit. Elle comprend plus de 1400 espèces classées dans environ 40 genres (Mehraj et al., 2013).

1.1 Généralités

Ficus carica L) ($2n = 26$) est l'une des premières espèces fruitières classiques de l'antiquité, originaire d'Asie occidentale et de la partie orientale de la région méditerranéenne (Hssaini et al., 2019). Il appartient à la famille des Moracées avec plus de 800 espèces (Pourghayoumi et al. 2017).



Figure 1: Arbre du figuier "*Ficus carica* L"

Cette culture millénaire est naturalisée dans plusieurs régions surtout celles de la Méditerranée. Elle est caractérisée par une grande adaptation à différentes conditions édapho-climatiques (Ighbareyeh et al. 2018) et a été largement cultivée pour ses fruits également appelés figues. Consommés frais ou séchés, ces fruits comestibles de la figue ont été également populairement considérés comme un produit alimentaire diététique.

Aujourd'hui, le figuier est une culture importante dans le monde entier pour la consommation de son fruit à l'état frais ou sec. C'est un composant typique du régime méditerranéen (Podgornik et al. 2010).

L'espèce de *Ficus carica* Linn. a la plus grande importance commerciale parmi toutes les espèces de figues et est connue sous le nom de figue commune (Barolo, 2014), comme elle a été largement étudiée pour usages médicaux, ce qui justifie son potentiel thérapeutique (Khairuddin et al. 2017 ; Mawa et al. 2013).

1.2. Origine et historique

Aujourd'hui encore, l'arbre de *Ficus carica* L. offre ses fruits qui étaient plus fondamentales à la subsistance comme par le passé, il reste un produit gastronomique recherché et très apprécié. En outre, vue la longue histoire de domestication du figuier, l'identification de son origine native reste un peu confuse. Selon **Linné (1744)**, les lieux d'occurrence de la figue sauvage se trouvent en Italie, en Espagne et en Galia, dans les régions montagneuses. Pour **Bryant en 1783**, déclare que le figuier est originaire d'Asie, mais il est maintenant cultivé presque partout en Europe.

A l'ère de l'exploration après la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb, la figue a été emmenée dans la plupart des régions subtropicales de l'hémisphère occidental et ont été introduites en Amérique latine par les missionnaires espagnols et portugais. Les premiers figuiers ont été plantés en Mexique en 1560. En 1669, les Européens envoyèrent des figues en Virginie ; ils ont été amenés en Californie en 1769.

Condit (1947) rapporte l'origine du figuier au sud-ouest de l'Arabie, la région de la Syrie à l'Afghanistan et a été supposé **par Synge (1956)**.

Le biologiste généticien **Vavilov (1951)**, suppose que le figuier appartient au centre d'origine IV : Centre du Moyen-Orient, qui comprend l'intérieur de l'Asie Mineure, Iran, les hautes terres du Turkménistan et la Transcaucasie (Caucase du sud).

Leroy, (1968) rapporte que le genre "*Ficus*" est présumé être originaire du Proche Orient : côte Sud de la mer Caspienne, intérieur de l'Asie mineure (l'Anatolie), Transcaucasie, Turkménistan, Iran, où se sont établies les premières civilisations fondées sur l'agriculture et où des spécimens sauvages ont été localisés **Hedrick (1972)**, indique que la figue a été cultivé en Syrie, Perse, Asie Mineure, Grèce et Nord d'Afrique depuis des temps immémoriaux dans ces pays et même si jusqu'à sud de l'Allemagne, tandis que **Bianchini et Corbetta (1975)** rapportent que la figue se trouve dans une vaste zone continue Est de l'Iran aux îles Canaries, dans les pays méditerranéens, probablement est venu de Syrie".

Par contre, **Harlan (1975)** l'estime pour la Turquie, l'Iran et l'Iraq alors que **Zohary (1982)** émette que les figuiers du Nord-Ouest de la Turquie et au voisinage de cette région sont les ancêtres du figuier domestiqué par l'homme. Par ailleurs **El bouzidi, (2002)**, révèle que le figuier est présent au moyen orient dès le troisième millénaire chez les ancêtres des sumériens, ainsi il y a 5000 ans, les égyptiens l'utilise 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. Depuis, les

phéniciens ont permis l'extension du figuier jusqu'au nord d'Afrique, l'Espagne et le Portugal probablement avant son extension en Grèce et en Italie (**Boudchicha, 2019**). Aujourd'hui le figuier est cultivé dans plusieurs régions du monde, principalement dans les climats tempérés et doux mais aussi les régions tropicales et subtropicales. Un pays comme la Turquie, l'Egypte, le Maroc, l'Espagne, la Grèce, la Californie, l'Italie et le Brésil sont les principaux producteurs et aussi dans les pays aux étés chauds et secs et aux hivers doux.

1.3. Nomenclature des figues

Ficus carica Linn., ou plus communément connu sous le nom de "figue", est l'un des premiers fruits cultivés dans l'histoire de l'humanité. Aujourd'hui, il est consommé dans le monde entier (**Mat Desa et al., 2019**). Son nom scientifique provient du mot « *Ficus* » qui signifie verrue, car son lait soigne cette pathologie, et le mot « *carica* » indiquant une région en Turquie où il a probablement existé pour la première fois (**Vidaud, 1997**).

Dans les religions polythéistes et monothéistes, le figuier revêt un aspect sacré (**El Bouzidi, 2002**), son fruit connu par le nom de la figue, le plus fréquemment mentionné dans la Bible et a été cité dans la « Sourat Attine » du saint Coran : « *Par le figuier et l'olivier !* » (Coran 95 :1), ce qui a contribué à le sacrifier dans la société musulmane.

1.5. Taxonomie de *Ficus carica*

La classification du genre ***Ficus carica*** L. a considérablement changé au cours du temps et encore aujourd'hui est l'objet de recherche et de controverse avec le nombre d'espèces qui le composent variant selon différents auteurs entre 600 à 2000. Selon (**Badgujar et al., 2014**), la figue *Ficus carica* L. présente la taxonomie suivante :

Tableau 1: Taxonomie de la figue (Badgujar et al 2014).

Royaume	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Urticales
Famille	Moraceae
Genre	Ficus
Espèce	<i>Ficus carica</i> L .

1.5. Description morphologique

Ficus carica L. est cultivé depuis longtemps dans le monde entier pour ses fruits comestibles. Il peut être multiplié par graines ou par des méthodes végétatives. C'est une espèce morphologiquement monoïque mais fonctionnellement dioïque (Kjelberge et al., 1988).

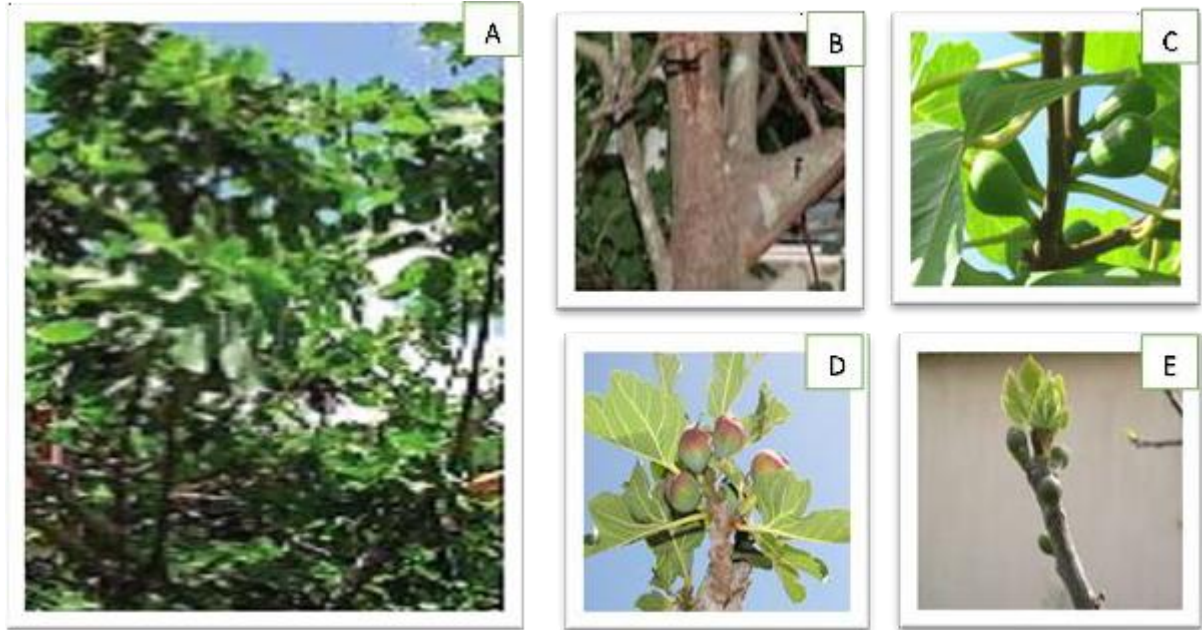


Figure 02: *Ficus carica* Linn (A) Arbre *Ficus carica*, (B) Tronc, (C) Figs et feuilles (D) inflorescence , (E) bourgeon terminal

L'arbre du figuier est volumineux, vigoureux et de grande longévité. Il est généralement conduit en forme d'arbuste monoïque, de taille variable. Il atteint dix à douze mètres de haut. C'est un arbre solitaire qui se développe en conditions très ensoleillées (Figure 2.A) (Benettayeb, 2018). Son tronc est tortueux, trapu et tuméfié au niveau des nœuds (Figure 2.B). Il se manifeste sur les parties âgées de 2 à 3 ans, les parties plus jeunes passant d'un épiderme vert tendre à un brun vernissé orné de nombreuses lenticelles de grande taille (Vidaud, 1997). Le rameau du figuier est constitué d'un ensemble d'entre nœuds, chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires (Figure 2.C). (Vidaud, 1997).

Le figuier est constitué d'un bourgeon terminal (Figure 2 E) ou se trouve de 9 à 11 ébauches de feuilles avec leurs stipules (Vidaud, 1997). Les feuilles du figuier sont vertes, alternées, palmées, inodores, larges, ovales ou orbiculaires (Patil, 2011), ayant habituellement 3 à 5 lobes (Joseph et Justin, 2011) (Figure 2.D).

Pour son inflorescence, le figuier est très particulier. Les fleurs ne sont pas visibles à l'extérieur, elles sont enfermées dans une sorte d'un réceptacle appelé sycone qui possède une ouverture, l'ostiole, qui s'ouvre à l'opposé du court pédoncule portant les figes (Figure 2.D). Elles peuvent être de deux types, soit mâles contiennent à la fois des fleurs femelles et des fleurs mâles dont ces dernières sont peu nombreuses et situées tout autour de l'ostiole, soit femelles constituées uniquement de fleurs femelles dont le style est long (Vidaud, 1997). L'activité racinaire est l'un des points forts dans l'écologie du figuier. Il dispose d'un système racinaire hyperpuissant, qui pousse et qui se ramifie abondamment en présence d'eau.

1.5.1. Fruit de la figue :

La figue n'est pas un vrai fruit (Haesslein et Oreiller, 2008), c'est une akène (Chawla et al., 2012) qui se trouve solitaire et généralement sessile sur la branche de 5 à 8 centimètres de haut (Starr et al., 2003) et de poids qui varie entre 30 à 65 g (Ouaouich et Chimi, 2005).

En effet la figue est un fruit de forme pyramidale parfois arrondie (Starr et al., 2003), sphérique ou ovoïde présentant un téton sur laquelle est fixée la queue qui la rattache à l'arbre (Haesslein et Oreiller, 2008). Il est composé d'une peau externe pigmentée (verte pur, marron, pourpre ou noire) (Chawla et al., 2012), d'un ostiole (oeil ou opercule) et d'un pédoncule (Haesslein et Oreiller, 2008).

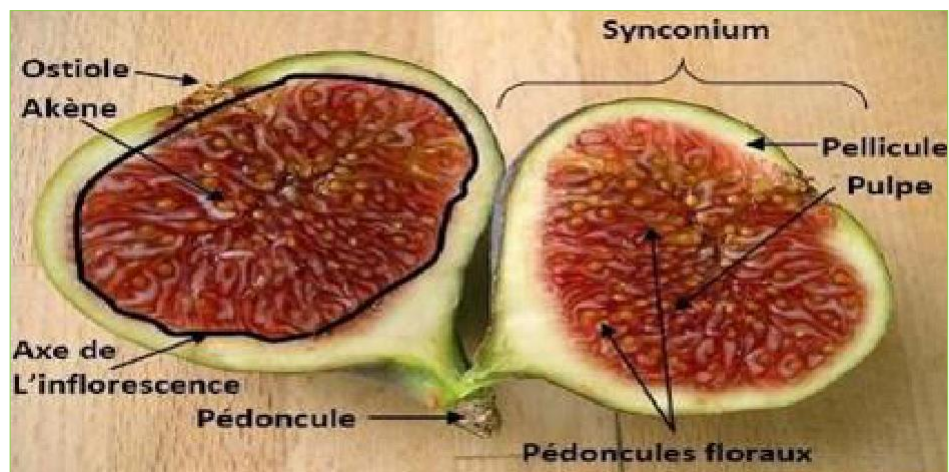


Figure 3: Caractéristiques morphologiques de la figue. (Haesslein et Oreiller, 2013)

1.6. Critère de classification

En se basant sur les travaux (d'Aksoy 1994), les critères de classification de l'espèce "*Ficus carica*" (descripteurs) ont été bien définis par l'Institut International des Ressources Génétiques

des Plantes (IPRGI) de l'Espagne en 2003.

Selon l'IPGRI et le Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM), un nombre de 31 descripteurs au minimum sont considérés hautement discriminants et qui sont comme suit :

La forme de la feuille et du fruit.

La nécessité de pollinisation.

Le poids, la couleur.

La hauteur.

Le diamètre des fruits.

La largeur de l'ostiole.

la facilité d'épluchage.

la présence de craquelures sur la peau, etc.

Néanmoins, ces caractères sont souvent influencés par les conditions du milieu (climat et composition du sol) (**Chessa et Nieddu, 2005**) et de l'activité antioxydante de quelques variétés de figes vu le nombre élevé de ces variétés qui 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 amplifier. Cette dernière, est une technique de certitude mais reste très limitée.

1.5.1. Selon le critère morphologique :

Les fruits de la figue ont des formes et des colorations diverses. Ils peuvent être de forme oblongs, pyriformes et de couleur, violet, noire, verte, rouge et brune (**Vidaud, 1997**).

1.5.2 Selon le critère de comestibilité de fruits :

Pour le critère de comestibilité, le fruit de la figue appelé communément figue domestique possédant des graines. Ce type regroupe deux variétés les figes d'automne dites unifères (**Vidaud, 1997**) et des variétés qui peuvent fournir deux à trois générations annuelles dites bifères (**Somon, 1987**). D'autre part, il existe d'autres types de figuier appelés le caprifiguier qui ne produisent ni graines ni fruits comestibles mais plutôt du pollen qu'est un vecteur polinisateur.

1.6. Répartition géographique et production :

1.6.1. Répartition géographique :

1.6.1.1. Dans le monde

La rusticité culturelle, l'adaptabilité à de divers environnements et la multiplication facile ont entraîné la dispersion du figuier dans plusieurs régions du monde.

Le figuier (*Ficus carica*) est l'une des espèces particulières de *Ficus* qui propage à l'état sauvage (Patil et Patil, 2011), en Asie du Sud-Ouest et dans la région de la Méditerranée orientale, de la Turquie à l'Est à l'Espagne et au Portugal à l'Ouest.



Figure 04: Zone de répartition du figuier au niveau de la région méditerranéenne

La superficie moyenne de la culture du figuier dans le monde est évaluée à 298 019,9 ha. Cette superficie est répartie d'une manière équitable entre l'Afrique, l'Asie et l'Europe avec respectivement 50,15%, 37,64%, 9,50 %. En dernière position vient l'Amérique avec 2,68% (FAO, 2020). Le tableau n° ? présente la superficie moyenne de la culture de figuier dans les quatre continents du monde entre 2010 à 2019.

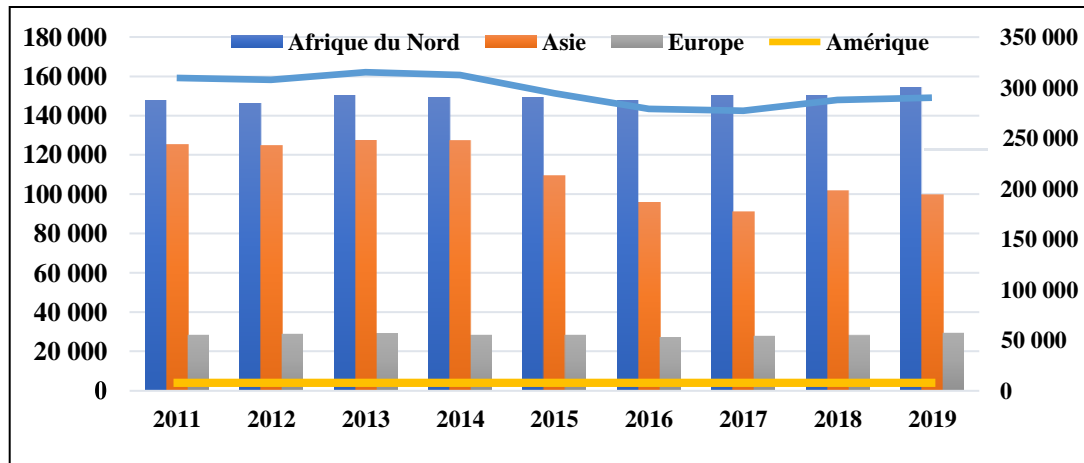


Figure 05: Superficie de la culture de figuier dans le monde entre 2010- 2019

(Moussaoui, 2021) .

L'Afrique du Nord vient en tête avec 149 462,3 ha suivi de l'Asie et avec 112 197,8 ha et la dernière place est occupée par l'Amérique avec 8 001,5 ha. En Afrique et selon les données reportées par **Moussaoui, 2021**, le Maroc présente la plus importante superficie en figuier (62 969 ha), suivi de l'Algérie (39 438 ha) et de l'Égypte (31 674 ha).

1.6.1.2. en Algérie

Le figuier compte parmi les trois productions fruitières principales de l'Algérie en plus de l'olivier et les agrumes. Sa culture est ancestrale et s'accommode presque à tous les étages bioclimatiques algériens (**ITAF, 2020**).

La plantation du figuier, est concentrée dans les wilayas de Bejaïa, Sétif, Constantine, Tizi-Ouzou et Bouira (soit 60% environ) (**Benettayeb ,2018**) (**Tableau ?**) avec la majorité de la production est fournie par les régions de montagnes de Kabylie (Bejaia, Tizi-Ouzou et Sétif) qui détiennent respectivement, 34%, 23% et 13% de l'effectif total des arbres. Ces dernières cultivent les variétés les plus attrayantes comme 'Tameriout', 'Taranimt' et 'Béjaoui' (**ITAF, 2020**). La figure n° 6 présente l'évolution des superficies occupées par la culture du figuier entre 2010 et 2019 en Algérie selon la FAO :

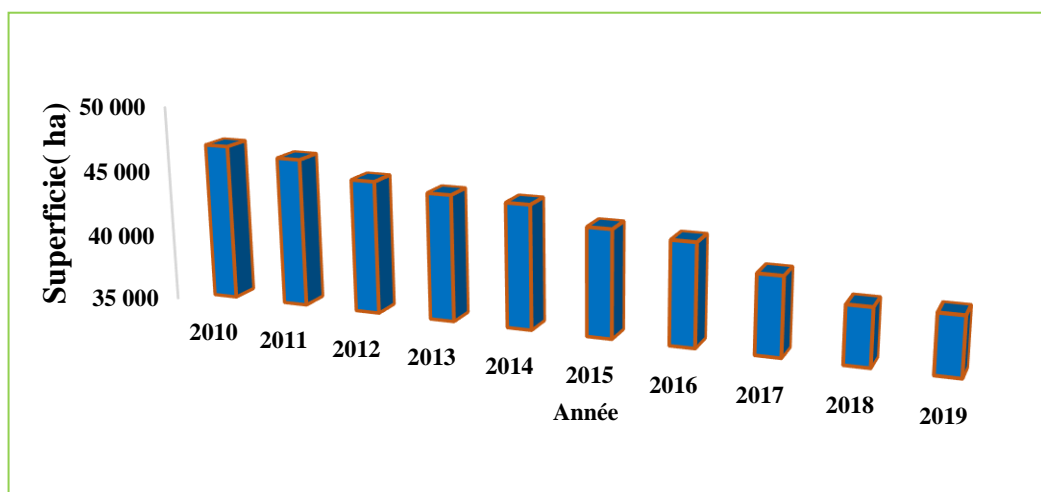


Figure 06: Evolution des superficies occupées par la culture du figuier entre 2010- 2019 selon la FAO (Moussaoui,2021).

Ces dix dernières années, cette culture s'est caractérisée et selon le tableau ci-après (tableau 06) a montré une diminution des superficies qui revient à plusieurs causes parmi elles le vieillissement des plantations et leur délaissement jusqu'à ce qu'elles soient envahies par les mauvaises herbes et brûlées par les feux d'été. La région Nord, Centre de l'Algérie englobe la majorité des figuiers avec plus de 61% du verger national, suivie par la région des hauts plateaux

avec plus de 19% du total des figuiers.

1.6.2. Production :

1.6.2.1. Dans le monde :

La production mondiale des figues a atteint 1264943 tonnes en 2020 dont plus de 90% proviennent du bassin Méditerranéen et du Moyen Orient (Figure 7). Cette production est largement basée sur la figue sèche, plus résistante et mieux conservable (FAO STAT, 2021).

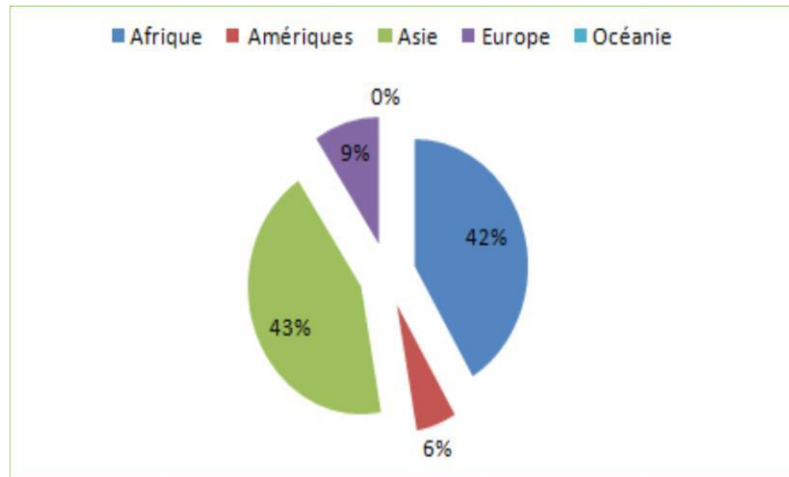


Figure 07: Production mondiale des figues

Les trois plus grands pays producteurs de figues fraîches sont la Turquie qui assure à elle seule, environ le quart de la production mondiale de figue avec plus de (320 000 t), suivie par l'Égypte (201 212 t) et le Maroc (144 246 t), (FAO stat, 2020). Dans la même année, l'Algérie détient la quatrième plus grande production mondiale. Elle représente environ 10 % avec plus de 116 143 t (Figure08).

