



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Laboratoire phtisiologie, Physiopathologie et Biochimie de la Nutrition
(PpBioNut)



Département : Biologie

Filière : sciences Biologiques

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat

Spécialité : **Génétique Appliquée**

Intitulé

**CARACTERISATION ET TYPOLOGIE DU FIGUIER
(*FICUS CARICA*) EN ALGERIE**

Présenté par : **MKEDDER Ikram**

Soutenu le 13/01/2022

Devant le jury composé de :

Président :	GAOUAR Semir Bechir Suheil	Prof	Université Tlemcen
Encadreur	ILIAS Faiza	MCA	Université Ain Témouchent
Examineur	TABET AOUEL Nacéra	Prof	Université d'Oran 1
Examineur	CHAOUCHE Mohammed Tarik	MCA	Université Tlemcen
Examineur	BELLATRECHE .Amina	MCA	Université Tlemcen

Année universitaire : 2021-2022

المخلص

يركز هذا البحث على دراسة أصناف شجرة التين في الجزائر. حيث بدأنا بجمع معلومات ميدانية بناءً على استبيان وهاذ على مستوى 13 ولاية من الجزائر، لمعرفة حالة أصناف أشجار التين المحلية. ثم انتقلنا إلى الوصف الكمي والنوعي: الوصف المرفولوجي 26 نوعًا (356 شجرة)، الوصف بالقياسات البيومترية 21 نوعًا (156 شجرة)، مما سمح لنا بوصف كل نوع على حدة ومعرفة العلاقات بين المتغيرات والأصناف، سمح لنا هذا التوصيف المورفولوجي بتصنيف الأنواع الأقرب والأبعد وفقًا للصفات المورفولوجية. بعد ذلك، بدأنا وصفًا كيميائيًا حيويًا لـ 11 نوعًا (35 شجرة)، عن طريق الفحص الكيميائي النباتي، وتحليل المركبات الفينولية (البوليفينول، والفلافونويد والعفص) وتحليل نشاط مضادات الأكسدة (DPPH وFRAP)، حيث اختبرنا درجة العلاقة بين هذه المتغيرات البيوكيميائية فيما بينها ومع المتغيرات المورفولوجية. أظهرت النتائج لنا التصنيف على المستوى البيوكيميائي، والتي قدمت نشاطات كيميائية ومضاد للأكسدة مثيرة للاهتمام لا سيما صنف حافر الجمل. أظهرت لنا التحليلات الإحصائية الارتباط بين الشخصيات ودرجة الارتباط بين الصفات المدروسة. لإكمال التوصيف درسنا التنميط الجيني باستخدام 5 مؤشرات جيني SSR (تكرار التسلسل واحد) لـ 7 أنواع (87 شجرة)، هذا الوصف الجيني سمح لنا بتقدير التباين والتنوع الجيني وكذلك رؤية الأصناف أقرب وراثيًا. تهدف النتائج التي تم الحصول عليها في هذا العمل إلى تجميع الأوصاف المورفولوجية والكيميائية الحيوية والوراثية من أجل الحصول على تصنيف دقيق لأصناف التين الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: شجرة التين، الوصف المرفولوجي، الوصف الكيميائي، الوصف الوراثي، الجزائر

Abstract

This work focuses on the characterization and typology of the Fig tree in Algeria. We started with a prospection and field survey on 13 Algerian wilayas, based on a questionnaire, in order to see the state of local fig tree varieties. As a result, we moved on to characterization by quantitative and qualitative markers: morphological 26 varieties (356 tree), morphometric 21 varieties (156 tree), which allowed us to describe each variety separately and see the relationships between the variables and the varieties. , this morphological characterization allowed us to classify the closest and most distant varieties according to morphological characters. Then, we started a biochemical description for 11 varieties (35 tree), by phytochemical screening, analysis of phenolic compounds (polyphenols, flavonoids and tannins) and an analysis of antioxidant activity (DPPH and FRAP), where we tested the degree of relationship between these biochemical variables and by crossing them with the morphological variables. The results described to us the varieties on the biochemical level, which presented a phytochemical polymorphism and an interesting anti-oxidant activity in particular the variety Hafer Eljema. The inferential analyzes showed us the correlations between the characters and the degree of association between the characters. We finalized the characterization by genotyping using 5 SSR (Single Sequence Repeat) microsatellites for 7 varieties (87 tree), this genetic description allowed us to estimate the variability and the genetic diversity as well as to see the varieties genetically closer. The results obtained in this work were intended to compile the morphological, biochemical and genetic descriptions in order to obtain a varietal description of the Algerian varieties.

Key words: Fig tree, Morphological characterization, Biochemical characterization, genetics characterization, Algeria.

Résumé

Ce travail se focalise, sur la caractérisation et typologie du Figuier en Algérie. On a commencé par une prospection et enquête sur terrain auniveau de 13 wilayas algériennes, basé sur un questionnaire, dans le but de voir l'état des variétés de figuier locales. Par suite on a passé à la caractérisation par les marqueurs quantitatif et qualitatif : morphologique 26 variétés (356 pieds), morphométrique 21 variétés (156 pieds), qui nous a permis de décrire chaque variété séparément et voir les relations entre les variables et les variétés, cette caractérisation morphologique nous a permis de classer les variétés les plus proches et les plus éloigner selon les caractères morphologique. Ensuite, on a entamé une description biochimique pour 11 variétés (35 pieds), par screening phytochimique, une analyse des composés phénoliques (polyphénols, flavonoïdes et tanins) et une analyse d'activité anti-oxydante (DPPH et FRAP), ou on a testé le degré de relation entre ces variables biochimiques et en les croisant avec les variables morphologiques. Les résultats nous ont décrit les variétés sur le plan biochimique, qui ont présenté un polymorphisme phytochimique et une activité anti-oxydante intéressante en particulier la variété Hafer Eljema. Les analyses inférentiels nous ont montré les corrélations entres les caractères et le degré d'association entres les caractères. On a finalisé la caractérisation par un génotypage à l'aide de 5 microsatellites SSR (Single Sequence Repeat) pour 7 variétés (87 pieds), cette description génétique nous a permis d'estimer la variabilité et la diversité génétique ainsi de voir les variétés les plus proches sur le plan génétique. Les résultats obtenue dans ce travaille étaient pour objectif de compiler les descriptions morphologique, biochimique et génétique dans pour obtenir une carte variétale des variétés algériennes

Mots clés : Figuier, Caractérisation Morphologique, Caractérisation Biochimique, Caractérisation Génétique, Algérie

DEDICACE

*Au terme de ce travail, Je tiens à cœur de rendre hommage tous
d'abord à ma petite famille*

A mes chers parents

*Qu'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 de vos sacrifices que vous avez consentis pour
mon éducation et ma formation.*

A ma chère Sonia Kamilia

A mes chères deux frères Abdel Fettah et Adnane

*Vous étiez présent dans tous mes moments difficiles, Je vous souhaite un avenir plein de joie, de
bonheur, de réussite et de sérénité.*

*Ma famille c'est là où ma vie a commencé et là
où ma paix ne finira jamais*

*Pendant ces 4 années j'ai vécu une longue course plaine d'obstacle mais, Garce à vous par votre
soutien moral et beau surprises sucrées. Vous m'a donné sens à vivre*

A toute ma grande famille tantes, oncles, cousines et cousins

Les personnes qui ont été pour moi la source de ma motivation

A tous les figuiculteurs et agriculteurs Algériens

A mes amis et collègue de promo Génétique

Que dieu vous garde pour moi je vous aime très fort

REMERCIEMENTS

قال سيدنا وحبیبنا محمد صلی الله علیه وسلم من لم یشکر الناس كأنه لم یشکر الله أقول لكم جزاکم الله خیرا

Au terme de ce travail. Je tiens tout d'abord à remercier Madame ILIAS Faiza, enseignante à l'Université Ain Témouchent qui a bien voulu dirigé ce travail, je voudrais lui exprimer ma profonde gratitude pour m'avoir accordé sa confiance, son temps et ses conseils,

Je tiens vivement, présenter mes Sincères remerciements au Professeur GAOUAR Semir Bachir, Suheil pour l'honneur qu'il nous a accordé en acceptant de présider le jury, ainsi que sa contribution à ma formation, ma motivation et de m'avoir permis d'évoluer dans un environnement professionnelle ambitieux.

Je voudrais exprimer mon remerciement au Professeur, TABET AOUEL Nacéra enseignante à l'Université d'Oran 1 et également Dr BELLATRECHE Amina enseignante à l'Université Tlemcen pour bien vouloir accepter examiner ce travail

Je souhaite particulièrement remercier Dr CHAOUICHE, Mohammed Tarik enseignant l'université Tlemcen pour avoir voulu examiner ce travail, ainsi son soutien morale et administratif durant notre parcours de doctorat

Je remercie également Professeur AZZI Rachid, pour son aide, sa compétence, sa patience et ses conseils bien avisés, pour ses remarques constructives qui ont contribué à l'amélioration et l'élaboration de ce mémoire

Je tiens à remercier vivement Dr BOUDTCHICHA Rima Hind, pour m'avoir initié au travail, de laboratoire de biologie moléculaire, pour m'avoir appris les bases dans la manipulation génétique, ainsi son équipe de CRBT Constantine (en particulier monsieur Ali BOUMEGOURA) pour tous leurs conseils, leurs compétence, leurs patience, et pour leur accueil chaleureux.

Je remercie également mes enseignants Madame BOURI Amina et Monsieur AMEUR AMEUR, pour leurs disponibilité, leurs précieuses aide qui trouve ici le témoignage de notre profonde considération

Je tiens à remercier Messaoud. Noureddine de nous avoir accueillies dans sa pépinière à Alger, pour son partage de connaissance, ses compétences, son confiance et sa patience avec nous.

Un grand merci pour toute les figuculteurs en particulier monsieur Lekhal Hamid (Tizi ouzou), monsieur Saif Serhane (sétif), monsieur Otman Benyarou (Tlemcen) et monsieur Achraf Zegadi (leghwat) qui m'ont aidé a réalisé ce travail, pour leurs partages de collection de figuier, et leurs accueils chaleureux

Un remerciement a toute l'équipe de Biochimie qu' ils m'ont aidé à la réalisation de ce travail : les doctorants Zehour, Hanane, Salim, Souna Mimoun, Faiza, Leila

Je tiens à remercier mes chers collègues Benkhelifa Fatima Zohra, Heddam Lhadi Youssouf, Sarra Selka, Chahbar Mohammed qui m'ont aidé pour la réalisation et l'avancement de ce travail

A tous l'équipe de Génétique Tlemcen, à mes collègues et amis A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à réalisation ce mémoire, qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma gratitude en particulier.

À tous ceux qui cherchent le savoir

SOMMAIRE

الملخص	
Abstract	
Resumé	
Liste des abreviations	
Liste des tableaux	
Introduction generale	1
Synthese bibliographique	1
I. Généralité sur le figuier	2
Systématique	2
Origine et répartition géographique	3
1- origine du figuier	3
2- répartition géographique	3
Ii. Botanique et écologie du figuier	5
1- morphologie du figuier	5
1.1 l'arbre	5
1.2 l'écorce	5
1.3 bourgeon	6
1.4 ramification	6
1.5 tige et feuille	7
1.6 racines	8
1.7 inflorescence	8
1.8 fruit	10
1.9 latex	11
2- types et forme du figuier	11
2.1 forme spontanée (type caprifiguier)	12
2.2 formes domestiques (cultivées)	12
3- pollinisation (caprification)	13
4- ecologie et exigence climatique du figuier	15
5- importance economique	15
5.1 figuier dans le monde	15
5.2 figuier en algérie	16
5.3 valeurs nutritives et propriétés thérapeutiques	17
Iii. Outils de l'analyse de la biodiversité et ressources du figuier	19
1. Ressources génétiques	19
1.1 source de la variabilité génétique	19
1.2 description et évaluation des variétés de figuier en algérie	20
1.3 problématique de la discrimination variétale et l'érosion génétique	20
2 caractérisation du figuier	23
2.1 polymorphisme et caractérisation morphologique	23
2.2 polymorphisme et caractérisation biochimique	24

SOMMAIRE

2.3 polymorphisme et caractérisation génétique	25
Materiels et methodes	27
Chapitre 1 caractérisation morphométrique	28
1. Présentation du site de l'étude et enquête sur terrain	28
2. Matériel végétale	28
3. Caractérisation morphologique	30
3.1 caractère liée à l'arbre	31
3.2 caractère liée à la feuille	31
3.3 caractère liée au fruit	32
Chapitre 2 caractérisation biochimique	33
1. Présentation du site de l'étude	33
2. Matériel végétal	33
2.1 la multiplication végétative	34
2.2 préparation de l'échantillon	35
3. Analyses physico chimiques	36
3.1 criblage phytochimiques	36
3.1.1 test des tanins	36
3.1.2 test des flavonoïdes	37
3.1.3 alcaloïdes	37
3.1.4 quinones libres	37
3.1.5 coumarines	37
3.1.6 anthraquinones	37
3.1.7 saponines ou test de mousse	37
3.1.8 terpénoïdes ou test de slakowski	38
3.2 dosages des composés phénoliques	38
3.2.1 dosage des polyphénols totaux	38
3.2.2 dosage des flavonoïdes	39
3.2.3 dosage des tanins	41
3.4 analyses d'activités antioxydant	42
4.1 capacité de piégeage radical du 1,1-diphényl -2- picrylhydrazyle (dpph)	42
4.2 pouvoir réducteur de fer (ferric reducing antioxydant power ; frap)	43
Chapitre 3 caractérisations génétiques	44
1. Matériel végétale	44
2. Extraction de l'adn génomique	45
3. Analyse de pureté	46
4. Sélection des échantillons d'adn pour la pcr et le génotypage	46
5. Choix des marqueurs ssr	47
6. Amplification	47
7. Electrophorèse par automate	48
Chapitre 4 : analyses statistiques et logiciels	48

SOMMAIRE

1.	Logiciels	48
2.	Analyse descriptifs	48
3.	Analyse inférentiel	49
4.	Analyse statistique pour la diversité génétique	49
4.1.	Calcul des fréquences alléliques	49
4.2.	Taux d'hétérozygotie théorique (h_e)	50
4.3.	Le nombre efficace d'allèles (n_e)	50
4.4.	Taux d'hétérozygotie non biaisé (h_{nb})	51
4.6.	Calcul du contenu d'information du polymorphisme (p_i)	51
4.7.	flux des gènes	51
4.9.	Structuration de la diversité génétique	52
5.	Dendrogramme phylogénétique	52
6.	Analyse hiérarchique de variance moléculaire : (amova)	53
7.	Analyse en coordonnées principales (pcoa)	53
8.	Indice de diversité	53
	Resultats et discussions	55
	Chapitre 1 caractérisation morphométrique	56
I.	Enquête sur terrain	56
ii.	Caractérisation morphologique	59
1.	Analyses descriptives :	59
2.	Teste de pearson χ^2 et table de contingences	59
1.	Association des variables	60
5.	Analyse de correspondance multiple	65
6.	Classification des variétés selon les variables qualitatives	67
lii.	Caractérisation morpho-biométrique	68
1.	Analyse descriptif	68
2.	Analyse de la variance (anova)	71
3.	Corrélation de pearson	74
4.	Analyse en composantes principales (acp)	75
5.	Classification ascendante hiérarchique	77
6.	Indice de diversité	80
	Chapitre 2 caractérisations biochimiques	82
1.	Criblage phytochimiques :	82
2.	Dosages des composés phénoliques	84
1)	dosage des polyphénols totaux	86
2)	dosage des flavonoïdes	87
3)	dosage des tanins	88
3.	Analyses d'activité antioxydant	88
1)	capacité de piégeage radical du 1,1-diphényl -2- picrylhydrazyle (dpph) p	89
2)	pouvoir réducteur du fer (frap)	90

SOMMAIRE

4.	Teste de pearson x^2 et table de contingences entre variables	90
5.	Corrélation et analyse des composants principale	92
6.	L'analyse en composantes principales (acp)	94
7.	Classification ascendante hiérarchique	95
Chapitre 3 caractérisations génétiques		96
1.	Extraction et qualité des adn extraits	96
2.	Génotypage par séquenceur automatique	97
3.	Analyse statistique de polymorphisme et diversité génétique	97
3.1	polymorphisme des ssr et indice de la variabilité génétique	97
3.2	polymorphisme des variétés et variabilité génétique	100
3.2.3	index de biodiversité de shannon (i)	103
3.2.4	indice de différenciation fst	103
3.2.3	distances génétiques et établissement des relations phylogéniques	104
Chapitre 4 : caractérisation globales pour les variétés		107
1.	Panaché	107
2.	Bakor noir	107
3.	Bakor blanc	108
4.	Chetoui	108
5.	Kahla	109
6.	Onk hemam	109
7.	Beyda	110
8.	Ghodan	110
9.	Hafer eljema	110
10.	Assal	111
11.	Bouafasse	111
12.	Avoughenjor	112
13.	Hamra	112
14.	Aylawi	112
15.	Zerki	113
16.	Taameriwt	113
17.	Aviarous	113
18.	Tahayount	113
19.	Taghanimt	114
20.	Azenjar	114
21.	Aberkan	114
22.	Melwi	114
23.	Avouzgaghe	115
24.	Kermous elhejar	115
25.	Tazaret	115
Conclusion et perspectives		116

SOMMAIRE

References bibliographique	119
Annexe	133
Annexe 1	134
Annexe 2	135

LISTE DES ABREVIATIONS

A :	Absorbance
ADN :	Acide désoxyribonucléique
ARN :	Acide ribonucléique
M :	Molaire
mM :	Mili-molaire
pb :	Paire de base
μM :	Micro molaire
DO :	Densité optique
mg EAG/g	Milligramme équivalent d'Acide Gallique par gramme
PCR :	Réaction en chaîne polymérase
SSR :	Simple Sequence Repeat

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: la production mondiale du figuier estimée (FAOSTAT, 2019).....	16
Tableau 2 : L'évolution de production, superficies et rendement du figuier en Algérie durant les dix ans entre 2009-2019 (FAO. 2019)	16
Tableau 3 : Régions d'échantillonnage avec localisation géographique	28
Tableau 4 : Variété échantillonnée pour la caractérisation morphologique.	29
Tableau 5 : variétés échantillonnées pour caractérisation morphométrique.....	30
Tableau 6 : variétés choisies pour analyse biochimique.....	34
Tableau 7 : Méthode dosage des polyphénols totaux	39
Tableau 8 : Méthode dosage des de flavonoïdes	40
Tableau 9 : Méthode dosage des tanins	41
Tableau 10 : variété échantillonnée pour la caractérisation génétique et leurs origines.....	45
Tableau 11 : Les marqueurs SSR utiliser et leur Température d'alignement.	47
Tableau 12 : résultats des statistiques descriptives qualitatif des variétés étudié (annexe 2).....	59
Tableau 13 : valeurs de test khi-deux et coefficient de contingence entre les variables selon les variétés étudier.....	60
Tableau 14 : Les valeurs statistiques de teste Khi-deux de Pearson et coefficient de contingence entre les variables liées à l'arbre.....	61
Tableau 15 : Les valeurs statistiques de teste Khi-deux de Pearson et coefficient de contingence entre les variables liées à la feuille	63
Tableau 16 : Les valeurs statistiques de teste Khi-deux de Pearson et coefficient de contingence entre les variables liées au fruit.....	64
Tableau 17 : résultats des statistiques descriptives quantitatifs.....	69
Tableau 18 : Test D'homogénéité Des Variances.....	72
Tableau 19 : Analyse de la variance selon la variété (ANOVA à 1 facteur).....	73
Tableau 20 : Analyse de la variance selon la région (ANOVA à 1 facteur)	74
Tableau 21 : Résultats de test de Corrélations Pearson	75
Tableau 22 : Résultats de diversité de Shannon et Piélou	81
Tableau 23 : screening phytochimiques des feuilles de Ficus carica de différentes variétés étudié.	83
Tableau 24 : Polyphénol, Flavonoïde et Tanin chez les variétés étudiées.....	84

Tableau 25 : les résultats des concentrations d'inhibition de DPPH et concentration efficace du FRAP, des différents extraits préparés des feuilles et leur standard.....	89
Tableau 26 : valeurs de test khi-deux et coefficient de contingence entre les variables	91
Tableau 27 : Résultats de test de Corrélations Pearson	93
Tableau 28 : Taille des fragments et valeurs des paramètres génétiques pour chaque locus étudiés.....	98
Tableau 29 : valeurs des paramètres génétiques pour chaque variété étudiés	100
Tableau 30 : indice de différenciation FST	104
Tableau 31 : Analyse de la variance moléculaire (AMOVA) au sein et entre les accessions de Ficus carica L. étudiées	105

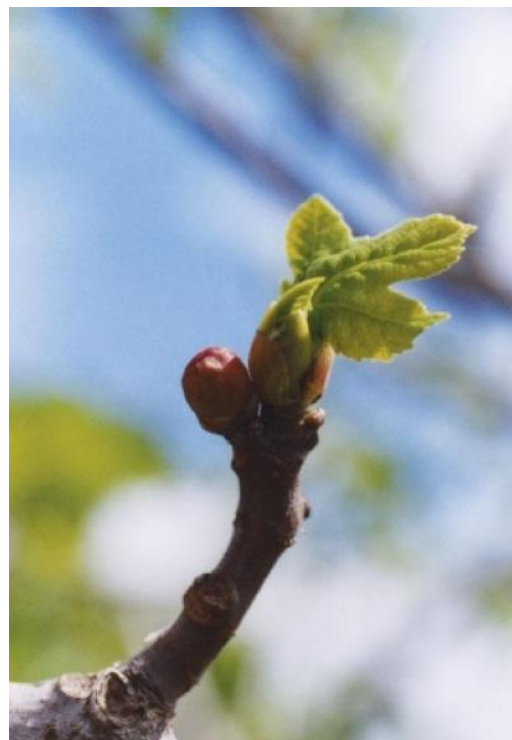
LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Collection des figes, Beni Hasan, Egypt. ca.1900 BCE (Singer et al, 1954).....	4
Figure 2 : Aire de répartition de figuier sauvage <i>Ficus carica</i> . (Zohary et Hopf, 2004).	5
Figure 3 : Organisation d'une pousse (unité de croissance) (Vidaud, 1997)	6
Figure 4 : polymorphisme des feuilles chez le figuier (Vidaud, 1997).....	7
Figure 5 : Différence entre la fleur femelle chez le figuier mâle et le figuier femelle d'après le schéma de Vidaud 1997 modifié.....	9
Figure 6: Sycone mâle et fleurs du figuier (Armstrong, 2006)	9
Figure 7 : Les fleurs du figuier (Armstrong, 2006)	10
Figure 8 : Cycle biologique simplifié du figuier et de son pollinisateur (Vidaud, 1997).....	14
Figure 9 : L'évolution de production, superficies et rendement du figuier en Algérie durant les dix ans entre 2009-2019 (FAO. 2019).....	17
Figure 10 : Formes de l'arbre du figuier	31
Figure 11 : les dimensions de la feuille du figuier	31
Figure 12 : Formes dominante de la feuille (Condit, 1947)	32
Figure 13 : Dentition des bords de la feuille	32
Figure 14 : les dimensions des fruits	32
Figure 15 : Fissure de la peau des fruits	33
Figure 16 : Photo démonstrative de la multiplication végétative (Original, Alger, octobre 2020)	35
Figure 17 : Photo démonstrative préparation d'extrait (Original, Tlemcen 2021)	36
Figure 18 : Photo démonstrative Criblage phytochimiques (Original, Tlemcen 2021).....	38
Figure 19 : Différentes étapes de l'extraction de l'ADN.....	46
Figure 21 : Dégâts de la vague de sécheresse sur le rendement (Original, à gauche Tlemcen et à droite Sétif 2021)	57
Figure 20 : Dégâts des ravageurs (Original, Alger, 2020).....	57
Figure 22 : Dégât incendie (Originale, Tizi Ouezzou 2021)	58
Figure 23 : Représentation graphique des variables par l'analyse de correspondance multiple	65
Figure 24 : Représentation des individus par ACM selon les variétés	66
Figure 25 : Représentation des variétés selon les paramètres qualitatifs.....	67
Figure 26 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) selon variable qualitatifs	68
Figure 27 : Représentation graphique des variables par l'analyse en composant principale	76
Figure 28 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) selon variable quantitatif	77
Figure 29 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes)	78
Figure 30 : Représentation des variétés selon les paramètres quantitatifs.....	79
Figure 31 : Représentation des variétés selon les paramètres qualitatifs et quantitatifs.....	79

LISTE DES FIGURES

Figure 32 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins	85
Figure 33 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes	85
Figure 34 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	85
Figure 35 : Teneurs en polyphénols totaux dans les extraits préparés des feuilles de Ficus carica	86
Figure 36 : Teneurs en flavonoïdes dans les extraits préparés des feuilles de Ficus carica	87
Figure 37 : Teneurs en tanins dans les extraits préparés des feuilles de Ficus carica	88
Figure 38 : Représentation graphique des variables biochimique et morphologique par l'analyse de correspondance multiple.....	94
Figure 39 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) selon variable biochimique et morphologique.....	95
Figure 40 : Représentation des variétés selon les variables biochimique et morphologique	96
Figure 41 : Exemple d'un électrophorégramme obtenu pour 4 microsattellites marqués par les fluorophores (Fam, Vic, Ned).....	97
Figure 42 : taux d'hétérozygotie non biaisé pour chaque variété.....	102
Figure 43 : taux d'hétérozygotie théorique pour chaque variété	102
Figure 44 : L'index d'information de biodiversité de Shannon (I)	103
Figure 45 : Dendrogramme classification UPGMA basé sur la distance génétique entre les variétés étudiées.....	104
Figure 46 : représentation graphique de pourcentage de la variance moléculaire.....	106
Figure 47 : représentation graphique des coordonnées principales (PCoA).....	106

Introduction Générale



Introduction Générale

Depuis longtemps, les populations rurales en zone méditerranéenne consomment des figues fraîches, séchées ou transformé, qui sont très appréciées dans le monde entier. Avec une production d'environ 120000 tonnes, l'Algérie se situe entre les cinq premiers producteurs de la figue dans le monde (FAO STAT 2019). Cette espèce (*Ficus carica* L), appartient à la famille des Moracées ; ces fruits et ces feuilles font parti des produits naturels utilisés comme une source de composés bioactifs de haute valeur économique utilisés dans les industries cosmétique, pharmaceutique et agricole. (Amessis-Ouchemoukha, *et al*, 2016). Selon Barolo 2014 La figue devient de plus en plus populaire pour sa valeur comestible et ses propriétés médicinales.

Le genre *Ficus* est distribué principalement dans les climats chauds et tempérés et se compose environ 881 espèces (Kumar *et al* 2011). L'intérêt que l'homme a porté au figuier a entraîné sa dispersion dans plusieurs régions du monde, (Mauri 1939).

Selon Chouaki, *et al*. 2006, beaucoup de cultivars locaux de figuier sont préservés dans des exploitations familiales en zones de montagne, en revanche parmi les facteurs essentiels de l'érosion génétique, le délaissement et/ou l'abandon des vergers ainsi que l'urbanisation, les incendies, le vieillissement des arbres et la rareté, voire l'absence, de nouvelles plantations particulièrement depuis les années quatre-vingt. Aujourd'hui l'importance de la biodiversité est reconnue et il ne fait aucun doute qu'elle participe à la sauvegarde des écosystèmes et de différentes espèces. Un système diversifié, comprenant un nombre significatif d'espèces jouant un rôle actif dans les cycles naturels, est une assurance contre les risques de déséquilibre (Fadlaoui, 2006).

En effet l'évolution de n'importe quelle espèce végétale et en premier lieu basée sur l'existence d'une diversité génétique dans la population. Cette diversité peut être décrite comme le degré de différenciation entre ou bien au sein des espèces (Bhandari et al 2017).

L'Algérie possède un patrimoine riche et diversifié de variétés de figuier, constituer d'individus parfaitement adapté les conditions climatiques et géographiques, l'amélioration génétique devient un important domaine de recherche pour avoir de meilleures cultures, et le recueil préalable des informations est nécessaire principalement en ce qui concerne sa variabilité génétique pour y arrive (Mkedder 2018). Egalement la conservation des ressources locaux nécessite une gestion rationnelle, une telle gestion exige préalablement des connaissances et des estimations de la diversité génétique. L'évaluation de cette dernière pourrait être optimisée par un plan d'action de caractérisation par des marqueurs morphologique, biochimique et génétique.

L'étude menée dans ce travail a pour objectif de caractériser le polymorphisme variétal de figuier *Ficus carica* local en Algérie, pour cela les investigations sur terrain ont été mené dans

Introduction Générale

plusieurs régions dans le but de caractériser les variétés locales, ce travail : est divisé en 4 parties

La première partie est une recherche bibliographique sur le figuier, elle inclue 3 volets qui sont :

1. Description et généralités, informations sur l'origine et répartition géographique du figuier
2. Description botanique, écologique et importance économique dans le monde et en Algérie du figuier
3. Identification des ressources génétique, évaluation des variétés en Algérie et définition des outils utilisés pour l'identification de la variabilité du figuier

La Deuxième partie matériel et méthode est répartie en Quatre chapitres

1. Caractérisation morphologique
2. Caractérisation biochimique
3. Caractérisation génétique
4. Analyses statistiques et logiciels

La troisième partie détaille les résultats et leurs discussions. Elles sont présentée en 4 chapitres

Résultats obtenus pour la caractérisation morphologique

Résultats obtenus pour la caractérisation biochimique

Résultats obtenus pour la caractérisation génétique

Présentation de fiches variétales descriptives

En fin on termine par une conclusion générale qui résume les différents résultats obtenus et les perspectives de ce travail.

Synthèse Bibliographique



Synthèse Bibliographique

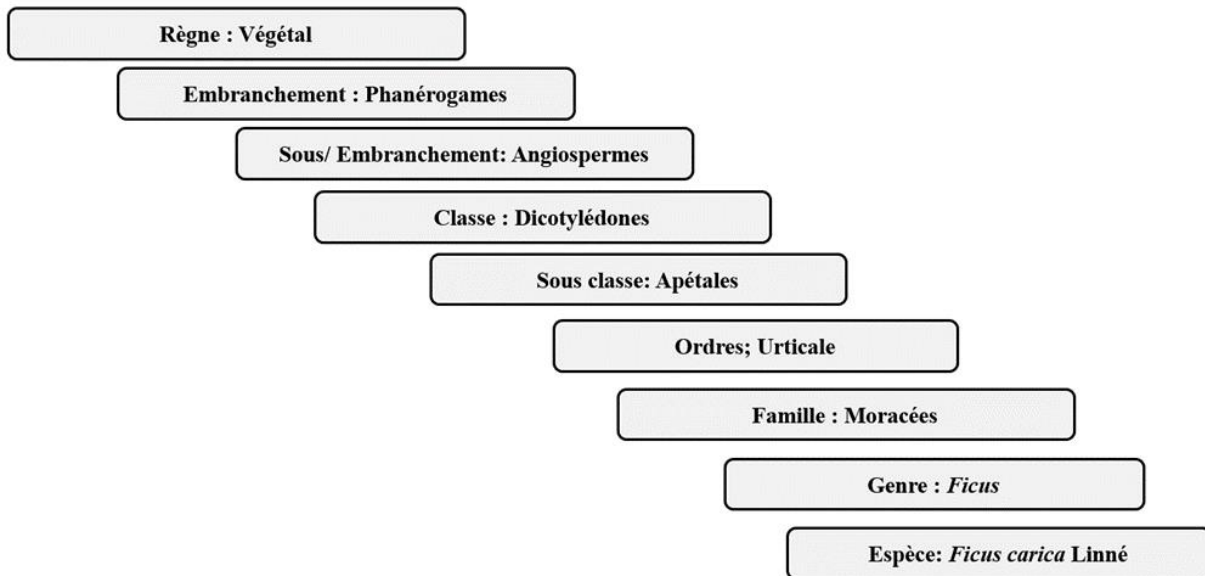
I. Généralité sur le figuier

Systematique

Ficus carica est communément appelé "la figue". Qui est le fruit du figuier, un arbre de la famille des moracées, qui est l'emblème du bassin méditerranéen où il est cultivé depuis des millénaires (El-Khaloui, 2010)

La figue dont le nom botanique est *Ficus carica* L. à un qualificatif générique qui signifie Verrue pour *Ficus* (le lait de figuier pour soigner la verrue) et *carica* fait allusion à une région en Turquie. Il appartient à la famille des moracées qui comprend environ 1500 espèces classées en 52 genres dont le genre *Ficus* décrit par Linné (Vidaud, 1997 ; Rameau *et al.* 2008).

F.carica est également la seule espèce de la famille des Moracées qui s'adapte très bien au climat méditerranéen et qui comporte à elle seule 650 à 1000 variétés. Selon la monographie de Condit (1955).



Systematique du figuier (Gaussen *et al.* 1982)

Synthèse Bibliographique

Origine et répartition géographique

1-Origine du figuier

L'origine du figuier reste un peu confuse. Il est originaire d'Asie occidentale, d'Afrique du Nord ou des Canaries. Il est vraisemblablement issu de l'hybridation de plusieurs espèces sauvages (Vilmorin, 2003). D'après Janick 2005 Le figuier commun (*F. carica*.) est aussi appelé figuier de Carie. Le genre *Ficus* est un nom latin dérivé du grec *syké* d'origine phénicienne.

Il signifie figue ou verrue, car son lait soigne cette pathologie. Carie fait allusion à une ancienne province d'Asie Mineure située entre la méditerranée et la mer Noire (Anatolie Turque) d'où cette espèce serait issue. Le figuier est l'un des plus anciens arbres fruitiers cultivés par l'Homme. En raison de son ancienneté, l'origine de *F. carica* fait l'objet d'hypothèses divergentes, mais toutes admettent que celle-ci précède la domestication du blé.

Cet arbre est très probablement originaire du sud arabe ou de l'Asie Mineure, selon certains botanistes, la plante serait originaire du proche orient, bien que l'origine exacte soit difficile à déterminer, son centre d'origine serait le Yémen d'où il aurait été diffusé en Palestine, en Syrie puis dans tout le bassin méditerranéen, des restes de fruits datant depuis 7000 ans avant jésus christ ont été trouvés dans les fouilles de Jéricho (Flaishman *et al*, 2008).

2- Répartition géographique

L'intérêt que l'homme a porté au figuier a entraîné sa dispersion dans plusieurs régions du monde, prouvant sa grande faculté d'adaptation et ses affinités avec les climats chauds. *Ficus carica* L. est la seule espèce tempérée qui est vraiment cultivée. Il est considéré comme l'un des arbres type du bassin méditerranéen. Il s'étend sur des altitudes allant de 300 m jusqu'aux massifs montagneux du Djurdjura (Kabylie) à une altitude de 800 m (Mauri, 1939). Il est parfois rencontré plus haut, à 1000 m voire 1200 m d'altitude que ne peut atteindre l'olivier (Rebour, 1968). Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Syriens, les Égyptiens et les Grecs dans tout le bassin méditerranéen. C'est une plante indigène à ces milieux (Marcel, 2002).