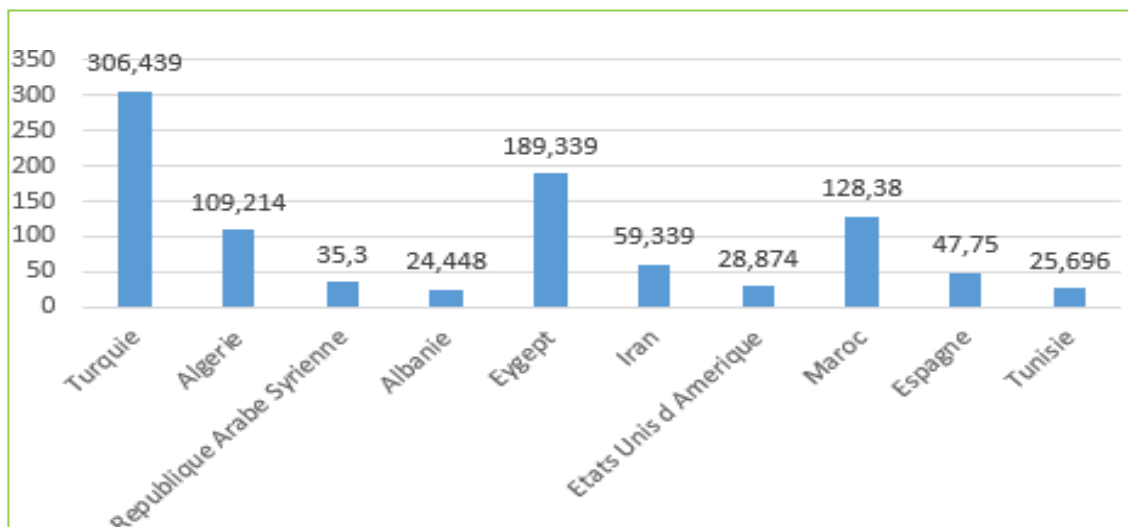


Figure 08: Production de figues chez les dix principaux producteurs (FAO stat, 2020).

Selon **FAO stat, (2020)** la superficie récoltée mondiale de figuier a été estimée à 281 522 ha dont 631 31 reviennent au Maroc et 536 86 ha à la Turquie. En Algérie, les plantations de figuier couvrent une superficie globale de 39 026 ha soit, près de 15% du patrimoine arboricole national (262 000 ha), cette superficie est occupée par plus de 4,5 millions d'arbres.

1.6.2.2. Production nationale :

La production de figes en Algérie, est aussi importante que la production de la datte et des agrumes. Le figuier se rencontre en petites plantations un peu partout au nord de l'Algérie ; à Oran, aux environs de Mostaganem, Mascara, à Constantine, mais 80% des arbres producteurs sont concentrés dans les régions de Tizi-Ouzou et Bejaia.

Entre l'année 2012 et 2013, la production de la figue a connu une petite régression, pour reprendre sa croissance en 2014 (128 620 Tonnes) jusqu'à 2017. A partir de l'année 2018, la production a diminué jusqu'à 109 214 Tonnes (**Moussaoui, 2021**). L'évolution de la production de la figue en Algérie entre 2010 et 2019 est illustrée par le figure N°9 .

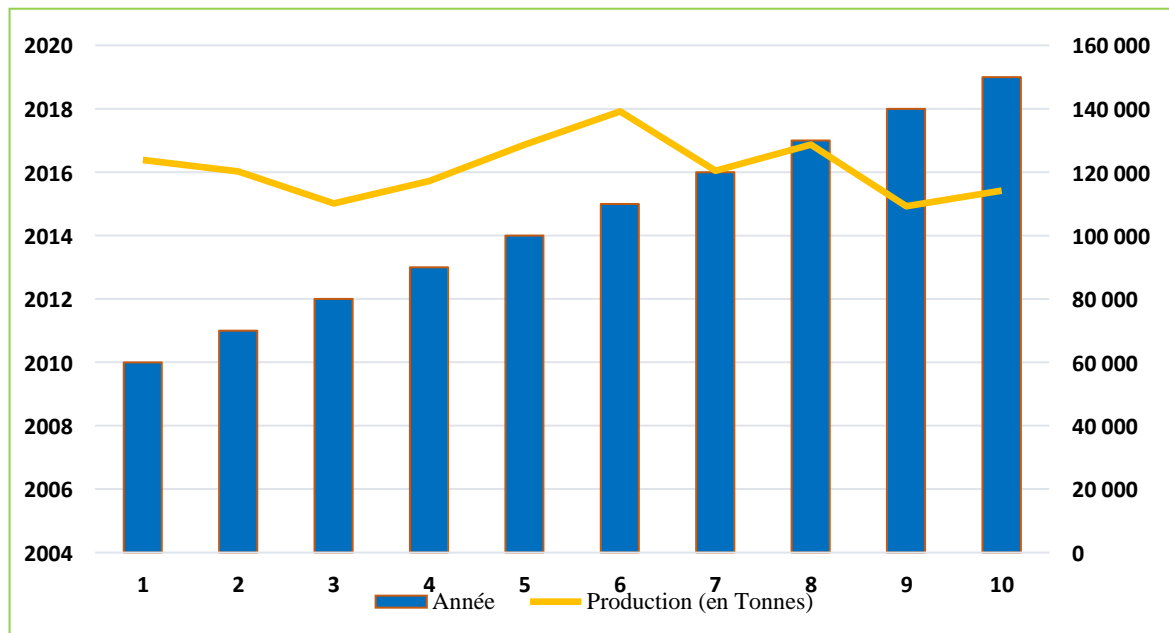


Figure 09: Production de la figue dans quelques wilayas durant l'année 2018

Le verger figuicole algérien se maintient encore parmi les principales espèces fruitières du pays et constitue environ 6,9 % du patrimoine arboricole fruitier national. Le figuier est classé en quatrième place, après l'olivier (33 %), le palmier (20 %) et l'agrume (9,1 %) (**Ferradji et al., 2011**).

Chapitre I : le figuier " *Ficus carica* L et son fruit en Algérie

Pendant l'année 2018, la production nationale de la figue était de e 109 214 Tonnes. Sétif présente la plus grande production de figes (111 308 qx), suivi par Bejaia (106 034 qx), ensuite par Tizi-Ouzou (873 331 qx) et Blida (57 862 qx). Dans la wilaya d'Alger, la production est de 4 020 qx. Les différentes communes de la wilaya de Tizi Ouzou produisent des quantités variables de figes fraîches. Selon la surface occupée, sa production est d'environ 16600 tonnes avec un rendement de 1,6tn/ha (DSA, 2017).

1.6.3. Variétés de figes cultivées en Algérie :

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). En Kabylie, le nombre de variétés de dokkar peut atteindre 16 variétés (**Mouri, 1930**), par contre et au cours de la même année, Richet (1930) avait mentionné que la production de figes sèches en Kabylie est issue d'une dizaine de variétés. Une collection de 70 variétés introduites en 1850 en Algérie aurait ainsi disparu.

En 1955, la monographie de **Condit, (1955)** a recensé pour la première fois 43 variétés, dont 26 sont cultivées et 17 caprifiguiers locaux 'Dokkars', mais leur parcours reste depuis inconnu. En Algérie, les activités de recensement et d'identification des ressources génétiques du figuier sont limitées, voire aléatoires. Des travaux de recherche montrent qu'il existe une grande diversité variétale et des homonymies et /ou des synonymies qui ont généré une situation extrêmement confuse dans la nomenclature de variétés de figue (**El Khaloui, 2010**). L'identification des variétés de la figue se base généralement sur les caractéristiques physiques et les paramètres de qualité (**Babazadeh Darazi, 2011**).

Ces dernières années l'Algérie a introduit une quarantaine de variétés étrangères et actuellement l'ITAFV de Boufarik détient une collection de 55 variétés communes, parmi lesquelles 17 sont locales et 38 sont étrangères, ainsi que trois 'Dokkars' locaux et deux introduits. Paradoxalement, huit variétés locales, 14 variétés étrangères et un caprifiguiier uniquement sont officiellement enregistrés (Journal officiel n°7 du 28 janvier 2009), autorisés à la mise en marché et cultivés.

Les variétés cultivées en Algérie peuvent être bifères ou unifères. Les bifères donnent deux récoltes par an : en Juin, c'est la récolte des figes fleurs (backour) qui dure environ deux semaines. Les fruits sont portés sur les rameaux de l'année précédente. Ensuite arrive la récolte des figes qui s'étale du mois d'Août à Octobre selon les régions et les variétés. Les fruits sont sur le

rameau de l'année en cours (El Khaloui, 2010). Le germoplasme du figuier d'Algérie est le résultat d'un long processus de sélection effectuée sur des individus issus de semis mais également sur des génotypes introduits (Benettayeb, 2018). Le tableau n°2 présente les variétés cultivées en Algérie qui sont essentiellement du type Commun et du type Smyrna :

Tableau 2: Type de figuiers présents en Algérie (Feliachi, 2006).

Type de figuiers	Variétés
Capri figuiers	Amellal', 'Titn' Tsekourt', 'Abetroune' Adras Violet', 'Azaim' Medloub
Smyrna	Alekake, 'Amesas', 'Tabelout', Tadefouit', 'Tameriout', 'Taranimt', 'Adjaar', 'Averane', 'Avouzegar', 'Azendje'
Commun	'Abakor', 'Azaich', 'Verdale blanche', 'Kadota', 'Chetoui'

1.6.3. Importance économique :

La figue (fruit) fraîche et sèche est couramment consommée comme aliment diététique depuis le début de la civilisation. Le sirop de figue (10–20 ml) est utilisé comme remède contre la constipation légère (Khare, 2007). Par ailleurs, en Algérie, la figue est si largement utilisée à la fois fraîche et séchée qu'elle est appelée « la nourriture du pauvre ».

L'importance économique de la production de figues continuera à l'avenir pour répondre à la demande croissante de figues fraîches et séchées sur le marché mondial. Les figues fraîches sont exploitées avec une courte durée de conservation, ce qui est un défi important pour les entreprises commerciales ainsi que l'amélioration des pratiques culturales et post-récolte pour les fruits frais, ouvrent de nouveaux horizons pour cette culture dans le monde.

1.6.3.1. Importation et exportation de la figue sèche :

Pour les importations de la figue sèche, la quantité est évaluée à environ 50 tonnes, en 2010. En 2011, cette quantité a baissé d'environ 20 tonnes. Ces importations reprennent leur croissance pour atteindre les 502 tonnes en 2014.

En 2015, l'opération d'importation de figues sèches n'a pas eu lieu, alors qu'entre les années de 2017 et 2019, cette opération a repris progressivement atteignant les 168 tonnes en 2019 (Moussaoui, 2021). La figure n° 10 présente la quantité de figue importée :

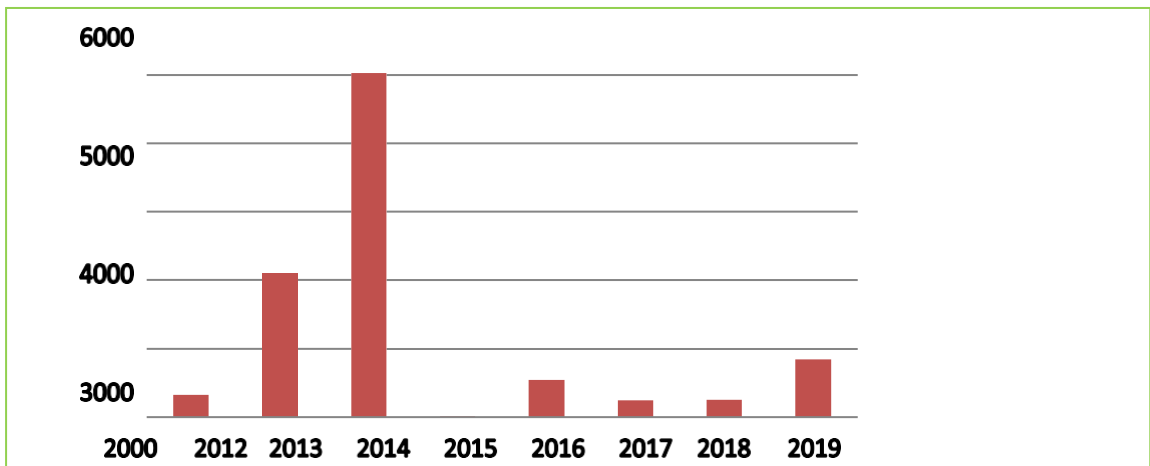


Figure 10: Evolution du volume d'importation de figues sèches en Algérie de 2012 a2019
(Ait Menguellat 2021)

En comparaison avec les importations de la figue sèche, celles d'exportation restent très faible et en comparaison avec d'autres fruits (dattes, oranges). La figure n°11 présente cette quantité de figues sèches exportée entre 2012 et 2020 :

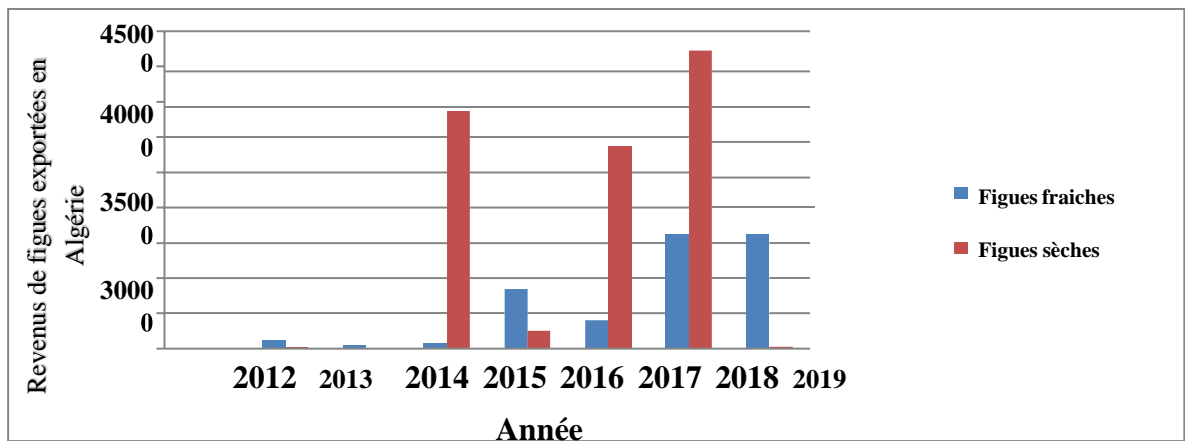


Figure 11: Evolution des revenus d'exportation de figues (fraîches et sèches) en Algérie de 2012 a2019 (MADR, 2020)

La quantité exportée de la figue est très faible par rapport à la quantité produite chaque saison en Algérie. Entre l'année 2012 et 2015, la quantité exportée était presque inexistante, pour reprendre en 2016 atteignant 209,64qx en 2018.

1.6. 3.2. Prix de la figue en Algérie

Les prix de la figue en Algérie pendant les années 2001, 2018 et 2019 sont rapportés dans le tableau N° 3.

Tableau 3: Evolution du prix de la figue fraiche et séche en Algérie (ONS,2020)

Prix Moyen en DA						
Produits (en Kg)	200 1	Jun 2018	Jun 2019	Sep t2019	Aout 2020	Sept 2020
Figues fraiches	75.0 3	300. 58	261. 85	278 .67	274.3 5	265.9 3
Produits	200 1	Jun 2018	Mai 2019	Jun 2019	Sept 2019	Aout 2020
Figues sèches en vrac	171. 40	661. 29	869. 67	902 .88	1 004.01	1 169.91

Les prix de la figue sèche et fraîche continuent de grimper sur le marché national à partir de 2001 jusqu'à 2020. Le prix de la figue diffère selon le choix des fruits (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}). Généralement, la figue sèche du premier choix est cédée aux consommateurs entre 800 et 12DA pour le kg. Le 2^{ème} et 3^{ème} choix sont cédés à un prix inférieur à 1000 DA/kg.

Chapitre II

Description de la figue et ses méthodes de séchage



Très anciennement connu, la figue, fruit du figuier commun (*Ficus carica L.*) est originaire du moyen Orient et cultivée à travers la méditerranée depuis des millénaires. Un grand soin est nécessaire lors de la cueillette de la figue à des fins de mise en conserve ; elle ne doit pas être cueilli trop verte sinon elle n'aura pas une saveur satisfaisante.



Figure 12 : Fruits de la figue "*ficus carica L*"

2.1. La figue

La figue est un fruit très **anciennement connu** issu d'une culture importante dans le monde entier pour la consommation sèche et fraîche (**Boudchicha, 2019**).

Le mot « figue » fait généralement référence à *Ficus*, le figuier et son fruit connu sous le nom de figue commune (*Ficus carica*) (**Khatib et Vaya, 2010**). Sous forme sèche ou fraîche, la figue a une grande importance en nutrition. Parmi tous les fruits secs, la figue sèche est une source importante de vitamines et de minéraux. Elle est riche en fer, protéines, calories et une teneur élevée en fibres. En calcium, la figue est supérieure au lait (**Salma et al., 2020**). Au niveau de la méditerranée, la figue constitue une part importante dans le régime de la population.

2.1.1. Description et morphologie de la figue :

La figue est un réceptacle charnu qui abrite un grand nombre de petites graines dite akène qui mesure 3 à 5 cm de long, avec une peau verte, mûrissant parfois vers le violet (**Chawla et al., 2012**). Elle se trouve solitaire et généralement sessile sur la branche de 5 à 8 cm de haut (**Starr et al., 2003**), et de poids qui varie entre 30 à 65 grammes (**Ouaouichet Chimi, 2005**).

C'est un fruit composite appelé «syconium», formé d'une coquille creuse de tissu réceptacle renfermant des centaines de drupelets pédicellés individuels qui se développent à partir des fleurs femelles individuelles tapissant la paroi du réceptacle, avec une petite ouverture à l'échelle (appelée l'ostiole ou l'œil) à l'extrémité distale. Les minuscules fleurs et même le prosyconium initial sont si petits que les figues étaient autrefois considérées comme portant des fruits sans jamais former de fleurs.

Chapitre II : Description de la figue et ses méthodes de séchage

Le fruit mûr de la figue comestible a une peau un peu dure, une croûte intérieure blanchâtre et une pulpe gélatineuse douce composée des drupelets mûrs individuels (Figure 14). Les graines dans les drupelets vont de pratiquement inexistantes à subtilement croquants (Stover *et al.*, 2007).

La couleur de la figue varie du violet foncé au vert, à maturité, elle a une couleur violette-violet foncé étrangère, atteignant environ 7,5 cm de long et pesant entre 60 et 90 g. La pulpe de la figue est de couleur rose-rouge et présente une cavité centrale (Silva *et al.*, 2009).

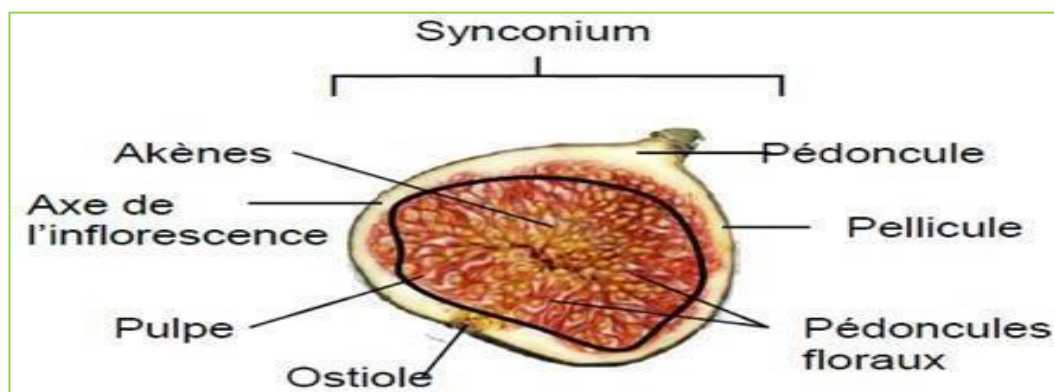


Figure 13 : Morphologie d'une coupe longitudinale de la figue (Azzi, 2013).

2.1.2. Catégories de figues

Les figues se déclinent en de multiples variétés selon leur forme et leur coloration externe et interne. On en dénombre plus de 700 variétés comestibles sont identifiées à travers le monde, mais le commerce en répertorie un nombre beaucoup plus réduit.

Selon la couleur, les variétés de figues sont classées en trois catégories : les figues vertes (ou blanches), les figues grises (ou rouges) et les figues noires (ou violettes). Ces variétés peuvent être plus ou moins productives.

Les plus courantes sont la figue noire (sucrée et plutôt sèche), la figue verte (juteuse et à la peau fine) et la figue violette (plus sucrée, plus juteuse, plus fragile) (Haesslein et Oreiller, 2008).

Par ailleurs et du point de vue qualité commerciale, les figues sont classés en trois catégories selon la norme qui a pour objet de définir les qualités que doivent présenter les figues fraîches après préparation et conditionnement.

• Catégorie "Extra"

Les figues fraîches classées dans cette catégorie doivent être de qualité supérieure. Elles doivent présenter les caractéristiques de la variété et/ou du type commercial et être pourvues d'un pédoncule intact. La chair des figues doit être exempte de défauts. Elles ne doivent pas présenter de défauts, à l'exception de très légères altérations superficielles, à condition que celles-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation ou à sa présentation dans l'emballage (CEE-ONU, 2018).

• Catégorie I

Dans cette catégorie, les figues présentent de légers défauts à condition que ceux-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation et à sa présentation dans l'emballage. Ces défauts se présentent par :

- Un léger défaut de forme et de développement.
- De légers défauts de coloration.
- Un pédoncule légèrement endommagé, sous réserve de n'entraîner aucune déchirure de l'épiderme.

De légers défauts de l'épiderme dans les limites suivantes :

- De légères crevasses longitudinales de l'épiderme.
- Des crevasses à la partie opposée au pédoncule, sous réserve que leur longueur totale ne dépasse pas 3 cm.
- Une légère formation liégeuse épidermique ou une légère trace de frottement sur une longueur ne dépassant pas 1 cm pour les défauts de forme allongée ou 0,5 cm² pour les autres défauts.
- De légers défauts de l'épiderme dus aux attaques de parasites ne dépassant pas 1 cm pour les défauts de forme allongée ou 0,5 cm² pour les autres défauts.

• Catégorie II

Cette catégorie de classement comprend les figues fraîches qui ne peuvent être classées dans les catégories supérieures mais correspondent aux caractéristiques minimales ci-dessus définies.

La chair ne doit pas présenter de défauts majeurs. Elles peuvent présenter les défauts suivants, à condition de garder leurs caractéristiques essentielles de qualité, de conservation et de présentation :

- Des défauts de forme et de développement.
- Des défauts de coloration.
- Le pédoncule peut faire défaut à condition que son absence n'entraîne pas une déchirure profonde de l'épiderme.
- Des défauts de l'épiderme dans les limites suivantes :
 - Des crevasses longitudinales de l'épiderme.
 - Des crevasses à la partie opposée au pédoncule, sous réserve que leur longueur totale ne dépasse pas 3 cm.
- Une légère formation liégeuse épidermique ou une légère trace de frottement sur une longueur ne dépassant pas 2 cm pour les défauts de forme allongée ou 1,5 cm² pour les autres défauts.
- De légers défauts de l'épiderme dus aux attaques de parasites ne dépassant pas 2 cm pour les défauts de forme allongée ou 1,5 cm² pour les autres défauts (CEE-ONU, 2018).