Malgré ses origines discutables des signes de leur culture dans plusieurs traces de colonies néolithiques, dans des tombes et des monuments égyptiens (Janick, 2005, 2007). Les figues ont également été gravées en Égypte vers 2750 av. J.-C., avec des représentations graphiques de la récolte datant de 1900 av. J.-C. Cette preuve se trouve dans le tombeau de Knunhotep à Beni Hasan (Berral, 1966 ; Edlin, 1969, Roberts, 2001). Il y a aussi dans cette évidence une fresque intéressante avec le dessin de la moisson de figue et la présence de singes dans les arbres de ce fruit (Figure 1)



Figure 1 : Collection des figes, Beni Hasan, Egypt. ca.1900 BCE (Singer et al, 1954).

Des recherches, ont montré que des reste de semences de figuier ont été trouvés dans différentes régions de la méditerranée orientale ; remontant à l'époque Néolithique (7800- 6600 av. JC). Zohary et Hopf (2000), émettent l'hypothèse que le figuier commun fut domestiqué en premier lieu dans la méditerranée orientale puis s'est propagé durant plusieurs siècles, jusqu'à la méditerranée occidentale. Il est probable que le figuier fut introduit à la Grèce antique vers VIII siècle av. JC par des tribus sémites de Palestine et d'Anatolie. Puis il s'est étendu vers les terres de la mer Adriatique jusqu'à l'Italie le nord de la Méditerranée. Par ailleurs, 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. Avec les conquêtes Arabes, la culture du figuier et l'industrie de la préparation du fruit reçoivent un fort intérêt qui permette la connaissance de nouvelles variétés et leur propagation dans des régions où ils ne se cultivaient pas. Suite aux conquêtes espagnoles et portugaises du nouveau continent, le figuier s'est propagé au Pérou, Cuba et l'Amérique du Nord (Giraldo, 2010). La fige est connu pour avoir été domestiqués à partir d'un groupe de divers figuiers spontanés présentes dans le sud et l'est de la région méditerranéenne (Figure 2) au début du néolithique (Zohary et Hopf, 2004). 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 (Morton, 1987)

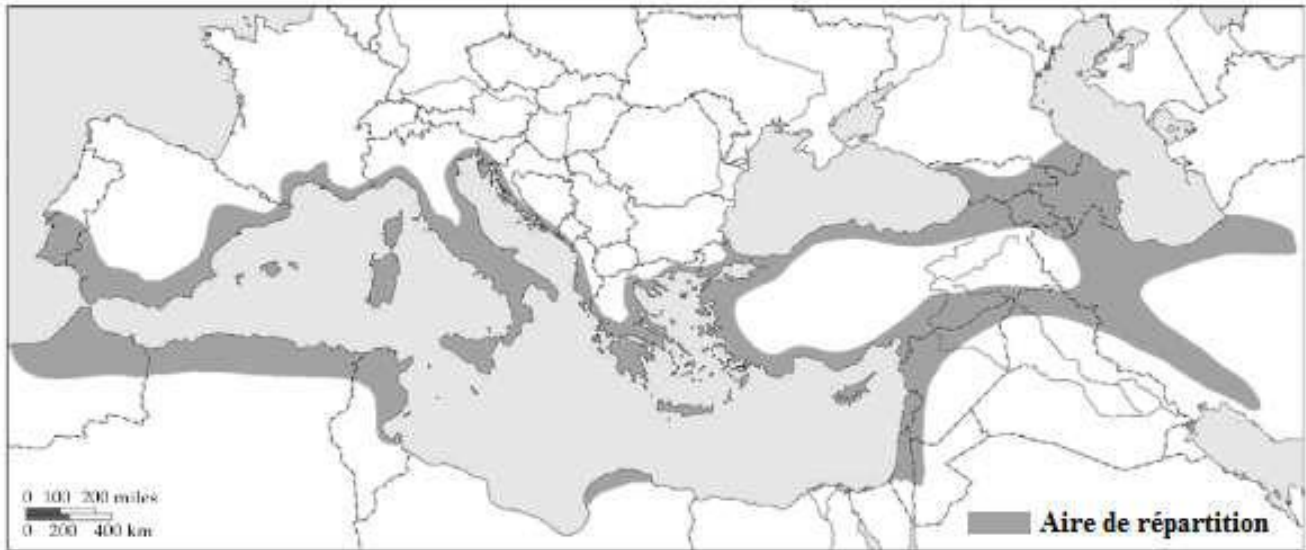


Figure 2 : Aire de répartition de figuier sauvage *Ficus carica*. (Zohary et Hopf, 2004).

II. Botanique et écologie du figuier

1-Morphologie du figuier

1.1 L'arbre

Le figuier est un arbre volumineux, vigoureux et de grande longévité. Il est généralement conduit en forme d'arbuste de 2 à 5 m. de hauteur, mais en conduite libre il peut dépasser 10 ou 12 m. La constitution végétative de l'arbre est semi-ligneuse. Son tronc est tortueux, trapu et tuméfié au niveau des noeuds. L'écorce est gris-argentée, légèrement rugueuse. Le bois cicatrise mal et n'a pas de valeur en ébénisterie. Les branches sont vigoureuses, souples, torsadées, curvilinéaires et sont nombreuses à démarrer dès la base du tronc (Vidaud, 1997). A leurs extrémités se trouvent des bourgeons apicaux de différentes formes et couleurs. Le système racinaire du figuier est robuste, touffu et traçant, ce qui lui confère de larges possibilités d'adaptation écologique (Khanfir, 2015). Le cycle végétatif de l'arbre comprend trois phases. Il commence en février par le débourrement et la formation de rameaux feuillés et se poursuit jusqu'au mois de mai. L'activité végétative peut éventuellement reprendre selon les conditions climatiques puis s'estompe au début d'octobre. L'arbre commence alors à se défolier avant d'entrer en période de repos hivernale de plusieurs mois (Oukabli, 2003). D'où L'architecture de l'arbre conduit à l'établissement d'un tronc vigoureux portant des rameaux peu ou pas ramifiés (Bentayab 2018).

1.2 L'écorce

L'écorce du figuier est lisse et peu fissurée, de couleur gris pâle, ses rameaux contiennent du latex, son feuillage caduc comprend de grandes feuilles, larges de 25 cm, épaisses, coriaces, à 3 à 5 lobes profonds, à bord lisse, veloutées en dessous et rugueuses sur le dessus. Il s'agit d'une espèce monoïque, avec des fleurs nombreuses insérées dans un réceptacle charnu, ses fruits, de couleur vert jaunâtre (figues blanches) ou mauve foncé (figues violettes), poussent en juin-septembre en bout de rameaux (Marcel, 2002).

Synthèse Bibliographique

Ecorce Au fur et à mesure de sa croissance, la plante revêt une texture spécifique, une écorce gris clair conservant longtemps les traces d'insertion des feuilles et la cicatrice annulaire caractéristique laissée par les stipules. Cette écorce se manifeste sur les parties âgées de deux à trois ans. Les parties plus jeunes passant d'un épiderme vert tendre à un brun vernissé, ornémenté de nombreuses lenticelles de grande taille (Vidaud, 1997).

1.3 Bourgeon

Le bourgeon terminal du figuier est constitué de deux stipules correspondant à la dernière feuille mise en place. Dans ce bourgeon se trouve de neuf à onze ébauches de feuilles avec leurs stipules. La première feuille est généralement avortée et la suivante se développe peu. La fabrication de nouvelles pièces s'effectue durant l'été et leur nombre passe à une dizaine. A l'aisselle des premières feuilles, des bourgeons axillaires sont déjà formés. Au niveau de ces bourgeons axillaires, une ébauche de figue protégée par les stipules est déjà perceptible. (Vidaud, 1997 cité par Bachi, 2012, Boudtchita, 2019) (Figure 3) .ainsi le méristème terminal assure la formation des nouvelles parties de la plante. Il existe un bourgeon latéral (axillaire) à l'aisselle de chaque feuille, ou cicatrice qu'elle laisse après sa chute, en fait, il s'agit de deux bourgeons, l'un est pointu et a destinée végétative (oeil de bois), l'autre est arrondi et est à devenir floral et même deux bourgeons arrondis peuvent se trouver de part et d'autre du bourgeon végétatif, il s'agit en fait d'un rameau végétatif très court portant des boutons à figes. Le nombre de pièces présentes dans les bourgeons latéraux est différent et dépend de la position du bourgeon dans l'unité de croissance car plus le bourgeon est distal, plus il contient d'ébauches, au maximum 7 à 8 (Vidaud, 1997).

1.4 Ramification

Le rameau est constitué d'un ensemble d'entre nœuds, chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires (Figure 3). Leur disposition alternée, rarement opposée sur le rameau, est une spécificité de la famille des moracées (Vidaud, 1997)

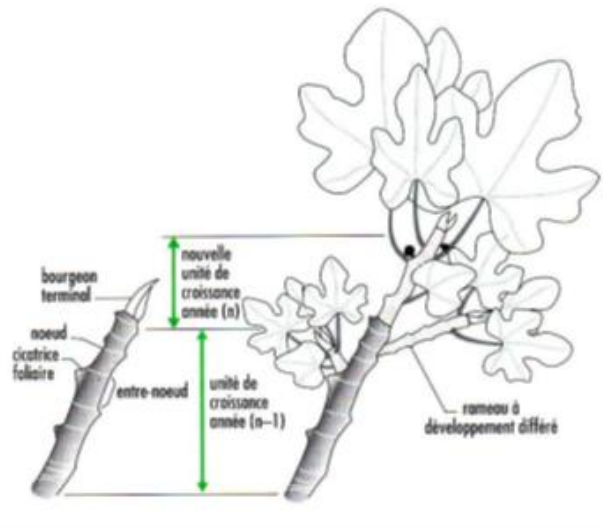


Figure 3 : Organisation d'une pousse (unité de croissance) (Vidaud, 1997)

Synthèse Bibliographique

Au cours du temps, la croissance du figuier se traduit par la construction d'un tronc portant chaque année des branches à port dressé. Ces branches, elles même, portent des rameaux en petit nombre qui sont généralement peu ou pas ramifiées (Vidaud, 1997). Tous les rameaux de l'arbre peuvent porter des figes, mais l'importance des fruits par rameau dépend de l'âge du rameau et de la variété (Rivales, 1979 cité par Latia, 2015).

1.5 Tige et feuille

La tige issue du figuier montre des feuilles entières, de taille Croissante présentant un limbe profondément marqué. La nervation de la feuille associée à ce limbe découpé est de type palmatinervé, signifiant que toutes les nervures principales partent d'un même point à la jonction du limbe et du pétiole (Vidaud, 1997).

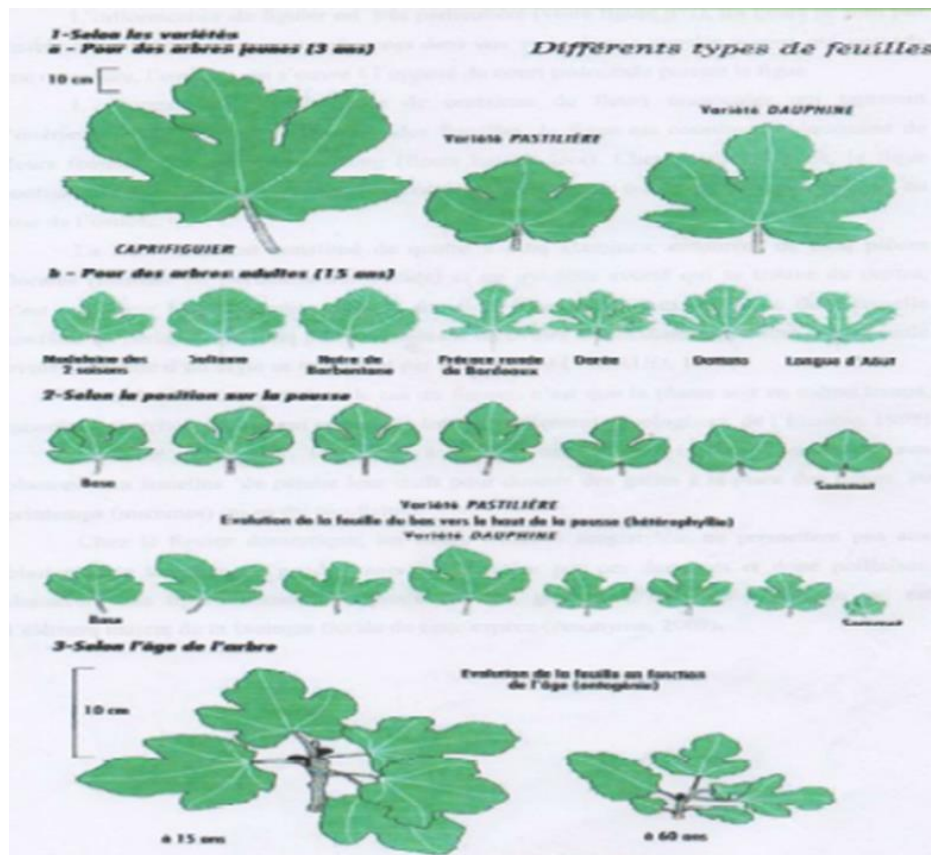


Figure 4 : polymorphisme des feuilles chez le figuier (Vidaud, 1997).

Les feuilles du figuier qui composent sa frondaison sont très polymorphes, caduques grande et à nervation palmée (Figure 4). Elles sont larges (25 cm) et épaisses et fortement lobées (3 à 5 ou 7 lobes profonds selon les variétés). La face supérieure est rugueuse et de couleur vert foncé, quant à la face inférieure elle présente des nervures très saillantes de couleur vert clair leur développement est très rapide et se disposent d'une manière alterne et rarement opposée sur le rameau. Le pétiole des feuilles est long et de couleur vert clair, avec une dimension variable (10 à 20 cm) selon les cultivars (Guitonneau, 1992).

Synthèse Bibliographique

Les feuilles du figuier sont caduques, alternes, palmatilobées, avec trois à sept lobes sinués-dentés. Elles sont vert-clair à vert foncé, épaisses, dotées d'un solide pétiole et sans parfum particulier. Leur face supérieure est sombre et rugueuse au toucher, alors que leur face inférieure est claire, pubescente et à nervation plus apparente. Les poils sont crochus, éparses ou denses. Les feuilles, les rameaux et les fruits immatures renferment un suc laiteux caustique, allergisant et riche en Ficin, appelé le latex (Gerber, 2010). La ramification est peu exprimée, mais très fréquemment, on peut observer, au niveau des toutes premières feuilles, la mise en place de nouvelles tiges. La tige présente une moelle creuse, particularité qui lui donne une certaine souplesse à la traction mais qui la rend soudainement cassante (Bouche, 1999).

1.6 Racines

L'activité racinaire est un des points forts dans l'écologie du figuier. Outre son grand développement rappelant sa parenté avec les figuiers tropicaux, qui ont des racines aériennes et parfois étranglantes, la densité extraordinaire du chevelu racinaire lui permet une exploitation optimale de l'eau disponible dans le sol, ce qui explique sa pertinence dans des situations apparemment très sèches (Vidaud, 1997)

1.7 Inflorescence

La figue ou le sycone est un ensemble de fleurs (Figure 5) regroupées dans une même structure dite inflorescence. La particularité de cette dernière réside dans le fait que les fleurs ne sont pas visibles de l'extérieur, elles sont enfermées dans une sorte d'urne et présentent un orifice appelé ostiole qui s'ouvre à l'opposé du court pédoncule portant la figue. À la base de cette figue se trouve deux écailles, ou bractées, qui la protègent quand elle n'est qu'un bouton. Ces écailles sont en fait les pré-feuilles de l'axe de l'inflorescence initiale. L'intérieur de la figue est tapissé d'une multitude de petites fleurs, tandis que la partie proche de l'ostiole présente de nombreuses petites écailles ou bractée ostiolaires. Parfois, selon les variétés, de petites écailles s'observent aussi à la surface de la figue. Les fleurs, rencontrées dans la figue, peuvent être de deux types mâles ou femelles. Selon leur distribution, l'individu qui les porte sera qualifié de mâle ou de femelle. Chez les individus femelles, la figue est constituée uniquement de fleurs femelles. Chez l'individu mâle, la figue contient à la fois des fleurs femelles et des fleurs mâles. Ces dernières étant peu nombreuses et situées tout autour de l'ostiole (Vidaud, 1997).

Le figuier commun est une espèce gynodioïque, morphologiquement monoïque (avec des fleurs mâles et des fleurs femelles à style court ou long (Figure 6) dans le même sycone) mais fonctionnellement dioïque (Armstrong, 2006). La reproduction du figuier fascine les biologistes et les botanistes et sa complexité a, à juste titre, suscité de nombreux travaux de recherches. Les fleurs du figuier sont minuscules et unisexuées. Elles sont logées par centaines dans une inflorescence qui se transforme en un réceptacle creux et succulent (urne) à peine ouvert au sommet par l'ostiole, appelée sycone. Un figuier est considéré mâle ou femelle selon le sexe des fleurs renfermées dans ses inflorescences (Armstrong, 2006)

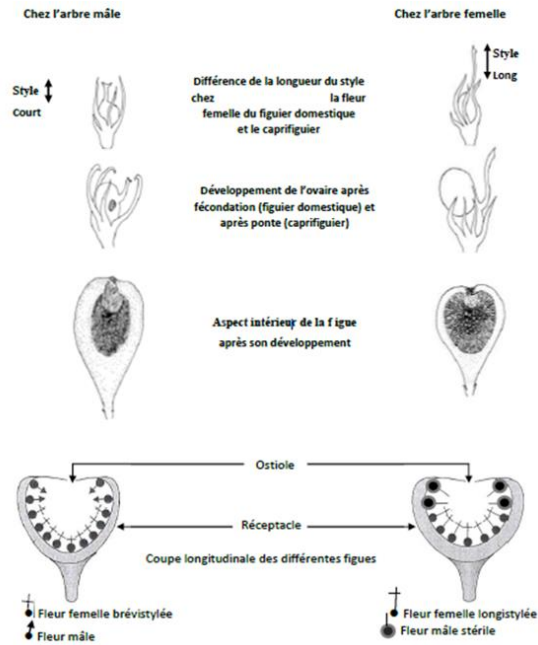


Figure 5 : Différence entre la fleur femelle chez le figuier mâle et le figuier femelle d'après le schéma de Vidaud 1997 modifié.

➤ Fleur mâle

Elle est constituée de quatre à cinq étamines au centre desquelles se trouve un gynécée avorté. C'est donc une fleur, morphologiquement, hermaphrodite dont la fonction femelle n'est pas assurée. Ce type de fleur existe aussi bien chez l'arbre mâle que femelle, mais avec la différence que chez ce dernier, les étamines ne portent jamais d'anthers, les rendant ainsi fonctionnellement stériles. Figure 6 (Armstrong, 2006)

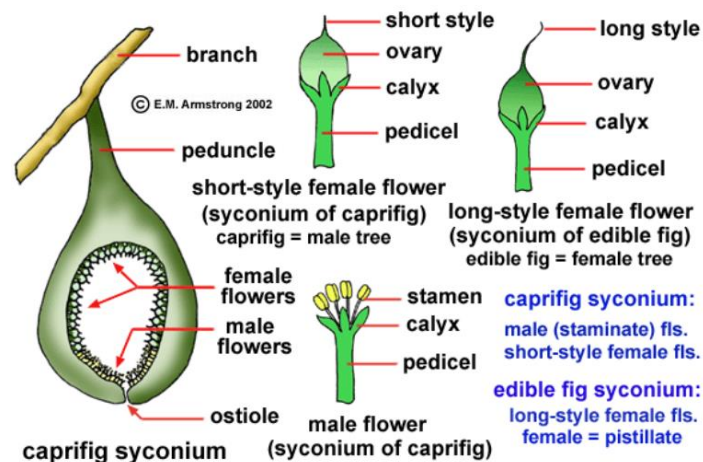


Figure 6: Sycone mâle et fleurs du figuier (Armstrong, 2006)

Synthèse Bibliographique

➤ Fleur femelle

Elle est formée d'un périanthe de cinq pièces entourant un ovaire à ovule unique surmonté d'un style unique se terminant par un stigmate. Ce type de fleur existe aussi chez les arbres mâles et femelles avec une différence cette fois-ci de la longueur du style. Chez les individus femelles, le style est long (fleur longistylée) pendant qu'il est court chez les individus mâles (fleur brévistylée). Cette différence constitue une adaptation pour rendre le dépôt des œufs dans l'ovule, possible ou non selon la longueur du style (Mamouni, 2002 cité par Latia, 2015). Figure 7

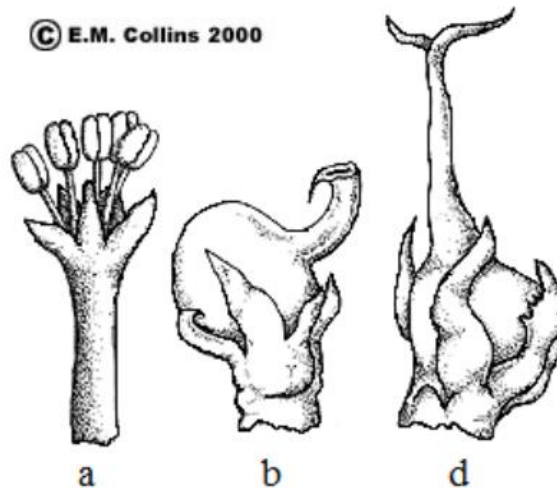


Figure 7 : Les fleurs du figuier (Armstrong, 2006)

(a : fleur mâle avec 5 étamines (caprifiguiers) / b : fleur femelle à style court (caprifiguiers) / c : fleur femelle à style long (arbre femelle))

1.8 Fruit

Le fruit du figuier s'appelle syconium (inflorescence femelle) c'est un réceptacle de fleur très agrandi, charnu et savoureux à maturité, ce syconium porte à l'intérieur une masse de fleurs minuscules, les fruits sont en fait de tous petits akènes qui se développent à partir de ces fleurs, nous mangeons donc dans le cas de la figue, une sorte d'enveloppe qui contient les fruits (Peter Bauwens, 2008). La figue est pourvue d'un pédoncule, d'un col, d'une peau externe colorée, d'une pulpe mucilagineuse et d'une petite ouverture (ostiole ou opercule) fermée partiellement par des écailles. Les figues peuvent être consommées fraîches, séchées ou transformées. Elles sont très nutritives, digestes et énergisantes, elles constituent une bonne source d'éléments minéraux, de vitamines C et B, d'acides aminés, de sucres, et d'acides organiques (Pande et Akoh, 2009).

C'est un faux fruit appelé sycone ou réceptacle charnu dans lequel les véritables fruits (les graines qui proviennent du développement de l'ovaire) n'adhèrent pas entre eux. Le sycone communique avec l'extérieur via l'ostiole fermé par des cellules ou écailles ostiolaires qui sont légèrement repliés vers l'intérieur (Tayou, 1985 cité par Latia 2015).

Synthèse Bibliographique

1.9 Latex

Latex : C'est un liquide blanc ressemblant au lait caractérisant certaines familles de plantes ligneuses et herbacées. Chez le figuier, ce lait recèle des enzymes protéolytiques et provoque des démangeaisons ou dermatoses aux mains non gantées (Rivales, 1979 cité par Latia, 2015).

Les espèces de Ficus, fruits immatures, feuilles, branches, tiges et probablement aussi les racines produisent un liquide vasculaire connu sous le nom de latex très utilisé en médecine. Selon (Dioscorides, 1902) La méthode de collecte est de prendre le jus de branches du figuier sauvage avant apparition des bourgeons, en pilant et en appuyant là-dessus, le jus est séché à l'ombre et stocké. Le latex est très probablement synthétisé pour servir la plante, elle-même, il sert de fluide vasculaire, homologue du sang chez les animaux. Il porte les éléments nutritifs, il aide à l'auto-guérison, s'implique dans le mécanisme de toxicité, et abrite également le système immunitaire de la plante (Kim *et al*, 2003). Il constitue la Ficin brute (Bruneton, 2009)

2-Types et forme du figuier

Habituellement, la classification des taxons de Ficus tient compte de la biologie florale, notamment des systèmes de pollinisation, ainsi que de la couleur de la peau et de la pulpe des figes. Elle répartie les figuiers en quatre formes horticoles, à savoir le type sauvage ou caprifiguiier et les formes cultivées de type Smyrna (les figes nécessitent la pollinisation), San Pedro (les figes-fleurs ne nécessitent pas d'être polonisées contrairement aux figes) et Commun (figes et figes-fleurs ne nécessitent pas de pollinisation) (Tous et Ferguson, 1996).

Selon Valdeyron et Llyod 1979, le figuier ancestral était monoïque, les sycones contenant des fleurs mâles et des fleurs femelles avec un court style qui permettait au Blastophage de déposer ses œufs. D'après Storey 1975, le déterminisme du sexe chez le figuier est contrôlé par deux paires d'allèles localisés sur une paire de chromosome homologues :

- G : allèle dominant pour les fleurs femelles avec style court ;
- g : allèle récessif pour les fleurs femelles avec un style long ;
- A : allèle dominant pour la production de fleurs mâles ;
- a : allèle récessif pour la suppression des fleurs mâles.

Il est donc probable que les deux formes de figuier portent les génotypes suivants :

- Caprifiguiier (figuier mâle) : homozygote GA/GA aussi peut ne pas être un homozygote (hétérozygote) GA/ga. Ce qui est un cas très rare,
- Le figuier femelle : uniquement des homozygote ga/ga

Selon Storey (1975) la parthénocarpiie est produite par un gène mutant (P) transmis par le figuier mâle (caprifiguiier), les figuiers femelles exprimant ce gène retiennent leurs fruits jusqu'à maturité, même si elles ne sont pas polonisées. Le figuier parthénocarpiique se propage

Synthèse Bibliographique

uniquement par bouturage puisqu'il ne produit pas de graine et constitue l'une des premières formes de domestication et d'agriculture, cette caractéristique a permis sa grande propagation surtout dans les régions où l'agent pollinisateur et le figuier sauvage ne se trouvent pas. Des études récentes démontrent que la production de certaines phytohormones ont un rôle majeur dans la persistance des figues non polonisées (Chai *et al*, 2017).

De ce fait selon le type de fleur et de la pollinisation, il existe formes avec quatre types de figuier

2.1 Forme spontanée (Type caprifuier)

Généralement ses fruits sont non comestibles en raison de consistance pailleuse et de leur goût. Trois séries de fruits sont produites dans l'année qui sont les mammes (hiver), le profichis (printemps) et les mammonis (automne) (Condit, 1955) : Les caprifuier sont des figuiers male (appelés en Algérie Dokkar) est le seul type qui présente des fleurs mâles et femelles avec un pistil court. Les fleurs femelles permettent l'infestation du Blastophage de telle sorte que les ovules ne sont plus capables d'être féconder, ils sont appelés « figue avec galles » (Vidaud, 1997) Ils hébergent, sous forme de larves dans les ovaires des fleurs femelles, le blastophage. Les 'Dokkars' vivent plus longtemps que les figuiers cultivés et regroupent trois générations de sycones : les mammonis durant l'automne, les mammes en hiver et les nombreux profichis au printemps-été dont la production coïncide avec le principal cycle végétatif d'été des arbres femelles (Khanfir, 2015).

2.2 Formes domestiques (cultivées)

Selon Condit, 1955, 78% des variétés de figuiers dans le monde sont du type Commun, moins de 4% sont du type San Pedro et les 18% restants sont du type Smyrna. La prévalence de la culture du type Commun dans le monde a été probablement favorisée par la sélection en raison de sa parthénocarpié, notamment dans les régions dépourvues de Blastophage.

1. *Type commun*

Il est parthénocarpié, les fleurs sont pistillées (femelles) et les fruits se développent sans pollinisation en produisant une à deux récoltes par an (unifère et bifère, respectivement). Ce type de figuier réduit la diversité génétique de l'espèce et réduit sa propagation à la forme végétative (Giraldo, 2005).

2. *Type Smyrna*

Ce sont des figuiers unifères et très fructifères, mais qui requièrent la pollinisation. Leurs figues, appelées 'Calimyrna' aux U.S.A., sont de bonne qualité et à double fin. Les figues renferment des graines viables et mûrissent à partir de fin juillet. Les variétés de ce groupe existent en Asie Mineure, en Europe et en nord Afrique Condit, (1955). Présente des fleurs pistillées et nécessite la pollinisation pour produire des fruits comestibles.

Synthèse Bibliographique

3. Type San Pedro

Ils se distinguent par la formation de figes-fleurs parthénocarpiques, mais requièrent selon les cultivars la caprification pour la production des figes d'automne. Les figes San Pedro ont une saveur intermédiaire entre les fruits des types Commun et Smyrna. Condit, (1955). Ce type de figuier produit une première récolte par parthénocarpie appelée « fige fleur ou breba », les fruits poussent sur les rameaux de l'année passée. Une seconde récolte qui requière la caprification pousse sur les rameaux de l'année en cours et donne des « figes d'automne ».

3-Pollinisation (caprification)

La plupart des variétés de figes comestibles sont parthénocarpiques (auto-fécondantes). Celles-ci produisent des fruits sans pépins et sont multipliées par la voie asexuée « bouturage » (Starr *et al*, 2003). Cependant, certaines variétés nécessitent une pollinisation par certaines guêpes. Pour chaque espèce de Ficus, une guêpe Agaonide unique lui est généralement associée. Les guêpes ne pondent que leurs œufs à l'intérieur des fleurons, pollinisant la fige dans le processus (McLeish et Van Noort, 2012). Par conséquent, les figes nécessitant une pollinisation ne peuvent pas être cultivées ou être naturalisées sans la présence de la guêpe pollinisatrice associée.

La pollinisation est assurée par un insecte appelé par Blastophage (*Blastophaga psenes*). Cet insecte de petite taille (2mm) présente un fort dimorphisme sexuel, le mâle est aptère tandis que la femelle est ailée. Son développement s'effectue à l'intérieur de l'ovaire d'une fleur femelle. La femelle *Blastophaga* (figure 8) qui sort en été (mi-juillet) d'un caprifigier est chargée de pollen au niveau de ces replis abdominaux. L'insecte est attiré par une fige réceptive présente sur le même arbre ou bien sur un autre arbre différent. Les femelles les plus précoces sont attirées par la fige des figuiers domestiques dans ce dernier cas, la femelle pénètre dans la fige et essaie de pondre, mais la longueur du style de ces fleurs est supérieure à la longueur de l'ovipositeur de l'insecte interdisant toute ponte. Par conséquent au cours de ces tentatives de ponte, l'insecte dépose positivement du pollen sur les stigmates permettant la fécondation de l'ovule et son développement en graine. Ces figes sont les futurs fruits comestibles d'automne. Clariter 2008 Cite Par Bensalah et Korib (2015).

Le processus de pollinisation présent dans les types Smyrna et San Pedro n'est pas très efficace, puisque seule la femelle de l'insecte est capable de voler et est très limitée en raison de l'effort qu'elle doit faire pour sortir du sycone, perdant parfois ses ailes et les anthères. De ce fait, la plantation d'un minimum de 5% de caprifigier est nécessaire pour obtenir une bonne fertilisation rendant la culture de ce type de fige non rentable.

Pour cette raison, dans les endroits où les figuiers femelles sont cultivés, la pollinisation est faite artificiellement. En effet, la fécondation des figes d'automne est favorisée en suspendant dans les figuiers cultivés « femelles » des chapelets (profichis) de trois à cinq caprifigues ayant atteint la maturité et dont les blastophages sont prêts à sortir. Cette opération débute en juin, au moment où les figes les plus avancées (les figuiers femelles) ont atteint la dimension d'une noisette ; et

Synthèse Bibliographique

se renouvelle tous les 8 à 10 jours, jusqu'au début juillet (Saidani et Tounsi, 2009). De cette façon, il semble que la pollinisation permet d'obtenir des figes plus sucrées et plus propices au séchage (Oukabli, 2003)

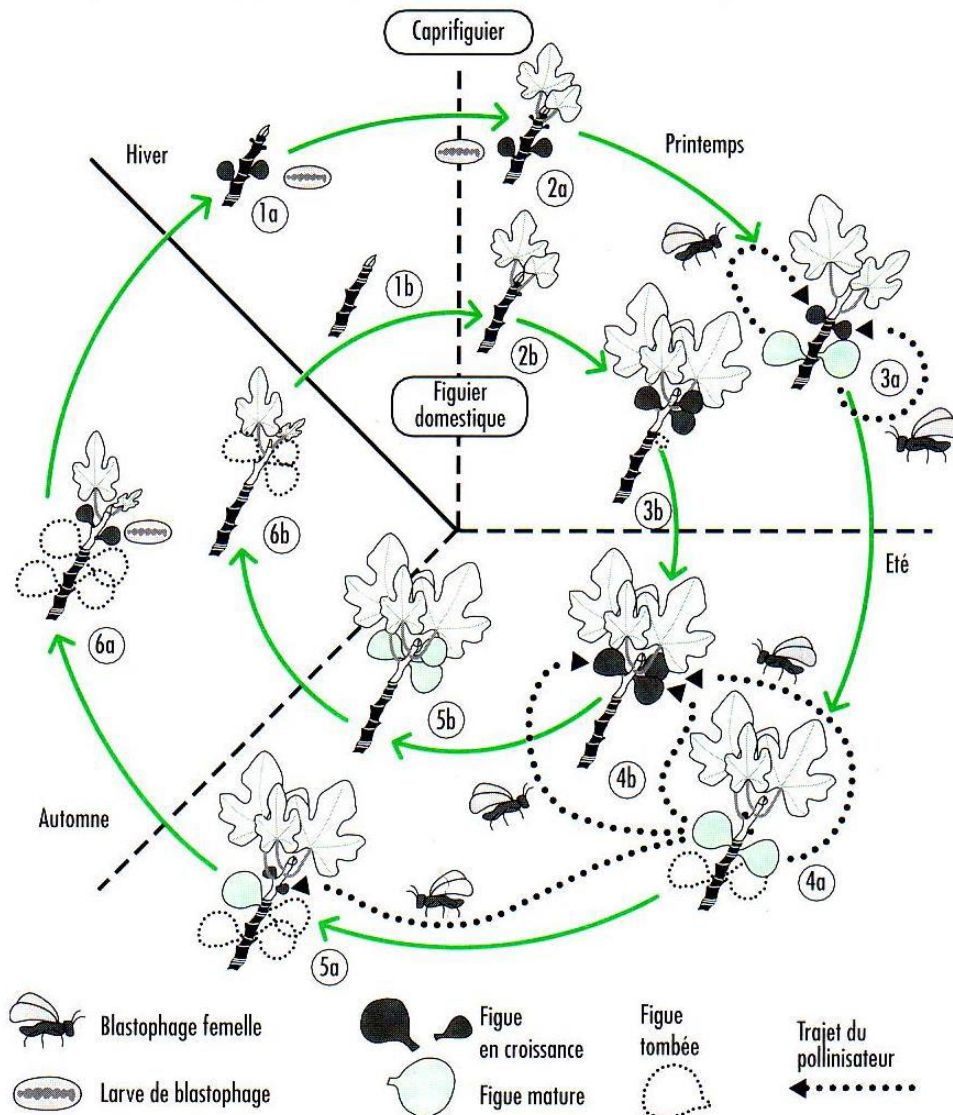


Figure 8 : Cycle biologique simplifié du figuier et de son pollinisateur (Vidaud, 1997)

Synthèse Bibliographique

4- Ecologie et exigence climatique du figuier

Selon (Vidaud, 1997).Le figuier, espèce thermophile, fait partie intégrante du paysage méditerranéen. Il a cité aussi que Le figuier a un large spectre d'adaptation écologique et se montre peu exigeant vis-à-vis des conditions pédoclimatiques, il réussit un peu partout dans le monde, notamment dans les régions tropicales et subtropicales, mais il est particulièrement bien adapté sur le pourtour méditerranéen où les hivers sont frais et les étés chauds et secs.

Mauri, 1939 a cité dans sur l'exigence édaphiques et climatiques du figuier que l'humidité relative de l'atmosphère influe tout d'abord sur la hâtivité (récolte hâtive, précoce) des récoltes, puis sur leurs qualités, sur le comportement des fruits, sur l'arbre et au cours du séchage ainsi que le figuier est peu exigé en matière de sol et s'accommode à tous les types. Cela était confirmé par Oukabli, 2003 par son passage que la tolérance du figuier à la salinité du sol et au calcaire actif est néanmoins moyenne. Les besoins annuels en froid hivernal du figuier sont faibles (300 h). Sa tolérance à la salinité du sol et au calcaire actif est néanmoins moyenne.

Le figuier peut s'accommoder d'une large gamme de sols (argileux, sableux, limoneux). Avec un pH compris entre 6 et 7,8 lui convient bien (Walali *et al*, 2003). Il tolère bien la sécheresse, mais des apports d'eau réguliers sont très bénéfiques pour son état végétatif et la production de fruits. Une pluviométrie annuelle de 600 à 700 mm est suffisante en culture non irriguée. Pour le vent à moins de prise sur le figuier que sur un bon nombre d'autres espèces fruitières cultivées (Bachi, 2012).

5- Importance Economique

Ficus carica L., est parmi les produits naturels qui sont utilisés comme une source en composés bioactifs de haute valeur économique en raison de leur utilisation dans les industries cosmétique, pharmaceutique et agricole. (Amessis-Ouchemoukha, *et al*, 2016) Cette espèce est un arbre de grande rusticité qui supporte bien le climat sec, on le retrouve même dans les zones arides, et en général au tour du littoral méditerranéen. Le figuier est non seulement utilisé pour sa production de fruit mais aussi pour des applications ornementales et agricoles (Giraldo, 2012).

5.1 Fiquier dans le monde

Les figes fraîches et sèches occupent une place non moins importante dans le commerce international des produits agricoles (Vidaud, 1997). La production mondiale dépasse les 1332800 tonnes, Le pourtour du bassin méditerranéen fournit l'essentiel de la production mondiale. Les principaux pays producteurs selon les données de FAO 2019 sont la Turquie (310000 tonnes), l'Egypte (225295 tonnes) et Maroc (153472 tonnes) L'Algérie (114092 tonnes) est classée en cinquième position. Fao Cette plante fruitière est répandue dans les pays du bassin méditerranéen car elle est bien adaptée à différents sols ou climat (Mars, 2003).

Synthèse Bibliographique

Tableau 1: la production mondiale du figuier estimée (FAOSTAT, 2019)

Pays	Production en tonnes	Superficie en Hectare
Turquie	310000	52116
Égypte	225295	31674
Maroc	153472	62969
République islamique d'Iran	130328	18655
Algérie	114092	39438
Espagne	51600	14600
République arabe syrienne	43015	9435
États-Unis d'Amérique	28174	2488
Tunisie	24619	16863

5.2 Fiquier en Algérie

En Algérie la culture du figuier est séculaire et sa répartition géographique recoupe celle de l'olivier. Elle constitue plus de 10% du patrimoine arboricole national. Malgré l'importance des plantations, et un potentiel de près de 5 millions d'arbres la production est de 40 et 50 000 tonnes seulement. Ces chiffres montrent que, dans notre pays, la culture du figuier traditionnelle reste menée de manière extensive avec des niveaux de rendements très faible. La culture du figuier a régressé malgré les programmes de plantations mis en œuvre dans les années 1970. Bourayou *et al.*, (2005) Le figuier compte parmi les trois productions fruitières principales de l'Algérie. La grande majorité des plantations se trouve en Kabylie (Chouaki *et al.*, 2006).

Tableau 2 : L'évolution de production, superficies et rendement du figuier en Algérie durant les dix ans entre 2009-2019 (FAO. 2019)

	Superficie (Hectare)	récoltée	Production (Tonnes)	Rendement (Hectogramme en hectare)
2009	46935		83801	17855
2010	46921		123763	26377
2011	46331		120187	25941
2012	45125		110058	24390
2013	44608		117100	26251
2014	44395		128620	28972
2015	43130		139137	32260
2016	42764		120348	28142
2017	40932		128684	31438
2018	39356		109214	27750
2019	39438		114092	28929

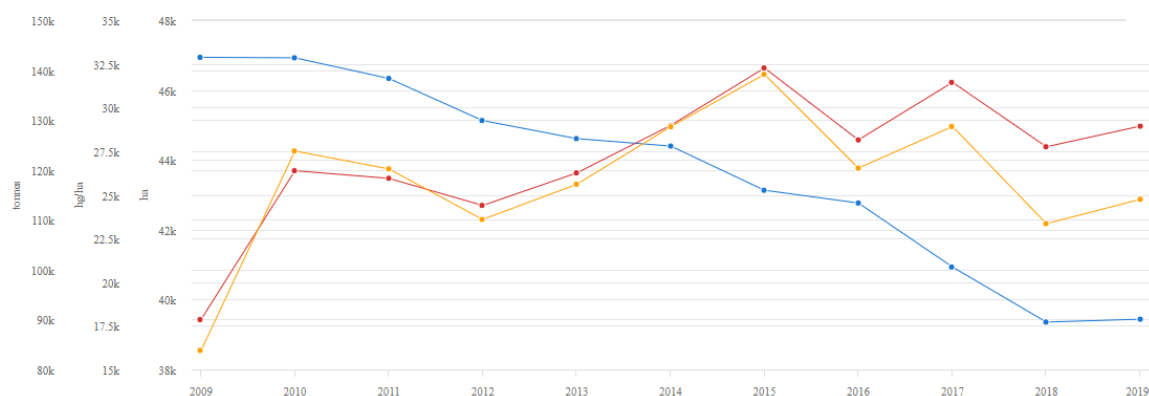


Figure 9 : L'évolution de production, superficies et rendement du figuier en Algérie durant les dix ans entre 2009-2019 (FAO. 2019).

(Orange production de figuier en tonne / Bleu superficie récoltée en hectare et Rouge le rendement de figue en hectogramme par hectare)

5.3 Valeurs nutritives et propriétés thérapeutiques

1. Valeurs nutritives des figues

La figue est très appréciée pour sa richesse en sucre et son goût agréable. Ce fruit peut être consommé frais ou séchée. A l'état frais, la figue renferme en moyenne 80% d'eau et 13% de sucres, après séchage les sucres dépassent les 53% (El-Khaloui, 2010). Elles sont riches en minéraux et en sucres (Aljane et al. 2008), principalement du fructose (56%) et du glucose (43%) (Melgarejo et al. 2003). La figue est un aliment très nourrissant. Elle est riche en vitamines, éléments minéraux, eau, graisses et elle est l'une des sources végétales les plus élevées de calcium et de fibres. Aussi les différentes parties de la plante comme l'écorce, les feuilles, les pousses tendres, les fruits, les graines, et le latex sont médicalement importantes (Azzi, 2013). Les figues sont très nutritives, digestes et énergisantes. Elles constituent une bonne source d'éléments minéraux, de vitamines C et B, d'acides aminés, de sucres, et d'acides organiques (Pande et Akoh, 2009), La teneur en sucres (glucose et fructose) peut varier entre 9 et 18 g en fonction de la variété, du stade de maturité, de l'ensoleillement et de l'état (séchée ou fraîche) de la figue. La teneur en acides organiques est d'autre part, plus élevée dans la figue entière que dans les autres parties du fruit (Polat et Caliskan, 2008). Slatnar *et al*, 2011 a cité que La figue est très appréciée et très nutritif, elle est riche en sucres, fibres, sels minéraux, Composés phénoliques à fort potentiel antioxydants et molécules volatiles responsables de Son agréable arôme caractéristique

2. L'utilisation thérapeutique du figuier

La phytothérapie traditionnelle est une compétence éprouvée par les personnes âgées dont la familiarité expérimentielle est appréciée par tout le monde (Parveen *et al*, 2007). L'importance de *F. carica* en tant qu'alternative à la guérison de certaines maladies a été reconnue à travers les

Synthèse Bibliographique

siècles, et de nos jours, elle figure dans plusieurs pharmacopées et ouvrages consacrés aux plantes médicinales. (French, 2007). Cité que *Ficus carica* pour traiter la constipation, comme laxatif, pour traiter la dysenterie et l'entérite, beaucoup de ces informations étant extraites de la médecine chinoise. (Martinez, 2008). En effet, le figuier est très utilisé dans les affections respiratoires (95%) et digestives (77%) (Al Askari *et al*, 2013). Ces fruits sont riches en éléments nutritifs ainsi qu'en substances bioactives tels que les composés phénoliques, les caroténoïdes et les oligoéléments. Grâce à leur pouvoir antioxydant, ces substances interviennent dans la prévention et le traitement de diverses maladies telles que les cancers, le diabète et les inflammations. Bien que les études soient récentes, son usage traditionnel est connu depuis l'antiquité. (Madaoui *et al*, 2013) D'après l'étude *in vitro* de Ramgopal *et al*, 2016 suggèrent que l'extrait éthanolique du fruit de *Ficus carica* pourrait avoir des agents antidiabétiques et anti-obésogènes potentiels.

La figue a un effet laxatif, diurétique, anti-inflammatoire, hypo-cholestérolémique, antidiabétique, anticancéreuse et immuno-modulatrice (Chawla *et al*, 2012). Sa consommation fraîche traite l'anémie et les troubles hépatiques, soigne la toux irritante et les bronchites (Kahrizi *et al*, 2012). La pulpe soulage la douleur, traite les aphtes et les abcès gingivaux. La figue sèche associée à l'acide acétique est utilisée pour soigner gonflements et tumeurs. Les figues sèches en pâte traitent les brûlures et l'eczéma, soulagent les hémorroïdes et les crampes abdominales. Les fruits séchés en décoction soignent la rougeole et la variole (Lansky et Paavilainen, 2011). Le jus du fruit mélangé avec le miel contrôle l'hémorragie (Patil et Patil, 2011). Par ailleurs, Slatnar *et al*, 2011 a cité que les figues sont utilisées pour leurs vertus médicinales dans les traitements contre les affections pulmonaires, la toux, les états d'anorexie, les troubles de la circulation sanguine, les varices, l'asthme, l'irritation de la trachée et de la gorge. Les figues ont été étudiées et prouvées leurs effets antioxydant, antiviral, antibactérien, hypoglycémiant, hypocholestérolémiant, spasmolytique hypo-triglycéridémiant, anthelminthiques, antiplaquettaire et anticancéreux (Wang *et al*. 2008 ; Yang *et al*. 2009). Le latex, libéré lors de la cueillette des fruits, a été utilisé pour traiter les tumeurs de la peau et les verrues (Rubnov *et al*. 2001 ; Gilani *et al*. 2008).

3. La valorisation de la figue

Depuis le début de l'histoire de l'homme, la figue commune était appréciée comme nourriture et pour ses propriétés médicinales. (Melisa *et al*, 2014). Aussi déclaré par Chawla *et al*, 2012 La fonction principale d'un figuier est de produire de délicieux fruits, nourrissants à l'état frais ou sec, ou en faisant partie d'une préparation salée ou sucrée. Consommée crue.

En Amérique du Sud, la figue commune est principalement reconnue comme nourriture, extrêmement appréciée dans la préparation de bonbons, confitures, qui peuvent être consommés frais ou inclus dans la préparation de délicieux gâteaux et charcuteries, mais aussi ses propriétés curatives ont été appréciées. En outre, le latex est généralement appliqué localement pour traiter les verrues (Martinez, 2008).

Synthèse Bibliographique

Lors de la récolte des figues, une différence apparente de la qualité des fruits est constatée. En effet, la période de maturation des fruits est étalée dans le temps et donne lieu à des différences de calibre, de forme et de couleur plus ou moins appréciées. À cela s'ajoute les difficultés et contraintes auxquelles se heurte la figuiculture. Les contraintes sont d'ordre environnemental, technique, économique et organisationnel qui a des conséquences sur la qualité de la figue. Bien que la catégorie de figue de qualité inférieure trouve d'autres utilisations (essentiellement en tant qu'aliment de bétail), il est de plus en plus constaté une diversification de la valorisation de cette dernière (confiture, café, pâte, ingrédients). (Smaili et Kessai 2016).

La transformation de la figue pour la production de produits à base de celle-ci, est considérée comme une initiative positive pour sa valorisation. Ces produits à base de figues sont beaucoup plus fabriqués artisanalement que par procédé industriel, selon Smaili et Kessai (2016) on a :

- La figue sèche.
- La figue sèche fourrée ou enrobée de chocolat noir.
- Les gâteaux à base de figues.
- Le café de figue.
- Le miel de figue.
- La confiture de figue.
- La pâte de figue.
- Le vinaigre de figue.

La simplicité d'élaboration et la valeur ajoutée que le vinaigre peut apporter aux fruits de moindre qualité, sont autant de raisons de valorisation.

III. Outils de l'analyse de la biodiversité et ressources du figuier

1. Ressources génétiques

1.1 Source de la variabilité génétique

La variabilité génétique dans les populations naturelles est représentée par le nombre des gènes et de leurs associations, or, elle est précisément due selon Lode 1998, En effet, la création de nouvelles variétés abouti à la propagation de variétés avec des caractères stables dites 'cultivars'. Chez les espèces fruitières, la distinction entre les populations sauvages et les formes cultivées n'est pas toujours évidente. Chez le figuier par exemple, le seul caractère pouvant être lié à la domestication est la présence de figues d'automne parthénocarpiques (Achtak, 2009).

La diversité génétique est la source des capacités d'évolution des espèces. De plus, celle des espèces cultivées constitue, en partie, la matière première indispensable pour l'amélioration des plantes (Baudoin *et al*, 2002). Le figuier n'a pas été sujet à d'intenses programmes d'amélioration et de ce fait continue d'exhiber une diversité génétique très riche (Perez *et al*, 2012). Toutefois, la préférence des figuiculteurs à planter des figuiers parthénocarpiques (de type Commun) ainsi que

Synthèse Bibliographique

la tendance à la propagation par bouturage et greffage diminuent la variabilité génétique existante (Boudchicha, 2019).

1.2 Description et évaluation des variétés de figuier en Algérie

Condit 1955 a décrit plus de 600 variétés de figuier à travers le pourtour méditerranéen, classées en 115 types Smyrna, 22 types San Pedro et 470 type Commun. En Algérie, la diversité variétale est très élevée, les premières descriptions morphologiques ont été menées par Mauri 1937-1944 qui a dénombré 29 cultivars dans la région de Tizi Ouzou. 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. Ces dernières années l'Algérie détiennent 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 caprifiguiers uniquement sont officiellement enregistrés (Journal officiel n°7 du 28 janvier 2009), autorisés à la mise en marché et cultivés. Néanmoins, ces chiffres sont à prendre avec précaution, car les ressources génétiques du figuier sont confrontées à l'érosion génétique et à la confusion dans leurs appellations, d'autant plus que la collaboration et la diffusion de l'information entre les différents opérateurs est quasi-inexistante (Bentayeb, 2018). Les variétés cultivées en Algérie sont essentiellement du type Commun et du type Smyrna le figuier (*Ficus carica*) se localise essentiellement dans les régions montagneuses de Kabylie, sur les 7,6 millions de figuiers que compte l'Algérie, 6 millions se trouvent dans les deux wilayas de Tizi Ouzou et de Béjaïa (Khanfir, 2015). En effet l'identification des variétés de figuier est compliquée à cause des cas d'homonymie et de synonymie qui existe partout dans le monde. Les variétés de figuier algériennes sont issues pour la plupart d'une sélection paysanne durant des siècles. Au cours du temps quelque'une a reçu des noms qui rappellent souvent des caractéristiques des fruits, ou des feuilles (couleur, forme, le goût...) ou bien une dénomination suivant le lieu d'origine ou le lieu de culture. Les variations phénotypiques et la multiplicité des dénominations de ces variétés de figuier rendent l'identification variétale confuse (Saidani et Tounsi, 2009). Les plus dominantes et les plus performantes dans les régions Est d'Algérie sont Tameriout, Taghanimt, Azendjer pour la production de figue sèche et fraîche et Bakor blanc et Bakor noir désignant les variétés parthocarpiques précoces dont les figues sont consommées fraîches (Boudchicha 2019). Mais nomination reste un point de conflit qui peut se résoudre par une caractérisation génétique.

1.3 Problématique de la discrimination variétale et l'érosion génétique

La diversité des conditions climatiques, les limites étroites entre le sauvage et le cultivé et la domestication locale ont permis au figuier d'acquérir une certaine diversité génétique (Achtak *et al*, 2009). De même, le figuier représente une richesse variétale considérable en comparaison avec les autres arbres fruitiers comme l'olivier (Hmimsa et Ater, 2008).

En effet selon (Soliman *et al*, 2010) A l'échelle mondiale, diverses expériences ont été réalisées, traitant par exemple, la possibilité de déterminer les conditions et les outils les plus appropriés

Synthèse Bibliographique

pour la propagation de cultivars de figuier (*Ficus carica L.*) par la technique de culture des méristèmes. D'où la conservation des ressources phytogénétiques est indispensable pour préserver la variabilité génétique des espèces. Il existe plusieurs collections de figuier à travers le monde : Turquie (Izmir), USA (Davis), France (Porquerolles), Espagne (Extramadura), Syrie (Damas), Portugal (Faro), Italie (Rome), Ukraine, Maroc, Tunisie. Toutes ont fait l'objet d'étude morphologiques et moléculaires afin de caractériser et d'évaluer la variabilité existante et afin d'établir des collections de référence. En Algérie, des efforts ont été fournis pour maintenir la variabilité in situ et pour créer des collections ex situ. Toutefois, les collections déjà mise en place, bien que parfois assez importante, n'englobent pas toute diversité génétique existante (Bourayou *et al*, 2005).

Le mode de multiplication végétative, par bouturage et/ou marcottage, a facilité l'échange de matériel végétal entre les pays mais aussi entre les régions. Cet échange a souvent accompagné le flux des populations humaines et a engendré, en revanche des confusions dans les dénominations variétales (Oukabli, 2008). Les travaux de recherche sur le figuier montrent qu'il existe des problèmes de dénomination variétale surtout des homonymies et/ou des synonymies qui ont généré une situation extrêmement confuse dans le profil génétique du figuier (Khaloui, 2010). Les principales variétés de figuier cultivées sont locales et sont menacées d'érosion génétique.

➤ Érosion génétique

Selon Bourayou *et al* (2005), beaucoup de contraintes jouent en faveur de la baisse de la production, de l'érosion génétique et de l'abandon des figueraies entraînant ainsi la pauvreté la dégradation des paysages et l'appel à l'importation. Parmi les facteurs de l'érosion, les mêmes auteurs ont cité :

- ✓ La concurrence avec les cultures vivrières en intercalaires, le vieillissement des vergers, la fréquence des incendies, la sévérité du climat et l'exode rural,
- ✓ Production de plants en pépinières non planifiée pour répondre à des besoins urgents de programmes de développement (tel que le PNDA),
- ✓ Plants livrés aux agriculteurs ne correspondant pas à un choix variétal raisonné.
- ✓ Manque de moyens matériels et non maîtrise des techniques culturales et de la couverture phytosanitaire,
- ✓ Main d'œuvre onéreuse et insuffisante ;
- ✓ Problèmes de la caprifigiation : non maîtrise de la technique, cherté des caprifigues, répétition de l'opération à partir de variétés à maturité échelonnée et provenant de régions lointaines ;
- ✓ Destruction des jeunes arbres par les sangliers ;
- ✓ Absence de coordination et de coopération interdisciplinaire et intersectorielle pour un programme de développement de cette ressource.

Parmi les facteurs essentiels de l'érosion génétique selon Chouaki 2006, le délaissement et/ou l'abandon des vergers ainsi que l'urbanisation, les incendies etc. Cependant la menace d'érosion génétique la plus importante reste le vieillissement des arbres et la rareté, voire l'absence, de

Synthèse Bibliographique

nouvelles plantations particulièrement depuis les années quatre-vingt, d'autre part, depuis un certain temps en Kabylie, les agriculteurs ne plantent plus de caprifiguiers, et préfèrent acheter le Dokkar au marché. L'absence de plantation et de multiplication des caprifiguiers est une source d'érosion certaine pour le figuier (Chouaki *et al*, 2006)

Ajouter à ces difficultés des contraintes commerciales surtout liées à la transformation des figues, des contraintes foncières liées à la non-régularisation des terres des agriculteurs ainsi que le manque de formation agricole à tous les niveaux.

➤ *Homonymies et synonymies variétales*

Bien que le nombre de variétés constituant l'espèce *Ficus carica* L. soit considérable, leur inventaire et leur identification sont confrontés aux problèmes de confusion taxonomique (Oukabli, 2003). L'intérêt que les agriculteurs portent au figuier est démontré par des différentes appellations vernaculaires, fondées sur des connaissances des caractéristiques morphologiques. C'est le cas, par exemple, pour le cultivar Thabouharchaout, nommé ainsi pour la rugosité de ses feuilles et de ses figues, Thavouhvoulte, pour la forme aplatie des figues, Avoughenjour, pour le long col des figues (Houchi, 2008).

Selon Ahtak, 2009 Les homonymies correspondant aux génotypes très proches (au sein d'un clone), c'est l'exemple des variétés 'Rhoudane', 'Zerki', et 'Biyadi', qui comprennent respectivement trois, quatre et quatre génotypes très proches. Ces cas correspondent probablement à des cas de mutations somatiques intra clones, et ne constituent pas réellement des cas d'homonymies. Il regroupant des variétés présentant des caractères pomologiques similaires mais des génotypes distincts. C'est le cas des cultivars 'AïnHajla', 'Rhoudane', 'Kehla', et 'Biyadi', représentant deux, six, huit, neuf et six génotypes distincts, respectivement. Des cas d'homonymies regroupant des variétés distinctes aux niveaux pomologique et génétique, il existe également deux types de synonymies Les vraies synonymies : il s'agit des figuiers sous des dénominations différentes mais présentant des caractères pomologiques et un profil génétique identique, c'est le cas de 'Johri' et 'El Messari'. Les fausses synonymies : ce sont des figuiers ayant une dénomination générique identique ou proche et des caractères pomologiques identiques à l'exception de la couleur de l'épiderme (cas des mutations somaclonales). Exemple de variétés : 'Col de Dame blanche', 'Col de Dame grise'

Toutefois, des individus d'un même génotype peuvent représenter des différences entre eux, ces différences sont dues principalement à l'environnement. D'autre part, l'homonymie peut être la conséquence de la présence de similarités morphologiques entre des individus appartenant à des génotypes différents, soumis aux mêmes conditions environnementales. (Bachi, 2012).

2 Caractérisation du figuier

La diversité génétique est la source des capacités d'évolution des espèces. De plus, celle des espèces cultivées constitue, en partie, la matière première indispensable pour l'amélioration des plantes (Baudoin *et al*, 2002).

2.1 Polymorphisme et caractérisation morphologique

Traditionnellement, les études de caractérisation du figuier se basent sur la description morphologique (Condit, 1955 ; Ferguson *et al*, 1990 ; Mars *et al*, 1998 ; Oukabli, 2001 ; Chessa et Nieddu, 2005). Néanmoins, le nombre de caractères utilisés, les différents critères et la méthodologie de travail différent selon les auteurs. Afin d'homogénéiser cette caractérisation, les experts des différents pays ont élaboré une liste de caractères descriptifs commun approuvés et publiés par l'IPGRI et le CIHEAM en 2003 (Giraldo, 2010). Généralement, la diversité génétique est évaluée en mesurant la variation de traits phénotypiques (la couleur et la forme de la graine, la couleur de la fleur, etc.) (Ghalmi, 2011). Par ailleurs, l'analyse de diverses données morphologiques permet d'identifier et de caractériser des groupes de diversité et de préciser leur constitution (Konate, 2007). Toutefois, l'utilisation de cette liste engendre deux grands problèmes, d'une part, l'influence des conditions du milieu qui génèrent une fluctuation dans l'expression des caractères (Giraldo, 2012), et d'autre part, la subjectivité dans la description (Khadari *et al*, 1995). Par conséquent, il est préférable d'effectuer la caractérisation morphologique sur plusieurs années pour réduire l'effet de l'environnement sur les caractères étudiés. Dans le descripteur, il est proposé deux années au minimum pour assurer des résultats précis

Les caractères agronomiques ont un intérêt majeur. Ils sont généralement quantitatifs, contrôlés par plusieurs gènes et à manipulation complexe. Ils sont souvent soumis aux besoins et choix commerciaux et peuvent être regroupés en plusieurs catégories : caractères liés à la production (précocité, rendement), la vigueur de plante, la qualité de fruit, la résistance aux stress biotiques (maladies et parasites) et abiotiques (stress hydrique, thermique, salinité) (Konate, 2007).

Même si la caractérisation morphologique est indispensable pour l'identification correcte des variétés, le nombre élevé de caractères à analyser rend l'analyse laborieuse et pénible à réaliser, d'autant plus que le figuier est une espèce fruitière plus complexe avec deux types de fruit, plusieurs formes de feuilles, et une biologie florale complexe (Giraldo *et al*, 2010).

Selon Giraldo, 2012, pour faciliter cette démarche, il est nécessaire de sélectionner les variables les plus discriminantes. Il faut aussi tenir compte qu'il existe deux types de variables (qualitatives et quantitatives) et la démarche pour chacune est différente :

Benettayeb, 2019 a cité que les marqueurs agro-morphologiques, à immense intérêt, relèvent de la caractérisation. Ils varient toutefois selon les stades phénologiques de l'arbre et interfèrent avec les facteurs environnementaux. L'analyse des traits phénotypiques est en outre plus complexe chez le figuier que les autres espèces fruitières en raison de particularités afférentes à la présence

Synthèse Bibliographique

de deux types de productions dans l'année (figes-fleurs et figes d'automne), à son hétérophyllie et à la complexité de sa biologie florale.

2.2 Polymorphisme et caractérisation Biochimique

Ce type de polymorphisme concerne les protéines, et plus particulièrement, les enzymes. De ce fait, l'ensemble des enzymes synthétisées dans l'organisme peut être caractéristique pour un individu donné sous des conditions données (Konate, 2007). Les premiers marqueurs moléculaires à être utilisés pour l'identification des génotypes ont été les enzymes (Taksley et Orton, 1983). Ce sont des marqueurs biochimiques (isoenzyme et alloenzyme) basés sur la séparation de protéines (représentées par des bandes) par électrophorèse verticale. Ces marqueurs ont la caractéristique d'être Co-dominants et leur principal désavantage c'est que la variabilité étudiée se trouve limitée par le nombre des systèmes enzymatiques disponibles (Mondini *et al*, 2009 dans Laranaga, 2016), surtout quand il s'agit d'étudier des variétés génétiquement proches (Giraldo, 2005). Même s'ils sont le produit de l'expression génétique, ils sont influencés par l'environnement, ce qui limite leur efficacité. En outre, la plupart des populations naturelles montrent une grande diversité des allozymes et l'on peut ainsi quantifier la variabilité génétique d'une population donnée en mesurant simplement la fréquence d'un allèle donné au locus considéré (Lode, 1998). Cependant, Les marqueurs biochimiques les plus communément utilisés sont les isozymes, ces derniers sont des marqueurs Co-dominants, présentent un polymorphisme basé, d'après Murray *et al*, (2010), sur l'existence de plusieurs formes physiquement distinctes (enzymes qui diffèrent dans la séquence d'acides aminés) d'une enzyme de référence catalysant la même réaction et proviennent d'une duplication des gènes. La variabilité génétique, dans ce cas, est décelable par des techniques d'électrophorèse des protéines. Les gènes qui codent ces protéines présentent généralement un fort polymorphisme, la substitution d'un seul acide aminé peut induire un changement de la mobilité électrophorétique en modifiant la charge ionique totale de la protéine (Lode, 1998). Toutefois, La limitation des marqueurs biochimiques est le faible nombre de loci susceptibles d'être révélés ainsi qu'une certaine spécificité liée soit à leur expression par des organes et/ou à un stade de développement (Tagu et Moussard, 2003), ce qui conduit à une sous-estimation du polymorphisme réel, de plus, seule la partie codante est détectable (Gotteib, 1977).

La base de la diversité génétique présente également différents avantages comparés aux marqueurs morphologiques et protéiques ; très nombreux, neutres vis à vis de la sélection, couvrent le génome entier, indépendants de la partie de la plante prélevée et de son stade de développement et indépendants des influences environnementales (Belkadi, 2003). De faite la caractérisation biochimique ou dite moléculaire peut passer par identification phytochimique ainsi les activités biologiques.

Synthèse Bibliographique

2.3 Polymorphisme et caractérisation Génétique

Ficus est un genre extrêmement diversifié, largement inexploré du point de vue cytologique. Les espèces de figes avec un nombre de chromosomes établi sont une petite minorité par rapport à leur totalité mais présentent une situation très variée qui devrait être étudiée plus en profondeur (Egizia, 2016) La figue commune (*Ficus carica L.*), $2n = 26$ (Kislev *et al*, 2006),

Les marqueurs moléculaires sont en nombre illimité et très polymorphes. Ils permettent à la fois un diagnostic rapide et extrêmement fin de la variabilité génétique des individus ainsi que la mise en place de stratégies très rapides de création et de sélection variétale Khadari *et al*, 2003. Ce diagnostic permet aussi de constituer une base de données qui servira pour confirmer l'identité du matériel végétal candidat à la multiplication et établir une collection de référence. Chez le figuier des problèmes récurrents de confusion (homonymies et synonymies) dans les appellations sont rencontrés. La présence de variant au sein du même cultivar rend aussi l'identification problématique. Celle-ci peut se faire à l'aide de caractères morphologiques, mais ces derniers varient en fonction des années et de l'environnement, ce qui complique le diagnostic. Toutefois, ces problèmes de différenciation variétale peuvent être contournés par l'utilisation d'outils moléculaires (Khanfir, 2015).

Les diverses techniques de marquage moléculaire sont basées sur les séquences d'ADN ou ARN qui sont en constant développement depuis les années quatre-vingts.

Les plus utilisés sont des marqueurs basés sur la méthode de la PCR (Réaction d'amplification en chaîne) cette dernière est parmi les plus importantes découvertes en génétique moléculaire, dite Réaction en Chaîne par Polymérisation qui est une technique qui permet d'amplifier des séquences d'ADN par répétition de réactions d'élongation en présence d'une ADN polymérase et d'amorces nucléotidiques spécifiques. Le principe de l'amplification *in vitro* repose sur la répétition de trois processus : la dénaturation, l'hybridation et l'élongation.

Pour les microsatellites ou SSR (Small Sequence Repeat) qui ont été utilisés dans cette étude ils ont été décrits pour la première fois par Hamada *et al.* 1982, puis le terme microsatellite a été introduit par Litt et Luty 1989 pour définir des fragments de séquences simples amplifiées par PCR (Réaction de polymérisation en chaîne). L'analyse de la variabilité est basée sur la différence de taille des allèles qui sont associés à la variation d'un nombre de motifs répétés en tandem. Les microsatellites sont des marqueurs de choix pour l'identification de la diversité génétique, ceux sont des marqueurs hautement polymorphes, Co-dominant et très bien reproductibles, permettant de standardiser les protocoles dans différents laboratoires.. Aujourd'hui, plusieurs SSR ont été développés pour les différentes espèces fruitières (Wunsch et Hormaza, 2002). Cependant, le principal inconvénient de ses marqueurs réside dans le fait qu'il faut connaître leurs séquences nucléotidiques pour pouvoir désigner leurs régions flanquantes.

Synthèse Bibliographique

Le choix du système de marquage moléculaire dépend de l'objectif fixé et de la performance du laboratoire, mais les microsatellites sont considérés comme étant le système de marquage ultime pour l'identification variétale du figuier (Mavsar *et al*, 2008)

Matériels et Méthodes



Matériels et Méthodes

L'étude menée a porté sur les variétés de figuier *Ficus carica* où en première étape une prospection et enquête sur terrain a été réalisée pour la collecte du matériel végétale au niveau de différentes régions d'Algérie, par la suite une caractérisation morpho-biométrique, biochimique et génétique a été réaliser. Ces étapes on engendrées des données qui ont été traitées statistiquement via des logiciels.

Chapitre 1 Caractérisation morphométrique

1. Présentation du site de l'étude et enquête sur terrain

Afin d'accomplir le travail de caractérisation, des investigations sur terrain ont été faites au cours du cycle anuel 2019-2021. Au niveau de 13 wilayas des régions de l'Atlas tellien, l'Atlas saharien et les hautes plaines (Tableau 3)

L'enquête menée durant cette étude pour la collecte des informations était basé sur un questionnaire contenant 16 questions relatif à l'écotype, le mode d'entretien des cultivars, le figuiculteur et l'intérêt de la culture du figuier pour l'agriculteur (annexe 01) ; cette prospection était réalisée par le déplacement sur terrain et interview in situ direct avec les agriculteurs

Tableau 3 : Régions d'échantillonnage avec localisation géographique

Wilaya	Type de région	Localisation géographique
Tlemcen	Atlas tellien	35° 00' 47" Nord, 1° 44' 51" Ouest
Alger	Atlas tellien	36° 46' 34" Nord, 3° 03' 36" Est
Oran	Atlas tellien	35° 42' 10" Nord, 0° 38' 57" Ouest
Mostaganem	Atlas tellien	35° 56' 00" Nord, 0° 05' 00" Est
Mascara	Haute plaine	35° 24' 00" Nord, 0° 08' 00" Est
Bejaia	Atlas tellien	36° 28' 41" Nord, 4° 38' 18" Est
Tizi-Ouzou	Atlas tellien	36° 44' 43" Nord, 4° 22' 16" Est
Tissemsilt	Haute plaine	35° 36' 27" Nord, 1° 48' 42" Est
Naama	Atlas saharien	33° 33' 00" Nord, 0° 17' 00" Ouest
Sétif	Haute plaine	35° 51' 15" Nord, 5° 17' 30" Est
Chelf	Atlas tellien	36° 10' 26" Nord, 1° 20' 12" Est
Tiaret	Haute plaine	35° 23' 17" Nord, 1° 19' 22" Est
Laghouat	Atlas saharien	33° 48' 24" Nord, 2° 52' 56" Est

2. Matériel végétale

Vingt-six variétés ont été échantillonnées au niveau des treize wilayas pour la caractérisation morphologique, avec des répétitions des pieds étudiant pour chaque variété allant de 3 à 32, au total de 353 pieds ont été investigués (Tableau 4)

Matériels et Méthodes

L'étude a été faite sur des pieds fructifier (femelles), adultes qui ont approximativement le même âge, de type Unifère et Bifères

Tableau 4 : Variété échantillonnée pour la caractérisation morphologique.