2.2. Composition de la figue :

La figue a une grande importance en nutrition, vue sa teneur importante en glucides, fibres alimentaires, acides aminés essentiels (au moins 17 types d'acides aminés y compris l'acide aspartique et l'acide glutamique), minéraux vitamine A, B1, B2 et C et composés phénoliques. A l'état frais, la figue renferme en moyenne 80 % d'eau et 13% de sucre. Après séchage, les sucres dépassent 55%, elle est donc très énergétique (El Khaloui, 2010) (Tableau 4 et 5). Le tableau n° 4 présente la composition de la figue :

Tableau 4: Composition de la figue (vidaud ,1997, couplan,1998).

Composition (par 100g de figue)	Figue fraîche	Figue sèche
Valeur énergétique (Kcal)	74	224
Teneur en eau (g)	79,11	25
Glucides (g)	19,8	48,6-61,6
Protéines (g)	0,75-1,3	2,7-4,2
Lipides (g)	0,30	1,2-1,7
Fibres (g)	2,9	7,5-16,2
Lipides (g)	0,3	1,9

La figue sèche ne contient pas de sodium .Sa teneur en fibres alimentaires solubles à l'eau aident à réduire le poids en contrôlant la glycémie et le cholestérol (**Vinson, 1999**). Comme elles fournissent une grande quantité de calcium (**Vinson et al., 2005**). Concernant la composition nutritionnelle des figues sèches, des études antérieures (**Jeong et Lachance, 2001**) ont montré qu'elles ont le meilleur score des nutriments avec présence de phytostérols (433 mg/100 g poids sec).Le tableau n°5 représente la composition de la figue en différents minéraux et vitamines :

Tableau 5: Composition de la figue en minéraux et en vitamines (Déborah et stéphanie ,2008 et el khaloui ,2010)

Minéraux (mg/100g)	Figue fraîche	Figue sèche
Calcium	60	170
Phosphore	23	116
Fer	0,6	3
Magnésium	18	72
Manganèse	0,04	0,35
Sodium	2	17
Potassium	232	983
Zinc	0,26	0,86
Vitamine C	2	3,6
Vitamine B2	0,06	0,079
Vitamine B1	0,05	0,083
Vitamine B6	0,113	0,016-0,26
Vitamine A (µg/100g)	142	142

2.3. Profil phytochimique de la figue :

2.3.1. Les polyphénols :

Les polyphénols présentent dans leurs structures au moins un cycle aromatique à 6 atomes de carbone lui-même porteur d'un nombre variable de fonction hydroxyle (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

Plus de 8000 structures phénoliques sont connues, allant de molécules phénoliques simples de faible poids moléculaire tel que les acides phénoliques aux composés hautement polymérisés comme les tanins (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**).

La fraction phénolique de la figue est définie qualitativement et quantitativement par la variété, la classe (noire, blanche), la partie du fruit (pulpe ou peau), l'état du fruit (frais ou sec)

(Del Caro et Piga, 2008), la saison de récolte (juin ou septembre), l'origine et l'irrigation (Veberic et al., 2008). Piga et al., (2004) ont détecté des composés phénoliques dans la peau et la pulpe des figues et ont constaté que le cultivar de figue noire avait la teneur la plus élevée et que la plupart des polyphénols étaient concentrés dans la peau.

Tableau 6: Quelques acides phénoliques présents dans le fruit de ficus carica (mg/100g) (Pande et Akoh ,2010).

Partie du fruit	Acide gallique	Acide ellagique
Pulpe + akènes	2.6	0.5
Peau	2.8	0.4
fruit entiere	2.8	0.2

Cependant composés polyphénoliques sont très diversifiés et peuvent être classés en nombreuses classes et sous-classes : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les anthocyanes, les tanins etc... (Curtay et Robin, 2000 ; Siricha et al., 2010).

2.3.1.1. Flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont les principaux constituants des polyphénols ; plus de 5000 composés ont été identifiés. On les trouve dans presque toutes les plantes, en particulier les fruits et les légumes. Ils constituent les organes végétaux différemment pigmentés responsables de la coloration jaune, orange et rouge (Bruneton, 1987).

- les anthocyanes (Riberauu-Gayon, 1968).
- la chalcone, la dihydrochalcone et l'auréone .

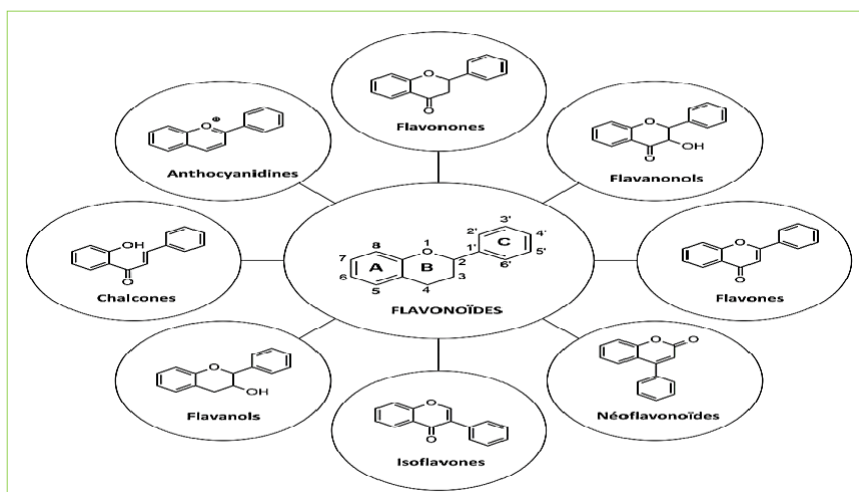


Figure 14: Les différentes classes de flavonoïdes [1].

Les flavonoïdes ont des propriétés antioxydants puissantes qui contribuent à la prévention de nombreuses maladies, notamment les maladies cardiovasculaires et cérébro-vasculaires et le cancer (Nijveldt et al., 2001 ; Ross et Kasum, 2002 ; Trueba, 2003)

2.3.1.2. Anthocyanes :

Les anthocyanes sont des pigments naturels solubles dans l'eau qui sont responsables de la couleur bleue, violette, rouge et orange de nombreux fruits et légumes (Miguel, 2011). Pour les figes séchées, Ouchemoukh et al (2012) ont montré que ce sont parmi les fruits secs les plus riches en anthocyanes (5,9 mg EC) / 100g MS) par rapport à d'autres comme la prune (2 mg/100 g MS) et le raisin (1 mg) EC / 100g MS).

Les principaux anthocyanes présents dans la figue sont l'anthocyanine 3-O rutine et l'anthocyanine 3-glucoside (Del Caro et Piga, 2008 et Duenas et al., 2008). Leur structure de base est caractérisée par un noyau flavonoïde qui est généralement glycosylé en position C-3 (Vandi et al., 2016). Les effets antioxydants des anthocyanes s'expliquent en partie par le piégeage des radicaux libres et la chélation des métaux. De plus, la cyanohydrine forme un complexe de pigmentation avec l'ADN protégeant ainsi cette molécule clé des dommages oxydatifs. Ces composés ont également un rôle inhibiteur, elles inhibent les enzymes protéolytiques dégradant le collagène (élastase, collagénase), ce qui explique leurs propriétés vaso-protectrices et anti-œdèmes.

2.3.1.3. Tanins

Les tanins sont des esters d'acide galloyle et leurs dérivés ou chaque groupement, des groupes galloyles ou leurs dérivés sont liés à des polyols, des catéchines et des triterpénoïdes (gallotanins, ellagitanins et tanins complexes) (Khanbabaee et Ree, 2001), et peuvent agir comme antioxydant.

La capacité de piégeage des radicaux libres des dimères et trimères de procyanidine augmente avec la galloylation et diminue avec la longueur de la chaîne ; elle est également affectée par la position du substituant galloyle (Cheynier, 2005 ; Gramza et Kolczak, 2005).

2.3.2. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments naturels qui appartiennent à la famille des tétraterpènes et sont représentés par plus de 600 variantes structurales naturelles connues, ils

contribuent à la coloration jaune, orange ou rouge des fruits et légumes (**Tapiero et al., 2004**). Ces pigments lipophiles contiennent une structure cyclique à chaque extrémité, elle leur confère la capacité de recevoir un radical libre sans pour autant perdre leur stabilité ; ils ont donc un effet antioxydant notable (**Dionne, 2002**). Il existe deux grandes classes de caroténoïdes :

Les carotènes, non polaires, ils ne présentent que des chaînes hydrocarbonées (α -carotène, β -carotène) et ils confèrent les couleurs orange et rouge. Les xanthophylles, sont les plus polaires à cause de la présence de l'oxygène dans leurs structures (lutéine, β -cryptoxanthine, zéaxanthine, astaxanthine, ...), ils sont responsables de la couleur jaune (**Dionne, 2002**).

Ficus carica est l'une des sources des caroténoïdes avec une teneur d'environ 11 mg E β C/100g MS (**Ouchemoukh et al., 2012**). D'après une étude réalisée par **Kakhniashvili et al., (1987)**, le profil des caroténoïdes de la figue a montré que la lutéine et l' α -carotène sont les caroténoïdes les plus dominants, en plus de la présence de la violaxanthine, la neoxanthine, la rubixanthine et la kryptoxanthine en teneur plus faible. D'autre part, **Belitz et al., (2009)** ont rapporté la présence d'autres composés comme la phytoène, phytofluène et lutéoxanthine.

2.4. Propriétés thérapeutiques de la figue

Le fruit, les racines et les feuilles du figuier sont utilisés en médecine dans divers troubles gastro-intestinaux (coliques, l'indigestion, perte d'appétit et la diarrhée), troubles respiratoires (maux de gorge, la toux, l'asthme et les problèmes bronchiques), inflammatoires, troubles cardiovasculaires, les maladies ulcéreuses, les maladies du foie, le diabète, la gingivite, la grippe et les cancers (**Chawla et al., 2012**).

La pelure des figues qui est habituellement consommée est caractérisée également par sa richesse en antioxydants. Plusieurs études ont prouvées les effets antioxydant de la figue, antiviral, antibactérien, hypoglycémiant, hypocholestérolémiant, hypotriglycéridémiant, anthelminthiques, spasmolytique, antip-laquettaire et anticancéreux (**Yang et al., 2009**).

L'arbre du figuier secrète un extrait laiteux appelé le latex, libéré lors de la cueillette des fruits, est utilisé pour traiter les tumeurs de la peau et les verrues (**Gilani et al., 2008**). Les figues de couleur foncée contiendraient d'avantage d'antioxydants que les variétés de couleur plus pâle (**Solomon et al., 2006**). De plus, une portion de figues fraîches aurait un pouvoir antioxydant plus élevé qu'une portion de figues séchées (**Carlsen et al., 2010**).

En effet, certains composés phénoliques contenus dans les fruits frais seraient détruits ou convertis en des formes non antioxydantes au cours du processus de séchage (Vinson *et al.*, 2005). Les figues séchées possèdent une bonne capacité antioxydante, mais elle est moins élevée que celle d'autres fruits séchés comme les abricots, les pruneaux et les raisins (Pellegrini *et al.*, 2006). Les figues fraîches contiennent également de petites quantités de caroténoïdes, qui possèdent des propriétés anti oxydantes. Les plus abondants sont le lycopène, suivi de la lutéine et du bêta-carotène (Su *et al.*, 2002). Il est à noter que les caroténoïdes sont mieux absorbés dans l'organisme lorsqu'une petite quantité de lipides (gras) est consommée au même moment (Van *et al.*, 2000). D'autre part, les figues fraîches et séchées contiennent environ 30 % de fibres solubles et 70 % de fibres insolubles (Solomon *et al.*, 2006).

De façon générale, une alimentation riche en fibres est associée à un plus faible risque de cancer du côlon. Les fibres solubles peuvent contribuer à normaliser les taux sanguins de cholestérol, de glucose et d'insuline, ce qui peut aider au traitement des maladies cardiovasculaires et du diabète de type 2. Quant aux fibres insolubles, elles aident à maintenir une fonction intestinale adéquate (Marlet *et al.*, 2002). En revanche et en étant source de calcium, la figue contient plus de calcium que la plupart des autres fruits, (Waheed, 2009).

2.4. Méthodes de séchage des figues

Les figues sont des fruits riches en composés phénoliques et contiennent des antioxydants, qui préviennent plusieurs maladies comme le cancer, les maladies cardiovasculaires ; le diabète et peuvent améliorer la fonction immunitaire (Lachtar *et al.*, 2021).

Cependant, le figuier est très périssable et propice à diverses dégradations qui peuvent entraîner des pertes très élevées. Par conséquent, plusieurs techniques de conservation sont utilisées comme une alternative pour la préservation de ses nutriments.

Le séchage est l'un des moyens couramment utilisés pour une conservation efficace des figues [8]. Il permet d'augmenter la durée de conservation du produit en réduisant sa teneur en humidité et son activité de l'eau afin d'inhiber la croissance microbienne et l'activité enzymatique (Khadhraoui *et al.*, 2019).

La durée de vie des figues après la récolte varie selon la variété, la température et le degré de maturité au moment de la récolte (Doymaz, 2005).

2.4.1 Séchage naturel :

Le séchage naturel est peu coûteux, mais se traduit par des produits finis de mauvaise qualité en raison de : La conservation des figes par séchage est une pratique ancestrale. Plusieurs variétés de figes si on peut dire la majorité d'entre elles sont bonnes pour subir le séchage. Les variétés les plus sont plus sucrés et à peau fine et blanche sont les plus réussies (**Benettayeb,2018**).

Le séchage naturel est un mode de séchage agricole très ancien qui consiste à déshydrater les fruits et légumes par chauffage (**Ouali, 2008**).

Cette déshydratation entraîne l'élimination d'eau et d'un produit qui peut être stocké du fait de la réduction et de l'arrêt des micro-organismes, des réactions enzymatiques, etc. (**Albitar, 2011**).

Séchez les figes sur une natte ou un support de roseaux pour éviter le contact des fruits avec le sol. Ils sont exposés au soleil le jour et couverts la nuit pour éviter les parasites et l'hygroscopicité (**Vidaud, 1997 ; Gamero, 2002**).

Une autre procédure de séchage permet d'éviter toute modification lors du séchage naturel consiste à immerger les figes dans un bain d'eau bouillante avec 5% de sel avant le séchage (**Gamero, 2002**).

Enfin, emballez les figes sèches dans des sacs plastiques ou seaux hermétiques de 25 à 50 kg. Ces longs temps de séchage ou de réhydratation nocturne et la possibilité de contamination par des moisissures comme *Aspergillus flavus* (**ait haddou et al, 2014**).

- Possibilité de fermentation (**jeddi, 2009**).
- Les fruits sont exposés à la poussière et aux insectes.
- Certains agriculteurs y ajoutent des plantes aromatiques telles que le thym et l'origan pour améliorer le goût et repousser les insectes (**El khaloui, 2010**).



Figure 15 : Méthodes de séchage traditionnel



Figure 16: Méthodes de séchage traditionnel [2]

2.4.2. Séchage artificiel :

Aujourd'hui, un plusieurs variétés de figes sont séchés en utilisant une technologie moderne basée sur des systèmes mécaniques à air chaud (**Babalís et al., 2006**). Avant le séchage, les figes sont toujours préparées par un traitement préliminaire (nettoyage, tri, calibrage, blanchiment, fumigation, etc.). Ces opérations sont réalisées comme elles sont mentionnées ci-dessous dans le diagramme de fabrication des figes sèches (**Belaid, 2015**) :

• Les étapes de fabrication des figes sèches :

- Réception et pesage de la matière première.
- Triage pour ne retenir que les figes saines.
- Calibrage pour ne retenir que des figes de taille désirées saines, mures et de diamètre convenable.
- Lavage à l'eau potable (eau municipale ou traitée).
- Blanchiment avec le Na Cl en solution à 40g/l.
- Trempage dans méta bisulfite à 5 g/l puis égouttage.
- Figes sèches sans addition d'amidon à 33% d'humidité.
- Fumigation pendant 72 h à l'aide d'un produit autorisé (à base de phosphine).
- Conditionnement en sacs en plastique et emballage en carton.
- Marché de la consommation

Ces opérations de préparation de la figue dépendent de la nature des matières premières et le produit fini (**Ouaouich et Chimi, 2005**).

2.5 Effet du séchage sur la figue sèche :

La récolte de la figue, se fait à un stade de maturité suffisant, qui se caractérise en général par un changement de la couleur de la peau pour chaque variété. Pour préserver ses propriétés physico-chimiques, les caractéristiques nutraceutiques et les activités enzymatiques et antioxydantes pendant le stockage, plusieurs traitement post récolte sont utilisés (**Adiletta et al., 2019**).

La figue est un fruit plus ou molle qui le rend très difficile à transporter et stocker. Parmi les méthodes, de séchage, la déshydratation osmotique reste une méthode qui consiste à réduire le taux d'humidité tout en préservant les principales caractéristiques des fruits (**de Mello , 2019**). Par ailleurs, les figes sont des fruits très sensibles détérioration microbienne (l'*Aspergillus flavus*) due à leur forte teneur en eau et en sucre. Pour les conserver, elles se trouvent en face de plusieurs obstacles. La réduction de la teneur en eau de la figue à un niveau qui permet de la bien stocker (**Faleh et al., 2015**).

Le but du séchage, est de faire baisser la teneur en eau de 38-50 % au moment du ramassage à 25- 30% en fin de séchage (**ITAFV, 2016**), avec un rapport sucre/eau qui devrait être de 2/1

(Rebour, 1955) pour assurer aux figes une bonne conservation. Cette réduction de la teneur en eau permet un stockage adéquat qui se prolonge sur une durée plus ou moins prolongée. Il peut résoudre le problème de sensibilité des figes (Faleh et al., 2015). D'un autre côté, le séchage par soleil ou par chaleur affecte la qualité de la figue que ce soit nutritionnelle ou phyto-chimique soit par méthode traditionnelle ou technologique.

2.5.6. Effet du séchage sur la qualité nutritionnelle de la figue sèche

La figue est connue pour être un excellent fruit pour la santé grâce à sa teneur élevée en glucides, fibres, et antioxydants. Le tableau n°7 indique le contenu nutritionnel de 100 grammes (g) de figes brutes fraîches et des figes séchées en kilocalories (kcal), g, milligrammes (mg) et microgrammes (μg) :

Tableau 7 : Contenu nutritionnel de 100 grammes (g) de figes brutes et de figes séchées en kilocalories

Composition	Figue fraîche	Figue sèche
Calories	74 kcal	249 kcal
Protéine	0.7 g	3.3 g
Lipides	0.3 g	0.93 g
Sucre	16.26 g	47.92 g
Fibres alimentaire	2.9 g	9.8 g
Calcium	35 mg	162 mg
Fer	0.37 mg	0.03 mg
Magnésium	17 mg	68 mg
Phosphore	14 mg	67 mg
Potassium	232 mg	680 mg
Vitamine A	7 mcg	0 mcg
Béta-carotène	85 mcg	6 mcg

2.7. Effet du séchage sur le contenu phyto-chimique de la figue sèche

Comme tous les fruits, les composés phénoliques sont présents dans la figue en tant que groupe diversifié de métabolites secondaires (Kamiloglu et Capanoglu, 2015). Ce sont une source importante de polyphénols qui contribuent à sa qualité, Outre leurs effets antioxydants, les composés phénoliques possèdent un large éventail de propriétés biochimiques. En revanche, ils sont également très sensibles à la détérioration microbienne due à leur forte teneur en eau, ce qui présente un obstacle à leur conservation même dans des conditions de stockage à froid.

Ainsi, la réduction de la teneur en humidité à un niveau qui permet un stockage sur une période prolongée par un processus de séchage peut résoudre le problème de sensibilité des figues (Doymaz *et al.*, 2004 ; Faleh *et al.*, 2015). Au cours des dernières années, plusieurs études ont également utilisé des méthodes analytiques plus spécifiques et sélectives pour la détermination des composés phytochimiques dans les extraits de figues (Faleh *et al.*, 2012).

Manoj *et al.*, (2018) réalisée sur la teneur totale en polyphénols avec quelques variétés de figues cultivées en Inde, Les résultats de cette étude a révélé que la teneur en polyphénols dans les extraits de figues fraîches était de 4.58 mg EAT/ 100 g et de 4,92 mg EAT/100 g après séchage.

Il a été signalé que dans la teneur en composés phénoliques dans les fruits de figues fraîches a connu une augmentation significative après séchage (49,5 mg EAG/ 100 g). Selon les rapports de Manoj *et al.*, (2018) le contenu phénolique augmentait après séchage (4.58 mg EAT/ 100 g à 4,92 mg EAT/100 g). Cette augmentation est due à la perte d'humidité et également au fait que le séchage est chargé de libérer la liaison des composés phénoliques de la matrice tout au long de la dégradation des constituants cellulaires. Par ailleurs et d'après les résultats d'une étude faite sur trois variétés de figues locales de l'Algérie, par Bachir Bey *et al.*, (2016), a révélé la teneur en phénols totaux qui était comprise entre 107,08 – 181,06 mg /100 g MS à l'état frais jusqu'à atteindre des concentrations allant de 30,81 à 40,91 mg/100 MS après séchage.

La teneur en flavonoïdes de quelques fruits secs commercialisés dans les marchés de Bejaïa (Algérie), a été prouvée par Ouchemoukh *et al.* (2012) qui ont estimé que la figue sèche est le fruit le plus riche en flavonoïdes (105,6 mg EQ /100g MS) par rapport aux autres fruits séchés tels que les raisins et les prunes.

Pendant le séchage, le fruit de la figue est exposé au soleil et la peau, qui accumule des teneurs élevées en antioxydants, sera la partie la plus exposée au soleil. , ce qui permet la diminution des flavonoïdes après séchage. Au cours de l'exposition du fruit à la chaleur, ces composés agissent comme des filtres UV, protégeant certaines structures cellulaires, comme les chloroplastes, contre les effets nocifs des radiations UV (Treutter, 2006).

Chapitre III :
Usage traditionnelle et les effets thérapeutiques
de la figue



Outre sa valeur nutritive, la figue est largement consommée pour ses propriétés thérapeutiques confirmées par des études épidémiologiques. Elle est utilisée en médecine traditionnelle (**Khairuddin et al ., 2017 et , Moniruzzaman et al ., 2017**) .En témoignage de ses nombreuses vertus, notre Prophète Mohamed (QSSL) l'a cité dans plusieurs hadiths importants parmi eux ou il dit : « Si je devais espérer un fruit apporté du paradis ce serait certainement la figue ». (Rapporté par Abu Ad-Dardâ).

3.1. Importance alimentaire de la figue sèche :

La figue est parmi les récoltes importantes de fruits à travers le monde et consommées à la fois sèches et à l'état frais. Elles sont généralement commercialisées après séchage vu que les figues fraîches ne sont disponibles que pendant la saison. La figue sèche est un fruit à grande importance nutritionnelle, elle joue un rôle équilibrant dans l'alimentation, grâce à sa teneur élevée en glucides assimilables qui dépasse les 53%, son faible apport en lipides et l'absence de cholestérol (**El Khaloui, 2010**).