Variété	Origine	Répétitions
Aberkan	Tizi-Ouzou, Bejaia	6
Aviaous	Bejaia, Tizi-Ouzou, Sétif	6
Avoughenjour	Bejaia	6
Avouzgaghe	Tizi-Ouzou,	8
Aylawi	Tizi-Ouzou, Bejaia, Sétif	6
Aznjar	Tizi-Ouzou, Bejaia	7
Bakor Blanc	Tlemcen, Alger, Tiaret, Chlef, Mascara, Bejaia, Tissemsilt, Laghouat, Tizi-Ouzou	32
Bakor Noir	Tlemcen, Alger, Mascara, Bejaia Tissemsilt, Mostaganem, Laghouat, Sétif	27
Beyda	Tlemcen, Alger, Tissemsilt, Mostaganem, Naama	22
Bouafasse	Tlemcen, Chlef, Tiaret, Tissemsilt, Sétif	15
Chetoui	Tlemcen, Chlef, Tiaret, Tissemsilt, Alger, Naama, Tizi-Ouzou, Bejaia	65
Ghodan	Tlemcen, Alger Laghouat	12
Hafer Eljemal	Tlemcen, Alger, Oran, Sétif	9
Hamra	Tlemcen, Chlef, Naama, Sétif, Tizi-Ouzou, Tiaret, Tissemsilt, Laghouat	19
Kahla	Tlemcen, Alger, Naama, Tiaret, Tissemsilt, Mostaganem	24
Kermous Elhejar	Tizi-Ouzou	4
Melwi	Tizi-Ouzou	5
Onk Hemam	Tlemcen, Mostaganem, Alger, Tiaret, Tissemsilt, Mostaganem, Oran, Chlef, Sétif, Tizi-Ouzou	28
Panaché	Tlemcen, Alger	9
Taameriwt	Tizi-Ouzou, Bejaia, Sétif	16
Tahayount	Tizi-Ouzou, Bejaia,	5
Taghanimt	Tizi-Ouzou	3
Tazaret	Tizi-Ouzou	3
Zeriki	Tlemcen, Tissemsilt, Mostaganem	9
Assal	Tlemcen, Laghouat	7

Matériels et Méthodes

3. Caractérisation morphologique

Pour des raisons de disponibilité des fruits, et feuilles, surtout avec les incendies qui ont touché une grande partie du territoire national ainsi que la pandémie du coronavirus, la caractérisation morphologique était divisé en 2 parties.

Caractérisation morphologique (15 caractères qualitatif) pour l'ensemble des échantillons (tableau 4).

Caractérisation morpho-biométrique (15 caractères qualitatif et 5 caractères quantitatif) pour 21 variétés (au totale 156 pieds) (tableau 5)

Tableau 5 : variétés échantillonnées pour caractérisation morphométrique.

Variété	Origine	Répétitions
Assal	Tlemcen, Laghouat	7
Aviaous	Tizi-Ouzou	4
Avoughenjor	Bejaia	4
Avouzaghe	Tizi-Ouzou,	7
Aznjar	Tizi-Ouzou,	3
Bakor Blanc	Alger, Laghouat, Tizi-Ouzou	9
Bakor Noir	Tlemcen, Tizi-Ouzou, Sétif Laghouat	12
Beyda	Tlemcen, Alger	10
Bouafasse	Tlemcen, Sétif	12
Chetoui	Tlemcen, Alger, Tizi-Ouzou	10
Ghodan	Tlemcen, Alger Laghouat	9
Hafer Eljermal	Tlemcen, Alger, Sétif	9
Hamra	Tlemcen, Alger, Sétif, Laghouat	13
Kahla	Tlemcen, Alger,	8
Kermous Elhejar	Tizi-Ouzou	4
Onk Hemmam	Tlemcen, Alger, sétif, Tizi-Ouzou	14
Panaché	Tlemcen, Alger	6
Taameriwt	Tizi-Ouzou, Sétif	8
Taghanimt	Tizi-Ouzou	3
Tazaret	Tizi-Ouzou	3

La caractérisation morphologique de ces cultivars a été basée sur les descripteurs de l'IPGRI et CIHEAM ((L'Institut international des ressources phytogénétiques), et CIHEAM (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes) (2003). Elle concerne les descripteurs quantitatifs et qualitatifs les plus discriminants (arbre, feuille et fruit). Ces marqueurs morphologiques, ont été utilisés par plusieurs auteurs : Cabrita *et al*, 2000, Khadari *et al*, 2001;

Matériels et Méthodes

Papadopoulou *et al*, 2002; Giraldo *et al*, 2005; Guasmi *et al*, 2006; Ikegami *et al*, 2008; Achtak *et al*, 2009; Akbulut *et al*, 2009; Baraket *et al*, 2010; Chatti *et al*, 2010; Giraldo *et al*, 2010; Saddoud *et al*, 2011; Gaaliche *et al*, 2012; Perez-Jimez *et al*, 2012; Garcia Ruiz *et al*, 2013; Ciarmiello *et al*, 2015; Ben Abdelkrim *et al*, 2015, Boudchicha, 2019, Belattar, 2019, Mkedder *et al* 2021.

Les caractères quantitatifs inclus dans cette étude comprennent les mesures morpho métriques des feuilles, et des figes, les mensurations étaient faites à l'aide de logiciel ImageJ. Et pour les caractères qualitatifs, la méthodologie de travail s'est basée sur une évaluation visuelle pour la totalité des caractères suivis d'une codification des caractères étudié selon les modalités du descripteur du figuier établi par l'IPGRI.

3.1 Caractère liée à l'arbre

1. Type de figuier

1 unifier 2 Biffer

2. Forme de l'arbre (FORMPL)

- 1 Ériger
- 2 semi-Ériger
- 3 ouvert
- 4 semi-écartés
- 5 écartés

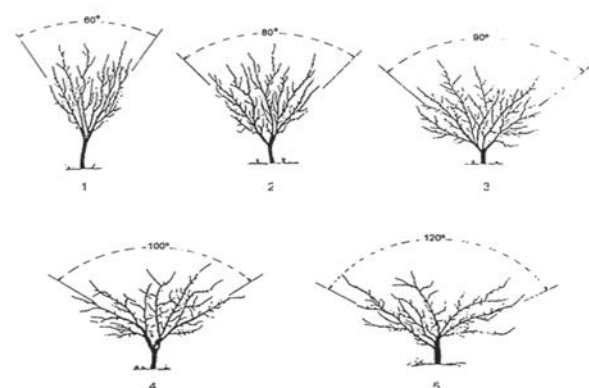


Figure 10 : Formes de l'arbre du figuier

3. Hauteur de l'arbre (HPL)

1 bas 2 Intermédiaire 3 Elever

4. Branchement apicale (BRAPPL)

0 absent 1 présent

5. Couleur des branches (CLBRPL)

1 vert 3 marron 2 gris

3.2 Caractère liée à la feuille

1. Dimensions de la feuille

A – Longueur de la feuille (LONGF)

B- Longueur du pétiole (PTLF)

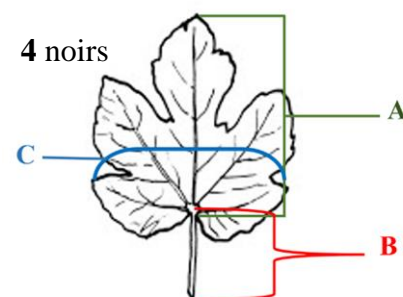


Figure 11 : les dimensions de la feuille du figuier

Matériels et Méthodes

C- Largeur de la feuille (LARGF)

2. Forme de la feuille (FORMF)

- 1- A : Base calcarate, lobes linéaires
- 2- B : Base cordée, cinq lobes, lobes spatulés
- 3- C : Base calcarate, lobes lyrate
- 4- D : Base calcarate, lobes lattés
- 5- E : Cordon de base
- 6- F : Base tronquée
- 7- G : Base décurrente
- 8- H : Feuille non lobée

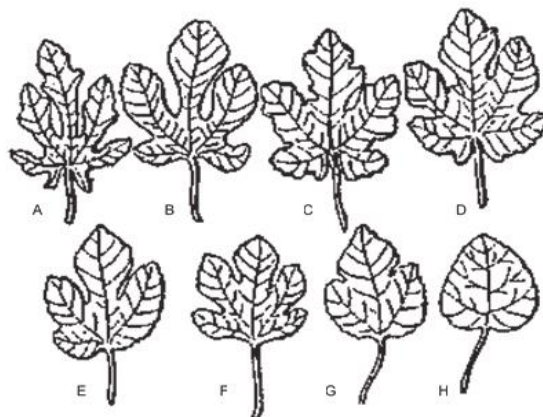


Figure 12 : Formes dominante de la feuille (Condit, 1947)

3. Dentition des bords de la feuille (DTLMRGE)

- 0- pas de dentition
- 1- finement crénelé
- 2- dentée

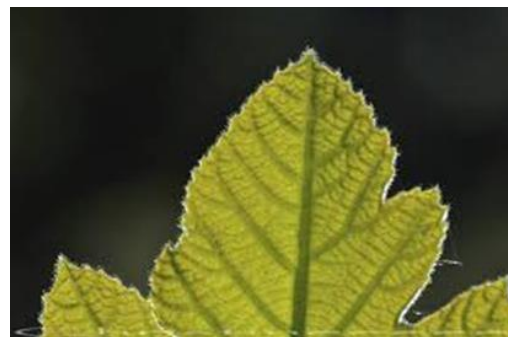


Figure 13 : Dentition des bords de la feuille

4. Nervation des feuilles (VNTF)

- 0- inapparente
- 1- légèrement apparente
- 2- apparente

5. Couleur des feuilles (CLF)

- 1- vert clair (jaune-vert)
- 2- vert
- 3- vert foncé

3.3 Caractère liée au fruit

1. Dimensions du fruit

- a) Longueur (LGFR)
- b) Largeur (LRFR)



Figure 14 : les dimensions des fruits

2. Forme du fruit (FORMFR)

- 1. Arrondi
- 2. Cloche
- 3. Ovale
- 4. Cou Allongé

3. Couleur de la peau (CLPOFR)

Matériels et Méthodes

1. Vert 2. Mauve 3. Noir 4. Marron 5. Rouge 6. Jaune

4. Craquelure de peau (CRPOFR)

0. pas de craquelure

1. Peau craquelée

2. Fissures longitudinales rares

3. minutes de fissures

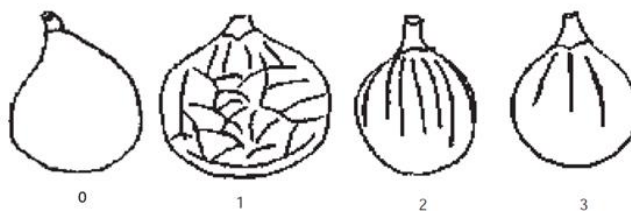


Figure 15 : Fissure de la peau des fruits

5. Fermeté de la peau du fruit (FRMPOFR)

1. Doux 2. Moyens 3. Firme 4. Caoutchouc

6. Nombre de lenticelle (LNTFR)

0. Rare 1. Medium 2. Nombreux

7. Saveur du fruit (SCRFR)

1. Neutre 2. Peu De Saveur 3. Aromatique 4. Fort

Chapitre 2 Caractérisation biochimique

Dans le but de plus de précision dans la caractérisation et la valorisation des variétés de figuier existant en Algérie on a vue utile d'entreprendre une caractérisation physico-chimique. Dans ce chapitre on présente notre contribution, où on a entamé des tests phytochimiques et biologiques sur la partie aérienne (les feuilles) de différentes variétés de figuier.

1. Présentation du site de l'étude

Le présent volet de notre étude a été réalisé sur une collection ex-situ de 35 pieds de figuiers implantée dans le même climat 13 dans une pépinière dans la région de Staoueli, Alger (36° 45' 21" Nord, 2° 53' 25" Est) et 21 pieds dans la région de Tlemcen (34° 55' 13" Nord, 1° 17' 23" Ouest).

2. Matériel végétal

Cette caractérisation biochimique a concerné 35 accessions, dont 11 variétés (8 Bifères, 26 Unifères et 1 Caprifiguier) tableau 6. La description morphométrique de ces variétés est citée dans le chapitre 1 (caractérisation morphologique). La méthodologie expérimentale a été effectuée en 3 étapes

Matériels et Méthodes

2.1 La multiplication végétative

La multiplication était réalisée durant la période allant du début d'octobre 2020 jusqu'à la fin avril 2021. On a suivie la méthode utilisé par les pépinières locales ; (la multiplication par bouturage). On a commencé par le choix des bourgeons (la taille de branche doit dépasser 15 cm, de tel manière à avoir plus que 5 œil de bourgeons). Ensuite on a étiqueté les bourgeons. Par suite, l'enracinement aérien où on a traité les bourgeons par le mastic de taille et greffage des plantes afin d'éviter l'évaporation d'eau et la conservation de bourgeons on a aussi utilisé une

Tableau 6 : variétés choisies pour analyse biochimique

Variété	Origine	Répétitions
Assal	Tlemcen	3
Bakor blanc	Alger, Tlemcen	2
Bakor noir	Alger, Tlemcen	3
Beyda	Alger, Tlemcen	6
Bouafasse	Tlemcen	1
Chetoui	Alger, Tlemcen	3
Dokar	Tlemcen	1
Ghodan	Alger, Tlemcen	3
Hafer Eljema	Alger	1
Kahla	Alger	1
Onk Hemam	Alger, Tlemcen	5
Panaché	Alger, Tlemcen	2

petite quantité de miel naturel (il joue un rôle protecteur contre la moisissure des bourgeons). Par la suite on a laissé les boutures dans l'eau jusqu'à l'enracinement, puis on a déplacé les sacs de plantation, la manipulation était réaliser sous une serre afin de gardé une humidité et une température adéquate pour une bonne multiplication (figure 16)



Figure 16 : Photo démonstrative de la multiplication végétative (Original, Alger, octobre 2020)

2.2 préparation de l'échantillon

Dans le but d'effectuer le criblage phytochimiques Les feuilles fraîches ont été échantillonné de 35 pieds durant la période de début mai, par suite on les a lavées et séchées dans un endroit sec, aéré et à l'abri de la lumière, jusqu'à la déshydratation totale des feuilles pour la stabilisation de leur masse afin de préserver le maximum de molécules. Ensuite on a découpé ces feuilles en petits morceaux pour la préparation de l'extrait (Figure 17).

La préparation de l'extrait brute était basée sur la méthode d'extraction de type solide liquide (Macération), puisqu'elle permet d'extraire le produit le plus riche en familles des métabolites secondaires selon Ghanemi, 2019. Cette méthode est proposée par Benettayeb, 2019 et Ghanemi, 2019. On a donc réalisé cette méthode avec quelques modifications, comme suit :

- 1g de matière végétale mise en macération dans 25 ml du mélange eau distillée /méthanol (30/70 : v/v) pendant 48H à température ambiante, et à l'abri de la lumière, avec une petite agitation manuelle,
- Filtration du mélange ; à l'aide d'un papier filtre.
- Evaporation de méthanol grâce à un évaporateur rotatif sous pression réduite et à 40°C.

Matériels et Méthodes

A cette étape on a effectué les tests de criblage phytochimique par suit on a déshydraté l'extrait brute afin de pouvoir utiliser dans le dosage et activité biologique, cette déshydratation étai dans une étuve a température 37°C pendant 2 jours par suite on a pesé l'extrait pour faire les dilutions selon chaque protocole



Figure 17 : Photo démonstrative préparation d'extrait (Original, Tlemcen 2021)

3. Analyses physico chimiques

3.1 Criblage phytochimiques

Le calibrage ou dite tests phytochimiques sont l'ensemble des tests qualitatifs qui ne renseigne pas sur la structure d'une molécule bien déterminée, en revanche il met en évidence la présence de telle ou telle famille chimique pouvant contenir un échantillon de la plante étudiée. Il nous sert à obtenir des principes actifs utilisés comme agents thérapeutiques, ces tests sont marqués par la formation d'un précipité, le changement de couleur ou par observation sous lumière ultra-violet en utilisant les procédures standards décrites par Bruneton, J, 1999, d'où on a utilisé ces méthodes sur nos extraits de feuilles de *Ficus carica* avec quelques modifications figure 18

3.1.1 Test des tanins

On a pris 1 ml d'extrait des feuilles, avec 0,25 ml d'une solution aqueuse du chlorure ferrique (FeCl_3 1%), le mélange est incubé pendant 15 min à température ambiante un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleu-noirâtre indique la présence des tanins galliques, et une coloration vert-noirâtre, la présence des tanins catéchines.

Matériels et Méthodes

3.1.2 Test des flavonoïdes

Les flavonoïdes, qui sont des pigments quasiment universels des végétaux, constituent une grande famille. On a pris dans un tube 1 ml de l'extrait, on ajoute 1 ml de d'acide chlorhydrique (HCl) concentré, puis quelques de petit coupeau du magnésium (Mg^{2+}), la formation d'une coloration rose, rouge ou jaune après cinq minutes d'incubation à température ambiante indique la présence des flavonoïdes en solution

3.1.3 Alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été caractérisés à partir des réactifs de Mayer et Wagner. Dans deux tubes, introduire 0,5 ml de l'extrait à analyser, sur lequel on a ajouté 0.25 ml de d'acide chlorhydrique (HCL 1 %), suivie d'une agitation de la solution acide, en ajoutant le réactifs Mayer dans le premier tube et de 1 à 2 gouttes réactif de Wagner dans le second tube. L'apparition d'un précipité blanc jaunâtre ou brun respectivement, révèle la présence d'alcaloïdes

3.1.4 Quinones libres

Dans un tube, on a introduit 1 ml d'extrait de feuilles et on a ajouté 0,1 ml d'hydroxyde de sodium NaOH (1%). L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres.

3.1.5 Coumarines

Dans deux tubes, on a introduit 1ml de l'extrait à analyser, l'un comme témoin et l'autre on ajoute 0,1 ml de solution NH_4OH (10%), la présence des coumarines est examinée sous la lumière UV à 366 nm

D'où on a mis deux taches sur un papier filtre, pour voir la fluorescence. Toute fluorescence jaune témoigne de la présence de coumarine.

3.1.6 Anthraquinones

Dans un tube en verre, on a introduit 1 ml d'extrait à analyser puis on a ajouté 1 ml de NH_4OH (10%) l'observation se fait après quelque seconde d'agitation. L'apparition d'une coloration violette indique la présence des anthraquinones.

3.1.7 Saponines ou Test de mousse

Pour mettre en évidence les saponines nous avons introduit 10 ml de l'extrait à analyser dans un tube à essai, par suite agiter énergiquement pendant 30 secondes et laisser le mélange au repos pendant 15 à 20 minutes, l'épaisseur de la mousse persistante a été mesurée à l'aide d'une règle graduée. Une hauteur de mousse supérieure à 1 cm indique la présence de saponines.

Matériels et Méthodes

3.1.8 Terpénoïdes ou Test de Slakowski

Sur 1 ml de l'extrait à analyser, ajouter 1 ml de chloroforme et 0,6 ml d'acide sulfurique concentré. La formation de deux phases et une couleur marronne à l'interphase indique la présence des terpénoïdes

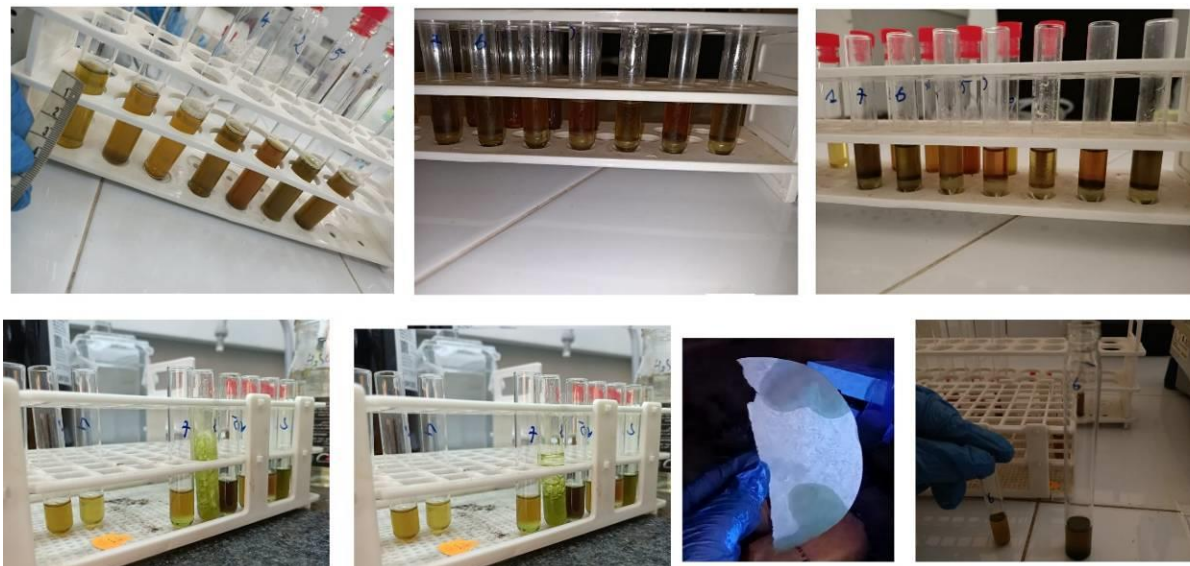


Figure 18 : Photo démonstrative Criblage phytochimiques (Original, Tlemcen 2021)

3.2 Dosages des composés phénoliques

Après la typologie qualitative de l'ensemble des variétés étudié dans ce chapitre on a lancé une caractérisation quantitative par le dosage des principaux groupes de métabolites secondaires qui sont notamment ; les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les tanins dans le but de caractériser des teneurs des composés phénoliques pour chaque variété étudiier.

Ce choix du dosage de ces substances réside dans le fait que la majorité des propriétés biologiques de la plante lui sont attribués (Boizot et Charpentier 2006 ; Wong *et al*, 2006).

3.2.1 Dosage des polyphénols totaux

1 Principe :

Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit par Singleton et Rossi 1965. Ce dernier de couleur jaune oxyde les phénols en ions phénolates en milieu alcalin et réduit partiellement formation d'un mélange d'oxydes. La coloration bleuâtre obtenue est proportionnelle à la quantité de phénols présents dans les extraits (Boizot et Charpentier, 2006).

.L'absorbance est mesurée à 765 nm, en effet La teneur en polyphénols totaux des extraits de feuilles de *Ficus carica* a été déterminée par la méthode décrite par Ardestani et Yazdanparast 2007

Matériels et Méthodes

2 Mode opératoire :

La teneur en polyphénols totaux est estimée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (25-500 µg/ml) qu'elle est exprimée en µg d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/mg d'extrait), au préalable on a commencé par le traçage de la courbe d'étalonnage pour l'acide gallique ; 5 mg sont dilués dans 10mL d'eau distillée.

Cette solution mère d'acide gallique a été préparée à différentes concentrations (25, 50, 100,200, 300, 400 et 500 µg/mL), la manipulation de protocole était dans les même conditions (pour l'acide gallique et toutes les variétés étudié) on a suivi le même protocole comme suivant :

- Mélanger 100 µl d'extrait (concentration 1mg/ml) avec 2 ml d'une solution de carbonate de sodium Na₂CO₃ (2%), 'pour le blanc on a utilisé l'eau distillée
- Incubation 5 min à température ambiante.
- Additionner 100 µl du réactif phénolique Folin-Ciocalteu à 0.2 N.
- Incuber pendant 30 minutes l'obscurité et à température ambiante.
- Mesurer l'absorbance contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre ultraviolet (UV) /visible à 700 nm.
- Toutes les mesures ayant été répétées 3 fois (Tableau7)

Tableau 7 : Méthode dosage des polyphénols totaux

Acide gallique (µl)	Blanc	100-	-200	300	400-	500-	Extrait brut Macération-
Eau distillée (µl)	100						
Extraits (µl)	-	-	-	-	-	-	100
Na ₂ CO ₃ (2%) (µl)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
1^{ère} incubation pendant 5 min à température ambiante							
Folin-Ciocalteu 0.2N (µl)	100	100	100	100	100	100	100
2^{ème} incubation à l'abri de la lumière pendant 30 min							
Mesure de l'absorbance à 700 nm							

3.2.2 Dosage des flavonoïdes

1 Principe :

Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation des flavonoïdes en milieu alcalin par le nitrite de sodium (NaNO₂) et Le chlorure d'aluminium(AlCl₃) qui forme des complexes chromogènes rose avec les atomes d'oxygène présents sur les carbones 3 ,4 et 5 des flavonoïdes. Absorbant à 510 nm. (Ribéreau-Gayon, 1968).

Matériels et Méthodes

2 Mode opératoire :

Au début on a tracé une courbe d'étalonnage en utilisant le standard de référence qui est la catéchine. Des solutions de différentes concentrations 50, 100, 200, 300, 400 et 500 µg/ml ont été préparées. Les concentrations des flavonoïdes sont exprimées en microgramme d'équivalent de catéchine par un milligramme d'extrait sec (µg EQ/mg d'extrait) (Ardestani et Yazdanparast, 2007).

On a suivi le même Protocole pour le standard et l'extrait des variétés et aussi le blanc comme le tableau 8, la réaction est composée suivant le protocole suivant :

- Dans un tube en verre on a mélangé 250 µl de l'extrait (1mg/ml) avec 1000 µl d'eau distillée et 75µl du réactif NaNO₂ (15%) ;
- Incubation pendant 6 min à température ambiante ;
- Additionner 75µl du chlorure d'aluminium AlCl₃ (10%) ;
- Incubation 6 min, à température ambiante
- Ajouter 1000 µl d'hydroxyde de sodium NaOH (4%) et 100 µl d'eau distillée
- Incubation pendant 30 min, à température ambiante et à l'abri de la lumière.
- Mesurer l'absorbance des extraits et des solutions étalons contre le blanc à 510 nm de longueur d'onde avec un spectrophotomètre UV/Visible
- Toutes les mesures ayant été répétées 3 fois

Tableau 8 : Méthode dosage des de flavonoïdes

	Blanc	50	100	200	300	400	500	Extrait brut - Macération
Catéchine (µl)	-	250	250	250	250	250	250	-
Extrait (µl)	-	-	-	-	-	-	-	250
Eau distillé (µl)	1250	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
NaNO₂ (15%) (µl)	75	75	75	75	75	75	75	75
1^{ère}Incubation pendant 6 min à température ambiante								
AlCl₃ (10%) (µl)	75	75	75	75	75	75	75	75
2^{ème}Incubation pendant 6 min à température ambiante								
NaOH (4%) (µl)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Eau distillée (µl)	100	100	100	100	100	100	100	100
3^{ème}Incubation à l'obscurité pendant 30 min ou 15min								
Mesure de l'absorbance à 510 nm								

Matériels et Méthodes

3.2.3 Dosage des tanins

1 Principe

Dans les plantes, les tanins sont présents sous différentes formes : libres ou liés, c'est à dire ceux fixés aux protéines ou aux fibres de la plante. L'une des caractéristiques la plus déterminante des tanins est leur habilité à former des complexes très stables en milieu acide. Ils condensés se dépolymérisent et par réaction avec la vanilline, se transforment en complexe de couleur rouge, mesurables par spectrophotométrie à 550 nm (Sun *et al*, 1998).

2 Mode opératoire :

Le dosage des tanins est effectué par la vanilline selon la méthode Ardestani et Yazdanparast 2007. (Tableau 9). D'abord une courbe d'étalonnage est réalisée en utilisant la catéchine comme étalon à un intervalle de concentrations de (100-1000 µg/ml). Les résultats sont exprimés en microgramme équivalent catéchine par milligramme d'extrait sec (µg EqC/mgE) le protocole de préparation est comme suivant :

- Pour 50 µl de chaque extrait (1mg/ml), et étalon on ajoute 1500 µl d'une solution de vanilline (4% dans le méthanol (m/v)),
- Agitation avec vortex, puis on additionne 750 µl d'acide hydrochlorique concentré (HCl à 35%).
- Incubation du mélange à température ambiante pendant 20 min
- Mesure de l'absorbance contre un blanc à 500 nm. De longueur d'onde avec un spectrophotomètre UV/Visible
- Toutes les mesures ayant été répétées 3 fois

Tableau 9 : Méthode dosage des tanins

	Blanc	100	200	400	600	800	1000	Extrait brut - Macération
Catéchine (µl)	-	50	50	50	50	50	50	-
Extrait (µl)	-	-	-	-	-	-	-	50
Eau distillé (µl)	50	-	-	-	-	-	-	-
Vanilline/méthanol (4%) µl	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Agitation avec vortex								
HCl (35%) (µl)	750	750	750	750	750	750	750	750
Incubation 20 min à température ambiante								
Lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à 550 nm								

Matériels et Méthodes

3.4 Analyses d'activités antioxydant

Pour évaluer l'activité antioxydant in vitro des extraits naturels, différentes méthodes ont été développées. Ces méthodes impliquent le mélange d'espèces oxydantes, tels que des radicaux libres ou des complexes métalliques oxydés, avec un échantillon qui contient des antis oxydantes capables d'inhiber la génération de radicaux (Thomas, 2011), dans le même contexte de caractérisation des variétés étudiées on a lancé une analyse de teneur en activité biologique ; piégeage radical DPPH et le pouvoir réducteur de fer FRAP pour 9 variétés et 1 caprifiguier (au totale 17 échantillons)

4.1 Capacité de piégeage radical du 1,1-Diphényl -2- picrylhydrazyle (DPPH) P

4.1.1 Principe :

Ce test au DPPH permet de mesurer les propriétés anti oxydantes des composés en fonction de leur capacité à piéger le radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle). Le DPPH est un radical libre très stable, capable d'accepter un électron ou un atome d'hydrogène formant ainsi la forme non radicalaire 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine (DPPH-H). Ce radical libre présente une coloration violette foncée, lorsqu'il est piégé par les antioxydants. Il apparaît sous sa forme réduite de couleur jaune pâle (Soilhi 2019). De ce fait la présence de l'antioxydant liée au DPPH est corrélée positivement avec la diminution de coloration par conséquent le potentiel donneur d'un atome d'hydrogène de l'échantillon est le plus souvent exprimé par le paramètre EC50, qui correspond à la concentration d'antioxydant nécessaire pour réduire de 50% la concentration initiale de DPPH. En effet plus l'EC50 est petite, plus la molécule est antioxydant.

La capacité antioxydant des variétés échantillonnées a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH.

4.1.2 Mode opératoire

La recherche de l'activité anti-radicalaire des extraits de feuilles de *Ficus carica* a été réalisée selon le protocole décrit par Atoui *et al*, 2005 selon Mansouri, 2005. Pour des raisons comparatives, on doit rechercher l'absorption de l'activité anti-radicalaire par la même manière et dans les mêmes conditions pour le standard dans cette étude on a utilisé l'acide ascorbique. En outre on a mesuré aussi l'absorbance de contrôle négative pour le calcul de pourcentage d'inhibition (on a utilisé l'éthanol absolu à la place de l'extrait) le protocole est comme suivant :

- Préparation d'un étalon doublé (un pour DPPH et autre pour le blanc) d'extrait en 5 concentrations (0,2 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 et 2 mg/ml)
- Prendre de chaque concentration pour chaque échantillon 50 µl et additionner à 1950 µl DPPH, et pour le blanc ajouter 1950 µl d'éthanol absolu
- Incubation du mélange à température ambiante pendant 30 min

Matériels et Méthodes

- Mesure de l'absorbance contre chaque blanc à 517 nm. De longueur d'onde avec un spectrophotomètre UV/Visible
- Toutes les mesures ayant été répétées 3 fois

✓ Calcul des pourcentages d'inhibition

$$I (\%) = [(A \text{ cont} - A \text{ éch}) / A \text{ cont}] \times 100$$

$I (\%)$: Pourcentage d'inhibition.

A_{cont} : Absorbance du contrôle négatif.

$A_{\text{éch}}$: Absorbance du l'échantillon testé.

✓ Calcule IC50 (Half maximal Inhibitory Concentration)

L'activité d'un antioxydant peut être caractérisée par une grandeur appelée l'IC50 (Inhibitory concentration of 50%) : concentration de l'antioxydant qui permet l'inhibition de 50% du signal de référence. L'IC50% permet de comparer l'activité de différentes composées antioxydants, plus l'IC50 est petit, plus l'antioxydant à une activité plus importante (Mansouri, 2005).

Il est calculé graphiquement par les régressions logarithmiques des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations des échantillons étudiés. Il permet de déterminer l'extrait le plus efficace avec la valeur la plus faible en CI50.

4.2 Pouvoir réducteur de fer (Ferric Reducing Antioxydant Power ; FRAP)

4.2.1 Principe

L'activité antioxydant des extraits méthanolique de feuilles de figuier (*Ficus carica*) a été évaluée in vitro selon la méthode de FRAP, comparé à celle de l'acide ascorbique. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible (Benzie et Strain, 1996). Cette méthode est basée sur l'aptitude des extraits à réduire le fer ferrique (Fe³⁺) en fer ferreux (Fe²⁺). Le mécanisme est connu comme étant un indicateur de l'activité donatrice d'électrons, caractéristique de l'activité antioxydant des polyphénols (Karagözler *et al*, 2008).

4.2.2 Mode opératoire

En effet, Le complexe ferrique-tripyridyltriazine est réduit en la forme ferreux-tripyridyltriazine en présence d'antioxydant ; le complexe perd sa couleur jaune pour un bleu foncé. Cette coloration mesurée à 700 nm est proportionnelle à la concentration en antioxydants présents dans les échantillons. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Singleton et Rossi, 1965 ; Ghaisas *et al*, 2008). Le contrôle positif

Matériels et Méthodes

est représenté par un standard d'un antioxydant on a utilisé l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons.

- Préparation d'un étalon d'extrait en 6 concentrations (0.1, 0.2 ; 0.5 ; 1 ; 1.5 et 2 mg/ml)
 - Prendre de chaque concentration pour chaque échantillon 100 µl et additionner avec 250µl d'une solution tampon phosphate 0,2M (pH 6,6) et 250µ d'une solution de ferricyanure de potassium K₃Fe (CN)₆ à 1%.
 - Incubation du mélange à température 50°C pendant 20 min
 - Laisser le mélange refroidir
 - Ajouter 250µl d'acide trichloracétique TCA à 10% pour stopper la réaction
 - Laisser reposer 10 à 15 min
 - Récupérer 500 µl de surnageant
 - Ajouter 500µl d'eau distillée et 100µl d'une solution aqueuse de chlorure de fer FeCl₃ (0,1%) le blanc est semblablement préparer, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil
 - Mesure de l'absorbance contre le blanc à 700 nm. De longueur d'onde avec un spectrophotomètre UV/Visible
 - Toutes les mesures ayant été répétées 3 fois
- ✓ **Calculer EC50** (Half maximal effective concentration)

L'EC50 est définie comme étant la concentration efficace de l'extrait qui donne une réponse demi-maximale. Pour calculer l'EC50, on trace des graphes des absorbances obtenus en fonction des différentes concentrations utilisées pour les différents extraits des variétés étudiée. Il permet de déterminer l'extrait le plus efficace avec la valeur la plus faible en EC50.

Chapitre 3 caractérisations génétiques

Dans le but de caractériser au mieux nos variétés de figuier on a aussi réalisé cela par les marqueurs moléculaires. Pour ce faire on a utilisé les marqueurs de type SSR (Short Sequences repeat). Toutes les manipulations en biologie moléculaire ont été effectuées au niveau du laboratoire de biologie moléculaire du centre de recherche en biotechnologie de Constantine, Algérie.