Les figues sèches sont une excellente source de fibres, de vitamine K et de minéraux comme le cuivre, le manganèse, magnésium, potassium, calcium par rapport aux besoins humains. Le tableau n° 8 représente les teneurs en nutriments des figues fraîches et sèches :

Tableau 8: Teneur en nutriments des figues fraîches et sèches (Arvaniti et al 2019)

Composant diététique	Figue fraîche/100g matière fraîche	Figue sèche/100g de matière sèche
L'eau (g)	79.11	30.05
Calories (Kcal)	74.0	249.0
Protéine (g)	0.75	3.30
Graisse totale (g)	0.30	0.93
Gras saturé (g)	0.06	0.93
Fibre (g)	2.9	9.8
Sucres (g)	16.26	47.92
Cholestérol (mg)	0.0	0.0
Calcium (mg)	35.0	162
Fer (mg)	0.37	2.03
Magnésium (mg)	17.0	68.0
Phosphore (mg)	14.0	67.0
Potassium (mg)	232.0	680
Sodium (mg)	1.0	10.0
Zinc (mg)	0.15	0.55
Vitamine A (IU)	142.0	10
Riboflavine (mg)	0.050	0.08

3.1.1. Glucides

Les fruits sont très riches en glucides après l'eau. Ils représentent entre 50 et 80% du poids sec. Ce sont des carbohydrates constituant des réserves d'énergie. Comme facteur important dans la qualité sensorielle, les glucides sont un produit de la photosynthèse. Pour 100 g de figues sèches, les glucides sont présents à 63,87 g dont 47,92 g de sucres (24,79 g de glucose, 22,93 g de fructose, 5,07 g d'amidon, 0,13 g de galactose et 0,07 g de saccharose). La culture, le stade de la maturité et les conditions de stockage influent sur la teneur du sucre dans les fruits de figues mais également elle peut changer d'une année à une autre (**Baha et al., 2021**).

3.1.2 Protéines

Les protéines sont les des éléments qui se trouvent plus concentrés chez les figues sèches que celles qui sont fraîches. Les figues sèches sont les plus concentrées en protéines que les figues fraîches. Leur composition en acides aminés chez la figue sèche (**Lim,2012**). Le tableau N° 9 présente la composition en acides aminés des figues fraîches et sèches :

Tableau 9: Composition en acides aminés des figues fraîches et sèches (Lim,2012).

Acide aminé	Figue fraîche (mg/100 g)	Figue sèche (mg/100 g)
Acide aspartique	176	645
Acide glutamique	72	295
Alanine	45	134
Arginine	17	77
Cystine	12	36
Glycine	25	108
Histidine	11	37
Isoleucine	23	89
Leucine	33	128
Lysine	30	88
Méthionine	6	34
Phénylalanine	18	76
Proline	49	610
Sérine	37	128
Thréonine	24	85
Tryptophane	6	20
Tyrosine	32	41
Valine	28	122
Total	0,64 g/100 g	2,75 g/100 g

3.2.3. Matière grasse

La figue est un fruit dont la teneur est faible en matières grasses avec une valeur de 1,9% (El Khaloui, 2010). Cette faible teneur en matière grasse, peut influencer sa durée de stockages ainsi que sa qualité organoleptiques, sa valeur nutritionnelle et biologique (Baha et al ., 2021). Cependant, chez la figue, la responsabilité de la détérioration oxydative et ses dérivés peut s'expliquer par la présence d'un taux élevé d'instauration (> 68%) des acides gras monovalents, dont la majorité sont polyinsaturés (Kolesnik et al., 1987). Les phospholipides ne présentent par une petite fraction.

3.2.4. Vitamines

Les vitamines, chez la figue varient suivant leur localisation dans chaque partie du fruit. La partie de l'écorce et la partie blanche du la figue contiennent un taux élevé de γ -Tocophérol, alors qu'au niveau des autres parties du fruit, le δ -Tocophérol se trouve à des quantités différentes. Par contre les vitamines sont présentes en teneur plus ou moins élevée par rapport à ceux citées avant. En revanche, les vitamines D2, D3 et l'acétate de α - Tocophérol se trouvent dans toutes les parties. La partie blanche contient le taux le plus élevé de vitamine D2, alors que la quantité la plus élevée de la vitamine D3 et l'acétate de α - Tocophérol se trouve dans la chair (Guvenc et al.,2009). La teneur des figues en vitamine E est de 0.3 mg/100g pour sa forme γ , 0.2mg/100g de MSpour sa forme α et des traces pour la forme β . Le tableau n° 10 présente d'autres types de vitamines

Tableau 10 : les compositions en vitamine en 100 g de figue sèche.

Composés	100 g de figue Sèche	
	Vitamines	Provitamine A
	Thiamine (vit B1)	0,10mg
	Riboflavine (vit B2)	0,10mg
	Acide nicotinique (vit B7)	0,7mg
	Acide ascorbique	0

3.2.5. Minéraux

Comme la majorité des fruits, la figue contient un taux de cendres qui s'évalue à 0.66 g/100 g chez les figues fraîches et 1.86 g/100 g chez les figues sèches (Lim, 2012). La figue est très riche en potassium et en calcium. C'est une bonne source de minéraux (Tableau n° 10). L'iode est présent dans à raison de 5 μ g/100 g pour la figue fraîche et de 4 μ g/100 g p figues sèche. Une teneur de 20 μ g/100 g d'iode est présente chez la figue fraîche.

3.26. Acides organiques

Les figues contiennent l'acide citrique comme acide organique majoritaire, l'acide malique en quantités appréciables et l'acide acétique sous forme de traces (**Belitz et al., 2009**). Selon **Trad et al., (2013)**, l'acide citrique représente 0.35 g/ 100 g de poids frais qui est presque trois fois plus élevé que l'acide malique (0.13 g /100 g de poids frais). La richesse de la figue en fibres et en potassium contribue à prévenir de nombreuses affections.

3.2. Usage thérapeutique de la figue sèche

L'importance de *Ficus carica* en tant qu'alternative à la guérison de certaines maladies a été reconnue à travers les siècles (**Pharmacopée Européenne, 2007**), au-delà de ses propriétés nutritionnelles, la figue elle possède des propriétés thérapeutiques. Plusieurs études phytochimiques décrivent la présence de nombreux composés bioactifs comme les acides organiques, composés phénoliques, composés volatils et quelques autres classes de métabolites secondaires de différentes parties de *Ficus carica* (**Chawla et al., 2012**). Les fruits de figues ont nombreux avantages thérapeutiques et sont utilisés en médecines traditionnelles et ses bienfaits médicaux métaboliques, cardiovasculaires, respiratoires, antispasmodiques et anti-inflammatoires (**Mawa et al., 2013**).

3.2.1. Activité antioxydante

Le fruit de "*Ficus carica*" contient de nombreux composés phénoliques qui jouent de nombreux rôles physiologiques chez les plantes. Certains d'entre eux sont capables d'agir comme antioxydant de différentes manières : agents réducteurs, donneurs d'hydrogène, piègeurs de radicaux libres. Les propriétés antioxydantes de la figue ont été déterminées par la méthode antioxydante réductrice ferrique. Les fruits contenaient des teneurs très élevés en polyphénols, de flavonoïdes et d'anthocyanes et une importante capacité antioxydant (**kan et al., 2011**).

3.2.2. Effet anti cancéreux

Le mélange 6-O-acyl-B-D-glucosyl-B-sitostérol a été isolé des figues et s'est avéré efficace contre la prolifération des lignées cellulaires cancéreuses. Les β -sitostérols ont été isolés comme agent cytotoxique efficace de latex de figue qui a montré des effets inhibiteurs in vitro sur la prolifération de diverses lignées cellulaires cancéreuses (**Yancheva et al., 2005 et Khadabadie et al., 2007**). Une dose de 5 mg/ml du latex de la figue a un effet in vitro sur le cancer gastrique, elle exerce une activité anticancéreuse en inhibant la prolifération des lignées cellulaires cancéreuses. De même une dose 10 mg/ml de latex a eu le même effet d'inhibiteur la croissance des lignées

cellulaires pour les cellules cancéreuses de l'œsophage humain. Cette dose s'est avérée efficace pour inhiber la génération et le développement des cellules cancéreuses.

El-Najjar (2012) a rapporté que le fruit de Ficus contient un composé d'aldéhyde aromatique appelé "benzaldéhyde" qui a la formule chimique "CH, CH₁₀ et a été démontré par les japonais. Il est résistant aux agents cancérigènes. Il contient de nombreux composés bioactifs tels que le mucilage, flavonoïdes, vitamines, enzymes, niacine, Vitamines, enzymes, niacine, tyrosine, ficine, bergamote, stigmastérol, psoralène (**Seong-Kuk et al. 1995, Louis et al. 2000**).

3.2.3 Effet anti diabétique / hypoglycémiant

Il a été démontré qu'un extrait méthanolique de figue administré à une dose de 200 mg/kg par voie orale à des rats diabétiques. Une perte de poids était prévenue chez les rats diabétiques traités et les taux plasmatiques d'insuline modifiés considérablement l'indice de survie. Ces résultats ont indiqué que l'extrait méthanolique de *Ficus carica* a un effet hypoglycémiant. Le taux de glucose sérique est significativement plus faible chez les patients diabétiques nourris avec de l'extrait de figue (**El - shobaki et al. 2007**)

Les fruits du figuier peuvent réduire significativement l'hyperglycémie et l'hyperlipidémie chez les rats diabétiques par l'alloxane. Le même résultat a été prouvé auparavant par (**serraclara et al 1998**) sans aucun effet indésirable dérivant de son administration.

3.2.4. Activité anti-inflammatoire

Des extraits d'éther de pétrole (PEE), de chloroforme (CE) et d'éthanol (EE) de feuilles de *Ficus carica* ont une activité anti-inflammatoire contre l'œdème de la patte de rat induit par la carraghénane. L'EE présente un effet anti-inflammatoire plus important que le PEE et le CE de *Ficus carica* par rapport au médicament standard.

Dans leur étude **Ali et al., (2012)** précisent que l'extrait hydro-alcoolique des feuilles de *F. carica* ont montré des effets anti-inflammatoires significatifs sur l'œdème de la patte induit par la carraghénane chez le rat. La présence de stéroïdes, qui sont décrits comme étant présents dans ce médicament, améliore l'activité anti-inflammatoire (**Salma et al., 2020**).

3.2.5. Effet cardio protecteur

Le figuier peut être utilisé dans le contrôle de la pression artérielle avec des niveaux de tension artérielle réduits de 5,5 tension artérielle systolique et de 3,0 tension artérielle diastolique (nourri de fruits et aliments faibles en gras) après huit mois d'analyse par rapport à un groupe suivant un régime avec faible teneur en fruits et légumes. Des réductions significatives des taux

de cholestérol total, de triglycérides et de lipoprotéines ont été observées et qui étaient dues à l'administration orale d'extrait de fruit à des rats deux fois par jour à une dose de 8 cents (**Ambika et Intelli, 2014**). Un régime riche en cholestérol composé de 5% de figues administrées à des rats pendant 6 semaines s'est avéré efficace pour réduire le cholestérol total. La consommation régulière de figues contribue à abaisser l'hypertension artérielle, contrôler le cholestérol.

3.2.6. Effet anti-constipation

La constipation est l'un des troubles gastro-intestinaux les plus courants dans le monde. Il a été établi que l'administration de pâte de figues pour le traitement de la constipation et induite par le loperamide dans un modèle de rat et injecté par voie intrapéritonéale pendant 4 semaines dans les quatre groupes expérimentaux a montré que nombre pour des boulettes fécales, leur poids et leur teneur en eau ont augmenté dans les groupes traités aux figues par rapport au groupe témoin.

Des réductions du poids corporel et une augmentation de la durée du transit intestinal ont été observées dans les groupes traités aux figues. Le nombre de boulettes fécales a été réduit dans le côlon distal des rats traités aux figues. La constipation a diminué lorsque le fruit de la figue a été donné aux rats (**Lee et al., 2012**). La supplémentation en figues améliorait les symptômes chez les patients souffrant de constipation fonctionnelle (**Kim et al., (2010)**) et augmentait le nombre de selles, réduisait le temps de défécation et améliorait les douleurs abdominales. Ainsi, la supplémentation en figues peut être une stratégie thérapeutique et préventive utile pour la constipation chronique

3.2.7. Activité antibactérienne

Une activité antibactérienne a également été signalée en utilisant méthode de diffusion par puits et en mesurant la zone d'inhibition par un test de sensibilité aux antimicrobiens. Trois bactéries Gram positif (*Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*), et une bactérie à Gram négatif (*Proteus mirabilis*) ont été utilisés pour évaluer les propriétés de l'activité antibactérienne activité de l'extrait de figue séchée. L'extrait sec de figue a permis d'évaluer une activité antibactérienne plus élevée contre *Proteus mirabilis* (**Soni, 2014**). En conséquence, il a été rapporté que les extraits de *Ficus carica* ont montré une activité bactéricide activité antifongique modérée, et les concentrations d'inhibition minimale (CMB) et les concentrations létales minimales ont été déterminées sur *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*. (**Mahmoudi, 2016**).

3.2.6 Activité Antiviral

(Aref et. Al.;2011) a prouvé dans son étude que les extrait hexanique et d'acétate d'hexane-éthyle de fruit de *Ficus carica* possèdent une activité antivirale contre HSV-1, ECV11 et ADV. Ces extraits sont capables de détériorer l'intégrité du virus et l'empêcher de mener à bien son infection. Cette activité antivirale pourrait être due à la présence d'acide férulique comme principal composé phénolique (Aréf, 2011).

3.3 Utilisations culinaires

Le fruit de la figue constitue un élément important de la diète méditerranéenne. Il est consommé principalement comme fruit frais ou séché. L'industrie accorde une importance à ce fruit pour ces diverses utilisations, il est transformé en confitures ou marmelades, ainsi qu'en jus (Lansky et al., 2008).

L'usage du figuier ne se limite pas au fruit mais aussi à d'autres parties : Le latex séché et poudré est utilisé dans l'industrie laitière ; il a une forte activité de coagulation, pour cela il est utilisé pour la préparation de fromage et aussi dans d'autres agro-alimentaires (Chakaravarty, 1976). Les feuilles du figuier peuvent être orientées vers l'alimentation de bétail.

3.4 Précaution de consommation de la figue

Comme il a été démontré tout le long de ce travail, les figues sèches ont plusieurs avantages, mais cela n'empêche pas la présence de dommages. La figue doit être bien lavée à l'eau avant de la consommer. Manger de grandes quantités de figues peut provoquer également une diarrhée en raison de la teneur élevée en fibres, et la grande quantité de sucres présents dans les figues peut provoquer des caries dentaires, et une consommation excessive d'actions de grâce peut entraîner une baisse de la glycémie et l'incapacité de les contrôler, en particulier si la personne vient après avoir subi une intervention chirurgicale.

Partie II

Partie expérimentale

Chapitre IV

Matériel et méthodes



La présente étude consiste à caractériser trois variétés de figes sèches existant en Algérie. Notre travail expérimental a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de la station expérimentale de la faculté de sciences de la nature et de la vie de Blida et du laboratoire de physiologie végétale de l'école Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) d'Alger.

4.1. Objectifs de l'étude :

En Algérie comme dans d'autres pays de la méditerranée, la fige sèche est un fruit qui a une importance tant médicinale et aussi économique. Les figes sèches, produits du terroir sont de retour en Algérie surtout dans la majorité des marchés de la région de plusieurs régions de l'Algérie.

Beaucoup de consommateur connaissent peu ou très mal ce produit. Dans ce contexte, l'objectif principal de cette étude est de faire une caractérisation phytochimique et sensorielle comparative de trois variétés de figes algériennes recueillies dans trois régions différentes de l'Algérie. Pour atteindre nos objectifs, notre travail s'est basé sur les quatre étapes suivantes :

1. Réaliser en premier lieu une enquête de perception en vue de dégager l'appréciation du consommateur, ses habitudes et ses critères de choix envers l'utilisation de la fige sèche dans trois régions différentes : Blida, Tipaza et Médéa.

2. Caractériser et identifier les différents groupes chimiques présents dans les trois variétés de figes sèches (Screening chimique).

3. Préparer un extrait brut à partir du broyat de chaque variété de figes sèches et détermination de ses teneurs en composés phénoliques (polyphénols et flavonoïdes) et de son activité anti-radicalaire par le test DPPH.

4. Réaliser une analyse sensorielle des trois variétés de figes étudiées en utilisant la technique de dégustation.

4.2. Enquête de perception

En Algérie, Le figuier est bien connu. Sa culture est très ancienne et s'étend dans plusieurs régions surtout la Kabylie. Malgré son intérêt économique, cette culture reste toujours considérée comme secondaire. Son fruit représente une nourriture de base pour beaucoup de familles dans les régions rurales pendant les périodes difficiles, surtout à l'état séché. *La Kabylie* est la première région du pays qui produit les figes fraîches et séchés.

Afin de recenser l'utilisation et l'appréciation du fruit de la figue sous ses deux formes par la population, nous nous sommes concentrés à réaliser une enquête d'appréciation de ce fruit dans trois régions différentes et loin de région d'origine : Blida, Tipaza et Médéa.

Cette enquête qui nous informe sur le mode d'utilisation de ce fruit, nutritionnel ou thérapeutique et selon **Agbogidi,(2010)** qui reporte que les études ethnobotanique apparaissent comme une bonne approche pour comprendre dans une région donnée, les utilisations ainsi que les perceptions socioculturelles et économiques des ressources végétales par les populations locales. Les formes d'utilisation pourraient varier selon les ressources exploitées, la région, le genre, le sexe et les groupes ethniques (**Belem et al., 2008, CamouGuerrero et al., 2008**).

Notre travail se base sur les données d'une enquête par questionnaire réalisée sur un échantillon de 60 personnes. Aucun critère de choix aux personnes interrogées n'a été défini a priori et ces personnes ont été sélectionnées en fonction des opportunités qui se sont présentées. L'enquête est réalisée entre 8 Avril et 31 Mai 2022.

4.2.1. Description de la zone d'étude :

Cette étude a été réalisée à travers trois différentes Wilayas de l'Ouest algérien une brève description est faite ci-dessous :

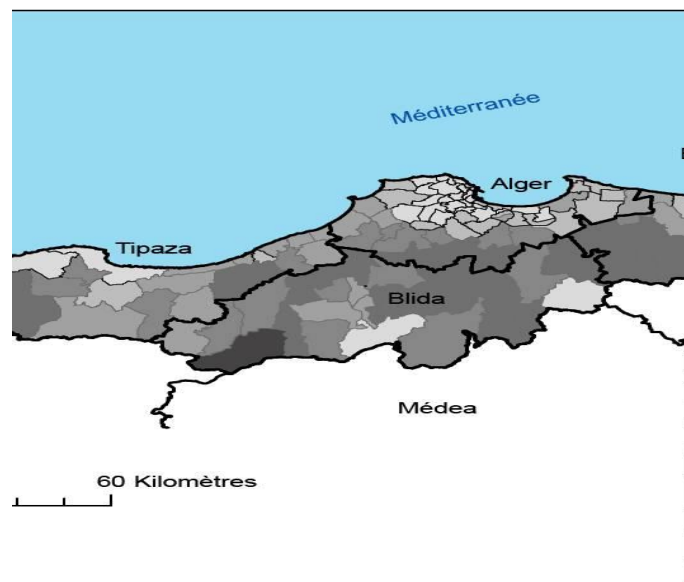


Figure 17 : Carte géographique des trois wilayas concernées par l'enquête

Tipaza est une wilaya algérienne située à 68 km de la capitale Alger. Le potentiel en sol de la wilaya de Tipaza est de 72 929 ha, dont 64 772 ha de surface agricole utile (SAU). La superficie irriguée est estimée à fin 2004 à 12 215 ha soit un taux d'irrigation de 18,9 % par rapport à la SAU.

Blida est la capitale de la province de Blida en Algérie située à 45 km d'Alger. Elle est située au Nord de l'Algérie, avec une zone des montagnes de l'Atlas (Atlas Blida) au sud, et la plaine de Mitija dans la partie nord. La ville de Blida, la capitale de Mitidja, est bordée au nord par Alger et Tipasa, à l'ouest par Ain Defla, au sud par Médéa, à l'est par Bouira et Boumerdès ; C'est un centre administratif et commercial et est célèbre pour ses produits agricoles et industriels. Pour Médéa, c'est une région qui partage ses frontières avec de nombreux états du centre, bordés au nord par l'état de Blida, au sud par l'état de Djelfa, à l'est par les états de M'sila et Bouira, et à l'ouest par les états d'Ain Defla et Tissemsilt. Médéa a une situation géographique distincte, ce qui en fait un État à caractère agro-pastoral, puisque la superficie totale de l'État est estimée à 595 877 hectares, dont la superficie agricole totale est estimée à 541 773 hectares, soit 88% de la surface totale.

4.2.2. Elaboration du questionnaire :

Pour atteindre nos objectifs, notre méthodologie s'est basée sur la réalisation d'une enquête. L'outil utilisé durant cette enquête est un formulaire comportant une liste des questions : le questionnaire (voir annexe n° 3). Le questionnaire est composé de trois parties distinctes avec chacune des questions simples et faciles à comprendre. En plus de la première partie contenant des variables d'identification de la personne interrogée, la deuxième partie portant sur le fruit de la figue et sa connaissance. Elle nous a permis de connaître les préférences de l'interrogé. La troisième partie s'est fixé comme objectif de connaître le mode d'utilisation de ce fruit et sa qualité.

Lors de l'enquête, nous avons réalisé des entretiens en se basant sur la méthode de face à face pour recueillir les informations. La durée de l'interview ne dépasse pas les 15- 20 mn selon les personnes interrogées. Il a été réalisé dans le temps le plus court afin d'obtenir des réponses les plus spontanées. Le questionnaire nous a permis d'évaluer la connaissance, l'utilisation et la préparation de figues sèches auprès des interrogés. Les catégories d'âges des interlocuteurs varient entre 20 et 60 ans.

4.2.3. Traitement des données

Le traitement des résultats obtenus lors de notre enquête consiste rassembler les données et au dépouillement. L'identification des individus, l'analyse des variables qualitatifs et quantitatifs ainsi que les graphiques sont faite par Excel 2007.

4.3. Matériel végétal

Les trois variétés de figes séchées (*Ficus carica*) ont été obtenues durant la saison 2021-2022 à partir de trois régions sélectionnées (Sétif (Beni Ourtiléne) , **Tizi Ouzou** et Bejaia. La figure n° 18 montre la localisation des trois régions de provenance des figes sèches.



Figure 18: Carte indiquant les trois zones de récolte de ficus carica

Tous les échantillons de figes séchés sont emballés dans des sacs hermétiquement fermés, sous vide et sont stockés à l’abri de la lumière et d’humidité jusqu’à utilisation (1 kg pour chaque cultivars) .Le tableau n° 11 présente les trois variétés de figes séchées, leur région de collecte et leur mode de séchage.

Tableau 12 : Identification des trois variétés de figes sèches étudiées

Nom du cultivar de Figes	Région de collecte	Date collecte de	Mode de séchage
<p>Azandjare (Figes noires)</p> 	<p>Tala Amara Tizi Rached Tizi Ouzou</p>	<p>Mai 2021</p>	<p>Traditionnel</p>
<p>Beni Maouche (Figes blanches)</p> 	<p>Beni Maouche Akbou Bejaia</p>	<p>Avril 2021</p>	<p>Artificiel</p>
<p>Taamriwath (Figes noires)</p> 	<p>Sétif</p>	<p>Mai 2021</p>	<p>Artificiel</p>

Les variétés de figes sèches réfrigérateur jusqu'à leur utilisait La cultivar de figes sèches noir "Azendjar" ont été collectés auprès des vendeurs à Tala Amara au niveau de la commune de Tizi Rached dans la région de Tizi-Ouzou.

Le troisième cultivar de figes sèches "Beni Maouche" collecté auprès de l'Association des fige cutteurs de la Wilaya de Béjaia. Cette variété de figes est labélisée depuis 2016 avec indication géographiquement contrôlée (IGC).

Tous les cultivars sont récoltés durant la saison d'été 2020-2021, séchés traditionnellement et stockés dans des sachets fermés hermétiquement et stockés à température ambiante. Le choix des variétés a obéit d'une part à des réflexions bibliographiques qui ont montré l'intérêt et la diversité des cultivars de figes algériennes à travers plusieurs travaux de recherches effectués. D'autre part, notre intérêt s'est rattaché surtout voir ses et ses qualités gustatives et ses vertus thérapeutiques.

4.4. Préparation des échantillons de figes sèches :

Notre travail consiste en premier lieu à laver à l'eau distillée nos trois échantillons de figes sèches, les sécher avec du papier absorbant, les mettre à sécher dans une étuve à 40°C pendant 48 h. Les figes sèches ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique afin d'obtenir des produits à diamètre plus ou moins fins (broyat). Les trois types d'échantillons de figes sèches broyés obtenus (E1, E2 et E3) ont été conservés dans des flacons sombres à température ambiante et à l'abri de la lumière et de l'humidité (**Richane et Adjroud, 2018**).

4.5. Caractérisation qualitatives et quantitatives des figes sèches

4.5.1. Criblage phyto-chimique

Le screening ou criblage phytochimique est l'ensemble de test qui permet de mettre en évidence les composés chimiques se trouvant dans l'extrait à analyser tels que, les saponines, les flavonoïdes, les tanins et les glucides (**Yollande, 2009**). Il est basé sur la formation d'un complexe coloré en utilisant des réactions de coloration. Ce criblage permet de mettre en évidence recherche des grandes classes de composés chimiques appartenant aux métabolismes secondaires des 3 variétés étudiées. Il suffit de réaliser des tests phyto-chimiques qualitatifs, basés sur des réactions de coloration ou de précipitation plus ou moins spécifiques à chaque classe de principes actifs. Trois types solvants de polarités différentes ont été utilisés pour cette analyse (**Eau, ethanol et, chloroforme**).

a. Saponosides

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant 80ml d'eau distillée à 2 g de poudre des différents échantillons de figes sèches. Après 20 min, on filtre, les extraits sont ensuite refroidis et agités vigoureusement pendant 2 minutes. La teneur en saponosides est évaluée selon les critères suivants (**Trease et Evans, 1987**) :

- Pas de mousse = test négatif (-).
- Mousse moins de 1 cm = test faiblement positif (+).
- Mousse de 1-2 cm = test positif (++).
- Mousse plus de 2 cm = test très positif (+++).

b. Terpénoïdes (Test de Slakowski)

A 1g de broyat de chacune des variétés des différents échantillons, on ajoute 0,4 ml de chloroforme (**CHCl₃**) et 0,6 ml de **H₂SO₄** concentré. La présence des terpénoïdes est mise en évidence par l'apparition d'un anneau marron à l'interphase (**Khan et al., 2011**).

c. Flavonoïdes

La réaction de détection des flavonoïdes consiste à traiter 10 gr de de échantillon avec 2 ml de 10% d'acétate de plomb.la couleur vert jaunâtre indique la présence de flavonoïdes (**Harbarne, 1973**).

d. Composés phénoliques

Une quantité de 10 ml de chlorure d'hydrogène (HCl) est ajouté à 2g de poudre de chaque échantillon à analyser. Un test positif est révélé par la coloration rouge en présence de polyphénols.

4.5.2. Préparation de l'extrait brut de la poudre de figes Sèches

L'extraction solide liquide par la méthode de macération a été adoptée comme technique d'extraction des composés phénoliques des trois variétés de figes sèches sélectionnées. La préparation des trois extraits consiste à mettre dans erlenmeyer, une masse de 5 g de poudre de pelure de chacune des trois échantillons de figes sèches dans 200 ml de mélange éthanol - eau (80/20 : v/v).Le mélange de broyat de figes sèches – éthanol-eau est agité pendant 24 heures à l'aide d'un agitateur magnétique, la solution obtenue subit 2 filtrations successives sur papier filtre moyen (mm), le filtrat obtenu riche en substances extraites est récupéré dans un ballon, puis passé au Rotavapor (Buchi) afin d'évaporer le solvant. Les extraits bruts obtenus seront conservés à 4°C dans des flacons hermétiquement fermés jusqu'à utilisation.

4.5.3. Détermination des polyphénols totaux (Owen et Johns, 1999)

➤ Principe

Le réactif utilisé conventionnellement pour le dosage des polyphénols totaux est celui de Folin-Ciocalteu. C'est un complexe des acides phospho-molybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) et phospho-tungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) de couleur jaune. L'oxydation en milieu alcalin des polyphénols par ce réactif, entraîne la formation d'un nouveau complexe à base de molybdène-tungstène de couleur bleu, qui absorbe la lumière du visible entre 725 et 765 nm.

➤ Mode opératoire

Pour réaliser le dosage de polyphénols totaux présents dans les figes sèches, nous adoptons aux étapes suivantes :

-Introduire dans un tube de 2 ml, 0,2 ml d'échantillon (extrait éthanolique) centrifugé et diluée de solution étalon (acide gallique) et 1 ml du réactif de Folin (dilué dix fois dans l'eau distillée).

-Après agitation au vortex, 0,8 ml d'une solution de carbonate de sodium (75 mg/L) a été introduite dans le tube.

-Ces tubes sont ensuite agités puis placés pendant 30 mn à température ambiante, à l'obscurité, une mesure de l'absorbance de la solution à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible permet de déterminer les concentrations en polyphénols totaux dans chaque échantillon et cela à partir d'une gamme étalon d'acide gallique. La mesure d'absorbance a été réalisée contre une solution de référence ne contenant pas les extraits de polyphénols mais ayant subis toutes les étapes du dosage. Une courbe d'étalonnage est tracée avec les concentrations des solutions d'acide gallique. Les concentrations des polyphénols sont exprimées (μg d'EAG/ 100g MS).

4.5.4 Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïde des extraits a été déterminée selon la méthode de (**Ibrahim hegazy, 2012**). Un volume de 1 ml de d'extrait éthanolique a été additionnée à 1 ml de chlorure d'aluminium à 2% (préparé dans le méthanol).Le mélange a été placé à l'obscurité pendant 20 min, puis l'absorbance a été mesurée à 415 nm. Les résultats ont été exprimés en μg équivalent de Quercitrine par 1 ml de d'extrait. Ces concentrations sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage réalise avec de la quercetine préparée dans le méthanol (200 mg /ml) à différentes concentrations (1-25 mg/ml) dans les mêmes conditions que l'échantillon.

4.5.5. Détermination de l'activité antioxydante

4.5.5.1. Test de piégeage du radical libre DPPH

➤ Principe

L'activité anti-radicalaire des extraits de figes sèches a réalisé au moyen d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de radical DPPH qui s'accompagne par son virage de la couleur violette (DPPH^{*}) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 515 nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires (**Bougandoura et Bendimerad, 2013**).

➤ **Mode opératoire**

Ce test est réalisé selon la méthode décrite par **Dudonné et al., (2009)**, une quantité de 100 µl d'extrait à différentes concentrations a été mélangé avec 3 ml de la solution de DPPH à 60 µM. Après 20 minutes d'incubation à 37°C, l'absorbance à 515nm a été mesurée et la courbe d'inhibition en fonction de la concentration est tracée.

➤ **Expression des résultats**

Nous exprimons l'activité antioxydante liée à l'effet de piégeage du radical DPPH en pourcentage d'inhibition (A) à l'aide de la formule suivante (**Dieng et al, 2017**) :

$$A\% = 100 (A_0 - A_1) / A_0$$

Avec :

A₀ : absorbance DPPH.

A₁ : absorbance échantillon.

4.6. Analyse sensorielle

Réaliser une analyse sensorielle consiste à faire une perception de la qualité organoleptique et déterminer le facteur d'acceptabilité des produits alimentaires par le consommateur sans passer par les analyses physiques ou chimiques. Le résultat de cette analyse est surtout apprécié par les organes de sens (les yeux, la langue et le nez). La couleur, l'odeur et le goût sont des facteurs de l'appétence de l'aliment.

La technique de dégustation utilisée dans cette étude est celle qui consiste à classer les échantillons soit par rapport à un produit standard (de référence) soit par rapport à eux-même (généralement c'est ce dernier cas qui est utilisé). Pour évaluer la qualité organoleptique de chaque échantillon, on doit utiliser les critères suivants : L'aspect général, la couleur, la texture, et le goût des fruits de figes séches. L'échantillon étant jugé, le dégustateur choisit coche sur le tableau défini le critère préféré.

Un test de dégustation a été réalisé au niveau de l'université Saad Dahleb, Blida 1 , département d'agroalimentaire, sur un groupe d'individus de 20 , de différentes classes, selon l'âge (entre 21 et 52 ans), le sexe et la fonction (enseignants, employés et étudiants). L'appréciation des

dégustateurs est faite sur plusieurs critères et caractéristiques qui sont représenté par le tableau en annexe n° 4 .

Les dégustateurs doivent être informés sur le type de questions posées et le but recherché de cette dégustation. Chaque membre doit évaluer les critères dans l'ensemble des échantillons. Il est demandé aux membres du panel de rincer la bouche à l'eau distillée entre deux dégustations.

Lors de la séance de dégustation, trois variétés de figes sèches ont été évaluées par l'ensemble des dégustateurs selon les quatre descripteurs (aspect général, la couleur, la texture, et le goût) et les modalités prédéfinies.

L'aspect général de la fige allant de très humide, humide, sec à très sec. Pour la texture on a tenu compte du critère allant de Molle à très dure passant par gommeuse et dure. Une perception concernant la couleur de la fige de jaune claire, à jaune brun et marron noircie. Le dernier critère évalué chez les trois variétés de figes concerne la sucrosité qui permet de les classer du très sucré à non sucré évaluant la saveur sucrée de chaque variété de fige algérienne.

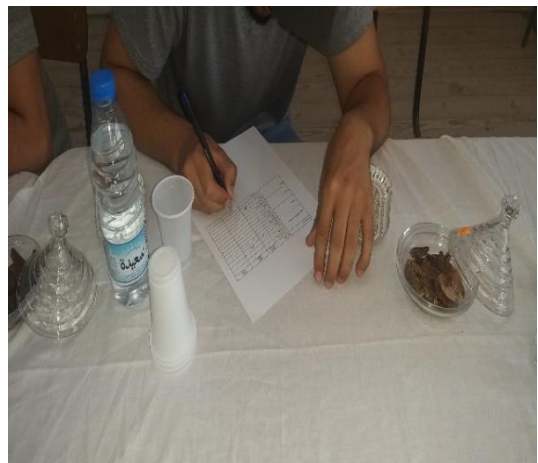
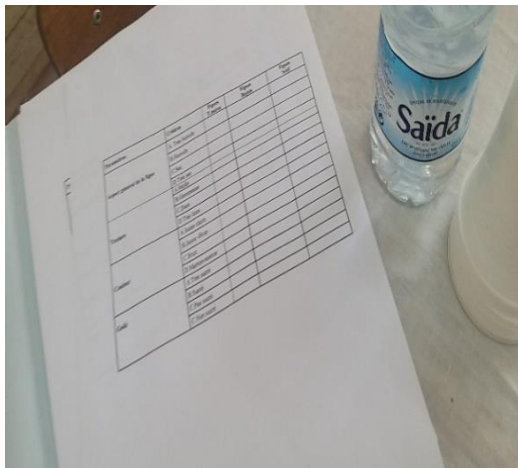


Figure 19 : Séance de dégustation des figes sèches

Résultats et discussion

Ce chapitre présentera les résultats et discussion de l'ensemble des études effectuées sur figures sèches au cours de la réalisation de ce mémoire.

5.1. Enquête de perception

Plusieurs données ont été collectées lors des enquêtes réalisées sur l'utilisation thérapeutique de l'écorce de grenade et cela au niveau de la région de la Mitidja, 47 consommateurs ont été questionnés.

5.1.1. Critère d'identification

5.1.1.1. Age

La figure N° 20 présente la répartition des effectifs de l'enquête selon l'âge.

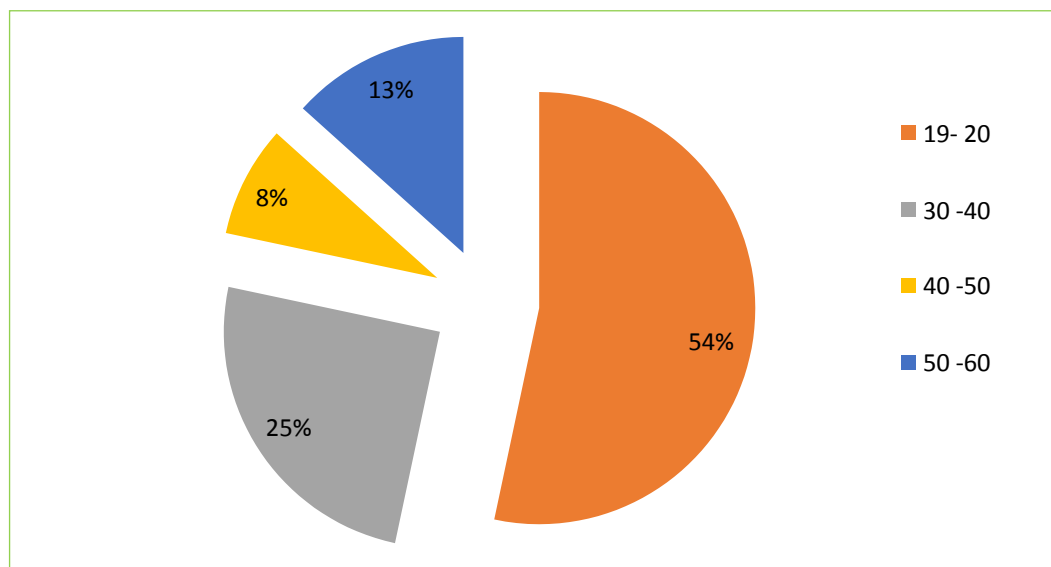


Figure 20 : Répartition par tranche d'Age

D'après la figure 1, nous constatons que 54% des personnes qui composent notre échantillon ont un âge qui varie entre 20 et 30 ans, suivie par la catégorie de 30 à 40 ans représentant 25% alors que la catégorie entre 40 et 50 ans représente que 8 %. La catégorie 50 et 60 représente 13% au niveau des régions étudiées. **La connaissance de la figue** au niveau des régions étudiées est répandue chez toutes les classes d'âge avec prédominance de personnes âgées de 20-30ans. On note aussi une richesse d'informations sur la figue chez les jeunes.

5.1.1.2. Profession

La figure n° 21 nous montre la répartition des professions des personnes qui ont participé à notre enquête :

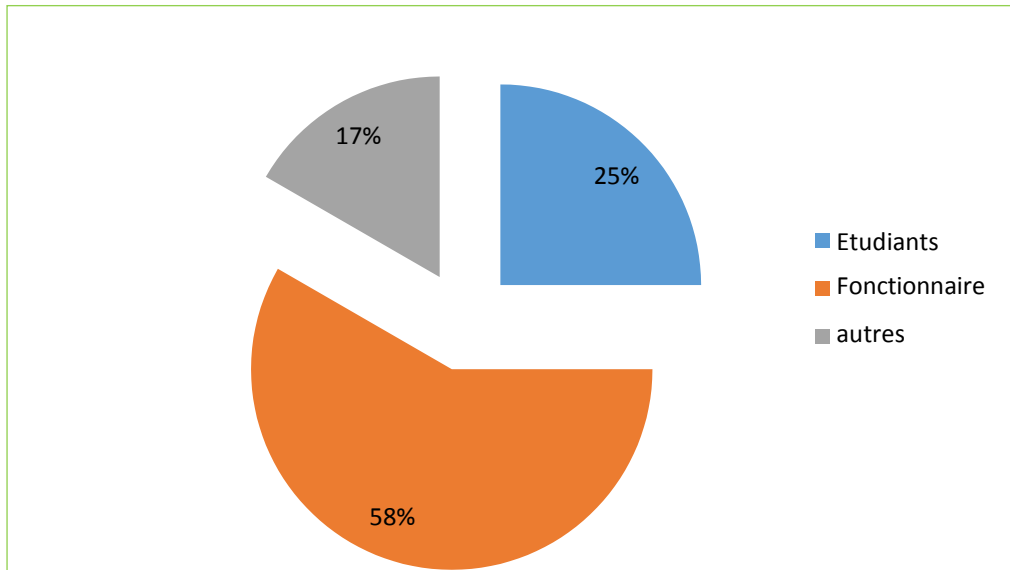


Figure 21: Répartition de la profession des personnes interrogées

En moyenne, au niveau de l'ensemble des zones enquêtées, les fonctionnaires viennent en première position, ils représentent 58% de l'échantillon de l'étude, suivis de la catégorie des étudiants avec un pourcentage de 25% et 17% de la catégorie des autres (femme au foyer, commerçants, retraités, ...) comme il est illustré sur la figure n° 20 .Ces informations nous indiquent les caractéristiques socio-économiques de la population interrogée, puisque le statut professionnel influence aussi sur le régime alimentaire.

5.1.1.3. Sexe :

La figure N° 22 représente la répartition du sexe des répondants de l'enquête :

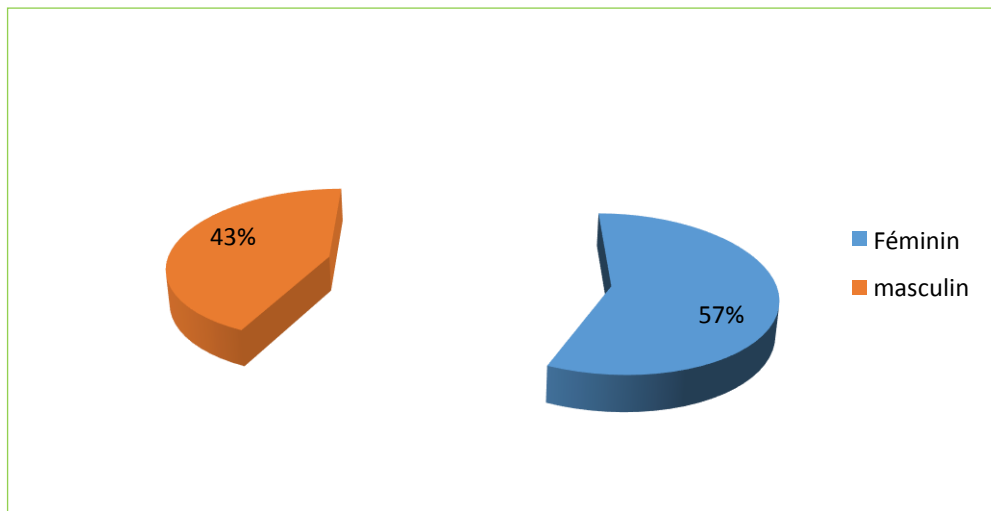


Figure 22 : Répartition du sexe chez les participants de l'enquête

D'après les informations illustrées par la figure n° 20, nous remarquons que sur les 60 Individus interrogés au niveau des trois régions enquêtées sont représentés par 57 % de femmes et 43 % d'hommes. Nous nous sommes intéressés au sexe qui est considéré comme un critère de construction de l'échantillon de l'étude. La répartition par sexe montre que les femmes sont très représentatives dans les villages d'accueil, tandis que le pourcentage du sexe masculin est plus faible.

5.1.2. Habitudes alimentaires

5.1.2.1. Consommation de la figue

La figure N° 23 montre sur quel état est consommée la figue au niveau des régions enquêtées :

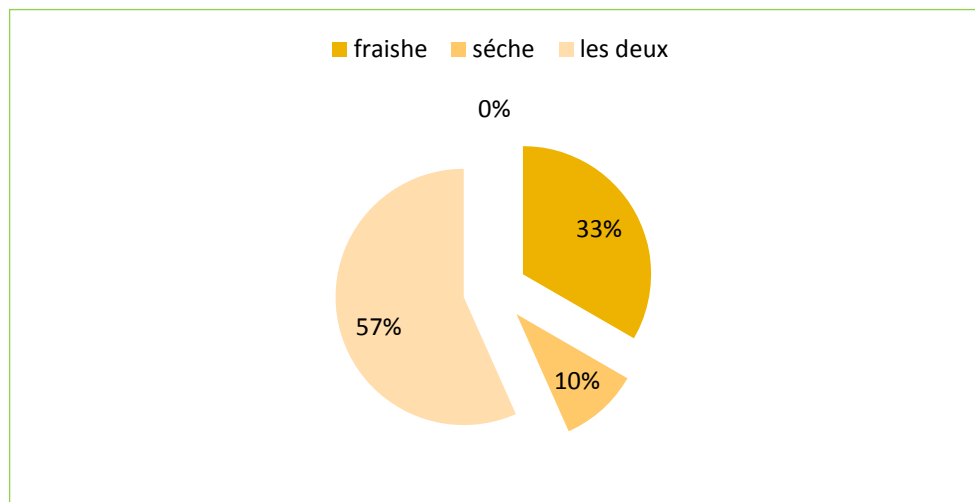


Figure 23: Type de figes consommées

Dans les zones étudiées, et d'après les résultats de la figure n° ? , nous avons constaté une large consommation de figue avec 33% la consomme fraîche la figue fraîche alors que 10 % seulement la consomment la figue sèche. .La figue est consommée fraîche et sèche chez 57 % des interrogés. Le taux élevé de consommation de figue en état frais et sec s'explique par la richesse de ses régions en arbres de figuiers qui laisse le prix de cette figue raisonnable et à la portée du consommateur vu ses valeurs nutritionnelle et thérapeutiques.