1. Matériel végétale

L'échantillonnage du matériel pour l'étude génétique était synchronisé avec celui de la partie de morphologique. En premier lieux on a échantillonné 271 échantillons de jeunes feuilles pendant la période de mars 2019. Les échantillons étaient stocké à -80°C (afin d'éviter le choc thermique pendant le broyage en utilisant l'azote liquide). L'échantillonnage et l'extraction de l'ADN étais réaliser pour 26 variétés (271 échantillons), malheureusement avec la crise sanitaire du Covid19,

Matériels et Méthodes

on a pu faire l'amplification et le géotypage que de 94 échantillons (7 variétés avec des répétitions allant de 5 à 43). (Tableau 10).

Tableau 10 : variété échantillonnée pour la caractérisation génétique et leurs origines

Variété	Origine	Type de région	Répétitions
Chetoui	Tlemcen, Bejaia, Oran, Mostaganem, Tissemsilt	Steppe/ montagne / Littoral/ plateau	43
Hamra	Tlemcen	Plateau/ montagne	5
Beyda	Tlemcen, Tissemsilt	Steppe/ montagne	5
Zeriki	Tlemcen/ Mostaganem	Plateau/ montagne/ Littoral	7
Kahla	Tlemcen/Bejaia, Oran, Mostaganem	Montagne / Littoral/ plateau	13
Bakor Blanc	Tlemcen	Littoral/ plateau	16
Onk Hemam	Tlemcen	Plateau	5

2. Extraction de l'ADN génomique

L'isolement de l'ADN des cellules ou des tissus avec une bonne qualité est une étape basique pour la réussite d'une étude en biologie moléculaire. Toutefois selon plusieurs auteurs Roche *et al*, 2000 ; Grati, 2007, Belattar, 2019 la présence des composés inhibiteurs ainsi que des ADN dégradés peuvent modifier considérablement la capacité des enzymes de restriction à couper dans leurs propres sites de restriction. Selon Belattar, 2019 la feuille de figuier est très riche en polysaccharides et en composés phénoliques même à son jeune âge De ce faite. L'obtention d'un ADN entier et de bonne qualité a nécessité de nombreux lavages et purification.

Afin d'initialiser la caractérisation génétique on a commencé par isolement de l'ADN, cela était fait par la méthode d'extraction développée par Doyle et Doyle, 1987 et modifiée par Benbouza, *et al* 2006, et Boudchicha, 2019. (Figure 19)

Le protocole a été réalisé sur 0,15 g de jeunes feuilles broyé par l'azote liquide. Sous la hotte on a utilisé 750 µL de détergent cationique (CTAB) déjà préchauffé au bain marie à 60°C durant 1 heure qui permet l'élimination des protéines et les polysaccharides, avec 37.5 µl de 2-mercapto-éthanol (agent dénaturant réducteur et aide à la lyse des protéines). Le mélange bien vortexer a été incubé dans un bain marie pendant 1 heure à 60°C en agitant de temps en temps. Par suite on a additionné 750µL de chloroforme /alcool isoamylique (24 :1 à T° ambiante) qui aide à la précipitation des protéines en agitant manuellement (par inversement) pendant 5 min. en suite on a centrifugé pendant 10 min à 10000tr/min à 4°C pour accélérer la phase de séparation, (cette étape est répétée sur le surnageant pour clarifier la phase aqueuse). On a récupérer le surnageant et ajouter 2/3 du volume prélever l'isopropanol conservé à 4°C, puis on a laissé précipiter environ 60 min à -20°C. Cette étape est importante pour rendre l'ADN moins polaire. Par suite on a centrifugé pendant 7min à 8000tr/min à 4°C, et éliminer le surnageant. Pour passer au lavage en

Matériels et Méthodes

ajoutant 1000 μ l de tampon de lavage ou on a placé en agitateur vertical pendant 30min afin d'enlever les Seles. Après cette étape on élimine le surnageant (après centrifugation pendant 7min à 8000tr/min à 4°C). Et on sèche l'ADN à l'air libre. (Généralement on laisse pendant la nuit).

En fin on resuspend le culot dans 200 μ L de TE X1 et incubé pendant 15min dans un bain marie à 60°C. et ensuite on Traite la solution avec 2 μ L de RNase et incubé pendant 30min à 37°C. l'ADN extrait est stocké à 4°C



Figure 19 : Différentes étapes de l'extraction de l'ADN

3. Analyse de pureté

L'analyse de la pureté et la qualité de l'ADN a été vérifiée par un NanoDrop 8000 (Thermo Scientific Tm V2.3.2). L'échantillon est traité automatiquement grâce à un logiciel qui permet d'obtenir directement la concentration en ADN bicaténaire en ng/ μ l, ainsi que le rapport A260/A280.

4. Sélection des échantillons d'ADN pour la PCR et le génotypage

La sélection des échantillons (extrait par les deux méthodes) pour les étapes suivantes de la caractérisation génétique était basé sur la valeur du ration 260 nm/ 280 nm d'absorbance, en effet le ratio inférieur à 1,8 nous indique une contamination par des protéines ou des substances aromatiques. Un ratio supérieur à 2 indique une possible contamination par l'acide ribonucléique (ARN) ou par les polysaccharides.

Matériels et Méthodes

Les échantillons sélectionnés on était dilué (1ng/μl) dans l'eau ultra pure autoclavé. La dilution était réalisée à partir de la solution de l'ADN mère suivant les concentrations fournies par le NanoDrop via la formule suivante :

$$V_m = (CF \times VF) / C_m$$

V_m : volume solution mère pour dilution

VF : volume finale

C_m : concentration initial de solution mère

CF : concentration final

5. Choix des marqueurs SSR

Il existe plusieurs marqueurs génétique de type SSR développés pour le génotypage du figuier, on a choisi au départ 5 marqueurs SSR ; ces loci ont été sélectionnés sur la base de leur haut degré de polymorphisme ainsi que la bonne qualité de leurs amplification. Pour chaque SSR un des deux amorces été marqué par un fluorophore pour que les amplifications peuvent être détecté lors du génotypage par l'automate. (Tableau 11).

Tableau 11 : Les marqueurs SSR utiliser et leur Température d'alignement.

SSR	Sequence	T°	Marquage
FCUP008	F: CATACTTTTCATGGAGCACAAA R: CCCAGATGTTTGGTGAAGG	55	VIC
T06D8	F: CAACTACGCCTTCATTTCTTCCAC R: CGCAAGCAAGCTGCTCCTC	55	NED
MFC1	F: ACTAGACTGAAAAAACATTGC R: TGAGATTGAAAGGAAACGAG	55	VIC
LMFC34	F: GTTACAAAGTACAGGTAAGCA R: GTATTGGATCTTGATTATGTTT	50	FAM
MFC3	F: GATATTTTCATGTTTAGTTTG R: GAGGATAGACCAACAACAAC	55	NED

SSR : marqueur génétique/ T° : température d'alignement

6. Amplification

L'amplification d'ADN étais réaliser par la réaction de PCR dans un volume total de 10 μl qui contiens 1μl Buffer (10X Taq buffer), 0,4 μl dNTP (10m), 0,1 μl taq pol, 0,4 μl amorce R (10 UM), 0,4 μl amorce F (10 UM), 0,8 μl MgCl₂ (50 Mm), 5,9 μl H₂o (autoclave ultra-pure) et 1μl AND diluer (10 ng).

Les amplifications on été effectuée dans un Thermocycleur Biorad C1000, en suivant le programme thermique utilisé par Boudchicha *et al*, 2018 ; 95°C durant 5 min, 35 cycles de 30 s à

Matériels et Méthodes

une température d'hybridation entre 50°C- 55°C (adéquat à chaque amorce utilisée) et 1 min à 72°C, et une étape d'élongation finale à 72°C durant 5 min

Le produit PCR est directement stocké à 4°C à l'obscurité

7. Electrophorèse par automate

Les produits PCR marqués par fluorescence ont été séparés par électrophorèse capillaire dans le système d'analyse génétique 3500 XL Genetic Analyzer. Un multi-dépôt de plusieurs amorces a été réalisée en ajoutant du formamide (8,7µl), le marqueur de taille 600 Liz (0,3µl) et 1 µl de chaque produit PCR. Le multi-dépôt a été réalisé comme suit

FCUP008 (VIC) - MFC3 (NED)

T06D8 (NED) -LMFC34 (FAM)

MFC1 (VIC) - LMFC34 (FAM)

Cette stratégie de choix de dépôt est basée sur la différence des fluorophores assigné à chaque marqueur. Les échantillons ont été dénaturés à 90°C durant 120 s, puis injectés à 2.0 kV pendant 30 s et séparés à 6.0 kV pendant 35 min.

Chapitre 4 : Analyses statistiques et logiciels

1. Logiciels

La caractérisation morphométrique était appréhender à l'aide du logiciel ImageJ (développé par National Institutes of Health, en 1987) pour le traitement et l'analyse d'images, afin de mesurer les caractères quantitatifs. Les tableaux ont été modifiés avec le logiciel Excel 2016 pour Windows 10. Les photos et images ont été traitées par l'application Paint.

Les tests analyses statistiques (analyse descriptif et analyse inférentiel) ont été réalisés par le logiciel SPSS (version 21.0).

2. Analyse descriptifs

On a commencé par une analyse descriptive pour regrouper les individus homogènes. On a calculé la moyenne arithmétique (M) et l'écart type qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne. Les valeurs minimales (Min) et maximales (Max) qui donnent toutes les deux une idée sur l'étendue des données. Pour les caractères qualitatifs on a estimé le pourcentage selon chaque modalité.

Matériels et Méthodes

3. Analyse inférentiel

Pour les caractères qualitatifs on a codifié les modalités des variables étudiés afin de faciliter les tests statistiques. On a testé la relation des variables entre elle ainsi que le degré d'association par le teste du Khi deux (X^2) proposé par Pearson (1911). Ce test permet de contester l'hypothèse de la dépendance des variables qualitatifs et le coefficient de contingence qui est la probabilité de dépendance qui est basé sur le test du Khi deux (X^2), qui nous permet d'estimer le degré de relation en les variables. La valeur du coefficient est comparée avec

0	Aucune dépendance entre les variables
0,01-0,09	Dépendance négligeable entre les variables
0,1-0,29	faible dépendance entre les variables
0,3-0,59	Dépendance modéré entre les variables
0,6-0,74	Forte dépendance entre les variables
0,75-0,99	Très forte dépendance entre les variables
1	Parfaite dépendance entre les variables

Nous avons aussi réalisé une Analyses des Correspondances Multiples (ACM) pour voir la corrélation entre les variables qualitatives.

L'analyse statistique de données quantitatives a commencé par tester la normalité des distributions de chaque variable. Le risque alpha est considéré à 0.05 ; sachant que l'hypothèse nulle est rejetée si la valeur de p-value est supérieure au niveau alpha choisie. Alors que si le seuil de signification est supérieur au niveau alpha on accepte l'hypothèse alternatifs (la distribution ne suit pas une loi normale). Il existe plusieurs méthodes pour le test de normalité, notamment le test de Kolmogorov- Smirnov (K-S) et le test de Shapiro-Wilk. Pour notre étude on ses basé sur la méthode de Shapiro-Wilk puisqu'il est le plus largement recommandée pour le test de normalité et il est plus puissant que le test de K-S. Nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA) et une analyse en Composantes Principales (ACP) pour différencier entre les variables et les variétés étudiées. En fin, on a regroupé les individus et les variétés par l'élaboration de trois Classifications Ascendantes Hiérarchiques : selon les caractères qualitatifs, selon les caractères quantitatifs et selon les caractères quantitatifs et qualitatifs en meme temps.

4. Analyse statistique pour la diversité génétique

Dans le but d'évaluer la diversité génétique et le degré informatif des SSR utilisés, on a estimé les paramètres génétiques les plus utilisé. Ces paramètres de diversité génétique sont calculés à l'aide du logiciel GenAlex ver. 6.5 (Peakall and Smouse 2006, 2012). POPGENE, FSTAT et FigTree.

4.1. Calcul des fréquences alléliques

La fréquence allélique est la fréquence ou l'occurrence d'un allèle particulier dans une population. (Boudchicha, 2019), qui est calculée comme suit :

Matériels et Méthodes

$$P_{ikx} = 2(n_{ii}) + n_i / 2N$$

P_{ikx} : la fréquence de l'allèle i dans la population X au locus K

n_i : nombre d'individus hétérozygotes pour l'allèle i

n_{ii} : nombre d'individu homozygotes pour l'allèle i

N : nombre total d'individu types au locus K

Avec

$$\sum_{i=1}^{l_k} P_{ikx} = 1$$

l_k : Le nombre d'allèles au locus k

4.2. Taux d'hétérozygotie théorique (He)

Le taux d'hétérozygotie (He) d'un locus k permet de décrire le polymorphisme ; en supposant que L'hétérozygotie observée (H_o) et attendue (He), on calcule sous l'hypothèse de Hardy-Weinberg ; H_o : calculée comme le nombre d'hétérozygotes observés sur le nombre total de génotypes analysés pour chaque locus ; (He) : est la probabilité qu'un individu soit hétérozygote

$$He = \sum_{i=1}^{l_k} P_{ikx}^2$$

pour un locus donné, elle est calculée selon Nei, 1973 comme suit :

P_{iKx} : la fréquence de l'allèle i au locus k pour le cultivar

l_k : le nombre d'allèles au locus k

He : représente la probabilité de tirer au hasard un individu hétérozygote au locus k (dans l'hypothèse d'union au hasard des gamètes)

4.3. Le nombre efficace d'allèles (Ne)

C'est le nombre d'allèles possédant des fréquences égales. Il est soit égale ou inférieur au nombre d'allèles observés (Kimura et Crow, 1964). Il est calculé comme suivant :

$$Ne = 1 / (1 - He),$$

C'est un critère de variabilité intra population qui vient compléter l'analyse des fréquences alléliques. En effet, il est égal au nombre total d'allèles d'une variété donnée dans le cas où les fréquences alléliques sont toutes égales et il est d'autant plus faible que les fréquences sont déséquilibrées. Les allèles les plus fréquents étant ceux qui pèsent le plus dans la valeur calculée. (Ameur Ameur, 2018)

Matériels et Méthodes

4.4. Taux d'hétérozygotie non biaisé (Hnb)

Nei (1978) propose d'utiliser le taux d'hétérozygotie non biaisé si le nombre d'échantillons testés est faible.

$$Hnb = \frac{2n}{(2n-1)} \left[1 - \sum_{i=1}^{i_k} P_{ik}^2 \right]$$

P_{ik} : étant la fréquence de l'allèle i au locus k

K : étant le nombre d'allèles au locus k

Et pour plusieurs loci :

$$\bar{h} = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r Hnb$$

Où n est le nombre d'individus considérés et r le nombre de loci.

4.6. Calcul du contenu d'information du polymorphisme (PIC)

Le contenu d'information sur le polymorphisme (PIC) pour chaque marqueur a été déterminé séparément en utilisant l'équation suivante :

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n P_i^2 P_j^2 \right)$$

La valeur du PIC varie de 0 (monomorphe) à 1 (polymorphe).

Où p_i est la fréquence allélique à un locus et n : le nombre d'allèles. (Botstein et al. 1980).

Il permet de donner une appréciation sur l'information que peut donner un marqueur sur l'hétérozygotie. Plus le marqueur est polymorphe, plus la fréquence des hétérozygotes à ce locus sont élevées et par conséquent plus ce marqueur sera utile pour les analyses de parenté et de sélection génétique. Plus simplement, c'est la probabilité qu'un individu soit hétérozygote à un locus. (Boudchicha 2019)

4.7 Flux des gènes

La différenciation génétique entre populations est favorisée par la dérive et limitée par les flux génétiques entre les populations. Le nombre de migrants effectifs par génération (Nm) est relié à la différenciation génétique F_{ST} par la relation :

$$Nm = \frac{(1 - F_{ST})}{4F_{ST}}$$

Matériels et Méthodes

Plus la valeur de N_m est supérieure à 1, plus l'échange de gènes est important. Dans notre étude, les calculs de N_m entre populations ont été réalisés par le logiciel Genetix version 4.04 (Belkhir *et al*, 2002).

4.9. Structuration de la diversité génétique

Afin de confirmer l'existence d'une structuration hiérarchique en calculant les F-statistique : FIS, FIT et FST.

- *FIS* c'est le coefficient de consanguinité il représente la variabilité des individus relatifs aux sous populations et mesure la réduction de l'hétérozygotie due à des croisements non aléatoires au sein des sous populations. Il varie entre -1 et 1 déficit d'hétérozygotie à l'intérieur des populations

$$Fis = (H_e - H_o) / H_e$$

- FIT qui Représente la variabilité entre les individus par rapport à la population totale. Il prend en compte l'effet des croisements non aléatoires au sein des sous populations et la différenciation génétique entre les sous populations. Il varie entre -1 et 1 déficit global en hétérozygoties dans les populations

$$Fit = (H_t - H_o) / H_t$$

L'indice H_t représente l'hétérozygotie attendue par individu

- FST qui Représente la variabilité entre les sous population par rapport à la population totale. Il mesure la différenciation génétique (hétérozygotie) qui est distribuée entre les sous populations. Sa valeur varie entre 0 et 1. "indice de fixation de chaque population (FST)

$$Fst = (H_t - H_e) / H_t$$

5. Dendrogramme phylogénétique

Les dendrogrammes sont des diagrammes qui traduisent graphiquement les degrés de similitude entre les groupes et qui sont hiérarchisés en effectuant des moyennes entre les distances (Solignac *et al*, 1995).

La construction du dendrogramme est par méthode de "Unweighted Pair Group Method Analysis" (UPGMA), qui se repose sur les dénouées de la distance génétique de Nei

Qui est une méthode hiérarchique de construction d'arbre. Elle est basée sur le fait que la distance entre deux clusters (population ou variété) est égale à la moyenne arithmétique de toutes les distances, deux à deux entre les membres des deux clusters.

Matériels et Méthodes

À chaque étape, les deux populations les plus proches vont être agglomérées et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les populations soient agglomérées pour obtenir l'arbre final. Cette construction impose l'hypothèse que les vitesses d'évolution sont identiques entre les différentes branches de l'arbre et donc que la distance mesurée sur l'arbre entre deux populations est proportionnelle au temps de divergence entre ces dernières. Ces arbres sont donc naturellement enracinés.

Ce dendrogramme, que nous avons réalisé, a été obtenu par l'utilisation de logiciel Popgene 1.32 (Yeh et al, 1997) à partir des matrices de distances génétiques de Nei 1972.

6. Analyse hiérarchique de variance moléculaire : (AMOVA)

L'analyse Hiérarchiques de Variance Moléculaire (AMOVA) est calculée dans le but d'évaluer le niveau de différenciation des variétés étudié. Le teste est réalisées par le logiciel GenAlEx 6.5 (Peakall and Smouse 2006, 2012). Il s'agit d'une analyse de variance hiérarchique dont les données sont les distances génétiques entre individus et dont les hypothèses sont testées par des tests de permutation. Cette analyse requiert de spécifier des groupes d'individus et d'assigner chaque individu à une sous population au sein des groupes.

L'AMOVA décompose la variance totale en 3 composantes :

- Les variations entre les populations
- Les variations entre les individus à l'intérieur des populations
- Les variations dans les individus à l'intérieur des populations

7. Analyse en coordonnées principales (PCoA)

Afin d'apprécier les relations phylogénétique entres les variétés étudier, les données de génotypages des 5 amorces (SSR) ont été exploité pour l'analyse des coordonnées principale (PCoA) ; c'est une procédure utiles pour classer les individus en fonction de leur proximité génétique en fonction de leur dispersion lors de ces analyses statistiques (Thierry De Meeùs, 2012).

Dans la méthode utilisée, les objets analysés sont représentés sous forme d'un nuage de points dans un hyperespace qui a autant de dimensions avec des modalités des variétés, L'algorithme détermine une série d'axes factoriels. Par convention, le premier axe est celui qui a la plus forte contribution à l'inertie totale Genetix 4.03 (Belkhir et al, 2002).

8. Indice de diversité

L'indice de diversité de Shannon (Shannon, 1948), également connu sous le nom d'indice de Shannon-Wiener, d'entropie de Shannon ou indice de Shannon-Weaver (Spellerberg & Fedor, 2003), a été utilisé pour estimer la diversité génétique dans de nombreuses études écologique,

Matériels et Méthodes

morphologique et génétique. Il peut être utilisé pour décrire la variation sur plusieurs niveaux. On a calculé l'indice de Shannon l'aide du logiciel Excel, où il est défini par la fonction suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

i : le nombre d'individus de l'intervalle

p_i : la proportion de l'échantillon (le rapport du nombre d'individus de l'intervalle i par le nombre total dans la variété)

R est le nombre total de groupes de chaque variable, qui était limité à quatre pour chaque variable en utilisant la partition suivante :

[Le minimum ; Q1 [[Q1 ; Q2 [
[Q2 ; Q3 [[Q3 ; Maximum]

Où Q1, Q2 et Q3 représentent respectivement premier, deuxième et troisième quartile.

Par suite on a calculé la diversité maximal possible qui est représenté par le logarithme népérien de nombre de classe qui est quatre

$$H_{\max} = \ln(S)$$

Afin de calculer la valeur de l'indice de Pielou ou Evenness index (PI)

$$PI = H'/H_{\max},$$

Cet indice nous renseigne sur la répartition (égale ou l'équité). Qui varie de 0 à 1, lorsqu'il tend vers 0, signifie que presque tous les nombres ou valeurs du caractère ont tendance à être concentrés sur une seule classe. Ça tendance vers 1 lorsque toutes les classes ont la même abondance. (Barbault, 1981).

Résultats et Discussions



Résultats et Discussions

Chapitre 1 caractérisation morphométrique

I. Enquête sur terrain

L'enquête menée dans ce travail nous a permis la mise en point sur la dispersion et l'état des variétés de figuier en Algérie. En effet la culture de *Ficus carica* est associée vis-à-vis l'intérêt social, culturel et économique, apporté par les agriculteurs,

Durant la prospection menée dans les 13 wilayas on a constaté qu'au paravent le figuier était plus considéré comme étant un arbre robuste et spontané et peu exigeant, d'où généralement son exploitation était limitée à des petits vergers veillés par les vieux agriculteurs plus que les jeunes, mais aujourd'hui, avec le soutien étatique à les microentreprises agricoles, la culture figuicole devient un point important dans le monde rural ; spécialement avec la publicité des réseaux sociaux. Il est très apprécié pour consommation directe ou après transformation (séché, pâte, vinaigre, confiture...) ; ce qui lui a rendu un projet social économique dans le monde rural de plusieurs régions du pays. En effet Barolo, 2014 a cité que la figue devient de plus en plus populaire pour sa valeur comestible et ses propriétés médicinales

L'entretien agricole (tel que la fertilisation, utilisation des engrais et des pesticides naturels) est plus utilisé dans les champs plus que 15 arbres alors que chez les petits figuiculteurs rarement ou ils utilisent les produits, mise à part la chaux qui est généralement utilisée pour les insectes ravageurs. En revanche malgré tous ces protections il arrive des envahissements des ravageurs tel que les fourmilles, les abeilles, ou les oiseaux, que des fois ils causent une perte pomologique qui est importante, ce qui détermine la qualité de rendement (Figure 20). La taille et l'élimination des branches apicales est beaucoup plus propagée dans la région montagneuse que littorale cela est dû probablement à la nature de terre qui est généralement accidentée dans les régions montagneuses d'où c'est indispensable de tailler l'arbre afin de faciliter la collecte des fruits

Durant les trois dernières années 2019-2021 l'Algérie a subi une grande perte de patrimoine végétal notamment le figuier, cela est dû aux incendies qui ont touché les régions les plus productrices de figuier tel que la Kabylie Sétif, Jijel... en outre, avec le changement climatique des vagues de chaleur et l'humidité d'air ont touché plusieurs régions, ces facteurs ont contribué en façon directe à la diminution du rendement national

Résultats et Discussions



Figure 21 : Dégâts des ravageurs (Original, Alger, 2020)



Figure 20 : Dégâts de la vague de sécheresse sur le rendement (Original, à gauche Tlemcen et à droite Sétif 2021)

Selon plusieurs personnes interrogé la dispersion des variétés est en cours d'augmentation, essentiellement avec les diffusions des productions via les réseaux sociaux, l'échange des variétés devient plus en plus propager au niveau du territoire national, mais cela il doit être contrôlé par les experts agronomiques et généticiens. En revanche on a constaté un effectif réduit de quelques variétés tel que Hamra, Hafer Eljema, Panaché, Assal et Beyda. Cela est dû aux préférences des agriculteurs et les commerçants (le choix est généralement basé sur le rendement, le temps de conservation des fruits et la demande) qui sont moins importants pour les variétés Assal, Beyda et Hamra. Aussi cette réduction d'effectif est due à le manque de connaissance et le partage des variétés tel que le cas de Panaché et Hafer Eljema ; qui a mener a les le vieillissement des arbres.

Résultats et Discussions

Les agriculteurs des régions nord littorale préfèrent les variétés tardives que les précoces cela est lié au rendement (qui est plus important que les précoces) aussi le temps de conservation des fruits qui est plus long chez les tardives

Les variétés bifères qui sont Bakor Blanc Bakor Noir, Zeriki et Ghoddan sont plus importantes dans la région de l'ouest, alors que les variétés destinées au séchage tel que Taameriwt et Chetoui Hamra sont plus dispersées dans les régions montagneuses, cela est dû probablement à sa liaison culturelle et traditionnelle. Les variétés de couleurs claires sont bien adaptées, et appréciées par les agriculteurs de sud (Atlas saharien)



Figure 22 : Dégât incendie (Originale, Tizi Ouezzou 2021)

Toutefois, on a rencontré des individus de même phénotype mais représentant différents noms tel qu'Onk Hemam et Bejaoui, Hafer Eljema et Khof Eljema, Kahla et Azenjar ou Ajenjar, qui est dû à la différence de dialecte algérien, vu que la nomination des variétés est basée sur la couleur ou la région.

Plusieurs variétés présentant des caractères pomologiques similaires (couleurs, pulpe, temps de récolte...) mais des génotypes distincts (des fois des génotypes très proches) tel que le cas de Zeriki et Bakor Blanc que plusieurs agriculteurs amateurs confondent entre ces deux variétés, ce qui leur amène à les regrouper en un seul nom : Bakor Blanc (en particulier dans les régions littorales). Ce problème d'homonymie et de synonymie est révélé par plusieurs auteurs comme Houchi, 2008, Achak, 2009 ; Chawla *et al*, 2012 et Bachi, 2012. D'où il pourra se résoudre par la création d'un catalogue national avec différents noms selon les régions et dialectes locaux. Qui demande une grande investigation sur terrain au niveau national.

Résultats et Discussions

II. Caractérisation morphologique

1. Analyses descriptives :

On a entamé une caractérisation morphologique (qualitatif) pour l'ensemble des échantillons au totale 353 arbres était décrite au niveau des treize wilayas. La typologie de ces échantillons était basée sur. Le descripteur de l'IPIGRI (2003), la description qualitative était pour 26 variétés qui sont exprimé en pourcentage dans le tableau 12

Tableau 12 : résultats des statistiques descriptives qualitatif des variétés étudié (annexe 2)

En effet, la sélection des variables les plus discriminantes été une étape incontournable pour optimiser et faciliter la tâche de la typologie des variétés échantillonnés. Surtout avec la dispersion géographique de notre échantillonnage, d'où ces résultats on exprimer une variabilité au sein de la même variété et cela est fort probable de l'effet d'adaptation des cultivars face à la méthode d'agriculture ainsi d'environnement (climat et sols). Ainsi que La variabilité entre les populations variétales était importante ceci est probablement lié à la diversité génétique. Aussi l'interaction des gènes et environnement, puisque le climat joue un rôle sur l'expression des caractères relatif aux fruits et feuilles. Plusieurs travaux similaires basés sur les variables qualitatifs ont décrit les variétés de figuier qu'on cite Mauri 1939 à 1944 dans la grande Kabylie, Bachi 2012 à Tizi-Ouzou, Bouzid 2012 au centre et Est d'Algérie, Boudchicha 2019 pour quelques cultivars dans la région de Skikda. En revanche peu de travaux sur les caractères qualitatifs déclaré dans la région Ouest d'Algérie, tel que Benettayeb, 2019 et Mkedder et al 2021. Ces études ont marqué une diversité dans les variables qualitatives qui est expliqué par la variabilité de matériel génétique du figuier Algérien aussi l'effet écologique en ce qui concerne la méthode d'agriculture, le climat et sols...

2. Teste de Pearson X² et Table de contingences

Toutes les variables étudié présentent un taux de signification ($X^2 = 0,000$) cette dernière est inférieure à 0.05 (seuil de signification) de ce fait on rejette l'hypothèse d'indépendance et on accepte l'hypothèse de la dépendance des variables avec les variétés (les caractères sont liés avec les variétés étudiées).

La valeur de coefficient de contingence nous a permis d'estimer le degré de relation existant entre les variables et les variétés. Les résultats nous a montré qu'il existe une très forte association pour le caractère couleur de fruit ($C > 0,8$), ainsi une forte relation ($0,8 < C < 0,5$) pour les caractères :

Forme d'arbre, couleur de branche, type de récolte, Forme de la feuille, Dentition des bords, Nervation de feuilles, Couleur feuilles, Forme du fruit, Craquelle de peau, Fermenté de peau et Saveur du fruit. Enfin une intensité moyenne ($0,2 < C < 0,5$) Hauteur d'arbre, Branchement apical et Nombre de lenticelle (Tableau 13)

Résultats et Discussions

1. Association des variables

Afin de bien déterminer le pouvoir discriminant des caractères étudié on a cherché à vérifier l'association des variables deux à deux pour chaque variété séparément, Cependant, on a seulement sélectionné les variables qui ont montré une association significative.

Tableau 13 : valeurs de test khi-deux et coefficient de contingence entre les variables selon les variétés étudiier

	Coefficient de contingence	Khi-deux de Pearson	
		ddl	Signification
Hauteur d'arbre	,485	38	,000
Forme d'arbre	,718	76	,000
Branchement apical	,478	19	,000
Couleur branche	,615	57	,000
Type de récolte	,701	19	,000
Forme de la feuille	,726	114	,000
Dentition des bords	,588	38	,000
Nervation de feuilles	,562	57	,000
Couleur feuilles	,560	38	,000
Forme du fruit	,775	57	,000
Couleur de fruit	,885	228	,000
Craquelle de peau	,696	57	,000
Nombre de lenticelle	,480	38	,000
Fermenté de peau	,589	57	,000
Saveur du fruit	,654	76	,000

Ddl : degré de liberté

2. Association entre les Variables de l'arbre avec les caractères étudié

Exploitation des données sur le plan statistique nous a montrés 49 associations significatives ; une valeur très hautement significative pour Hauteur de l'arbre et Branchement apicale pour la variété Beyda. Et des valeurs hautement significatives pour la Hauteur de l'arbre et Couleur feuilles pour la variété Bouafasse ainsi pour présence de branchement apicale Forme du fruit (variété Beyda) et Branchement apicale Craquelle de peau (variété Chetoui) la couleur des branches était hautement significative avec Saveur du fruit Craquelle de peau Forme de la feuille respectivement pour les variétés Aznjar, Chetoui et Bakor noir.