5.1.2.2. Fréquence de la consommation

La figure N° 24 représente fréquence de consommation de la figue :

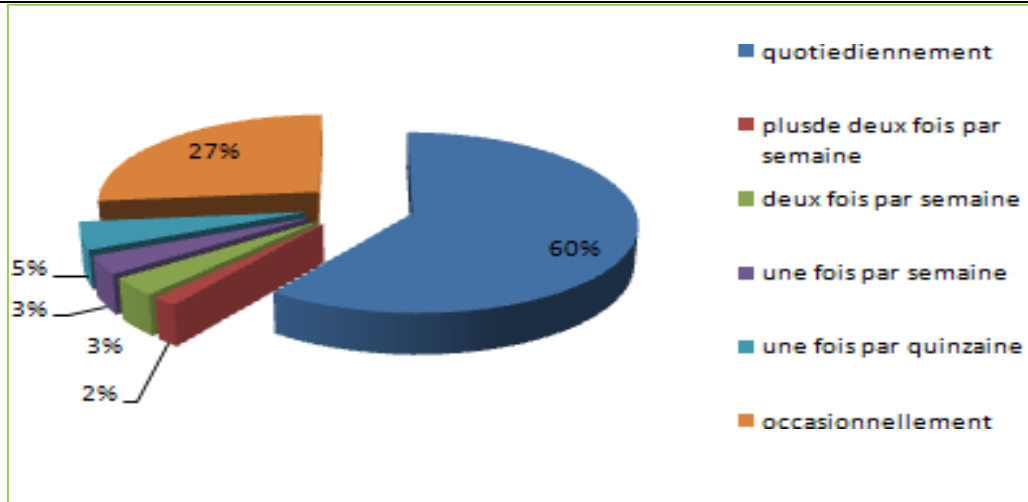


Figure 24 : Fréquence de consommation de la figue

Pour les résultats de la fréquence de consommation de la figue dans les trois régions, nous avons recensé pour chaque individu sa fréquence de consommation selon la figure N° 23. Le pourcentage de consommation par jours est très élevé qui s'explique par la connaissance des bienfaits de la figue par les répondants qui est considérée comme une source de différents nutriments (les glucides, lipides, fibres et antioxydants). Les résultats de l'enquête montrent que 60% des individus consomment la figue quotidiennement en été ou sous la forme sèche alors que 27% seulement des individus de l'échantillon prennent la figue occasionnellement. Une fois par quinzaine est consommée chez 5% et 3% deux fois par semaine et 2% une fois par semaine.

5.1.3. Critères de choix

Le sondage auprès des 60 personnes enquêtées sur le critère de choix lors de l'achat de la figue a porté la qualité d'emballage, le goût, et la texture. Les résultats sont représentés par la figure n° 25:

5.1.3.1. Qualité d'emballage

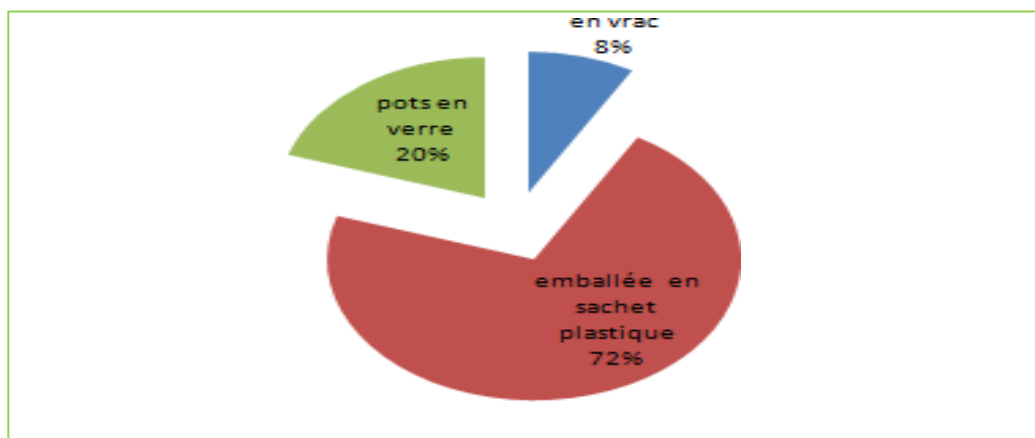


Figure 25 : Qualité d'emballage de la figue sèche

D'après la figure N° 24, nous remarquons que l'emballage en sachet plastique est un critère très demandé et qui représente 72% des répondants. L'emballage en verre et en vrac représente respectivement 20% et 8% seulement. Ces résultats confirment la préférence du consommateur à l'emballage en sachet en plastique.

5.1.3.2. Le goût

La figure N° 26 représente le goût de la figue sèche préféré par les enquêteurs:

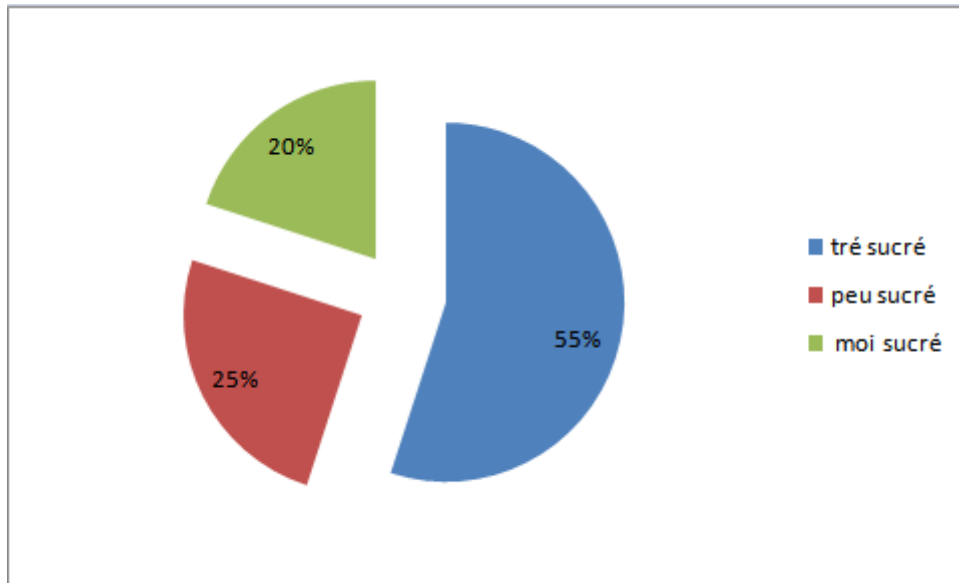


Figure 26 : Gout de la figue préféré par les enquêteurs

D'après les résultats de la figure n° 26 le goût très sucré est le critère le plus demandé et représente 55% des participants à l'enquête. Le goût sucré est représenté par 25 % alors que le moins sucré est le critère le moins demandé par le consommateur. Il est représenté par 20 % seulement. Ces résultats confirment la préférence du consommateur algérien au goût très sucré de la figue sèche.

5.1.3.3. Texture de la figue sèche

La figure n° 27 représente la texture de la figue sèche préférée par les enquêteurs :

Les résultats de la figure ci-dessus montrent que la texture gommeuse présente un critère très demandé à 45% par le consommateur algérien contre 32 % qui préfèrent la texture molle de la figue sèche. Le critère le moins demandé est celui de la texture dure et qui est représenté par 23 % seulement. Ces résultats montrent la préférence de la texture de la figue sèche et qui se dirigent vers celle qui est gommeuse. Ces résultats montrent que le consommateur algérien a une préférence en achetant la figue sèche, il cherche celle qui est emballée en sachet de plastique avec une texture gommeuse et à goût très sucré.

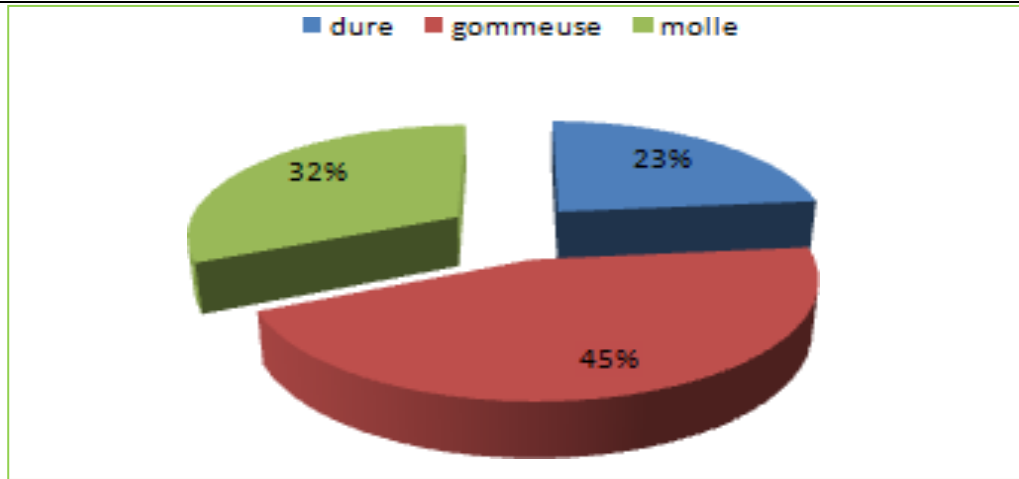


Figure 27: Texture de la figue préférée par les répondants de l'enquête

5.1.4. Utilisation de la figue sèche

5.1.4.1. Connaissance de valeur nutritive de la figue sèche

Selon les résultats de notre enquête, le niveau de connaissance de la valeur nutritive de la figue sèche est élucidé par la figure suivante :

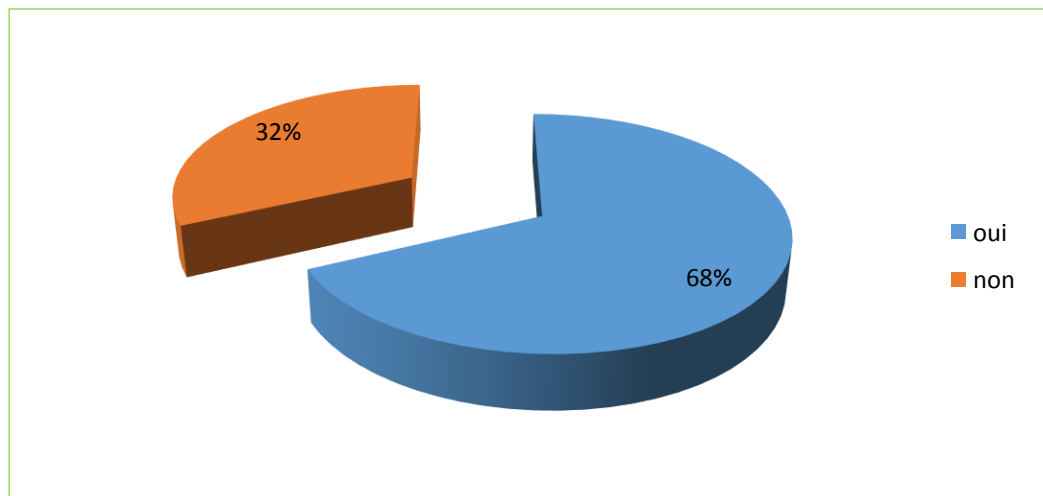


Figure 28: Connaissance de la valeur nutritive de la figue sèche

La figue sèche est un fruit caractérisé par grande importance nutritionnelle, elle joue un rôle équilibrant dans l'alimentation, grâce à sa teneur élevée en glucides assimilables qui dépasse les 53%, son faible apport en lipides et l'absence de cholestérol (El Khaloui, 2010). Un pourcentage de 68 % des répondants connaissent la valeur nutritionnelle de la figue sèche, alors que 32% nient sa connaissance.

5.1.4.2. Utilisation thérapeutique

La figure n° 29 représente l'utilisation thérapeutique de la figue sèche par les participants à notre enquête :

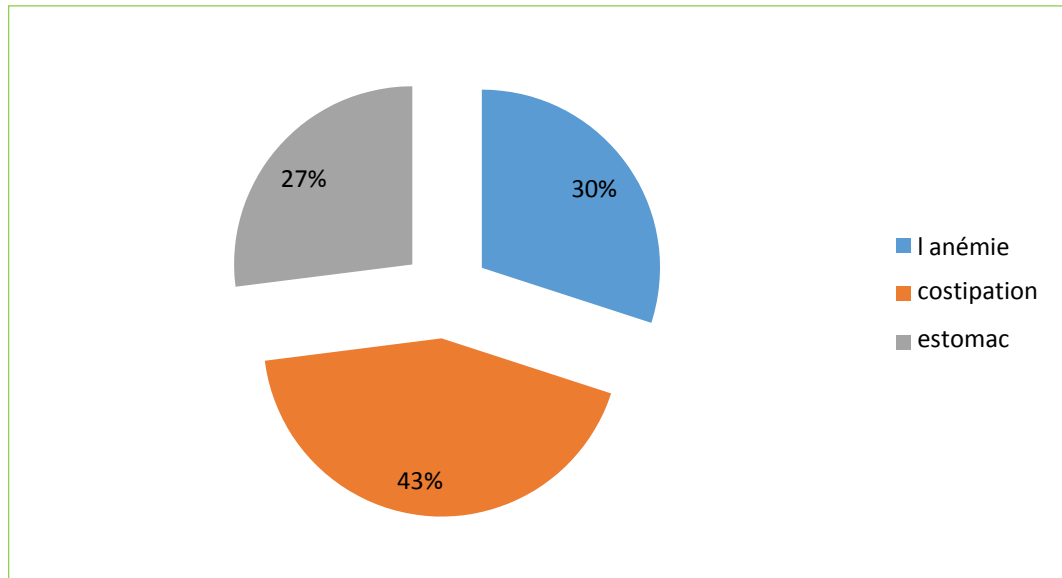


Figure 29: Les types des maladies

Les résultats de la figure ci-dessus montrent que les enquêteurs déclarent que La figue a des bienfaits dont : 43 % l'utilisent pour traiter la constipation, alors que 30 % révèlent que la figue

D'après ces révélations, on peut conclure que la figue possède une double propriété alimentaire et thérapeutique. La figue fraîche ou sèche présentent de nombreux avantages thérapeutiques et est utilisés en médecine traditionnelle contre plusieurs problèmes métaboliques, cardiovasculaires, respiratoires, antispasmodiques et anti-inflammatoires (**Mawa et al., 2013**)

5.2. Screening phytochimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la partie étudiée de la plante par les réactions qualitatives de caractérisation (**Bougandoura, 2011**). Le **tableau n° 12** représente le profil phytochimique de trois variétés sèches de *Ficus carica* :

Tableau 12 : Les tests phytochimiques consistent a détecter les différentes familles de composés

NB : - : test négatif , +++ : test Positif, présence élevée, ++ :test positif, présence moyenne, +++ :test , présence élevée .

	La blanche	Béni- Maouche	Béni Ouartiléne
Sponosides	-	-	-
Terpenoides	Présence faible de l'anneau +	Présence rapide de l'anneau +++	Présence moyenne de l'anneau ++
Flvonoides	Couleur verdâtre +++	Couleur verdâtre +++	Couleur verdâtre +++
Composés phénoliques	Couleur rouge ++	Couleur rouge +	Couleur rouge +++

D'après les résultats du tableau n° 12 , le screening phytochimique des phytoconstituants présents dans les trois variétés indique une absence totale des saponosides. Une richesse assez importante en flavonoïdes a été remarquée chez les trois variétés de figes sèches étudiées. Par ailleurs, il a été enregistré la présence variable de terpénoides selon la variété de figes sèche. Elle est importante chez la variété blanche de la région de Ttizi ouzou, moyenne chez celle de Béni Ouartiléne dans la région de Sétif et une faible quantité dans celle de Beni Maouche dans la région de Bejaia .

Ces trois variétés de *Ficus carica* présentent de nombreux composés bioactifs tel que les flavonoïdes, les composés phénolique et les terpénoides (**Justin, 2011**). Des études phytochimiques ont reportés plusieurs composants spécialement des flavonoïdes, des polyphénols (**Jeong et al. 2009; Ross and Kasum 2002**). Par ailleurs une étude menée **par Godwill et al. (2015)**, a confirmé la présence des alcaloïdes et une absence de saponosides dans l'espèce *Ficus exasperata*. Les composés phénoliques sont présents dans tous les fruits en tant que groupe diversifié de métabolites secondaires (**Kamiloglu et Capanoglu ,2015**).

Caliskan et polat. (2012) ont également confirmé trouvé la présence de des composés phénoliques dans la fige sèche et qui varient de 28.6 à 211.9 mg E.A.G /100g de matière sèche. Cette différence est expliquée par le fait que la qualité et la quantité des polyphénols qui existe

dans les fruits sont influencées par l'environnement, la variété et le type de sols (Nacz et Shahidi, 2006 ; Dai et Mumper, 2010). La figue sèche contient des substances phénoliques qui contribuent à sa qualité nutritionnelle et thérapeutique. Ces composés peuvent produire une augmentation significative de la capacité antioxydante du plasma humain et peuvent protéger les lipoprotéines plasmatiques de l'oxydation (bey et al., 2015). Les fruits de la figue sèche jouent un rôle diététique en fournissant une quantité raisonnable de composés phénoliques qui agissent comme des antioxydants physiologiques (Nakilcioglu et Hisil, 2013).

5. 3. Teneur en composés phénoliques

5.3.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux des extraits de trois variétés de figes sèches exprimées en milligramme équivalent d'acide gallique sont représentées dans la figure n° 30:

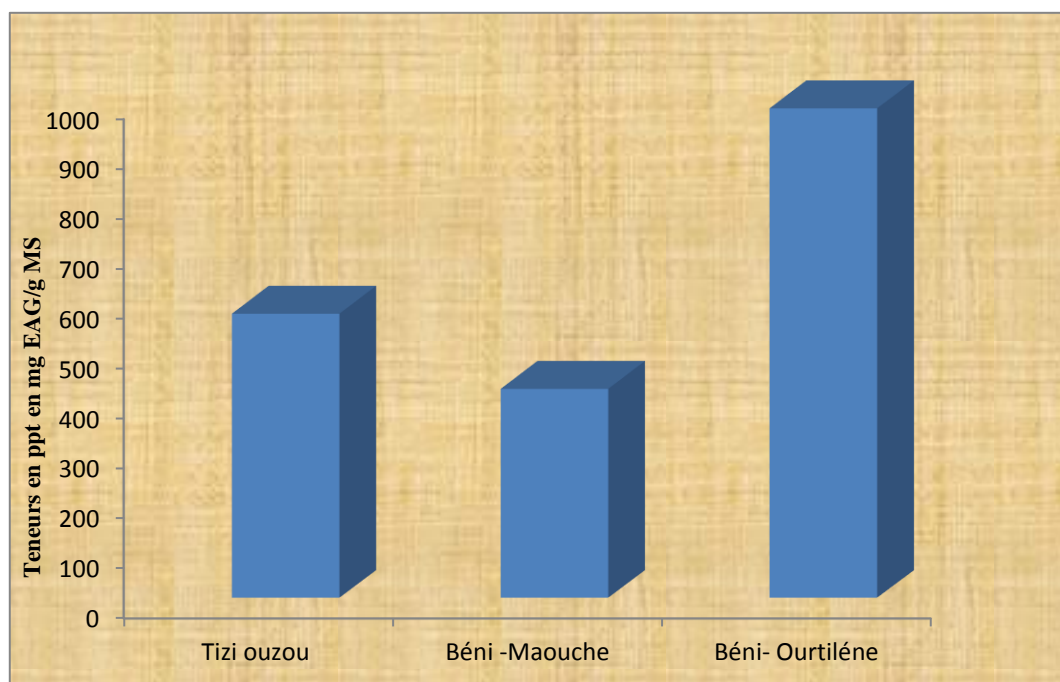


Figure 30: Teneurs en polyphénols totaux des extraits variétés de figes sèches

Selon les résultats obtenus par la figure N° 29, nous remarquons que, toutes les variétés contiennent des polyphénols totaux. La variété de Beni Ouartilène est la plus riche avec une teneur de 980 mg EAG/ 100 g MS suivie par celle de Tizi Ouzou qui marque une teneur de 570 mg EAG/ 100 MS. La variété de Beni présentent la teneur la plus faible en polyphénols totaux qui s'évalue à 420 mg EAG/ 100 g MS.

La variabilité de la teneur en polyphénols entre les différentes variétés étudiées peut être due à de nombreux paramètres tels que l'origine géographique, les conditions météorologiques et celles de stockage après récolte, les variétés, les conditions d'extraction, etc... (**Bachir Bey et Louaileche, 2015**). Par ailleurs en ce qui concerne l'influence de la couleur sur la teneur en composés phénoliques de la figue, **Kamiloglu et Capanoglu, (2015)** ont rapporté dans leur étude sur deux variétés de figes turques séchées de couleur jaune et violette une teneur de 193 mg EAG/ 100 g et de 417 mg EAG/100 g pour la figue jaune et violette, respectivement. De même dans une autre étude menée par **Bachir Bey et Louaileche, (2015)** sur neuf variétés de figes sèches algériennes dont trois de couleur sombre et six de couleur clair, les résultats ont indiqué que la teneur en composés phénoliques des variétés foncés était supérieure à celle des variétés claires avec des valeurs moyennes de 618,85 mg EAG/100 g et de 514,72 mg EAG/ 100 g, respectivement. La variété de Beni Ouartiléne est de couleur Noir, les figes noires sont les plus riches en polyphénols totaux que celles qui sont blanches.

5.3.2. Détermination du taux de flavonoïdes

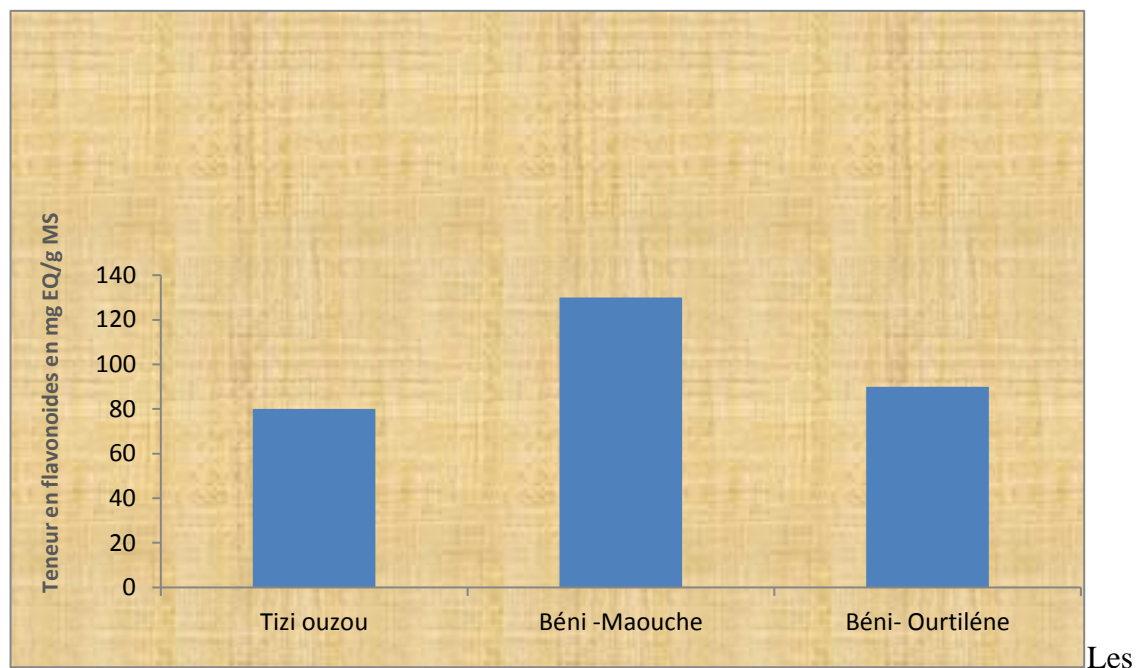


Figure 31 : Teneur en flavonoïdes des extraits des variétés de figes sèches

Flavonoïdes sont le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Il comprend à lui seul plus de 10000 molécules. Les teneurs en flavonoïdes des extraits des broyats des trois variétés de figes sèches exprimées en milligramme équivalent quercétine sont représentés dans la figure n° 31:

Le dosage des flavonoïdes totaux a montré que les teneurs les plus élevées sont enregistrées chez la variété de Beni Maouche avec des valeurs d'ordre de 130 mg EQ / 100gr de MS suivi de celle de Beni Ouartiléne avec une teneur de 90mgEQ /100 g MS .La plus faible teneur est représentée par l'échantillon de Tizi ouzou avec une valeur de teneur est 80 mg CAE/ 100gr de matière sèche. A l'opposé, des quantités moins importantes de flavonoïdes ont été détectées dans *Ficus carica* (40.729 mg QE/gr MS) selon **Allahyari et al. (2014)** et qui sont plus faibles que nos résultats.