La variété Bakor blanc a montré une forte relation entre forme de l'arbre et Couleur de la peau aussi même pour la variété Taameriwt qui a montré une relation hautement significative pour la forme de l'arbre avec Dentition des feuilles, Forme du fruit et Nombre de lenticelle. Le reste des 39 associations était significative avec un taux de signification Khi-deux de Pearson varie entre 0.01 et 0.05

Résultats et Discussions

Le coefficient de contingence était hautement significativement pour 20 associations le reste était d'une intensité moyenne d'où la valeur élevée de coefficient était pour la couleur des branches et la fermeté de la peau 0,734 (tableau 14)

Tableau 14 : Les valeurs statistiques de teste Khi-deux de Pearson et coefficient de contingence entre les variables liées à l'arbre

Variété	Variables croisé	C	Ddl	Sig X ²	
Zeriki	Hauteur de l'arbre	Forme de l'arbre	,718	4	,048
	Hauteur de l'arbre	Branchement apicale	,707	2	,011
	Forme de l'arbre	Branchement apicale	,707	2	,011
	Branchement apicale	Forme du fruit	,552	1	,047
	Couleur des branches	Dentition de la feuille	,603	1	,023
	Couleur des branches	Nombre de lenticelle	,603	1	,023
Beyda	Hauteur de l'arbre	Branchement apicale	,674	1	,000
	Forme de l'arbre	Branchement apicale	,494	2	,029
	Branchement apicale	Forme du fruit	,556	2	,007
	Forme de l'arbre	Couleur des branches	,582	4	,024
	Forme de l'arbre	Craquelle de peau	,400	1	,041
	Branchement apicale	Couleur feuilles	,400	1	,041
Bakor blanc	Couleur des branches	Nervation de feuilles	,441	1	,021
	Hauteur de l'arbre	Dentition la feuille	,479	2	,013
	Hauteur de l'arbre	Forme fruit	,454	2	,023
	Hauteur de l'arbre	Fermeté de la peau	,424	2	,042
	Forme de l'arbre	Branchement apicale	,418	2	,047
	Forme de l'arbre	Couleur de la peau	,506	2	,007
	Forme de l'arbre	Saveur du fruit	,619	8	,021
Azenjar	Branchement apicale	Couleur des branches	,486	3	,030
	Couleur des branches	Forme du fruit	,447	2	,030
Onk Hemam	Couleur des branches	Saveur du fruit	,707	1	,008
	Hauteur de l'arbre	Dentition des feuilles	,420	1	,030
Chetoui	Forme de l'arbre	Branchement apicale	,359	4	,047
	Forme de l'arbre	Saveur du fruit	,448	8	,039
	Branchement apicale	Couleur des branches	,285	1	,017
	Branchement apicale	Forme du fruit	,335	2	,017
	Branchement apicale	Craquelle de peau	,320	3	,003
	Couleur des branches	Dentition de la feuille	,336	2	,016
	Couleur des branches	Craquelle de peau	,404	3	,005
Bouafasse	Hauteur de l'arbre	Couleur feuilles	,707	1	,002
	Hauteur de l'arbre	Craquelle de peau	,707	1	,019
	Couleur des branches	Dentition de la feuille	,721	4	,029
Bakor Noir	Hauteur de l'arbre	Nombre de lenticelle	,515	2	,013
	Branchement apicale	Couleur de peau	,579	4	,017
	Branchement apicale	Saveur du fruit	,518	3	,032

Résultats et Discussions

	Couleur des branches	Forme de la feuille	,704	9	,005
	Couleur des branches	Couleur feuilles	,604	6	,032
Melwi	Forme de l'arbre	Couleur des branches	,707	1	,025
	Forme de l'arbre	Saveur du fruit	,707	1	,025
	Couleur des branches	Saveur du fruit	,707	1	,025
Kahla	Hauteur de l'arbre	Fermeté de la peau	,595	6	,041
	Couleur des branches	Nombre de lenticelle	,399	1	,033
Taameriwt	Forme de l'arbre	Dentition des feuilles	,707	1	,005
	Forme de l'arbre	Forme du fruit	,707	1	,005
	Forme de l'arbre	Nombre de lenticelle	,707	1	,005
Hamra	Branchement apicale	Couleur feuilles	,577	1	,014
	Couleur des branches	Fermeté de la peau	,734	6	,029
Aylawi	Branchement apicale	Couleur des branches	,707	1	,014

C : Coefficient de contingence Sig X² : Signification de Khi-deux de Pearson, ddl : degré de liberté

3. Association entre les Variables de feuilles avec les caractères étudiés

Le teste d'association entre les variables des feuilles a montré 27 associations significatives

On a détecté 6 valeurs hautement significative Khi-deux de Pearson compris entre 0,01 et 0,003. Ceci pour la variable dentition des feuilles avec nombre de lenticelle (pour les variétés Zeriki et Taameriwt) aussi avec Forme de la feuille (Beyda), et forme de fruit (variété Taameriwt) ainsi que la variable nervation des feuilles et dentition des feuilles (pour variété Onk Hemam) avec couleur de peau (pour variété Kahla). Les 21 associations qui restent était significative avec un taux de signification Khi-deux de Pearson varie entre 0.01 et 0.05

Le coefficient de contingence était hautement significativement pour 15 associations le reste était d'une intensité moyenne d'où la valeur élever de coefficient était pour la nervation des feuilles et couleur de la peau 0,767 pour la variété Zeriki (tableau 15)

4. Association entre les Variables de fruit avec les caractères étudiés

Pour les caractères liés au fruit : 29 associations significatives sur le plan statistique, y compris 2 associations très hautement significative pour présence de craquelle de peau avec couleur de peau et avec saveur du fruit pour les variétés respectivement Beyda et Bakor Noir

Aussi 8 valeurs hautement significatives pour Khi-deux de Pearson compris entre 0,01 et 0,003. Ceci pour la variable fermeté de la peau avec les variables : saveur du fruit (Beyda) craquelle de peau (Azenjar) couleur de la peau (Onk Hemam) forme du fruit (Bakor Noir). Aussi même pour le nombre de lenticelle avec : saveur du fruit (variété Azenjar) couleur de la peau (Chetoui) Forme du fruit (Taameriwt), et entre la couleur de la peau et saveur du fruit (Bakor Blanc). Pour

Résultats et Discussions

les 19 associations qui reste était significative avec un taux de signification Khi-deux de Pearson varie entre 0.01 et 0.05

Tableau 15 : Les valeurs statistiques de teste Khi-deux de Pearson et coefficient de contingence entre les variables liées à la feuille

Variété	Variables croisé		C	Ddl	Sig X ²
Zeriki	Dentition des feuilles	Couleur de la peau	,636	2	,047
	Dentition des feuilles	Nombre de lenticelle	,707	1	,003
	Nervation des feuilles	Couleur de la peau	,767	4	,012
Aberkan	Forme de la feuille	Couleur de la peau	,707	1	,014
	Forme de la feuille	Dentition des feuilles	,552	2	,008
Beyda	Dentition des feuilles	Nervation des feuilles	,464	1	0,14
	Couleur feuilles	Saveur du fruit	,502	2	,024
Bakor Blanc	Dentition des feuilles	Nervation des feuilles	,402	1	,018
	Nervation des feuilles	Nombre de lenticelle	,421	1	,012
	Couleur feuilles	Forme du fruit	,446	2	,028
Azenjar	Forme de la feuille	Couleur feuilles	,600	1	,047
Onk Hemam	Dentition des feuilles	Nervation des feuilles	,529	1	,003
Chetoui	Forme de la feuille	Couleur feuilles	,473	10	,044
	Forme de la feuille	Nombre de lenticelle	,408	5	,023
	Dentition des feuilles	Nervation des feuilles	,402	4	,015
	Dentition des feuilles	Couleur feuilles	,373	4	,033
	Dentition des feuilles	Saveur du fruit	,392	4	,019
	Nervation des feuilles	Saveur du fruit	,377	4	,031
Bouafasse	Forme de la feuille	Nervation des feuilles	,724	4	,027
Melwi	Forme de la feuille	Nervation des feuilles	,707	1	,025
Kahla	Nervation des feuilles	Couleur de la peau	,475	1	,008
	Forme de la feuille	Couleur de la peau	,707	2	,018
Taameriwt	Dentition des feuilles	Forme du fruit	,707	1	,005
	Dentition des feuilles	Nombre de lenticelle	,707	1	,005
Hamra	Couleur feuilles	Forme du fruit	,500	1	,046
Hafer Eljema	Forme de la feuille	Forme du fruit	,707	2	,030
	Forme de la feuille	Fermeté de peau	,600	1	,047

C : Coefficient de contingence Sig X² : Signification de Khi-deux de Pearson, ddl : degré de liberté

Le coefficient de contingence était globalement hautement significativement pour les associations sauf pour 5 associations d'où l'intensité de l'association était moyenne : pour la variété Bakor blanc des caractères Nombre de lenticelle avec Couleur de la peau et Fermeté de la peau ainsi pour Forme du fruit Craquelle de peau la même chose pour la variété Chetoui pour variable Couleur de la peau et Nombre de lenticelle aussi pour variété Beyda Forme du fruit Saveur du fruit (tableau 16)

Résultats et Discussions

Les résultats de l'analyse reportés dans les Tableaux (14, 15 et 16) représente les valeurs significatif (inférieur à seuil de signification (0.05)), du teste du Khi-deux de Pearson pour chaque caractère selon chaque variété. Ces valeurs nous a permis d'accepter l'hypothèse de dépendance entre les variables selon les variétés étudié. D'où la liaison des caractères (arbre feuille et fruit) était significative plus chez les variétés les plus dispersé dans la zone de l'étude tel que. Bakor Blanc, Bakor Noir, Kahla, Onk Hemam, Zeriki et Bouafasse. En revanche les variétés qui étaient exclu du tableau (un seuil du khi-deux de Pearson supérieur à 0.05) ceci est associé au manque de la variabilité qui est probablement due à la taille de l'échantillon. Les résultats de degré d'association des caractères lié à l'arbre, feuille et fruit pour chaque variété nous permet de classer les variables les plus discriminant avec une forte relation pour les caractères étudié d'où la couleur et la forme du fruit sont les caractères les plus fortement associer aux variétés étudié.

Tableau 16 : Les valeurs statistiques de teste Khi-deux de Pearson et coefficient de contingence entre les variables liées au fruit

Variété	Variables croisé	C	Ddl	Sig X ²	
Zeriki	Couleur de la peau	Nombre de lenticelle	,636	2	,047
	Craquelle de peau	Fermeté de la peau	,707	1	,014
Aberkan	Craquelle de peau	Saveur du fruit	,707	1	,014
	Fermeté de la peau	Saveur du fruit	,707	1	,014
Beyda	Forme du fruit	Saveur du fruit	,474	2	,041
	Couleur de la peau	Craquelle de peau	,642	2	,000
	Couleur de la peau	Fermeté de la peau	,520	2	,017
	Fermeté de la peau	Saveur du fruit	,646	4	,003
Bakor Blanc	Forme du fruit	Craquelle de peau	,405	1	,017
	Couleur de la peau	Nombre de lenticelle	,399	1	,019
	Couleur de la peau	Saveur du fruit	,568	4	,008
	Nombre de lenticelle	Fermeté de la peau	,369	1	,032
Azenjar	Forme du fruit	Craquelle de peau	,707	2	,030
	Forme du fruit	Nombre de lenticelle	,707	2	,030
	Forme du fruit	Fermeté de la peau	,707	2	,030
	Forme du fruit	Saveur du fruit	,707	2	,030
Onk Hemam	Craquelle de peau	Fermeté de la peau	,707	1	,008
	Nombre de lenticelle	Saveur du fruit	,707	1	,008
Chetoui	Couleur de la peau	Fermeté de la peau	,677	6	,005
	Nombre de lenticelle	Saveur du fruit	,467	2	,046
Bakor Noir	Couleur de la peau	Craquelle de peau	,527	12	,015
	Couleur de la peau	Nombre de lenticelle	,439	4	,004
	Forme du fruit	Fermeté de la peau	,540	2	,007
Melwi	Couleur de la peau	Craquelle de peau	,669	8	,013
	Craquelle de peau	Fermeté de la peau	,559	4	,028
Tahayount	Craquelle de peau	Saveur du fruit	,728	6	,000
	Couleur de la peau	Nombre de lenticelle	,707	1	,025
	Forme du fruit	Fermeté de la peau	,707	1	,025

Résultats et Discussions

Taameriwt	Forme du fruit	Nombre de lenticelle	,707	1	,005
<i>C : Coefficient de contingence Sig X² : Signification de Khi-deux de Pearson, ddl : degré de liberté</i>					

Ces résultats rejoignent la méthode de description des variétés utilisées en Algérie qui est généralement la forme et la couleur du fruit comme Onk Hemam et Hafer Eljemal (pour la forme) Kahla, Beyda, Hamra... (Pour la couleur). Ces descriptions sont plus utilisées par les agriculteurs locaux. Nos résultats se rapproche aux résultats des études de Giraldo *et al*, 2010 en Espagne, Çalişkan et Polat, 2012 en Turquie, Gaaliche *et al.*, 2012 en Tunisie et Boudchicha 2019 dans la région Est d'Algérie qui ont étudié la relation et le pouvoir discriminants quelques variables de feuilles et fruits selon les variétés, et qui était significatif. Ceci nous permet de conclure que les variables choisies sont discriminant pour les variétés étudié.

5. Analyse de correspondance multiple

L'analyse de correspondance multiple était réalisée sur 353 arbres (26 variétés) de *Ficus carica* dans les différentes régions Est, Centre et Ouest de l'Algérie, nous a permis d'évaluer la variance expliqué sur les deux axes 1 et 2 représentent respectivement 31,5% et 25,3% de l'inertie (total est de 56,8%)

L'analyse de correspondance multiple pour les variables les plus pertinente est exprimé dans la figure 22, les variables sont exprimées positivement ; on remarque que la couleur de la peau du fruit est bien exprimée ainsi elle est corrélé avec la saveur du fruit

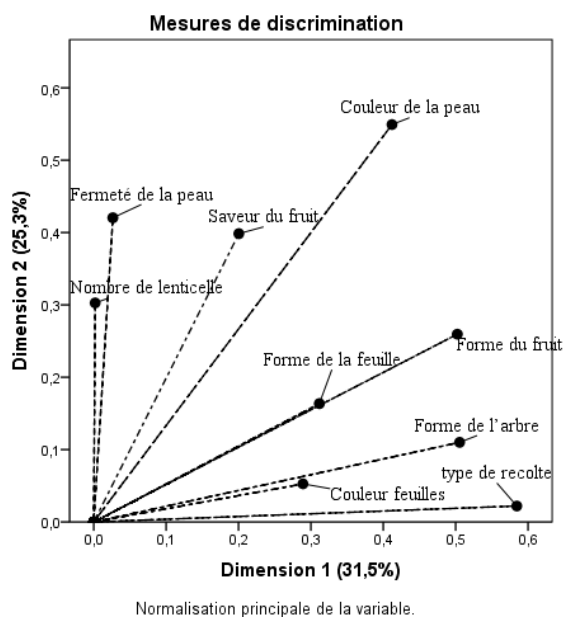


Figure 23 : Représentation graphique des variables par l'analyse de correspondance multiple

Résultats et Discussions

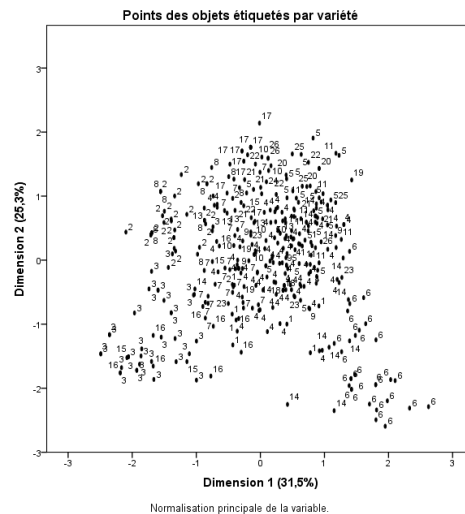


Figure 24 : Représentation des individus par ACM selon les variétés

1 : Panaché	6: Onk Hemam	11: Bouafasse	17: Taameriwt	22: Aberkan
2 : Bakor Noir	7: Beyda	13: Avoughenjour	18: Aviarous	23: Melwi
3 : Bakor Blanc	8: Ghodan	14: Hamra	19: Tahayount	24 : Avouzgaghe
4 : Chetoui	9: Hafer Eljemal	15: Aylawi	20: Taghanim	25 : Kermous Elhejar
5 : Kahla	10: Assal	16 Zeriki	21: Azenjar	26 : Tazaret

Une forte corrélation positive est représentée entre les variables : forme du fruit et forme de la feuille, La forme de l'arbre et la couleur de feuille, la fermenté de la peau et le nombre de lenticelle exprimer dans la représentation graphique

Ces résultats nous montrent les variables les plus discriminants sur le plan statistique de ce faite on doit se baser plus sur ces caractères pour la caractérisation de *Ficus carica* en particulier la couleurs de la peau ces résultats rejoint les résultat de test de khi deux et coefficient de contingence qui ont démontré que la couleur de fruit est le variable le plus discriminant des variétés

La figure 24 montre les résultats de dispersion des individus selon l'analyse de correspondance multiple des variables étudié selon les variétés, la distribution des variétés est chevauchée entre eux, En revanche on remarque une population de Onk Hemam est plus concentré séparément, le même cas pour les variétés Bifères on remarque un regroupement pour Bakor Blanc et Zeriki sont concentré ensemble et aussi pour Ghodan et Bakor Noir

Résultats et Discussions

6. Classification des variétés selon les variables qualitatives

La classification ascendante hiérarchique est basée sur la Méthode d'agrégation par distance euclidienne

Le dendrogramme de l'arbre hiérarchique (figure 25) nous permet de visualiser 2 grandes classes d'où la première classe comporte la variété de Chetoui, et la deuxième classe regroupe 3 sous classes. La première Bakor Blanc et Bakor Noire, la deuxième sous classe Onk Hemam, la troisième comporte le reste des variétés.

La représentation des individus par projection barycentre (figure 26) nous indique la position des variétés, qui montre la variété Chetoui dans une classe typique, ainsi deux classes de variétés les Biffères (Bakor blanc, Bakor Noir), et classe de Onk Hemam qui s'éloigne des autres variétés

En revanche les variétés Zeriki, Aylawi, Melwi, Aviarous, Tahayount, Azenjar, Taghanimt se rapprochent entre eux ainsi ils sont proche du centre de classe ceci dit qu'ils présentent bien cette classe.

Cette classification qui est basé sur les caractères qualitative est approximative et moins discutable, mais elle reste une étape primaire de la typologie des variétés qui doit être développé sur tous que la majorité des agriculteurs et les pépinières se basent sur ce type de caractères

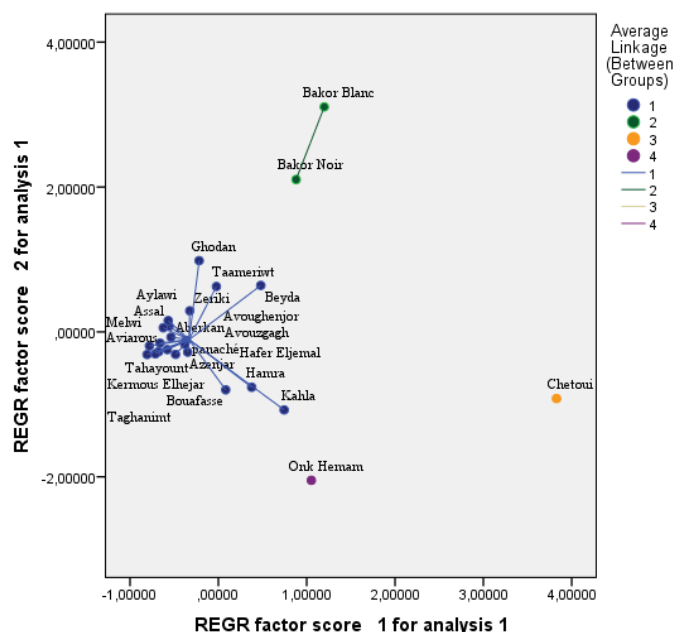


Figure 25 : Représentation des variétés selon les paramètres qualitatifs

Résultats et Discussions

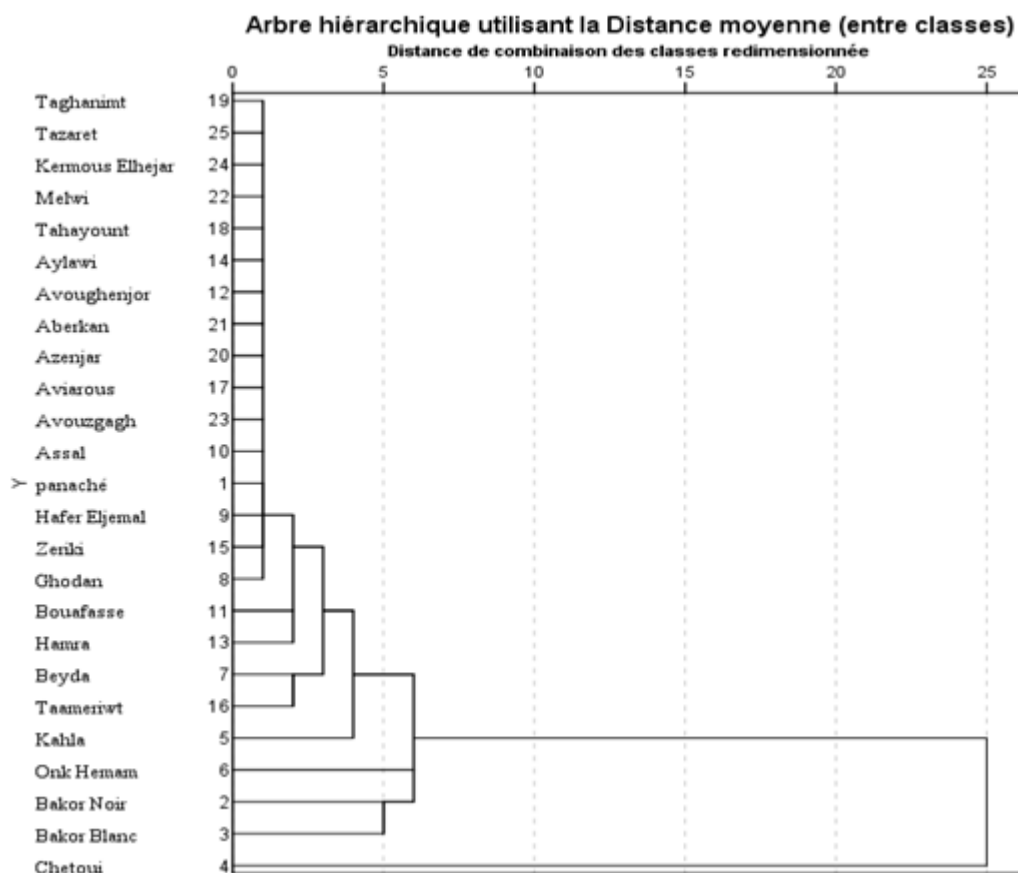


Figure 26 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) selon variable qualitatifs

III. Caractérisation morpho-biométrique

1. Analyse descriptif

La caractérisation morpho-biométrique était basée sur 20 caractères (15 qualitatifs et 5 quantitatifs) issus du descripteur de l'IPIGRI (2003), sur 21 variétés (au total 156 pieds)

La description qualitative des variétés est citée en tableau 16 (annexe 2) pour les caractères quantitatifs on a calculé les fréquences relatives aux caractères morphologiques (biométriques) qui sont : la moyenne arithmétique, l'écart type standard et les valeurs minimale et maximale les résultats de l'analyse descriptifs sont cités dans le tableau 17.

Résultats et Discussions

Tableau 17 : résultats des statistiques descriptives quantitatives

Variété	Caractère	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart Type
Panaché	Longueur De Fruit	6	4,47	6,01	5,1250	,56060
	Largeur De Fruit	6	4,70	6,20	5,1867	,54866
	Longueur De Feuille	6	22,74	28,86	25,4500	2,69053
	Largeur De Feuille	6	20,96	27,68	23,7333	3,02783
	Longueur De Pétiole	6	5,70	14,01	9,6733	4,15704
Bakor Noir	Longueur De Fruit	12	4,21	6,64	5,2150	,70872
	Largeur De Fruit	12	3,21	6,12	4,9483	,84072
	Longueur De Feuille	12	15,07	22,54	19,6408	2,59616
	Largeur De Feuille	12	14,24	27,25	20,9683	4,47928
	Longueur De Pétiole	12	4,59	12,03	7,6367	2,47275
Bakor Blanc	Longueur De Fruit	9	4,32	6,70	5,7589	,82249
	Largeur De Fruit	9	4,01	5,51	4,8967	,53207
	Longueur De Feuille	9	15,30	20,12	16,8678	1,86115
	Largeur De Feuille	9	13,01	20,69	17,4856	3,10849
	Longueur De Pétiole	9	5,05	9,62	6,7400	1,76022
Chetoui	Longueur De Fruit	10	3,66	7,27	5,2140	1,03912
	Largeur De Fruit	10	3,55	7,01	4,9250	,99672
	Longueur De Feuille	10	15,50	25,51	20,7710	3,57293
	Largeur De Feuille	10	16,20	20,25	18,8130	1,14856
	Longueur De Pétiole	10	6,95	11,89	8,9180	1,88732
Kahla	Longueur De Fruit	8	3,82	5,32	4,3288	,48487
	Largeur De Fruit	8	3,19	4,98	4,1575	,55646
	Longueur De Feuille	8	14,69	22,85	18,3738	3,05845
	Largeur De Feuille	8	10,98	26,23	18,2763	5,49745
	Longueur De Pétiole	8	4,63	8,21	6,8538	1,13573
Onk Hemam	Longueur De Fruit	14	4,49	9,45	6,7893	1,25556
	Largeur De Fruit	14	3,52	6,95	5,2414	,91724
	Longueur De Feuille	14	17,13	24,66	21,4529	2,68268
	Largeur De Feuille	14	13,12	20,50	18,0329	1,85551
	Longueur De Pétiole	14	6,61	11,72	9,0271	1,56219
Beyda	Longueur De Fruit	10	3,94	6,89	5,0930	1,06865
	Largeur De Fruit	10	3,49	6,61	4,4160	1,02621
	Longueur De Feuille	10	14,01	22,44	18,3640	3,46337
	Largeur De Feuille	10	13,21	20,38	16,9310	2,06473
	Longueur De Pétiole	10	4,98	10,94	7,6300	2,46021
Ghodan	Longueur De Fruit	9	4,13	6,98	5,8022	,82767

Résultats et Discussions

	Largeur De Fruit	9	2,33	5,96	4,2622	1,02945
	Longueur De Feuille	9	12,36	25,12	20,2356	4,70364
	Largeur De Feuille	9	12,59	22,96	19,1922	4,78382
	Longueur De Pétiole	9	2,82	8,00	5,4622	2,01239
Hafer Eljermal	Longueur De Fruit	9	3,73	6,41	5,2767	,84954
	Largeur De Fruit	9	4,75	7,54	5,8978	,88560
	Longueur De Feuille	9	18,35	22,92	20,2700	1,59138
	Largeur De Feuille	9	18,98	22,80	20,6756	1,37182
	Longueur De Pétiole	9	5,99	7,34	6,8222	,53588
Assal	Longueur De Fruit	7	3,03	4,51	3,8514	,60123
	Largeur De Fruit	7	2,09	3,95	2,9386	,64906
	Longueur De Feuille	7	15,23	19,75	18,7014	1,58325
	Largeur De Feuille	7	15,23	18,36	16,8957	1,19060
	Longueur De Pétiole	7	5,00	6,52	5,9143	,54662
Bouafasse	Longueur De Fruit	12	4,06	6,15	5,3625	,68579
	Largeur De Fruit	12	3,11	6,03	5,0942	,83570
	Longueur De Feuille	12	17,60	25,94	21,1950	2,31153
	Largeur De Feuille	12	14,39	23,82	19,8975	3,00228
	Longueur De Pétiole	12	5,53	10,51	8,2892	1,69275
Avoughenjor	Longueur De Fruit	4	4,62	6,25	5,7000	,73435
	Largeur De Fruit	4	4,19	5,26	4,7325	,46643
	Longueur De Feuille	4	20,61	22,51	21,7100	,82264
	Largeur De Feuille	4	18,16	21,65	19,9625	1,44327
	Longueur De Pétiole	4	10,27	11,62	11,1200	,59110
Hamra	Longueur De Fruit	13	2,94	7,23	4,9531	1,46755
	Largeur De Fruit	13	3,56	5,65	4,4285	,56478
	Longueur De Feuille	13	10,80	23,83	18,6115	4,73612
	Largeur De Feuille	13	10,20	25,35	16,9285	5,29139
	Longueur De Pétiole	13	3,46	9,69	7,3169	2,29185
Taameriwt	Longueur De Fruit	8	5,89	6,57	6,2200	,29335
	Largeur De Fruit	8	3,23	5,20	4,2963	,66382
	Longueur De Feuille	8	21,50	25,29	23,4038	1,44964
	Largeur De Feuille	8	20,21	22,40	21,4188	,75359
	Longueur De Pétiole	8	8,25	11,30	10,1563	,88006
Aviarous	Longueur De Fruit	4	5,82	6,24	5,9925	,17802
	Largeur De Fruit	4	4,91	5,25	5,0500	,14674
	Longueur De Feuille	4	22,32	23,27	22,6500	,44863
	Largeur De Feuille	4	17,63	20,26	18,9425	1,08604

Résultats et Discussions

	Longueur De Pétiole	4	8,62	9,05	8,8875	,19432
Taghanimt	Longueur De Fruit	3	4,12	5,52	4,7533	,70946
	Largeur De Fruit	3	4,21	5,44	4,8200	,61506
	Longueur De Feuille	3	18,41	19,25	18,7400	,44800
	Largeur De Feuille	3	16,40	16,61	16,5067	,10504
	Longueur De Pétiole	3	6,21	8,90	7,7733	1,39715
Azenjar	Longueur De Fruit	3	4,97	5,12	5,0600	,07937
	Largeur De Fruit	3	5,04	6,25	5,5800	,61539
	Longueur De Feuille	3	21,71	22,41	22,0867	,35303
	Largeur De Feuille	3	19,84	20,24	20,0900	,21794
	Longueur De Pétiole	3	7,54	7,91	7,6967	,19140
Avouzgaghe	Longueur De Fruit	8	4,01	6,45	5,2200	,74974
	Largeur De Fruit	8	4,32	5,32	4,7275	,35816
	Longueur De Feuille	8	18,24	23,92	22,1513	1,97428
	Largeur De Feuille	8	18,35	22,56	21,0613	1,53378
	Longueur De Pétiole	8	11,13	13,12	12,2613	,78512
Kermous Elhejar	Longueur De Fruit	4	3,98	5,56	5,0425	,72030
	Largeur De Fruit	4	3,25	4,80	4,0275	,70476
	Longueur De Feuille	4	18,01	23,68	20,7300	2,97600
	Largeur De Feuille	4	15,01	21,98	18,4075	3,77731
	Longueur De Pétiole	4	4,70	7,60	6,1075	1,40957
Tazaret	Longueur De Fruit	3	3,36	4,29	3,7467	,48439
	Largeur De Fruit	3	4,20	4,95	4,5033	,39501
	Longueur De Feuille	3	19,03	20,12	19,5100	,55651
	Largeur De Feuille	3	20,84	21,30	21,0533	,23180
	Longueur De Pétiole	3	8,64	9,36	9,0333	,36460

Cette description nous a permis de voir un degré de polymorphisme élevé entre les variétés étudiées. La variété panachée a marqué la plus grande valeur de mensuration de la feuille suivie par la variété Taameriwt, par contre la variété Taghanimt a montré les dimensions les plus faibles pour les feuilles, en effet la taille de la feuille (longueur et largeur) est considérée comme un caractère discriminant et hautement distinctive pour les variétés (Khanfir 2015), ce qui est utilisé même chez plusieurs figuiculteurs. Pour les variables liées au fruit la longueur du fruit la plus élevée était mesurée chez les variétés Onk Hemam et Taameriwt avec une longueur moyenne de $6,79 \pm 1,26$ cm et $6,57 \pm 0,29$ cm respectivement. En revanche la variété Assal et Kahla avaient la faible longueur, en ce qui concerne le plus grand largeur du fruit mesurée chez la variété Hafer Eljemal avec une moyenne de $7,54 \pm 0,88$ cm alors que la plus faible est chez Kahla et Kermous Elhejar, la taille du fruit est variable proportionnellement avec la forme ce qui est un variable très important pour la distinction variétale. Ce polymorphisme morphologique (quantitatif et

Résultats et Discussions

qualitatif) est fort possible influencé par les caractéristiques génétiques. Toutefois, certainement ces caractères évoluent avec l'âge de la plante et son environnement.

Des études descriptif similaires antérieurs on était menées l'aide des marqueurs morphologiques en Algérie on cite Mauri 1939 à 1944, Bachi 2012, Bouzid 2012 dans la Kabylie, Benettayeb 2019 dans la région de Chelef, Belattar, 2019 dans l'ITAFV Skikda, boudchicha 2019 dans la région Skikda Est Algérien, Mkedder *et al* 2021 dans la région de Tlemcen, ces travaux ont décrit plusieurs variétés en Algérie, qui se rapproche des résultats de notre travail avec des petites différences. Il existe aussi plusieurs travaux sur des variétés tunisiennes (Gaaliche *et al*, 2012, Ben Abdelkrim 2015) et des variétés marocaines Oukabli 2004. Des variétés mexicaines Garcia Ruiz *et al*, 2013. Dont ces études ont trouvé aussi un polymorphisme morphologique entre les variétés et cela peut être expliqué par l'Age de pieds choisie aussi la région géographique et le temps d'échantillonnage

2. Analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de la variance est basée sur la crédibilité des deux hypothèses ; la normalité de la population, qui est déjà vérifier, et aussi l'homogénéité ou égalité des variances (dite même l'homoscédasticité) qui est vérifier par le test de Levene tableau 18, ce test est vérifié pour toutes les variables quantitatives sauf la largeur du fruit de ce fait on retire ce variable du test de variance

L'analyse de la variance nous permet de comparer une variable quantitative de distribution symétrique avec plus de deux groupes indépendants. Elle divise la variabilité en deux parties : entre les groupes et à l'intérieur des groupes. Elle est mesurée par le test statistique F qui est le rapport entre la variabilité intergroupes/ la variabilité intragroupes. La distribution de la valeur F dépend des degrés de liberté intergroupe et intragroupe et suit une loi de Fisher. Plus la variabilité entre les groupes est élevée plus le rapport le sera. Elle permet donc de déterminer s'il y a une différence significative entre les groupes. (Boudchicha 2019).

Tableau 18 : Test D'homogénéité Des Variances

	Statistique De Levene	Ddl1	Ddl2	Signification	
Longueur De Fruit	2,146	19	136	,006	S
Largeur De Fruit	1,225	19	136	,247	NS
Longueur De Feuille	4,435	19	136	,000	S
Largeur De Feuille	5,059	19	136	,000	S
Longueur De Pétiole	7,932	19	136	,000	S

Ddl : degré de liberté / *S* : *d*=significative / *NS* : non significatif

Résultats et Discussions

Le teste est effectuer selon deux hypothèses

- L'hypothèse initiale (H0) on suggère que la variance des groupes est égale
- L'hypothèse alternative (H1) : il existe au moins deux groupes avec des variances différentes

Si la valeur de risque alpha est inférieure à 5%, ce ci dis que le test est significatif, donc la variabilité entre les groupes est significativement supérieure à la variabilité intragroupe. Par conséquent, On accepte H1, et donc les moyennes sont globalement différentes ;

1) Analyse de la variance selon la variété

L'analyse de la variance des caractères quantitatif étudier selon la variété sont présenté dans le tableau 19, les résultats étai hautement significatifs pour l'ensemble des caractères (Sig <0.05). Donc on accepte l'hypothèse alternative et on rejette l'hypothèse nulle et donc il existe une différence entre ces groupes de moyennes Ces résultats obtenus montrent que les caractères étudier sont discriminant pour les variétés, de ce fait c'est fort possible qui sont influencé par un groupe de gènes (qui contrôlent la taille du fruit et feuille) qui diffère les variétés

Tableau 19 : Analyse de la variance selon la variété (ANOVA à 1 facteur)

			Somme carrés	des ddl	Moyenne des carrés	F	Sig
Longueur Fruit	De	Intergroupes	77,590	19	4,084	5,124	,000
		Intra-groupes	108,380	136	,797		
		Total	185,969	155			
Longueur Feuille	De	Intergroupes	576,387	19	30,336	3,643	,000
		Intra-groupes	1132,639	136	8,328		
		Total	1709,025	155			
Largeur Feuille	De	Intergroupes	501,879	19	26,415	2,631	,001
		Intra-groupes	1365,430	136	10,040		
		Total	1867,309	155			
Longueur Pétiole	De	Intergroupes	417,163	19	21,956	6,521	,000
		Intra-groupes	457,877	136	3,367		
		Total	875,040	155			

Ddl : degré de liberté / Sig valeur de signification

2) Analyse de la variance selon la région

L'analyse de la variance des caractères quantitatifs étudiés selon la région sont présenté dans le tableau 20. Les résultats étai hautement significatifs (Sig <0.05) pour les caractères liée à la feuille : longueur et largeur de la feuille et longueur de pétiole, de ce fait on accepte l'hypothèse alternative et on rejette l'hypothèse nulle et donc il existe une différence entre ces groupes de

Résultats et Discussions

moyennes en revanche la longueur de fruit était non significatif (Sig >0.05) Il n'y a donc pas de différence significative entre les groupes pour le caractère de longueur de fruits.

Ces résultats sont fort possible issus de la position géographique des échantillons puisque notre échantillonnage était dispersé sur plusieurs climats et étant donné que la feuille est la partie végétative la plus influencé et adapté au le climat tandis qu'il est pertinent que le fruit.

Tableau 20 : Analyse de la variance selon la région (ANOVA à 1 facteur)

		SC	Ddl	Moyenne des carrés	F	Sig
Longueur De Fruit	Intergroupes	7,039	4	1,760	1,485	,209
	Intra-groupes	178,930	151	1,185		
	Total	185,969	155			
Longueur De Feuille	Intergroupes	236,250	4	59,063	6,056	,000
	Intra-groupes	1472,775	151	9,753		
	Total	1709,025	155			
Largeur De Feuille	Intergroupes	198,549	4	49,637	4,491	,002
	Intra-groupes	1668,760	151	11,051		
	Total	1867,309	155			
Longueur De Pétiole	Intergroupes	215,057	4	53,764	12,301	,000
	Intra-groupes	659,983	151	4,371		
	Total	875,040	155			

SC : somme des carrées / Ddl : degré de liberté

3. Corrélation de Pearson

Dans le but d'examiner s'il existe une relation entre les caractères étudiés, ainsi de voir si l'attribution des modalités des caractères ne se fait pas au hasard (la dépendance des variables). On a testé la corrélation entre les variables, d'où on a calculé le coefficient de corrélation de Pearson qui nous permet de donner une mesure synthétique de l'intensité de la relation entre deux caractères ainsi le sens de cette relation, les deux conditions d'utilisation du test sont respecter (caractère quantitatif et les données suivent la loi normal)

L'interprétation des résultats du coefficient est significative si la valeur de p est plus petite que 0,05. Le coefficient de Pearson est compris entre +1 et -1 et nous permet de voir le sens de la relation entre les variables si c'est positif ou négatif) aussi la force de la corrélation (faible ou forte), les résultats sont exprimés dans le tableau 21,

Sept corrélations positives significatives étaient exprimées ; Corrélation hautement significative pour les variables liées à la feuille entre elles (longueur et largeur de feuille et longueur de pétiole) et les variables du fruit entre elles (longueur et largeur du fruit) en outre une corrélation significative pour la longueur de feuille avec les caractères liés au fruit, aussi pour largeur de feuille avec

Résultats et Discussions

largeur du fruit. En revanche les trois relations restantes n'étaient pas corrélées entre eux (longueur de fruit avec largeur de feuille et longueur de pétiole aussi pour largeur de fruit et longueur de pétiole)

Ces deux corrélations exprimées rejoint hypothèse de teste de khi deux de Pearson qu'il existe une relation des gènes responsable d'expression des substances et le développement de fruit

Tableau 21 : Résultats de test de Corrélations Pearson

		Longueur De Fruit	Largeur De Fruit	Longueur De Feuille	Largeur De Feuille	Longueur De Pétiole
Longueur De Fruit	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	1				
Largeur De Fruit	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	,491**	1			
Longueur De Feuille	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	,174*	,182*	1		
Largeur De Feuille	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	,049	,195*	,712**	1	
Longueur De Pétiole	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	,064	,068	,602**	,511**	1
		,427	,400	,000	,000	

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral)/ * . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

4. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) des variables étudiées, nous a permis d'examiner les valeurs propres pour déterminer le nombre de composantes principales à retenir

L'interprétation graphique des résultats de l'ACP est réalisée principalement en fonction du plan 1-2 parce qu'il fournit le maximum d'informations avec 74,47 % de contribution à la variation totale (46,66 % de contribution pour l'axe 1 et 27,81 % pour l'axe 2).

Résultats et Discussions

La représentation graphique des corrélations entre les variables, (Figure 27) nous confirme les résultats de corrélation de Pearson ; ces résultats nous indiquent deux groupes de variables ; caractère lié au fruit et celle lié à la feuille, d'où les caractères sont bien présentés dans graphiquement, et on voit une corrélation positive entre les variables des 2 groupes

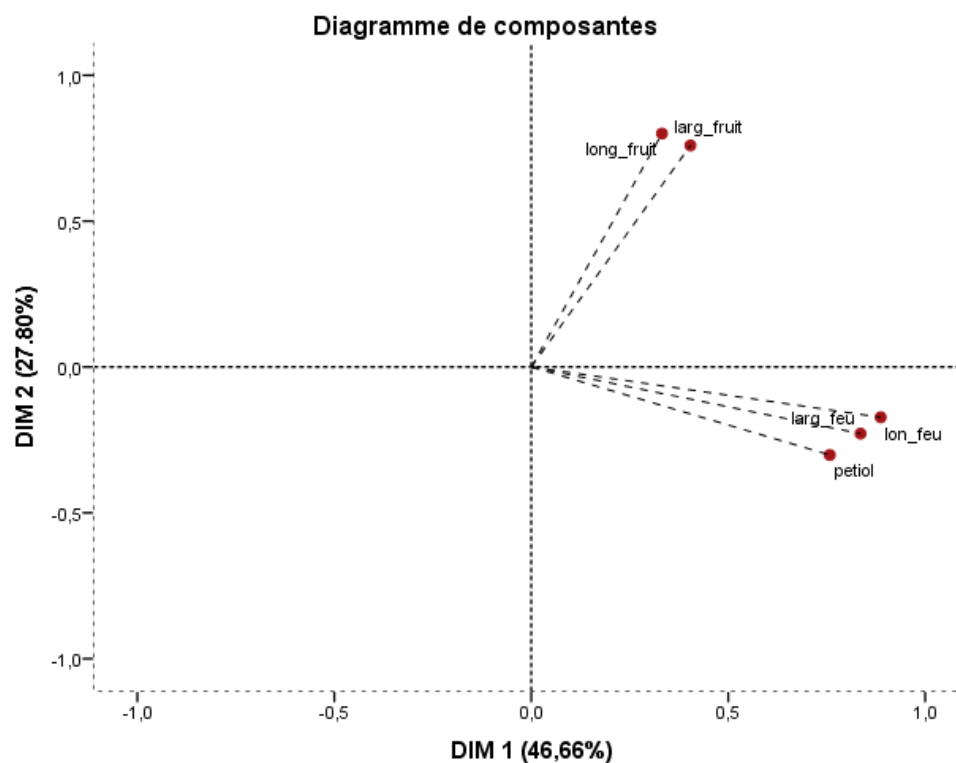


Figure 27 : Représentation graphique des variables par l'analyse en composant principale

Résultats et Discussions

5. Classification ascendante hiérarchique

La classification ascendante hiérarchique est basée sur la Méthode d'agrégation par distance euclidienne. Le dendrogramme de l'arbre hiérarchique (figure 28) nous permet de visualiser 3 grandes classes

La première classe est une classe typique avec la variété panachée

La deuxième classe regroupe le plus de variétés qui se divise en deux sous-classe la première regroupe 3 variétés (Avoughenjor, Avouzgagh et Taameriwt. La deuxième comporte 2 groupes le premier regroupe ; Onk Hemam, Aviarous, Bouafasse, Azenjar, Chetoui, et le deuxième comporte Bakor Noir Hafer Eljema1 Tazaret

La troisième classe se divise en deux sous-classes, le premier groupe comporte les variétés Beyda, Hamra, Taghanimt, Kahla, Bakor Blanc, Assal le deuxième groupe Ghodan et Kermous Elhejar.

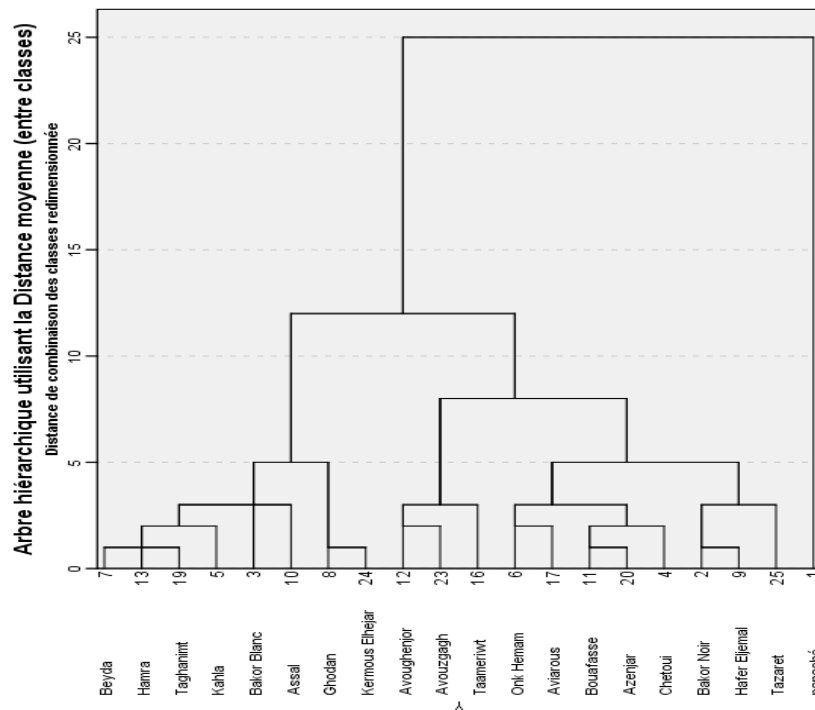


Figure 28 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) selon variable quantitative

La représentation des variétés par projection barycentre (figure 29) nous indique la position des variétés, selon les caractères quantitatifs qui sont pareil à l'arbre hiérarchique dont la variété Panachée est exprimé dans une classe typique aussi on remarque les deux classes séparées,

Résultats et Discussions

Les variétés Azenjar, Chetoui, Bouafasse, Bakor Noir et Avoughenjour sont plus proche au centre de classe ce qui indique qu'ils présentent bien la deuxième classe la même chose pour les variétés Beyda, Taghanimt et Hamra qui représentent la troisième classe

Afin de copuler les résultats de l'analyse morphométrique quantitative et qualitative on a entamé une classification hiérarchique des variétés étudié en se basant sur les moyennes des caractères quantitatifs et les fréquences pour les variables qualitatifs

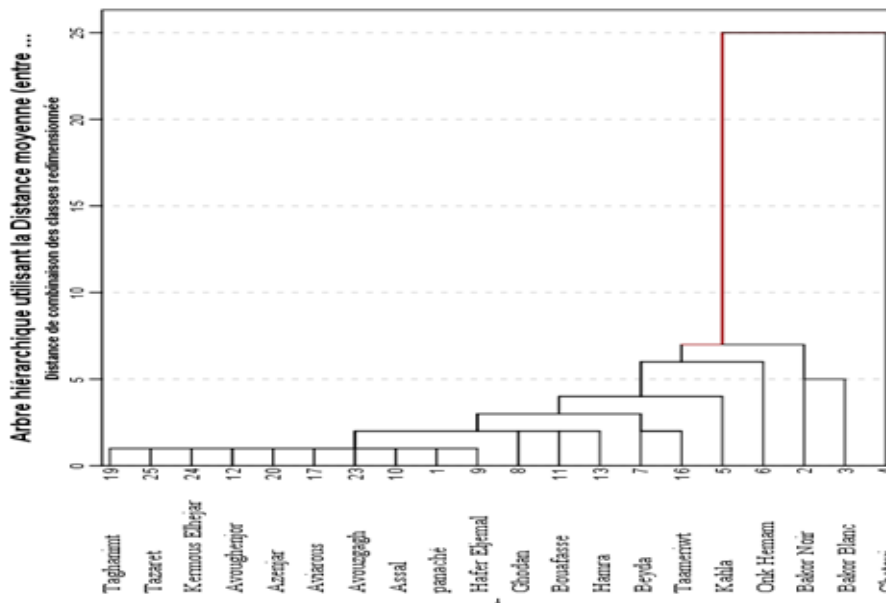


Figure 29 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes)

Le dendrogramme de l'arbre hiérarchique nous indique 2 grande classe la première pour variété Chetoui qui est une classe typique, et la deuxième classe comporte 3 sous classe : La première présente les deux variétés précoce Bakor Noir et Bakor blanc. La deuxième présente la variété Onk Hemam. La troisième sous classe regroupe le reste des variétés qui sont subdiviser en groupe (Figure 30)

La projection barycentre des variétés nous a permis de voir graphiquement la distribution des variétés, en effet la variété Chetoui est représenté en classe typique loin des autres variétés, en revanche la deuxième classe regroupe tous les autres variétés, figure 31

Résultats et Discussions

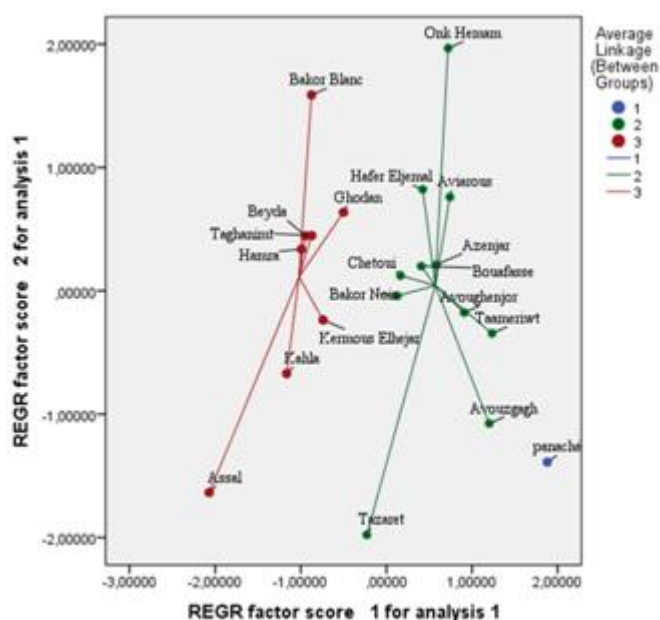


Figure 31 : Représentation des variétés selon les paramètres quantitatifs

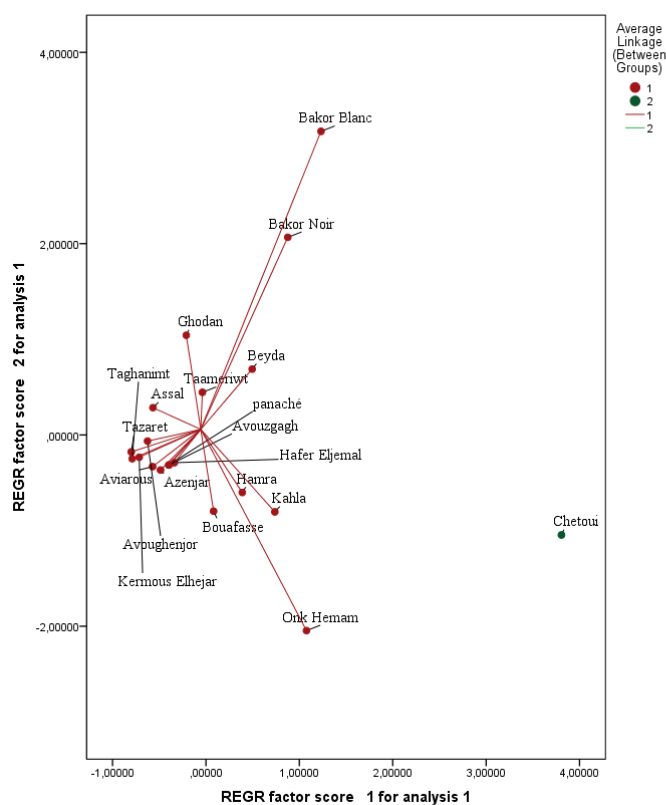


Figure 30 : Représentation des variétés selon les paramètres qualitatifs et quantitatifs

Résultats et Discussions

6. Indice de diversité

Les résultats exprimés dans le tableau 22, nous présentent les indices de la diversité de Shannon et de Pielou ; au sein de chaque variété selon les caractères quantitatifs étudiés. Les valeurs exprimées de l'indice de diversité de Shannon (SDI) sont diverses pour chaque variété ; il existe des variétés qui ont exprimé une grande diversité et d'autres variétés ont exprimé une faible diversité phénotypique. La répartition égale ou l'équité de notre SDI est représentée par l'indice Pielou (PI), qui rejoint les valeurs de SDI,

Les résultats nous montrent la valeur maximum de diversité (0,863) pour l'ensemble des caractères chez la variété Bakor Noir, suivi par Chetoui (0,838), ce qui signifie que le taux de diversité est assez élevé pour ces variétés. En effet, la répartition égale permet d'apprécier les déséquilibres que la diversité de Shannon l'index ne peut pas détecter. Plus sa valeur tend à se rapprocher de 1, plus elle reflète un équilibre règlement. (Legendre et Legendre, 1979).

Résultats et Discussions

Tableau 22 : Résultats de diversité de Shannon et Piélou

	Longueur Fruit		Largeur Fruit		Longueur Feuilles		Largeur Feuilles		Longueur Petiol		Moyenne	
	SDI	PI	SDI	PI	SDI	PI	SDI	PI	SDI	PI	SDI	PI
Panaché	1,01	0,729	0,64	0,462	0	0,000	0,69	0,498	0,69	0,498	0,606	0,437
Bakor Noir	1,24	0,894	1,32	0,952	1,08	0,779	1,08	0,779	1,26	0,909	1,196	0,863
Bakor Blanc	1,27	0,916	1,27	0,916	0,53	0,382	1,09	0,786	0,94	0,678	1,020	0,736
Chetoui	1,22	0,880	1,28	0,923	1,37	0,988	0,89	0,642	1,05	0,757	1,162	0,838
Kahla	0,84	0,606	0,97	0,700	0,9	0,649	1,08	0,779	1,04	0,750	0,966	0,697
Onk Hemam	0,64	0,462	1,17	0,844	1,24	0,894	0,98	0,707	1,08	0,779	1,022	0,737
Beyda	1,28	0,923	1,09	0,786	1,09	0,786	0,94	0,678	1,16	0,837	1,112	0,802
Ghodan	1,21	0,873	1,21	0,873	1,06	0,765	0,94	0,678	0,94	0,678	1,072	0,773
Hafer Eljema	1,37	0,988	0,64	0,462	1,15	0,830	1,06	0,765	0,53	0,382	0,950	0,685
Assal	0,41	0,296	0	0,000	0,41	0,296	0,68	0,491	0,59	0,426	0,418	0,302
Bouafass	1,36	0,981	1,24	0,894	1,36	0,981	1,29	0,931	1,24	0,894	1,298	0,936
Hamra	1,23	0,887	1,01	0,729	1,26	0,909	0,98	0,707	0,89	0,642	1,074	0,775
Taamriwt	0,69	0,498	1,04	0,750	0,69	0,498	0,69	0,498	0,38	0,274	0,698	0,504
Aviarous	0,56	0,404	0	0,000	0,69	0,498	0,56	0,404	0	0,000	0,362	0,261
Taghanimt	1,09	0,786	1,09	0,786	0	0,000	0	0,000	0,64	0,462	0,564	0,407
Azenjar	0	0,000	0,64	0,462	0	0,000	0	0,000	0,64	0,462	0,256	0,185
Avouzgaghe	1,26	0,909	0,9	0,649	1,21	0,873	0,97	0,700	0	0,000	0,868	0,626
Kermous Elhejar	0,56	0,404	1,04	0,750	0,69	0,498	0,69	0,498	0,69	0,498	0,734	0,529
Tazaret	0	0,000	1,09	0,786	0	0,000	0,64	0,462	0	0,000	0,346	0,250
Avoughenjour	1,04	0,750	1,38	0,995	0,56	0,404	1,04	0,750	0	0,000	0,804	0,580

DI : indice Shannon index diversité /PI : Indice Piélou

Résultats et Discussions

La distribution des données des caractères est variable d'une variété à une autre. Les caractères liés au fruit ont montré une diversité plus importante que celle liée aux feuilles,

Les variétés Bakor Noir, Bakor Blanc, Chetoui, Beyda, Hafer Eljmal, et Bouafass ont marqué la valeur la plus élevée de diversité pour le fruit. Ainsi que les variétés Bouafasse, Chetoui et Hamra ont montré des distributions plus équitables pour les caractères liés à la feuille. Ceci est déjà visible sur le plan pomologique, en particulier la variété Bouafasse et Hafer Eljmal, ce qui est fort probable lié à la diversité génétique des variétés. La valeur minimale est marquée chez la variété Assal (0,302) ceci est due au manque de diversité génétique vue qu'elle est moins partagée dans les régions rurales (elle est moins appréciée à cause de temps de conservation qui est réduits) qui lui a mis en voie d'extinction

En revanche les valeurs marquées chez les variétés Azenjar (0,185), Aviarou (0,262), Tazaret (0,250), Taghanimt (0,407), Kermous Elhejar (0,529) et Avoughenjour (0,580) ces valeurs on ne peut pas les considérer puisque l'effectif est réduit pour faire une analyse de diversité

Chapitre 2 caractérisations biochimiques

1. Criblage phytochimiques :

Le criblage (screening) phytochimiques nous a permis de mettre en évidence la présence et l'estimation qualitative ordinaire de quelques familles de métabolites secondaires contenue dans les 35 échantillons étudiés, par des tests rapides, qui se basent sur des réactions physicochimiques colorations, des précipitations ou des turbidités. D'où elles nous permettent d'orienter les recherches ultérieures, les résultats obtenus du screening phytochimique sont représentés dans le tableau 23.

Les résultats des extraits des feuilles des variétés étudiés nous a noté une forte présence des tanins, les quinones libres, les coumarines, les alcaloïdes et les terpénoïdes chez l'ensemble des échantillons en revanche aucune réaction n'est témoinnée pour les Anthraquinones. D'autre part une variation de présence des quinones et flavonoïdes saponines est marquée chez les variétés étudiées

En effet Ces composés phytochimiques sont répanus pour être des signes de présence des composés bioactifs par contre ces tests restent imprécis puisqu'ils sont appuyés sur des analyses qualitatives de base aussi ils ne peuvent pas nous renseigner sur la nature des molécules chimiques et biochimiques,

Résultats et Discussions

Tableau 23 : screening phytochimiques des feuilles de *Ficus carica* de différentes variétés étudié.

Variété	Alc	Tan	Flavo	Coum	Anthr	Quin	Terp	Sapon
Assal 1	++	+++	-	+	-	++	+	++
Assal 2	++	+++	+	++	-	+	+	+
Assal 3	++	+++	+	+	-	++	+	++
Bakor Blanc 1	++	++	+	++	-	+	+	+
Bakor Blanc 2	++	++	-	+	-	-	+	++
Bakor Noir 1	++	++	-	+	-	-	+	++
Bakor Noir 2	++	++	-	+	-	+	+	+
Bakor Noir 3	++	++	+	++	-	+	+	+
Beyda 1	++	++	-	++	-	-	+	+
Beyda 2	++	++	-	+	-	-	+	+
Beyda 3	++	++	+	+	-	+	+	+
Beyda 4	++	++	+	++	-	-	+	+++
Beyda 5	++	++	++	++	-	+	+	+++
Beyda 6	++	++	+	++	-	+	+	++
Bouafasse	++	++	-	++	-	+++	+	-
Chetoui 1	++	+	-	++	-	-	+	++
Chetoui 2	++	+++	-	++	-	+	+	++
Chetoui 3	++	+	+	++	-	+	+	-
Chetoui 4	++	++	-	++	-	+	+	+
Chetoui 5	++	++	-	+	-	+++	+	++
Chetoui 6	++	++	-	++	-	-	+	++
Chetoui 7	++	++	+++	++	-	+	+	+
Dokar	++	++	+	++	-	+	+	+++
Ghodan 1	++	++	-	++	-	+	+	++
Ghodan 2	++	++	+	+	-	-	+	++
Ghodan 3	++	++	+	++	-	+	+	+
Hafer Eljema	++	+++	+++	++	-	+	+	+
Kahla	++	++	+	++	-	+	+	+
Onk Hemam 1	++	++	+++	++	-	-	+	++
Onk Hemam 2	++	++	-	++	-	++	+	++
Onk Hemam 3	++	++	-	++	-	-	+	++
Onk Hemam 4	++	++	+	++	-	-	+	++
Onk Hemam 5	++	++	+	++	-	-	+	+
Panaché 1	++	++	-	+	-	+	+	-
Panaché 2	++	++	+	++	-	-	+	+

- : absent / + présent / ++ fort présent / +++ très fort présent

Alc : Alcoïde/ Tan : Tanin/ Flavo : Flavonoïde/ coum : Coumarine/ Anthr : Anthraquinone/

Quin : Quinone/ terp : Terpénoïde/ Sapon : Saponine

Cependant ces résultats sont en accord avec plusieurs travaux sur le criblage phytochimique tel que Mahmoudi *et al* 2016 dans la région de Bouira Meghana *et al*, 2017 en inde, Ghanemi, 2019 Tlemcen, Belattar 2019 dans la région de Skikda qu'ils ont signaler la présence des tanins, les

Résultats et Discussions

les quinones libres, les coumarines, les alcaloïdes, des flavonoïdes, des saponines, et les terpénoïdes. Avec quelques différences qui sont probablement due au choix du solvant, au mode d'extraction, le type de sols (position géographique), la saison de récolte (vu que leurs échantillonnages étai pendant la période d'automne), la partie de la plante récoltée et l'environnement de la plante.

2. Dosages des composés phénoliques

Les taux des polyphénols totaux, flavonoïdes, et Tanins ont été déterminés à partir des équations des régressions linéaires des courbes d'étalonnages de l'acide gallique et de la catéchine, cité dans les figures 32 33 et 34.

Les résultats obtenus, expriment une variabilité des teneurs de polyphénols, Flavonoïde et Tanins chez les variétés étudiées. Le tableau 24 montre l'analyse descriptive des teneurs en composé phénolique chez les variétés étudiées

Tableau 24 : Polyphénol, Flavonoïde et Tanin chez les variétés étudiées

Variété	Polyphénol		Flavonoïde		Tanin	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Assal	42.24	6.63	40.93	5.27	36	2.5
Bakor Blanc	50.46	16.5	34.92	3.13	24.8	8.6
Bakor Noir	45.26	17.78	37.96	2.4	8.22	4.8
Beyda	47.98	20.71	35.03	4.71	17.12	9.33
Bouafasse	37.27	2.08	47.33	2.08	10.33	1.5
Chetoui	63.63	25.57	36.89	4.3	27.17	1.63
Dokar	33.7	8.54	34.73	5.1	15.67	7.02
Ghodan	60.94	17.76	39.99	7.17	20.44	1.49
Hafer Eljema	78.0	20	56.5	7.17	46.6	14.4
Kahla	33.13	6.4	42.87	13.65	47	3.36
Onk Hemam	56.32	18.47	42.92	12.63	27.23	2.21
Panaché	69.33	16.62	34.68	2.86	11.17	4.12

Résultats et Discussions

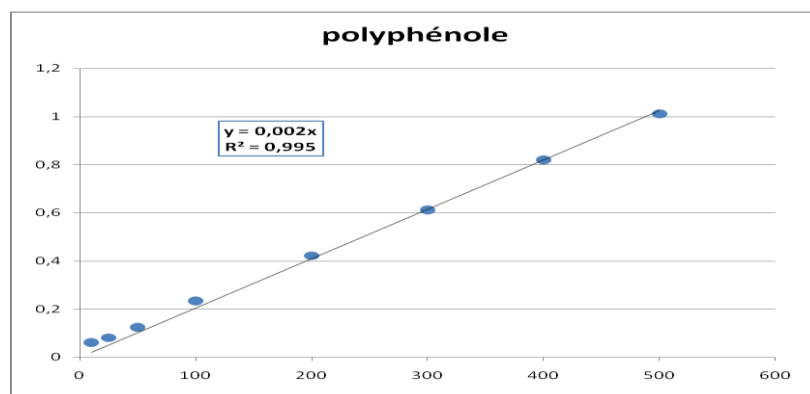


Figure 34 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

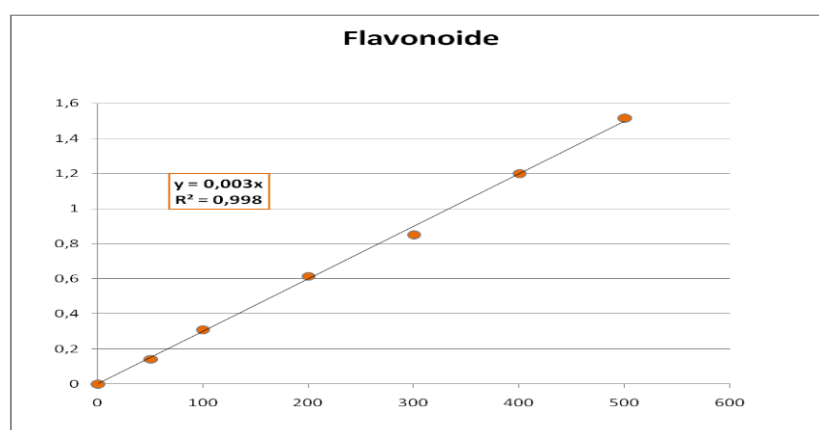


Figure 33 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

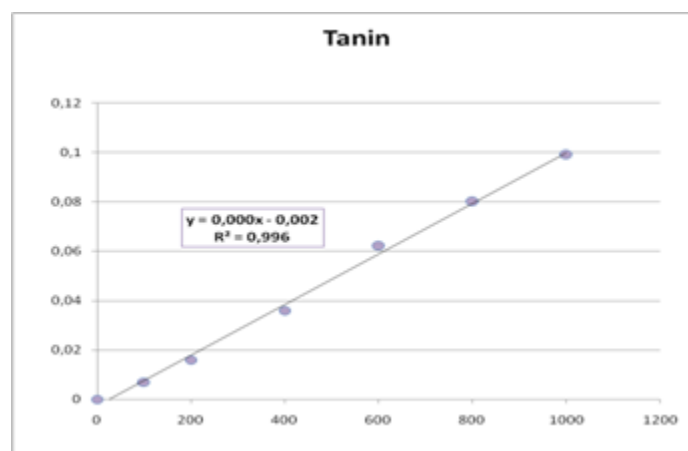


Figure 32 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins

Résultats et Discussions

1) Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux présenté dans la figure 35 exprime les teneurs de tous les échantillons étudié, On a constaté la teneur la plus élevée chez la variété Hafer Eljemal (78 mg EAG/g) et la moins importante chez la variété Kahla ainsi que le caprifiguiier Dokar a enregistré une valeur moins importante que les autres variétés de type commun

L'analyse descriptive des individus étudiés montre que l'extrait de Chetoui 6 Et Onk Hemam 2 et Chetoui 2 ont marqué des teneurs les plus élevées respectivement de 94.33 mg EAG/g et 84.1 mg EAG/g 83.77 mg EAG/g, et la faible teneur était chez Beyda 4 (31.33 mg EAG/g)

On a enregistré que les variétés implantées dans la pépinière d'Alger ont présenté des fortes valeurs en polyphénols que les autres répétitions cela est peut être due à les bonnes conditions offertes aux cultivars de pépinière, notamment le stress de sol qui a un effet sur la teneur des polyphénols. Selon Park et Cha, 2003 la variation des teneurs peut être expliquée par la variété, de la saison de culture, de la saison de récolte, des conditions climatiques et environnementales, de la localisation géographique, des différentes maladies qui peuvent affecter la plante, de la maturité de la plante on suggère que c'est le fait de l'environnement

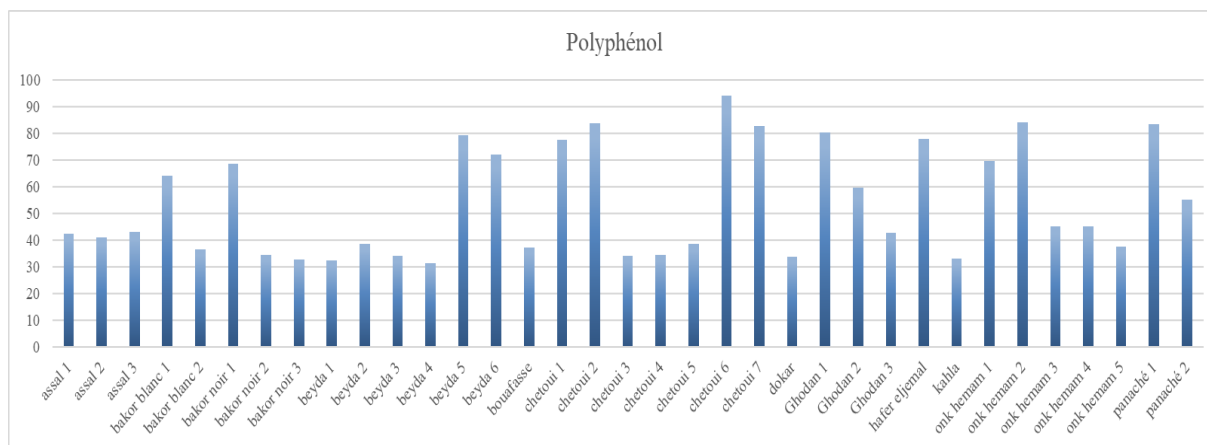


Figure 35 : Teneurs en polyphénols totaux dans les extraits préparés des feuilles de *Ficus carica*

Des travaux similaires, étaient rapportés par plusieurs auteurs sur les polyphénols totaux. D'où on cite : Ghanemi, 2019 dans la région de Tlemcen. Boukhalfaa *et al*, 2018 dans la région de Bejaia. Ramgopal *et al*, 2018 en Inde, Tahere, 2015 en Iran. Ces auteurs ont décrit le taux de polyphénols moins importants que nos résultats ce qui est probablement influencé par la méthode d'extraction aussi à l'âge des feuilles bien que l'étude de Ghazi *et al*, (2012) à l'Arabie Saoudia montre que l'extrait aqueux des grandes feuilles de *Ficus carica* présente les quantités les plus élevées de composé phénolique bien que aussi une activité anti-radicalaire plus élevée par rapport aux extraits des petites feuilles. Cependant, Nos résultats sont inférieurs des résultats apportés par

Résultats et Discussions

Mahmoudi *et al*, 2016 dans la région de Bouira pour la variété Onk Hemam, Beyda, Chetoui, en outre la variété Bakor décrite par ce dernier se rapproche de notre variété Bakor Noir.

2) Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes exprimait dans la figure 36 nous montre les teneurs des échantillons étudiés. On a constaté la teneur la plus élevée chez la variété Hafer Eljermal avec une teneur 56.5 mg d'EC/mg en revanche la faible teneur marquée chez l'extrait de Onk Hemam 1

D'après les études de Hichri et al 2011. Les flavonoïdes sont des pigments qui sont responsables de la coloration des fruits et des fleurs. Ils donnent souvent une coloration jaune ce qui interprète nos résultats. Vu que la coloration des feuilles de Hafer Eljermal sont plus jaunâtre que celle de Onk Hemam qui sont vert foncé, en outre on a constaté que les extraits des variétés de grand calibre ont enregistré une teneur élevée on suggère qu'il existe une relation entre la teneur en flavonoïde avec la couleur et la taille du fruit

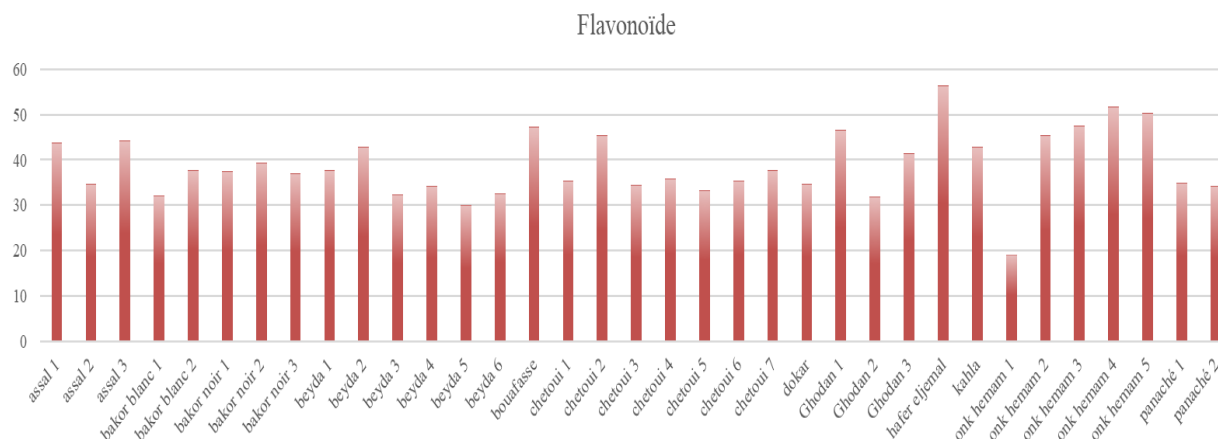


Figure 36 : Teneurs en flavonoïdes dans les extraits préparés des feuilles de *Ficus carica*

Plusieurs travaux similaires étaient représentés sur les flavonoïdes tels que Yin-Yin-Xian Shi *et al*, 2011 sur jeunes feuilles comestibles de sept sous-espèces de *Ficus Carica*. Mahmoudi *et al*, 2015 sur les extraits de feuille de dix variétés de *Ficus carica L.* dans la région de Bouira. Ramgopal *et al*, 2018 ; en Inde. Boukhalfaa *et al*, 2018 dans la région de Bejaia, et Uysal *et al*, 2016 en Turquie. Sauf que, ces résultats apportés étaient faibles par rapport à nos résultats cette différence en teneur de flavonoïdes avec celles rapportées, peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que la méthode d'extraction utilisée. L'exposition à la lumière et la technique de conservation des plantes qui peuvent également affecter la teneur en flavonoïdes la température qui influence sur l'extraction d'un composé donné

Ces interprétations sont prouvées par les études de Rodriguez *et al*, 2006. Qui ont confirmé l'effet de ces facteurs sur les résultats

Résultats et Discussions

3) Dosage des Tanins

Le dosage des Tanins, présenté dans la figure 37, témoigne une fine présence des tanins dans les extraits des variétés étudiées. Ces polyphénols polaires dites plus souvent hydrosolubles, d'origine végétale, leur manipulation était plus sensible que les polyphénols et flavonoïdes en effet la teneur la plus élevée était marquée chez l'extrait Assal 3 (6.03 mg EAG/g) et la plus faible chez l'échantillon Beyda 2 (0.47 mg EAG/g) ces faibles teneurs en tanins est probablement dues au fait que le méthanol n'est pas le solvant le mieux adapté à l'extraction de ces composés. Cette explication est soutenue par plusieurs travaux, qui ont démontré que le méthanol rend l'extrait faible en tanins condensés. Ces derniers sont encore mieux solubilisés par l'acétone aqueux (Chavan&Amarowicz, 2013 ; Belmokhtar, 2015).