D apres **Veberic et al., (2008)** la figue noire enregistre la concentration la plus élevée en rutine par rapport à la figue blanche. Selon **Meziant et al., 2015**, les teneurs moyennes des flavonoïdes dans les extraits de figues algériennes de la région de Bejaia varient entre 11,13 à 19,20 mg EQ / 100 g de poids sec MS Les travaux **de Mahmoudi et al., (2018)** ont indiqué des teneurs moyennes en flavonoïdes dans les extraits de figues de la région de Bouira comprises entre 11.56 et 16.36 mg EQ / 100 g MS .

Deux variétés de figues cultivées dans la région de Tirana en Albanie présentaient des teneurs en flavonoïdes variant entre 42,47 à 269,54 mg équivalent de catéchine (EC)/ 100 g de MS (**Hoxha et Kongoli, 2016**). Ces valeurs concordent avec nos résultats obtenus.

La teneur en flavonoïdes de quelques fruits secs commercialisés dans les marchés de Bejaïa (Algerie), et prouvé par **Ouchemoukh et al. (2012)** en estimant que la figue sèche est le fruit le plus riche en flavonoïdes (105,6 mg EQ /100g MS) par rapport aux autres fruits séchés tels que les raisins et les prunes. Cependant la dégradation des flavonoïdes ne se produit pas uniquement en raison de la température et du chauffage, elle va en outre s'appuyer sur des paramètres alternatifs comme le pH, la présence d'oxygène, et donc la présence de différents composés phytochimiques dans le milieu (**Ioannou et al., 2012**). Cependant **Di ferdinanattini (2013)**, révèlent que les figues sèches possèdent de nombreuses activités biologiques qui sont attribuées en partie aux propriétés antioxydants de ces composés naturels les flavonoïdes, des pigments ayant un rôle important dans la croissance et la défense de la plante (**Pietta et al., 2003**). Il a été reconnu que les flavonoïdes présentaient une activité antioxydante importante et leurs effets sur la nutrition et la santé humaine sont cruciaux (**Bachir Bey et Louaileche, 2015**)

5.3. Détermination de l'activité antioxydante du fruit *Ficus carica* par la Méthode de 2,2-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH)

Le DPPH est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydant in vitro en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. La mise en évidence du pouvoir antioxydant des extraits des trois variétés de la figue sèche a été réalisée le piégeage du radical libre DPPH en mesurant le pourcentage d'inhibition du radical au diphényl-picryl hydrazyl (DPPH) en fonction de la concentration des extraits des échantillons des figes. Les résultats de l'activité anti-radicalaire des extrait de figes sèches étudiées sont exprimés en termes de pourcentages d'inhibition du radical DPPH et sont présentés par la figure n° 32:

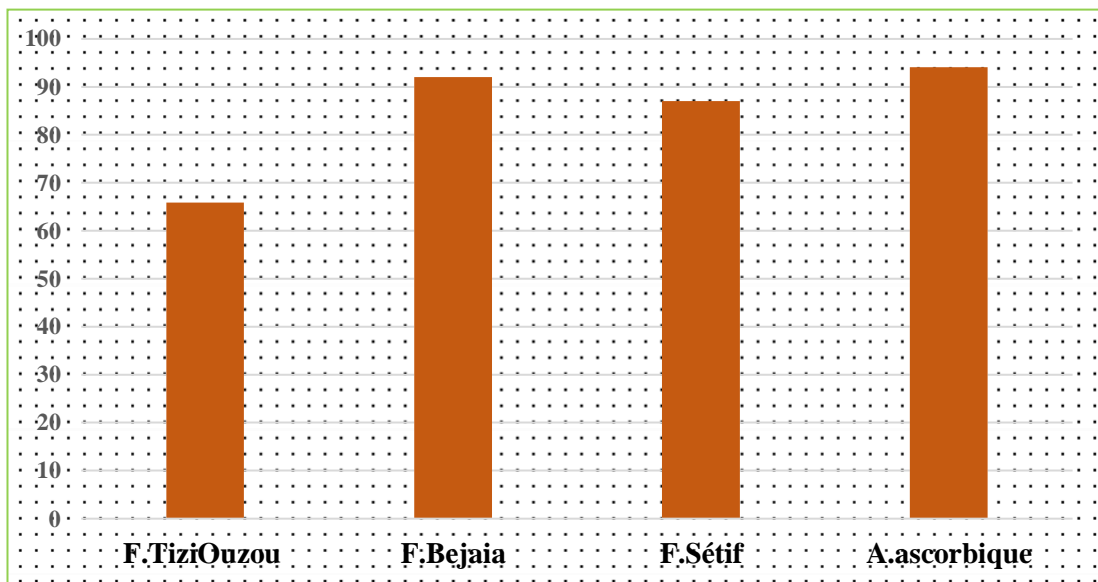


Figure 32: **Pourcentages d'inhibition du radical DPPH des extraits de figue sèche**

Les résultats de la figure n° 32 montrent que le pourcentage d'inhibition du radical DPPH le plus élevé, est enregistré par la variété de Béni Maouch (92,03 %) suivie par celle de la variété de Béni Ouartilane avec un pourcentage de 87,03%. La variété de Tizi ouzou a montré un pourcentage plus faible que pour les deux autres variétés (65,88). Ces valeurs sont plus élevées que celles trouvées par Bachir bey et Louaileche, (2015) et Meziane, (2014) qui révèlent des pourcentages d'inhibition d'environ 41,63%. La différence entre les régions de cultures, les pratiques agricoles, le stade de maturation et les conditions de récoltes et de séchage peuvent aussi être à l'origine de la différence observée entre les pourcentages enregistrés. Les figes de couleur foncée contiennent d'avantage d'antioxydants que les variétés de couleur plus pâle (Solomon et al., 2006). Lahmadi et al., 2019 ont révélé que l'extrait de *Ficus carica* possède une activité anti-radicalaire concentration dépendante. Le pourcentage d'inhibition variait de 11,31% à 87,03%.

Dans le rapport de l'étude menée par **Hoxha et Kongoli, (2016)**, il a été noté que l'activité antioxydante des échantillons séchés à l'air chaud (5-6,5 mol ET/100g) était plus élevée que celle des échantillons séchés au soleil (3,9-5 mol ET/100g). De nombreuses maladies telles que le cancer, l'inflammation, l'athérosclérose, la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson sont liées à des dommages médités par les espèces réactives à l'oxygène des macromolécules biologiques, qui résultent d'un déséquilibre entre les systèmes générateurs de radicaux et piègeurs de radicaux (Taubert et *al.*, 2003). Pour cela, plusieurs recherches réalisent également l'évaluation du potentiel antioxydant des extraits polyphénoliques (**Aljane, 2018**).

5.4. Analyse sensorielle des figes sèches

Les résultats de l'analyse sensorielle des figes comparées entre trois régions de quatre descripteurs (aspect, texture, couleur et goût) sont représentés dans les figures suivantes

5.4.1 Aspect général de la fige sèche

La figure n° 33 montre l'appréciation sur l'aspect général des trois variétés de figes sèche par les dégustateurs :

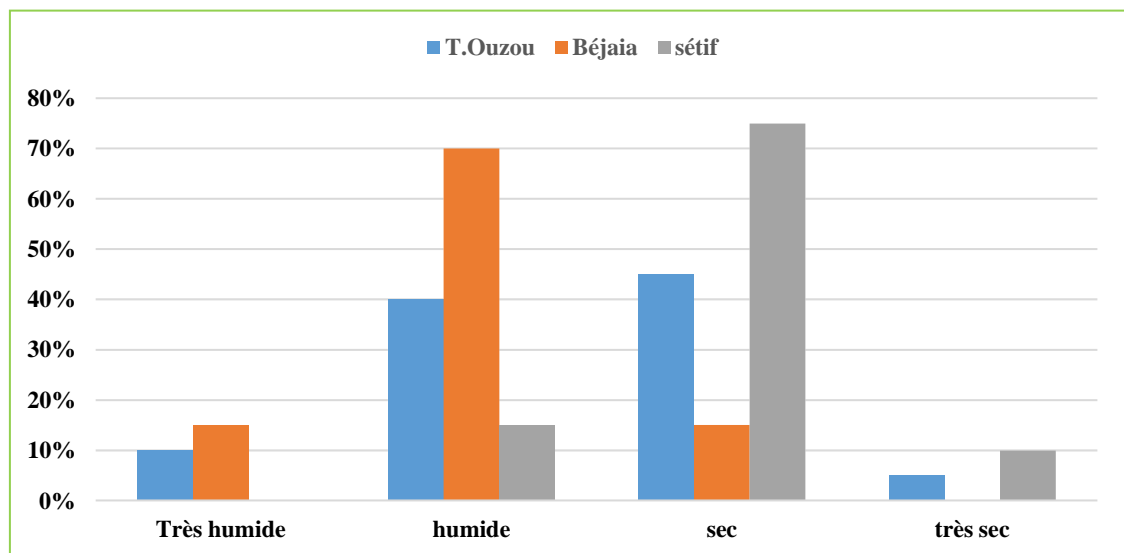


Figure 33: Résultats du test de dégustation en fonction l'aspect général des figes

D'après nos résultats de la figure n°33, nous avons révélé que les panélistes ont trouvés que l'aspect de la fige était sec par 75 % de dégustateurs pour la variété de Sétif et par 45 % pour celle de Tizi Ouzou. Pour la variété de Beni Maouche, l'appréciation des dégustateurs était à 70 % d'aspect humide.

5.4.2. Texture de la figue sèche

La figure n°34 montre l'appréciation sur la texture des trois variétés de figues sèche par les dégustateurs :

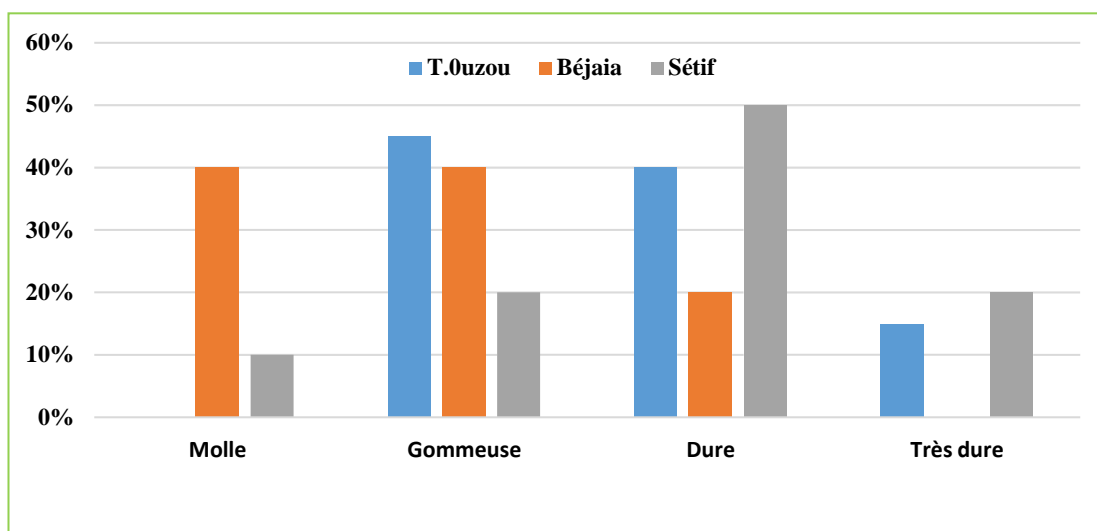


Figure 34: Résultats du test de dégustation en fonction de la texture des figues

D'après nos résultats, 45 % des panélistes ont trouvés que la figue de Tizi ouzou a une texture gommeuse alors que 50 % des dégustateurs ont jugés la figue de Beni Ouartilène comme dure. La figue de Béjaia a été jugée par 40 % de dégustateurs à texture molle.

Ce test nous a permis de classer les trois variétés de figues de régions différentes selon l'appréciation de 20 dégustateurs

5.4.3. Couleur

Les résultats de l'appréciation de la caractéristique de la couleur, sont représentés par la figure N° 35

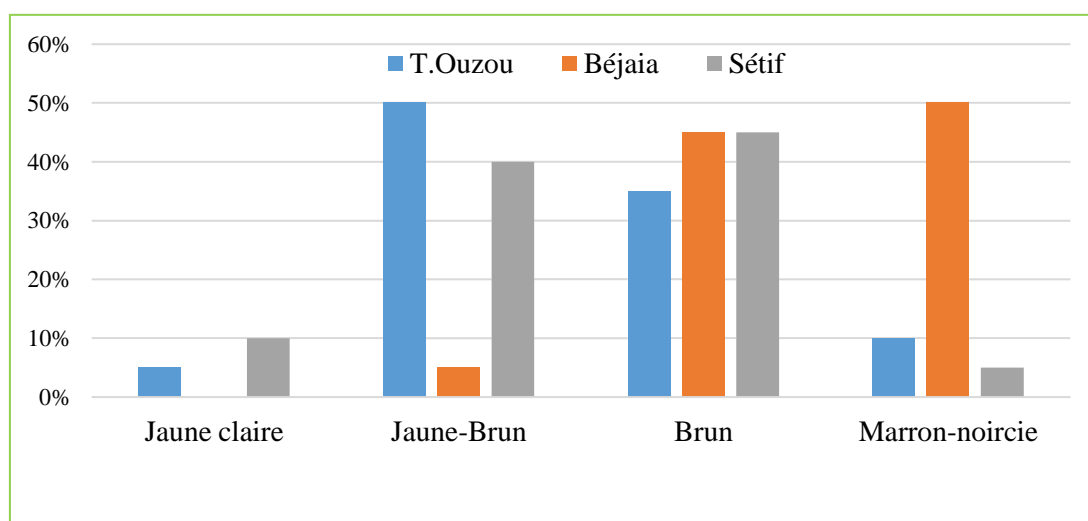


Figure 35: Résultats du test de dégustation en fonction de la couleur des figues

D'après les résultats de la figure ci-dessus, nous avons révélé que 50% des panélistes ont trouvés que la figue de T.ouzou est de couleur Jaune-Brun par contre et 50 % d'autres panélistes ont jugés la figue de Bejaia de Marron-noircie. La figue de Sétif a été jugée de couleur brune par 45 % de panélistes.

5.4.3 .Gout de la figue fraiche

Les résultats de l'appréciation de la caractéristique du gout, sont représentés par la figure N° 36

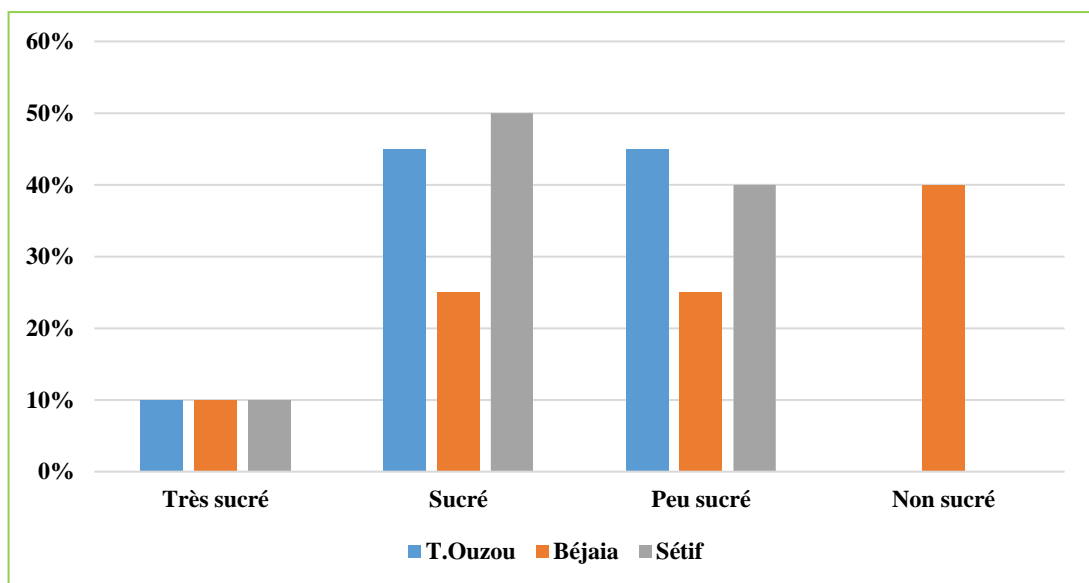


Figure 36: Résultats du test de dégustation en fonction de gout des figues

D'après les résultats présentés par le tableau ci-dessus, nous avons remarquons que 45% des panélistes ont trouvés que le e gout de la figue de Tizi Ouzou est peu sucré et que 45% autres ont trouvés que la figue de Bejaia est non sucré. La figue de Sétif a été jugée par 40% comme sucrée.

CONCLUSION

La figue *Ficus carica* est un fruit rendu disponible pour une longue durée grâce au séchage. En plus de sa valeur nutritive, la figue est très riche en antioxydants. C'est une source de plusieurs composés bioactifs comme les polyphénols qui la caractérisent par des propriétés antioxydantes et thérapeutiques. Par ailleurs, les substances naturelles occupent de plus en plus une place de choix en thérapeutique. En effet, les fruits constituent de véritables usines chimiques, dont il faut tirer le maximum de profit.

Le présent travail a porté sur une enquête de perception du fruit de la figue, d'une comparaison phytochimiques des extraits bruts et sensorielle de trois variétés de figues sèches : , Beni Maouche , Azandjare et Taamriwath.

Les résultats de l'enquête mettent en évidence que la connaissance de la figue varie selon le sexe, la tranche d'âge et la profession. Les femmes connaissent plus ce fruit que les hommes. Avec une prédominance chez les personnes âgées de 20 à 30 ans, la grande majorité des connaisseurs et consommateurs de la figue sont des fonctionnaires.

La figue est consommée sous sa forme fraîche et sèche selon l'avis de 60% des interrogés qui la préfère emballée dans des sachets en plastiques avec un goût très sucré, une texture gommeuse avec connaissance de sa valeur nutritionnelle pour une meilleure utilisation thérapeutique.

Le screening chimique réalisé a montré que les trois variétés de figues étudiées enregistrent une présence variable de famille phytochimique, les terpénoïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques.

L'estimation quantitative des polyphénols totaux montre que les variétés étudiées sont riches en polyphénols, notamment la figue de Béni Ouartilène qui domine par une teneur de 980 mg EAG/ g MS suivie par la blanche de Tizi Ouzou avec 570 mg EAG/ 100 MS.

Le dosage des flavonoïdes a montré une teneur élevée pour Béni Maouche avec une teneur de 130 mg EQ/ 100gr de MS suivi par celle Beni Ouartilène avec une valeur d'ordre de 130 mg EQ/ 100gr de MS. Par ailleurs, l'activité anti-oxydante déterminée par le test de DPPH montre que les extraits des figues sèches étudiées sont des excellents antioxydants naturels grâce à leur capacité puissante de neutraliser le radical libre DPPH.

A propos de l'analyse sensorielle effectuée par les dégustateurs, ces derniers ont révélé qu'il existe des convergences entre les caractéristiques des figes du point de vue organoleptique. Cependant, une entente est partagée sur le fait que : les trois variétés répondaient positivement aux attentes des consommateurs.

En guise de perspectives, il serait intéressant de compléter le travail avec d'autres variétés de figes fraîches et séchées, d'identifier les molécules responsables d'activités antioxydantes et de contribuer à façonner une banque de données nationale concernant les différentes variétés de fige sèches existantes en Algérie tout en déterminant la meilleure méthode de leur séchage pour bonne conservation.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

Abdallah, A. (2019). Evaluation de l'activité anti-oxydante d'une huile d'olive enrichie par les figes sèches. Mémoire de Master. Université Mohammed Seddik Ben Yahia, Jijel. 59p.

Ait Haddou, L., Blenzar, A., Messaoudi, Z., Van Damme, P., Boutkhal, S., 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*. 4, 121, 336-346.

Ait-Haddou, L., Blenzar, A., Messaoud, Z., Van Damme, P., Boutkhal, S., & Boukdame, A.(2014) .L'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*,121 (4),336-346

Ali B, Mujeeb, M, Aeria V, Mir SR, Faiyazuddin M, Shakeel F. Anti-inflammatory and antioxidant activity of *Ficus carica* Linn. *Nat Prod Res*. 2012;26(5):460-465.

Ali S. Unani Adviya Mufrada. (New Delhi: National Council for Promotion of Urdu Language), 2013. Al-Snafi PD. Nutritional and pharmacological importance of *Ficus carica* - A review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2017;7(3):33-48.

Ambika C. and Intelli. Role of *ficus carica* in medicine - a review. *International Journal of Interdisciplinary Research*. Vol. 01 Issue 06, pp 1-6, 2014

Anonime 2018 concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des figes fraîches .

Aref HL, Gaaliche B, Fekih A, Mars M, Aouni M, Chaumon JP. In vitro cytotoxic and antiviral activities of *Ficus carica* latex extracts. *Nat Prod Res*. 2011;25(3):310-319.

Aref HL, Gaaliche B, Fekih A, et al. (2011b). *In vitro* cytotoxic and antiviral activities of *Ficus carica* latex extracts. *Nat Prod Res* 25:310–19

Azzi, R. (2013). Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethnopharmacologique. Thèse de doctorat en biologie, Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen. 179p.

Babalís, S. J., Papanicolaou, E., Kyriakis, N., & Belessiotis, V. G. (2006). Evaluation of thinlayer drying models for describing drying kinetics of figs (*Ficus carica*). *Journal of Food Engineering*, 75 (2), 205-214.

Babazadeh Darazi B. 2011. Morphological and pomological characteristics of fig (*Ficus carica L.*) cultivars from Varamin, Iran. *African Journal of Biotechnology*. 10 (82) : 19096-19105.

Références bibliographiques

Badgujar S.B, Patel V.V, Bandivdekar A.H and Mahajan R.T. 2014. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*: A review.

Baha Abulnaga, P. E. (2021). *Slurry systems handbook*. McGraw-Hill Education.

Barolo, M. I., Mostacero, N. R., et López, S. N. (2014). *Ficus carica* L. (Moraceae): An ancient

Belaid, D. (2015). Algérie : manuel de séchage des fruits. 65 p, Algérie.

Belitz, H.D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Fruits and Fruit Products. Food Chemistry. Edition Springer, 807-861.

Benettayeb, Z. (2018). Intitulé Caractérisation moléculaire et morphologique du figuier (*Ficus carica* L.) d'Algérie .Thèse de Doctorat. Université d'Oran. 108p.

Benettayeb, Z.E. (2018). *Caractérisation moléculaire et morphologique du figuier (Ficus carica L.) d'Algérie*. Thèse doctorat : Science de la nature et de la vie. Algérie : Université d'Oran, 98 p

BOUDCHICHA, R. H. (2019). *Etude de la diversité génétique de quelques variétés locales de figuier (Ficus carica L) en Algérie* (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).

Boudchicha, r. H. (2019). *Etude de la diversité génétique de quelques variétés locales de figuier (Ficus carica L) en Algérie*.Thèse de doctorat. Université de Batna Université de Batna 2.

Boudchicha, R.M. (2019). Etude de diversité génétique de quelques variétés locales de figuiers(*ficus carica .L*) en Algérie. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de Mostapha Benboulaïd, Batna. 128p.

Bruneton J. (1987). Eléments de phytochimie et de pharmacologie. Lavoisier, Ed. Technique et Document. 156-172.

Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L.(1997). Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. *Free Radical Biology & Medicine*, 22(5), 749-760.

Carlsen M., Halvorsen B. (2010). et al. the total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. 9:3.

Chakravarty, H.L. (1976) Plant wealth of Iraq. Ministry of Agriculture & Agrarian Reform, Baghdad, 304.

Chawla A., Kaur R. et Sharma A. K. 2012. *Ficus carica* Linn.: A review on its

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

Chessa, I., & Nieddu, G. (2005). Analysis of diversity in the fruit tree genetic resources from a Mediterranean island. *Genetic Ressources and Crop Evolution*, 52(3), 267-27.

cheynier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 223S-229S.

Curtay, J. P., & Robin, J.M. (2000). Intérêt des complexes antioxydants. *Nutrithérapie Info*, 1-4.

Derble S. et Ghedira K. (2005). Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie*, 1: 28-34.

Références bibliographiques

- développement du petit entrepreneuriat agroindustriel dans les zones péri-urbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc. pp.1-27.
- Dionne, J.Y. (2002).** Les caroténoïdes. *Québec Pharmacies*, 48 (9), 800-804
- Djahra A.B., 2014.** Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou *Marrubium vulgare* L. Thèse de doctorat en biologie végétale. Annaba
- Doymaz, I. (2005).** Sun drying of figs: an experimental study. *Journal of Food Engineering*, 71 (4), 403–407.
- Doymaz, I., Gorel, O., & Akgun, N.A. (2004).** Drying Characteristics of the Solid By-product of Olive Oil Extraction. *Biosystems Engineering*, 88(2), 213-219.
- El Bouzidi, S. (2002).** Le figuier : histoire, rituel et symbolisme en Afrique du Nord. *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 28 (2), 103-120.
- El Khaloui M. 2010.** Valorisation de la figue au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA :1-4.
- El Khaloui, M. (2010).** Valorisation de la figue au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme National de Transfert de Technologie en Agriculture, n° 186,1-
- El Khaloui. (2010).** Valorisation de la figue au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, transfert de technologie en agriculture.
- El-Najjar Z.. 2012.** Quelques secrets du Coran, Les signes cosmiques dans le Saint Coran et leurs significations Scientifiques Traduit par: Dar al-Tarjama – La caravane française.
- El-Shobaki FA, El-Bahay AM, Esmail RSA, et al. (2010).** Effect of figs fruit (*Ficus carica* L.) and its leaves on hyperglycemia in alloxan diabetic rats. *World J Dairy Food Sci* 5:47–57
- F.A.O. (2018).** *Food and Agriculture Organisation. Database results. FAO-STAT/*<http://faostat.fao.org>
- Faleh, E., Ghaffari, A., & Ferchichi, A.(2015).** Polyphenol and soluble Sugars contents of Tunisian Dried Fig. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 24(6), 1126-1129.
- Faleh, E., Oliveira, A. P., Valentão, P., Ferchichi, A., Silva, B. M., & Andrade, P. B. (2012).** Influence of Tunisian *Ficus carica* fruit variability in phenolic profiles and *in vitro* radical scavenging potential. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(6), 1282-1289.
- favier, J.C., Ireland-Ripert, J., Laussucq, C., & Feinberg, M. (1993).** Répertoire général des aliments. Tome 3 : table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Ed. ORSTOM et Tech & Doc, INRA, 31-34
- Feliachi, K. (2006).** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, Institut National de La Recherche Agronomique d'Algérie (INRA), Alger, 67 p.
- Ferradji, A., Chabour, H., & Malek, A. (2011).** Séchage solaire des figues: Bilan thermique et isotherme de désorption. *Revue des Energies Renouvelables*, 14(4), 717-726

Références bibliographiques

- Gamero, J.L. (2002).** Production de figuiers : perspectives pour la commercialisation des figues sèches. In : Narjisse, H. Production de Figues : perspective pour la commercialisation des figues sèches. Maroc ,52-56.
- Guvenc, M. E. (2009).** Analysis of fatty acid and some lipophilic vitamins found in the fruits of the (*Ficus carica*) variety picked from the Adiyaman district, 4 (3), 320-323.
- Haesslein D. et Oreiller S. (2013)** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. Filière Nutrition et diététique. Haute école de santé Genève.
- Haesslein, D., & Oreiller, S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. Filière Nutrition et diététique. Haute école de santé Genève, 1-4.
- Haesslein, D., & Oreiller, S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. Filière Nutrition et diététique. *Haute Ecole de Santé Genève*, 1-4
- Haesslein, D., & Oreiller, S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. Filière Nutrition et diététique. *Haute Ecole de Santé Genève*, 1-4
- Haida, Z., Syahida, A., Ariff, S. M., Mazian, M., & Hakiman, M. (2019).** Factors affecting cell biomass and flavonoid production of *Ficus deltoidea* var. *kunstleri* cell suspension culture system. *Scientific reports*, 9(1), 1-8.
- Hssaini, L., Charafi, J., Hanine, H., Ennahli, S., Mekaoui, A., Mamouni, A., & Razouk, R. (2019).** Comparative analysis and physio-biochemical screening of an ex-situ fig (*Ficus carica* L.) collection. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 60(5), 671-683.
- inson, J.A. (1999).**The functional food properties of figs.Amerian association of ereal chemistry, 44 (2): 82-87.
- Jeddi L. (2009).** Valorisation des figues de Taounate. Ingénieur d'état. Industries Agricoles et Alimentaires. Maroc.29p.
- Joseph B. et Justin Raj, S. 2011.** pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn-An overview. *International Journal of Pharmacy and Technology Research*. 3 (1) : 08-12.
- Kamiloglu, S., & Capanoglu, E. (2015).** Polyphenol Content in Figs (*Ficus carica* L.): Effect of Sun-Drying . *International Journal of Food Properties*, 18(3), 521-535.
- Kasum, C. (2002) Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effects and Safety. *Annual Review of Nutrition*, 22, 19-34.
- Khadari 2007** .Diversité génétique de l'olivier au Maroc et cartographie génétique de la population hybride F Picholine marocaine x picholine Lingue doc : Base pour l'amélioration variétale
- Khadraoui, Page, J., F., Gomina, M., & Boutouil, M. (2019).** Influence of different surface treatments on the water absorption capacity of flax fibres: Rheology of fresh reinforced-mortars and mechanical properties in the hardened state. *Construction and Building Materials*, 199, 424-434.
- Khairuddin ,M.F., Haron, H., Yahya, H ., & CheMalek, N.H. (2017).**Nutrient Compositions and Total Polyphenol Contents of Selected Dried Fruits Available in Selangor, Malaysia .*Journal of Agricultural Science*, 9 (13),41-49.
- KhanbabaeeK. et Ree T. (2001).** Tannins: Classification and definition. *The Royal Society of Chemistry*, 18: 641-649.

- Khatib, S., & Vaya, J. (2010).** Fig, carob, pistachio, and health. In *Bioactive foods in promoting health* (pp. 245-263). Academic press.
- Kim S-Y, Back H, Oh M-R, et al. (2010).** Effect of *Ficus carica* on functional constipation. *FASEB J* 24(Meeting Abstract Supplement):lb348
- Kolesnik, A. A., Kakhniashvili, T.A., Zherebin Yu, L., Golubev, V. N. & Pilipenko, L.N. (1987).** Lipids of the fruit of *Ficus carica*. *Chemistry of Natural Compounds*, 22(4), 394–397.
- Kolesnik, A. A., kakhniashvili, T.A., Zherebin, Y. L., Golubev, V. N., & Pilipenko, L. N. (1987).** Lipids of the fruit of *Ficus carica*. *Plenum Publishing Corporation Ukraine*, 394-397.
- Lachtar, N., Elkhail, A. A., Bacha, A., & Malik, H. (2021, June).** An application agnostic defense against the dark arts of cryptojacking. In *2021 51st Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN)* (pp. 314-325). IEEE.
- Lee HY, Kim JH, Jeung HW, et al. (2012).** Effects of *Ficus carica* paste on loperamide- induced constipation in rats. *Food Chem Toxicol* 50:895–902
- Lim, T.K. (2012).** Edible medicinal and non-medicinal plants: *Ficus carica*. *Moraceae Fruits*. Ed. Springer Sciences Media B, 3,898 p.
- M. Khadhraoui, M. Bagues, F. Artés, A. Ferchichi,** Phytochemical content, antioxidant potential, and fatty acid composition of dried Tunisian fig (*Ficus carica* L.) cultivars, *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92 (2019) 143 - 150, DOI:10.5073/JABFQ.2019.092.020
- M. Moniruzzaman, Z. Yaakob, R.A. Taha,** In vitro production of fig (*Ficus carica* L.)
- M.F. Khairuddin, H. Haron, H.M. Yahya, N.A.H.C. Malek,** Nutrient compositions and total polyphenol contents of selected dried fruits available in Selangor, Malaysia, *J. Agric. Sci*, 9(13) (2017) 41. DOI: 10.5539/jas.v9n13p41
- MADR :** Ministère de l’Agriculture du Développement Rural et de la Pêche.
- Mahmoudi S, Khali M, Benkhaled A, Benamirouche K, Baiti I.** Phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of leaf extracts from ten Algerian *Ficus carica* L. varieties. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2016;6(3):239-245
- Manoj, K., Bornare, D., & Kalyan, B. (2018).** Effect of Drying on Physicochemical and Nutritional Quality of *Ficus carica* (Fig). *International Journal of Engineering Research*, 7(6), 117-121.
- Marlett J., McBurney M., Slavin J. (2002).** Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *102(7):993-1000*

Martin, S., & Andriantsitohaina, L. (2002). Mécanisme de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angiologie*, 51(6), 304-315.

Mawa S, Husain K., and Jantan I. *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, traditional uses and biological activities. Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2013, 1-8 .

Mello-Théry, N. A. D. (2019). Perspectivas ambientais 2019: retrocessos na política governamental. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, (501).

Mesrouj, S. (2018). Dubbelmördaren fikade och spelade minigolf.

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

Morton, H. E., & Chong, J. M. (1987). (Trialkylstannyl) copper (I) reagents: preparation and reaction with α , β -unsaturated carbonyl systems. Preparation of β -trialkylstannyl α , β -unsaturated ketones. *Canadian journal of chemistry*, 65(1), 78-87.

Nijveldt, R. J., Van Nood, E. L. S., Van Hoorn, D. E., Boelens, P. G., Van Norren, K., & Van Leeuwen, P. A. (2001). Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *clinical nutrition*, 74, 418-425.

O. C., aliskan and A. Aytekin Polat, "Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey," *Scientia Horticulturae*, vol. 128, no. 4, pp. 473–478, 2011.

Oliveira, A. P., Valentao, P., Pereira, J. A., Silva, B. M., Tavares, F., & Andrade, P. B. (2009). *Ficus carica* L: Metabolic and biological screening. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (11), 2841-2846.

Ouali-N'Goran, S. W., Koua, K. H., D'Almeida, M. A., & Fouabi, K. (2008). Impact des doses sublétales de fénitrothion sur l'ovogenèse et la capacité de ponte du criquet pèlerin *Schistocera gregaria* (Orthoptera: Acrididae). *Sciences & Nature*, 5(2), 177-189.

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

Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A., & Louaileche, H. (2012). Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*, 49(2), 329-332.

Pande, G., & Akoh, C.C. (2010). Organic acids, antioxydant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops. *Journal of Food Chemistry* 120, 1067-1075.

Patil, V.V., & Patil V.R. (2011). *Ficus carica* Linn: An Overview. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5 (3), 246-253.

Références bibliographiques

- Pellegrin et al** . European Respiratory Journal 27 (1), 136-142, 2006. Pharmaceutical Biology Early Online: 1-17. pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects. International Journal .
- Piga, A., Pinna, I., Kamer, B.O., Agabbio1, M., Aksoy, U. (2004)**. Hot air dehydration of figs (*Ficus carica* L.): Drying kinetics and quality loss. International Journal of Food Science and Technology. 39:793-799.
- plantlets**. In 5th International Symposium on Fig. International Society for Horticultural Science, Acta Hort. 1173 (2017) 231- 235. DOI:
- Podgornik, R., Rajter, R. F., Jagota, A., Luo, J., ... & Zemb, T. (2010)**. Long range interactions in nanoscale science. *Reviews of Modern Physics*, 82(2), 1887.
- Pourghayoumi, M. R., Bakhshi, D., Rahemi, M., Noroozisharaf, A., Jafari, M., Salehi, M., Chamane, R., & Hernandez, F. (2017)** . Phytochemical Attributes of Some Dried Fig (*Ficus carica* L.) Fruit Cultivars Grown in Iran, *Agriculturae Conspectus Scientific*, 81(3), 161-166.
- Rebour, H. (1955)**. *Le verger méditerranéen, midi de la France et Afrique du Nord: Techniques modernes de la production fruitière* (No. 4-5). Francer-Alger éditions
- Rebour, H. (1968)**. Fruit méditerranéens autre que les agrumes. Ed. La maison rustique, 190-206.
- S. D. Yancheva, S. Golubowicz, Z. Yablowicz, A. Perl, and M. A. Flaishman**, “Efficient agrobacterium-mediated transformation and recovery of transgenic fig (*Ficus carica* L.) plants,” *Plant Science*, vol. 168, no. 6, pp. 1433–1441, 2005.
- S. S. Khadabadi, N. Y. Gond, N. B. Ghiware, and G. R. Shenda rkar**, “Hepatoprotective effect of *Ficus carica* leaf in chronic hepatitis,” *Indian Drugs*, vol. 44, no. 1, pp. 54–57, 2007 10.17660/actahortic.2017.1173.40
- Salma, S., Shamsi, Y., Ansari, S., & Nikhat, S. (2020)**. *Ficus Carica* L.: a panacea of nutritional and medicinal benefits. *Cellmed*, 10(1), 1-1).
- Seong-Kuk, k., Dong-Ok, C., and Hee-Jong, C., 1995**. Purification and identification of antimicrobial substances in phenolic fraction of fig leaves. *Han'guk Nonghwa Hakhoechi*.38: 293-296.
- Serraclara A, Hawkins F, Pérez C, Dominguez E, Campillo JE, Torres MD. (1998)**. Hypoglycemic action of an oral fig-leaf decoction in type-I diabetic patients. *Diabetes Research and Clinical Practice*; 39: 19-22
- Silva, L. C., Harder, M. N., Arthur, P. B., Lima, R. B., Modlo, D. M., & Arthur, V. (2009)**. Physical-chemical characteristics of figs (*Ficus carica*) prereddy to submitted to ionizing radiation. *International Nuclear Atlantic Conference*, 41(26),1-9 .
- Sirisha N., Sreenivasulu M., Sangeeta K., Madhusudhana Chetty C. 2010**. Antioxidant properties of *ficus* species – a review. *International journal of pharmtech research*, 2(4) : 2174-2182
- Soliman Khatib**, *Jacob Vaya Bioactive foods in promoting health*, 245-263, 2010.

Références bibliographiques

Solomon, A., Golubowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H.E., Altman, A., Kerem, Z., Flaishman M.A. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 7717-7723.

Soni, N., Mehta, S., Satpathy, G., & Gupta, R. K. (2014). Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3 (2), 158-165.

source of food and health. *Food chemistry*, 164, 119-127

Starr, F., Starr, K., & Loope, L. (2003). *Ficus carica* Edible fig *Moraceae*. *Haleakala Field Station, Maui, Hawaii*, 1-6.

Stover, E., Aradhya, M., Ferguson, L., & Crisosto, C. H. (2007). The fig: overview of an ancient fruit. *HortScience*, 42(5), 1083-1087.

Su Q., Rowley K., et al. (2002). Identification and quantitation of major carotenoids in selected components of the Mediterranean diet: green leafy vegetables, figs and olive oil. 56(11):1149-54.

Tapiero, H., Townsend, D. M., & Tew, K. D. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58(2), 100-110.

Treutter, D. (2006) Significance of Flavonoids in Plant Resistance: A Review. *Environmental Chemistry Letters*, 4, 147-157.

Van Het Hof, K., West C., et al. (2000). Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. 130(3):503-6.

Vandi, D., Nga, E. N., Betti, J. L., Loe, G. M. E., Ottou, P. B. M., Priso, R. J., & Mpondo, E. M. (2016). Contribution des populations des villes de Yaoundé et Douala à la connaissance des plantes à tanins et à anthocyanes. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(3), 4797- 4814.

Veberic, R., Colaric, M., & Stampar, F. (2008). Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. *Food chemistry*, 106(1), 153-157.

Vidaud, J. (1997). Le figuier. Monographie de CTIFL (Centre international interprofessionnel des fruits et légumes), 267.

Vidaud, J. (1997). Le figuier. Paris: centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Edi. SUDOC. 263 p.

Vinson, J.A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N., Proch, J. (2005). Dried fruits : excellent in vitro and in vivo antioxidants. 24, 1, 44-50.

Waheed, S., & Siddique, N. (2009). Evaluation of dietary status with respect to trace element intake from dry fruits consumed in Pakistan: a study using instrumental neutron activation analysis. *International journal of food sciences and nutrition*, 60(4), 333-343.

Yang, L., Liu, N., Ren, H., & Wang, J. (2009). Facilitation by two exotic Acacia: *Acacia auricularis* and *Acacia mangium* as nurse plants in South China. *Forest Ecology and Management*, 257(8): 1786-1793.

Site Internet

1. https://www.researchgate.net/figure/Les-differentes-classes-de-flavonoides-Les-flavanols-egalement-appelles-flavan-3-ols-a_fig5_343303798
2. <https://www.google.fr/search?q=methode>

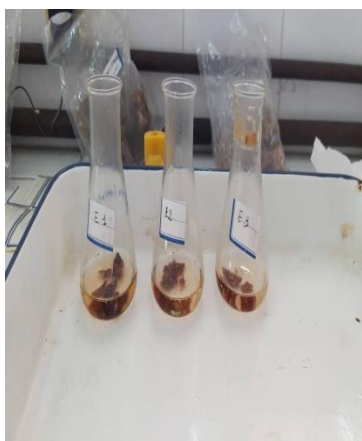
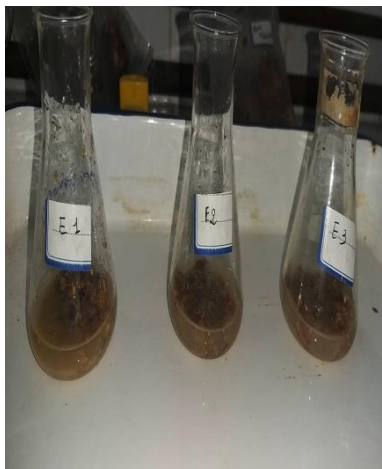
ANNEXES

Annexe I: Réactifs chimiques, solvants et appareillage utilisé

Réactif	Solvant	Appareillage
d'acétate de plomb chlorure d'hydrogène acides phospho molybdique phospho-tungstique carbonate de sodium chlorure d'aluminium	l'eau distillée chloroforme OH méthanol	Etuve Balance analytique Agitateur Rotavapeur pipette tube Klivenger

Annexe II:

la recherche des grandes classes de composés chimiques appartenant aux métabolismes secondaires des trois variétés étudiées.



Annexe III : QUESTIONNAIRE**Questionnaire sur l'utilisation de la figue sèche« *Ficus carica*L »**

Date : /...../.....

N° :.....

Personne questionnée

- Age :
- Profession :
- Sexe : Masculin Féminin
- Région :

Connaissance de la figue

- Connaissez-vous le fruit connu par le nom de "la figue" ? oui non
- Comment avez-vous connu la figue ?

-
- Consommez-vous la figue ? Oui Non
 - Fraiche
 - Séche

- Connaissez-vous la valeur nutritive de la figue ? Oui Non
- Connaissez-vous les différentes variétés de la figue ? Oui Non

Si oui, lesquelles?.....

Entre ces variétés lesquelles préférez-vous et pourquoi ?.....

- Sous quelle forme préférez vous consommez la figue:

fraiche,Séchée,trempée dans l'huile d'olive,confiture en jus

- Quel type de figues séchées aimez vous consommez ?

- Couleur :
- Saveur :
- Consistance :

- Connaissez-vous d'autres produits de la figue ? oui non

Lesquels ?

Combien de fois consommez-vous la figue sèche ?

- Chaque matin
- Quotidiennement
- Plus de deux fois par semaine
- Deux fois par semaine
- Une fois par semaine
- Une fois par quinzaine

Occasionnellement

- Pourquoi consommez-vous la figue sèche ?

- Préparation culinaire
- Thérapeutique
- Les deux

Merci pour votre précieuse collaboration !

- A quel moment préférez-vous consommer la figue sèche ?
 - Matin
 - Midi
 - Soir
- Posologie : nombre de prise par jour.
 - Pour les enfants :
 - Pour les Adultes :
 - Pour les personnes âgées :
- Les figues sèches sont disponibles :
 - Durant la saison
 - Durant toute l'année
- Prix de la figue sèche :
 - Raisonnable
 - Moyennement Cher
 - Très cher
- Sous quelle forme achetez-vous les figues sèche ?
 - En vrac
 - Emballée en sachet plastique
 - Pots en verre
- Comment trouvez-vous la qualité de la figue sèche ?
 - Bon gout
 - Moyen gout
 - Mauvais gout
- Comment trouvez-vous la qualité de la figue sèche ?
 - Bonne qualité
 - Qualité moyenne
 - Mauvaise qualité
- Méthode de conservation des figues chez vous :
 - A l'abri de la lumière
 - Exposé à la lumière
 - Autres :
 - **Utilisation :**
 - ▪ Type de maladie :
 - ▪ Résultats : Guérison Amélioration Inéfficace
 - ▪ Précaution d'emploi :

.....
- Est-ce que le prix du kg de la figue sèche reflète sa qualité ? Oui Non
- Quelles sont les améliorations que vous estimez être apporter à la figue sèche locale pour qu'elle soit de bonne qualité ?
 - Mode de séchage
 - Nature d'emballage Mode d'emballage

Annexe V: Fiche d'évaluation sensorielle descriptive des trois variétés de figes sèches.

Paramètres	Critères	Figes T.ouzou	Figes Bejaia	Figes Sétif
Aspect général de la figue	A. Très humide			
	B.Humide			
	C.Sec			
	D.Très sec			
Texture	A.Molle			
	B.Gommeuse			
	C.Dure			
	D.Très dure			
Couleur	A.Jaune claire			
	B.Jaune -Brun			
	C.Brun			
	D.Marron-noircie			
Goût	A.Très sucré			
	B.Sucré			
	C.Peu sucré			
	C.Non sucré			