Toutefois Le dosage des tanins pour *Ficus carica* est très sensible et difficile à réaliser pour cela on trouve moins de travaux par rapport aux autres composant phénoliques, on cite le travail de Kherbouche *et al*, 2016 et de Abdel- Hameed, 2009, qui ont rapporté que la teneur en tanins hydrolysables de 20,07 mg EAT/g et des teneurs en tanins totaux en six différentes espèces de genre de Ficus compris entre 13,3 et 67,2 mg/g de M.S

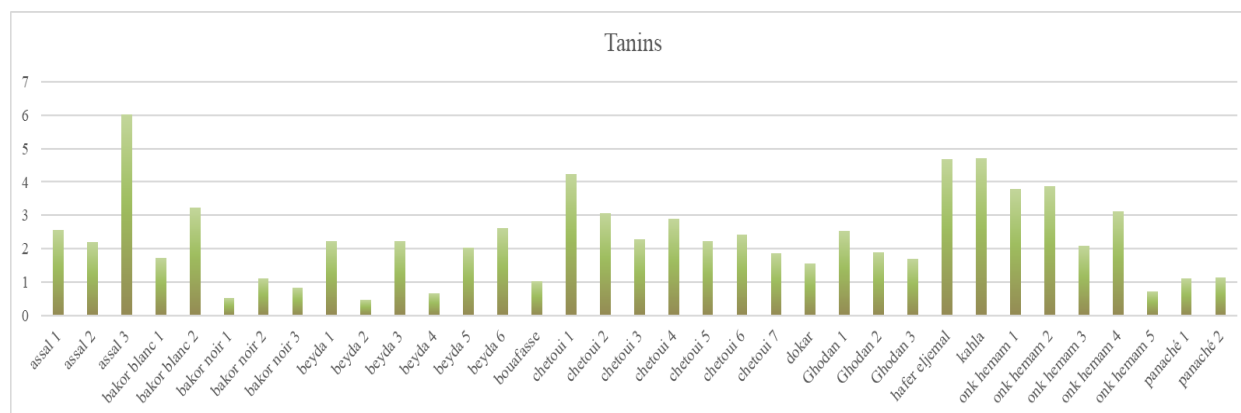


Figure 37 : Teneurs en tanins dans les extraits préparés des feuilles de Ficus carica

3. Analyses d'activité antioxydant

Les résultats de la capacité antioxydant pour concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 et concentration efficace de pouvoir réducteur de fer sont calculés à partir des courbes logarithmiques, de chaque extrait préparé ainsi pour l'acide ascorbique, les résultats sont présentés dans le tableau 25

Résultats et Discussions

Tableau 25 : les résultats des concentrations d'inhibition de DPPH et concentration efficace du FRAP, des différents extraits préparés des feuilles et leur standard

Variété	IC50 (mg/ml)	EC50 (mg/ml)
Bakor Blanc1	0,15812	1,00605
Chetoui 2	0,08332	0,54705
Kahla	0,00295	0,43791
Onk Hemam 1	0,0005	0,85026
Bakor Noir 1	0,1650	0,76898
Panaché 2	0,0974	0,62408
Beyda 5	0,0044	0,58145
Hafer Eljema1	0,0003	0,85015
Chetoui 1	0,1491	1,02033
Bakor Blanc 2	0,1395	1,13636
Bayda 2	0,0373	0,68786
Ghodan 3	0,0875	0,68241
Beyda 3	0,1280	0,60624
Onk Hamam 3	0,0432	0,84667
Dokar	0,0945	1,40395
Assal 3	0,0935	0,72901
Chetoui 5	0,1353	0,44309
Standard	0,0935	0,55542

IC50: Inhibitory concentration of 50% / EC50: effective concentration of 50%

1) Capacité de piégeage radical du 1,1-Diphényl -2- picrylhydrazyle (DPPH) P

L'activité anti radicalaire des 17 extraits préparés des feuilles de *Ficus carica* et l'échantillon témoins d'acide ascorbique expriment leur capacité à réduire les radicaux libres, par piégeage du DPPH. Les résultats ont été tracés sous forme des courbes de rengraissons logarithmiques des pourcentages d'inhibitions en fonction des différentes concentrations d'acide ascorbique ou des extraits préparés

Par suite à partir de ces courbes de régression linéaire, on a quantifié la capacité antioxydant, IC50 tableau 24 en effet les valeurs IC50 les plus basses indiquent le piégeage des radicaux libres le plus élevé activité de l'extrait.

Globalement la quantité capacité (IC50) des variétés étudiées variait entre 0.16 et 0.0003. Dont la meilleure activité antioxydant est enregistré chez la variété Hafer Eljema1 suivie par Onk Hemam 1 avec des valeurs inférieures à celle du standard, sa sera plus intéressant de travailler plus profondément sur l'activité antioxydant de ces variétés

Résultats et Discussions

Les travaux similaires, étaient présentés par plusieurs auteurs ; qui ont enregistré des valeurs comprises entre 0.66 et 1.12 mg/ml pour Mahmoudi *et al* 2016. 0.09 et 0.089 mg/ml dans le travail de Ramgopal *et al* 2018. Cependant, d'autres études ont enregistré une capacité moins importante telle que Meghana *et al* 2017 (1.119 mg/ml). Amessis-Ouchemoukh *et al*, 2017 ont enregistré un pourcentage d'inhibition de radicaux libres DPPH de 0,30% (à 20.54 mg/ml). Boukhalfaa *et al* 2018 (0.346 mg/ml). Nurlyana *et al*, 2018. CI50 d'ordre 16,32 mg/ml. Aljane, 2018 en travaillant sur plusieurs variétés de figes tunisiennes a rapporté des pourcentages d'inhibition pour les accessions allant de 11,36 % à 64,737 %

La variabilité des résultats est fort probablement liée aux différences de mode d'extraction et les différents solvants, mais aussi il est essentiel de noter que l'origine géographique, la saison de récolte, les conditions de séchage, la température, et en particulier les conditions de la réaction (temps, rapport antioxydant/DPPH, type et la nature de solvant, pH) (Salah *et al*, 1995)

2) Pouvoir réducteur du Fer (FRAP)

Les résultats obtenus sont mentionnés sous forme de courbe de régression linéaire des concentrations d'extraits préparés des feuilles de figuier et de l'acide ascorbique en fonction des absorbances à 700 nm

À partir des courbes de régression linéaire, nous avons déterminé les EC50 pour chaque extrait préparé et pour l'acide ascorbique, les résultats sont présentés dans le tableau 24. D'après les résultats obtenus nous avons enregistré un meilleur pouvoir réducteur assuré par l'extrait de la variété Kahla, et Chetoui 2 et Chetoui 5, qui sont supérieures à l'acide ascorbique, en revanche le plus faible pouvoir de réduction a été enregistré pour le caprifuier Dokar,

Les résultats obtenus par Lahmadi *et al*, 2019, sur l'extrait de *Ficus carica* au Maroc. Ont montré des absorbances qui variaient entre 0,113 à 0,494. Même constatation a été rapportée par l'étude de Harzallah *et al*, 2016 sur différentes variétés de figes cultivées en Tunisie avec des absorbances variant selon la partie du fruit de 2,33 (fruit entier) à 3,36 (peau). Selon Shi *et al*, 2010, le pouvoir réducteur des feuilles de *Ficus carica* récoltées en Chine est de l'ordre de 33% pour une concentration de 0,25mg/ml. Les résultats Kherbouche et Rabah, 2016, montrent également que le pourcentage de réduction de FeCl₃ par les extraits à une concentration de (50mg/ml) varie de 13,72 à 46,72%. En outre cette dernière a montré que le pouvoir réducteur des feuilles est meilleur que celui des rameaux et celui des fibres.

4. Teste de Pearson X^2 et Table de contingences entre variables

Afin d'exploiter les résultats de caractérisation biochimique sur le plan statistique on a commencé par tester l'association des caractères biochimiques entre eux et avec les caractères morphologiques ; à savoir que l'hypothèse de test H_0 : il n'y a pas de relation entre les variables (les caractères sont indépendants), et l'hypothèse alternative est qu'il existe une dépendance entre les caractères

Résultats et Discussions

Au totale 17 associations on a rejeté l'hypothèse d'indépendance et on accepte l'hypothèse de la dépendance des variables (les caractères sont liés entre eux). Tableau 26

11 association très hautement significatif (seuil de Signification de Khi-deux de Pearson <0.01) et 6 associations significatives. Le reste des associations était non significatif.

Dans l'objectif de bien déterminer le pouvoir discriminant des caractères biochimique et morphologie on a aussi calculé la valeur de coefficient de contingence ce qui nous a permis d'estimer le degré de relation existant entre ces variables. Les résultats nous ont montré qu'il existe une forte association entre la présence des Quinone et saponines, ainsi en croisant ces paramètres avec la couleur de la peau de fruit ($0,7 < C < 0,5$). Pour les 14 associations significatives, ils ont marqué une intensité moyenne d'association ($0,2 < C < 0,5$)

Tableau 26 : valeurs de test khi-deux et coefficient de contingence entre les variables

Variables croisé		C	Ddl	Sig X ²
Flavonoïde	Coumarine	,318	2	,003
Flavonoïde	Quinone	,388	6	,005
Flavonoïde	Saponines	,468	6	,000
Coumarine	Quinone	,384	3	,000
Quinone	Saponines	,548	9	,000
Saponines	Saveur de fruit	,427	9	,005
Saponines	Couleur de feuilles	,392	6	,004
Saponines	Forme du fruit	,457	9	,001
Saponines	Couleur de peau	,517	24	,032
Quinone	Couleur de feuilles	,340	6	,033
Quinone	Forme du fruit	,444	9	,002
Quinone	Couleur de peau	,610	24	,000
Coumarine	Forme du fruit	,299	3	,016
Coumarine	Couleur de peau	,495	8	,000
Flavonoïde	Forme de la feuille	,388	10	,045
Flavonoïde	Forme du fruit	,354	6	,020
Flavonoïde	Couleur de peau	,470	16	,019

C : Coefficient de contingence Sig X² : Signification de Khi-deux de Pearson, ddl : degré de liberté

L'association entre les caractères de criblage phytochimique peut être expliquée par interaction entre ces métabolites qui doit être confirmé, en revanche l'association marqué pour des paramètres biochimique des feuilles de *Ficus carica* et les caractères morphologiques notamment les caractères qualitatifs de fruit peuvent être dus à l'effet d'association des gènes responsable de production de ces substances avec celle responsable pour le développement du fruit

Résultats et Discussions

5. Corrélation et analyse des composants principale

Le teste de corrélation entre les variables (biochimique et morphométrique), a pour but de voir s'il existe une relation entre variables et si l'attribution des modalités des caractères ne se fait pas au hasard (la dépendance des variables). On a calculé le coefficient de corrélation qui nous permet de donner une mesure synthétique de l'intensité de la relation entre deux caractères ainsi le sens de cette relation. On a utilisé le coefficient de corrélation de Pearson puisque notre population suit la loi normale et les caractères sont quantitatifs. L'interprétation des résultats du coefficient est significative si la valeur de p est plus petite que 0,05. Le coefficient de Pearson est compris entre +1 et -1 et nous permet de voir le sens de la relation entre les variables si c'est positif ou négatif) aussi la force de la corrélation (faible ou forte)

9 corrélations de Pearson significatif positif, d'où une corrélation hautement significatif était marqué pour la longueur de fruit avec la quantité de flavonoïdes, et corrélation significatif positif avec les tanins, Ces deux corrélations exprimées rejoint hypothèse de teste de khi deux de Pearson qu'il existe une relation des gènes responsable d'expression des substances et le développement de fruit

D'autres corrélations sont marquées pour Largeur fruit/Longueur de fruit, Longueur de feuille/ Longueur de fruit et largeur fruit, Longueur de feuille/ largeur de feuille et longueur feuil, Largeur feuille / largeur fruit longueur feuille, Longueur de pétiole/ longueur feuille et largeur feuille, ces corrélations était étudié en chapitre 1 qui étaient significatif (revoir chapitre 1)

Résultats et Discussions

Tableau 27 : Résultats de test de Corrélations Pearson

		FRAP	DPPH	Polyphénol	Flavonoïde	Tanins	Longueur Fruit	Largeur Fruit	Longueur Feuille	Largeur Feuille	Longueur Pétiole
FRAP	Corrélation De Pearson	1									
	Sig. (Bilatérale)										
DPPH	Corrélation De Pearson	,266	1								
	Sig. (Bilatérale)	,060									
Polyphénol	Corrélation De Pearson	,019	-,143	1							
	Sig. (Bilatérale)	,893	,317								
Flavonoïde	Corrélation De Pearson	-,115	-,177	-,038	1						
	Sig. (Bilatérale)	,423	,214	,698							
Tanins	Corrélation De Pearson	-,046	-,194	,168	,110	1					
	Sig. (Bilatérale)	,750	,174	,087	,263						
Longueur De Fruit	Corrélation De Pearson	,095	-,129	,132	,295**	,230*	1				
	Sig. (Bilatérale)	,509	,367	,178	,002	,018					
Largeur De Fruit	Corrélation De Pearson	,003	-,161	,016	,162	,018	,623**	1			
	Sig. (Bilatérale)	,984	,260	,871	,098	,853	,000				
Longueur De Feuille	Corrélation De Pearson	-,272	-,108	-,104	,157	-,024	,269**	,328**	1		
	Sig. (Bilatérale)	,054	,449	,289	,110	,808	,006	,001			
Largeur De Feuille	Corrélation De Pearson	-,060	-,231	,038	,173	-,080	,062	,241*	,701**	1	
	Sig. (Bilatérale)	,678	,103	,698	,077	,415	,529	,013	,000		
Longueur De Pétiole	Corrélation De Pearson	,083	,122	-,158	,030	-,127	-,110	,129	,544**	,461**	1
	Sig. (Bilatérale)	,562	,392	,108	,765	,198	,264	,190	,000	,000	

Sig : signification/ N : nombre d'observation/ **. La Corrélacion Est Significative Au Niveau 0.01 (Bilatéral). / *. La Corrélacion Est Significative Au Niveau 0.05 (Bilatéral).

Résultats et Discussions

6. L'analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) des variables étudiées, nous a permis d'examiner les valeurs propres pour déterminer le nombre de composantes principales à retenir.

L'interprétation graphique des résultats de l'ACP est réalisée principalement en fonction du plan 1-2 parce qu'il fournit le maximum d'informations avec 41,19 % de contribution à la variation totale (23,24 % de contribution pour l'axe 1 et 17,95 % pour l'axe 2).

La figure 38 nous présente les corrélations entre les variables, qui sont regroupées en 3 groupes. Le premier groupe comporte les variables flavonoïdes, largeur de fruit, longueur de fruit, tanins et polyphénols. Pour le deuxième groupe, les deux variables FRAP et DPPH, et le troisième groupe regroupe les variables liées à la feuille (largeur et longueur de feuille et longueur de pétiole). On voit une corrélation positive entre ces variables et elles sont bien présentées.

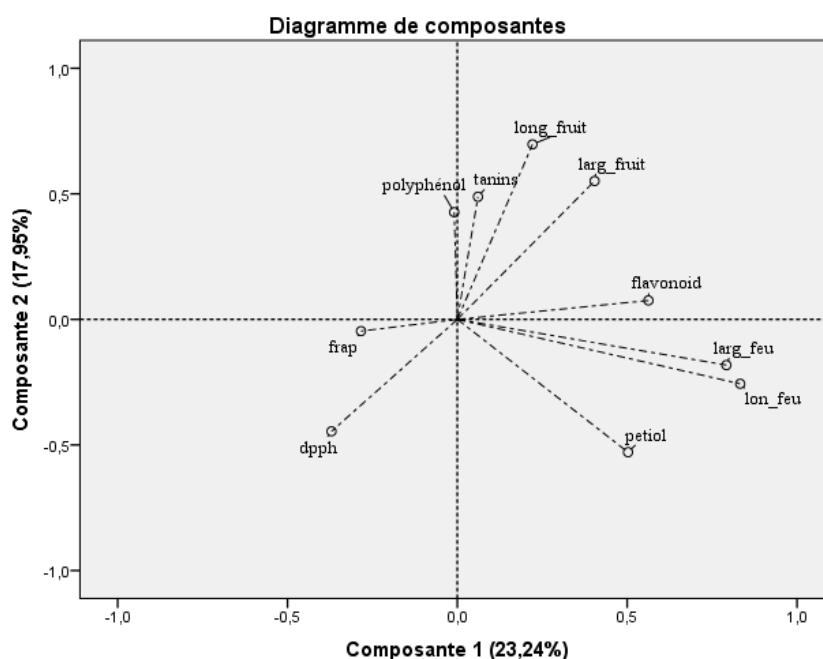


Figure 38 : Représentation graphique des variables biochimique et morphologique par l'analyse de correspondance multiple

Résultats et Discussions

Les variables de l'activité anti-oxydante sont pas bien représenté cela est due à le nombre réduit des individus par rapport aux autre variable. En ce qui concerne le premier groupe on remarque que les polyphénols et tanins sont moins présenté par rapport les paramètres morphologique du fruit et flavonoïdes. En revanche une corrélation positif est montré entre longueur de fruit et tanins et polyphénol alors qu'une corrélation légère entre la longueur de fruit et flavonoïdes que ce n'est pas le cas pour les résultats de corrélation de Pearson. Cette représentations graphique reste moins informatif par rapport au teste de corrélation de Pearson, mais qui donne une visions des contributions des caractères sur notre échantillonnage.

7. Classification ascendante hiérarchique

La classification ascendante hiérarchique est basée sur la Méthode d'agrégation par distance euclidienne. Le dendrogramme de l'arbre hiérarchique (figure 39) nous permet de visualiser 2 grandes classes

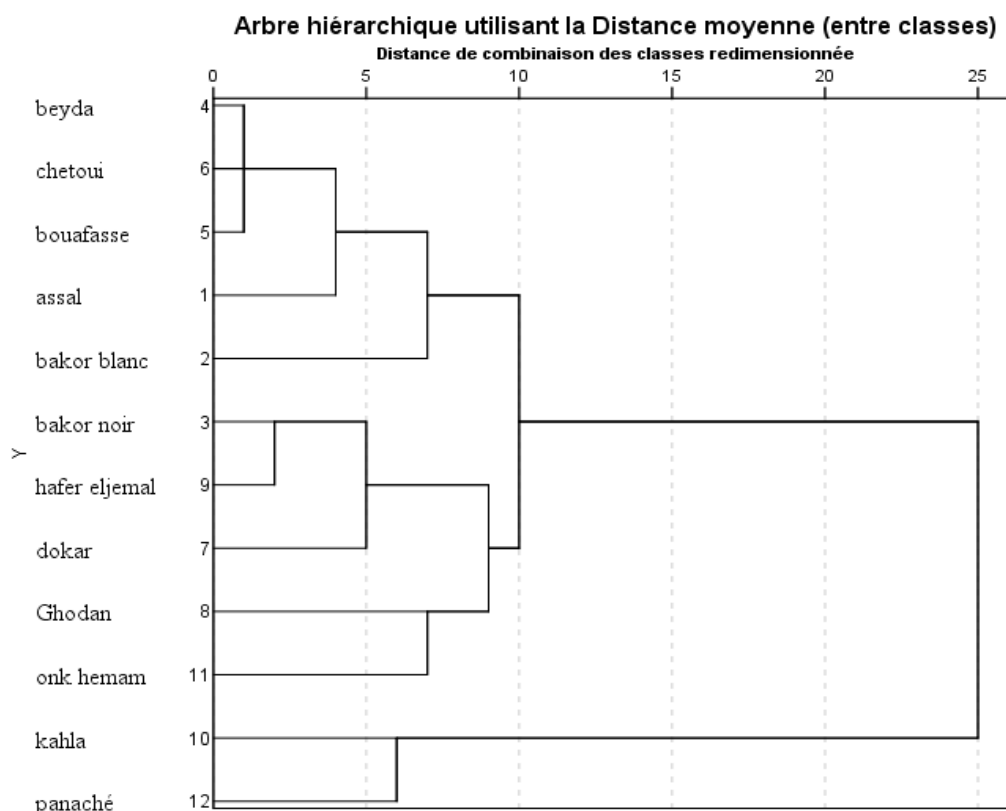


Figure 39 : Arbre hiérarchique utilisant la distance moyenne (entre classes) selon variable biochimique et morphologique

La première classe comporte deux variétés : panachée et Kahla

La deuxième classe regroupe le reste des variétés qui se divise en deux sous-classes. Le premier groupe est dispersé en distance euclidienne que le deuxième qui regroupe Onk Hemam, Ghodan, Dokar, Hafer Eljema, et Bakor Noir ; d'où on remarque Dokar en groupe divisé que les autres. La deuxième sous-classe, regroupe Beyda, Chetoui, Bouafasse, Assal et

Résultats et Discussions

Bakor Blanc. Ce dernier (Bakor Blanc) est en groupe séparé par rapports aux autres. La première sous classe regroupe les variétés avec couleur claire alors que la deuxième regroupe les variétés de gros calibre qui ont montré des valeurs importantes en teneur biochimique

La figure 40 représente la projection barycentre des variétés selon les variables morphologiques et biochimiques, le premier groupe en rouge présente la classe la plus diversifié. Les variétés Chetoui, Assal et Ghodan sont proche au centre de classe de ce fait représente bien cette classe

La deuxième classe regroupe les variétés qui ont présenté la plus faible teneur en FRAP et la plus importante largeur de feuille

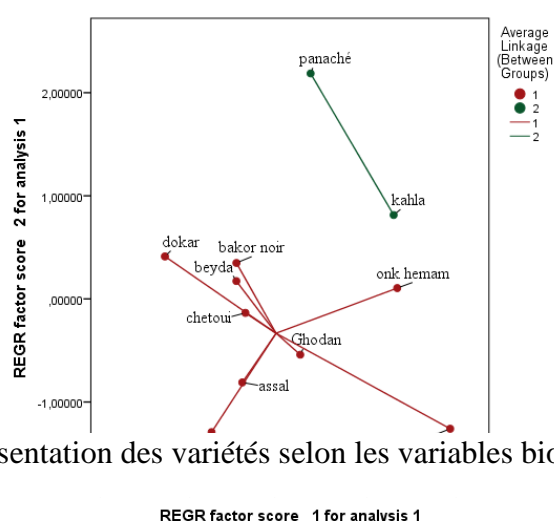


Figure 40 : Représentation des variétés selon les variables biochimique et morphologique

Chapitre 3 caractérisations génétiques

Dans ce chapitre, nous avons évalué la diversité génétique de quelques variétés de *Ficus carica* d'où on a commencé par l'isolement de l'ADN de 94 échantillons puis on a testé la qualité ensuite l'amplification par des marqueurs SSR et enfin l'analyse de diversité génétique

1. Extraction et Qualité des ADN extraits

Obtenir de l'ADN de bonne qualité à partir de plante récalcitrante ou riche en métabolites secondaires constitue un obstacle pour plusieurs techniques de biologie moléculaire (génotypage, construction de banque d'ADN, séquençage, analyse PCR) (Boudchicha 2019). En effet, les polyphénols interagissent de manière irréversible avec l'ADN et rendent sa couleur brun à marron, tandis que les polysaccharides tendent à se précipiter avec l'ADN en le rendant visqueux non amplifiable (Demeke et Adams, 1992), non digestible (Do et Adam, 1992) et souvent dégradé (John, 1992).

La méthode qu'on a utilisée était rentable, puisque les échantillons ont montré une bonne qualité du point de vue de la pureté d'ADN ; le ratio de 260A/280A était compris entre 1.68 A et 2.2A). En outre la majorité des échantillons ont présenté une concentration très élevée

Résultats et Discussions

supérieure au 1000 ng/μl à cause de l'excès en ADN qui provient de la solution mère, ce qui nécessite une dilution.

2. Génotypage par séquenceur automatique

L'analyse de produit PCR pour les cinq marqueurs SSR était à l'aide du séquenceur automatique, ou l'analyse des électrophérogrammes obtenus a été réalisée manuellement suite à une lecture directe des pics, ainsi on a attribué à chaque allèle la taille moléculaire en (Pb).

L'analyse de la qualité des pics était selon leurs résolutions ; en effet les faibles résolutions étaient dues à des problèmes de qualité d'ADN (Pureté après dilutions), ou à des erreurs techniques lors de la réalisation de la PCR, ce qui nous a obligés à ressayé l'analyser plusieurs fois pour quelques échantillons pour confirmer

Les résultats du génotypage sont représentés sous forme d'une matrice avec, les marqueurs (colonne) et les individus (ligne). Chaque marqueur est représenté par deux formes génotypiques (homozygotes ou hétérozygotes) possédant une taille propre en paire de bases (Pb) (Figure 41). On a éliminé sept échantillons à cause des échecs de d'amplification d'ADN. Les données des 87 échantillons avec 5 microsatellites obtenue étaient exporté dans une matrice afin d'utiliser dans l'analyse de polymorphisme et diversité génétique.

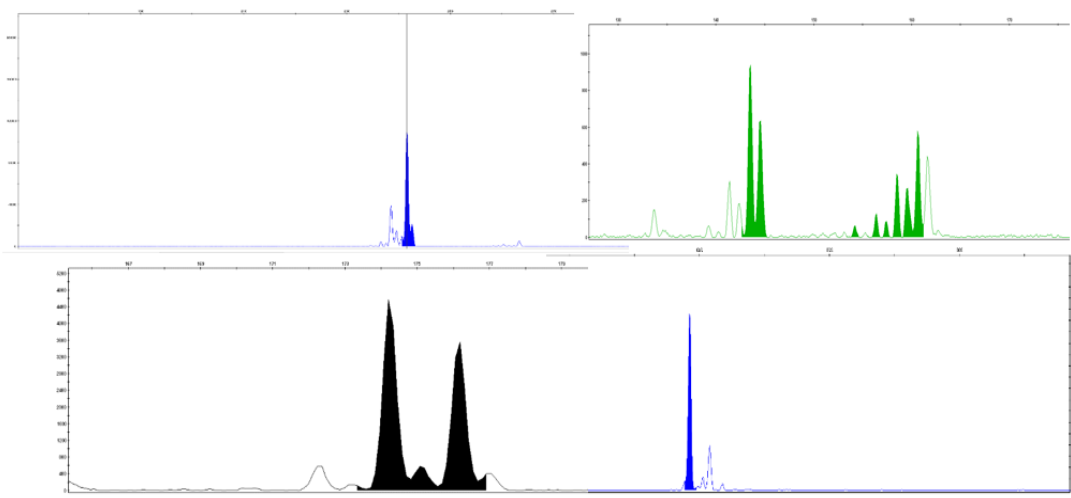


Figure 41 : Exemple d'un électrophorégramme obtenu pour 4 microsatellites marqués par les fluorophores (Fam, Vic, Ned).

3. Analyse statistique de polymorphisme et diversité génétique

3.1 Polymorphisme des SSR et indice de la variabilité génétique

Dans la présente étude, on a utilisés 5 marqueurs SSR en se basant sur leur haut degré de polymorphisme, l'ensemble de ces SSR ont présenté un profil de un ou deux fragments par génotype ; En effet les génotypes qui montre un profil d'un seul allèle sont considérés comme des homozygotes, mais on suggère aussi que c'est due à l'amplification d'un seul locus. Pour les génotypes qui ont présenté deux fragments, ils sont considérés comme hétérozygote.

Résultats et Discussions

Le tableau 28 présente les paramètres génétiques des marqueurs étudiés ; La taille des SSR varie entre 118-263 selon les amorces. Au total 50 allèles ont été observés chez les 86 individus ; les amorces FCUP008 et MFC1 ont présenté le plus d'allèles par locus, en revanche l'amorce T06D8 a montré le nombre le plus bas d'allèle.

Tableau 28 : Taille des fragments et valeurs des paramètres génétiques pour chaque locus étudiés.

SSR	Taille (Pb)	No. Allèles	PIC	Ho	He	Fis	Fit	Fst	Nm
FCUP008	139-181	12	0.739	0.7959	0.7902	-0,090	0,271	0,332	0,504
T06D8	174-190	7	0.646	0.9020	0.6259	-0,498	0,257	0,504	0,246
MFC1	172-196	13	0.801	0.7162	0.7522	0,126	0,256	0,148	1,439
LMFC34	213-263	10	0.809	0.1875	0.6721	0,375	0,744	0,590	0,173
MFC3	118-131	8	0.714	0.8000	0.7078	-0,703	0,303	0,591	0,173
Mean				0.6803	0.7096	-0,158	0,366	0,433	0,507
SE				0.2833	0.0647	0,198	0,095	0,086	0,241

Pb : paire de base/ *No* : nombre d'allèles/ *PIC* : contenu information du polymorphisme/ *Ho* : Hétérozygotie observée/ *He* : Hétérozygotie attendue/ *FIS*, *FIT*, *FST* : - paramètre de structuration de la diversité génétique / *Nm* : flux génétique estimé pour $Nm = 0,25 (1-FST)/FST$ (Nei, 1987) par logiciel Popgene (Yeh et al, 1997).

De même L'hétérozygotie observée *Ho* est de moyenne 0.6803 (elle varie entre 0.1875-0.9020 chez LMFC34 et T06D8 respectivement). L'hétérozygotie attendue *He* varie entre 0.6259 à 0.7902 au locus T06D8 et FCUP008, respectivement (avec une moyenne de 0.7096).

En effet la forte hétérozygotie des loci peut s'expliquer par la nature non croisée de cette espèce (Akin et al 2020).

Il existe des travaux similaires qui ont rapporté des valeurs inférieures de nos résultats on cite Ikegami et al. (2009) sur les variétés de figes européennes et asiatiques a révélé des valeurs moyennes égales de *He* 0,44. Aradhya et al. (2010) qui ont signalé un nombre de 4,9 allèles par locus et 0,5 d'*He* sur les accessions de figuier maintenues dans une collection aux USA Teoman et al. (2017) en Turquie (*Ho* de 0,18 à 0,76 avec une moyenne de 0,45, et *He* allaient de 0,24 à 0,81 avec une moyenne de 0,54). En revanche les valeurs rapportées par Caliskan et al (2012) (*Ho* (0,71) et *He* (0,68)) sur les accessions de figes de la région de Turquie, Saddoud et al 2012) en Tunisie (*He*= 0,77) par locus, et Boudchicha 2019 (nombre d'allèles par locus 3,59 et *He* 0,43), cette variation de résultats est en relation avec les marqueurs choisis et bien sûr le nombre et la diversité génétique des variétés étudiées.

Globalement le contenu information du polymorphisme des loci étudiés était hautement informatif ; ceci est dû au nombre élevé d'allèles présentés par ces marqueurs. Les deux loci LMFC34 et MFC1 ont montrés les plus grandes valeurs du *PIC* (0,809 et 0.801

Résultats et Discussions

respectivement), par contre le locus T06D8 a montré la valeur la plus faible (0,646). D'autres travaux ont rapporté des valeurs contenues information du polymorphisme, qu'on note Ikegami *et al.* 2009 sur les variétés européenne et asiatique en utilisant SSR et iSSR qui a rapporté les valeurs PIC comprises entre 0,26 et 0,82. Teoman *et al.*, 2017 qui a travaillé sur les géotypes mal et femelles en utilisant 24 amorces SSR polymorphes qui a indiqué des valeurs PIC comprises entre 0,42 et 0,98 avec une moyenne de 0,73. Knap *et al.*, 2017 dans la région de côte adriatique qui a utilisé 7 microsatellites, ou il a trouvé des valeurs PIC comprises entre 0,52 et 0,80 avec une moyenne de 0,67. En effet cette diversité des résultats est due à la variation génétique élevée au sein de l'accèsion étudiée, en raison des valeurs PIC élevées pour tous les loci.

Les F-statistiques de Wright (1968) (Fis, Fst et Fit) ont permis de décrire le niveau statistiquement attendu d'hétérozygotie dans la population, ils ont été estimés pour chaque locus chez l'ensemble des populations étudiées.

Le déficit d'hétérozygotie à l'intérieur des populations (Fis) est en moyen de -0,158 pour l'ensemble des loci ; il varie entre -0,703 pour MFC3 et 0,375 pour LMFC34. Les trois marqueurs (FCUP008, T06D8 et MFC3) ont présenté des valeurs de FIS négatives ce qui signifie que, dans l'ensemble des populations, il y a eu plus d'hétérozygotes que prévu pour ces marqueurs, aussi que c'est due à la particularité propre à cette espèce qui amène à la propagation clonale pour surmonter les effets délétères de mutations récessives (Mallikarjuna *et al.*, 2010 Benettayeb, 2019

La valeur FIT représente le déficit global en hétérozygoties dans les populations. Elle varie entre 0,257 pour T06D8 et 0,744 pour LMFC34, avec une moyenne de 0,366 pour tous les loci. La moyenne de l'indice de fixation de chaque population (FST) est de 0,433, variant de 0,148 pour MFC1 à 0,591 pour MFC3. Le flux génétique estimé Nei, 1987 est de moyenne 0,507 ce qui est dépendant à l'indice de fixation de chaque population (FST).

En générale, les résultats obtenus pour la majorité des paramètres génétiques étudiée par les 5 microsatellites (SSR) sont plus élevés que ceux rapportés par Aouan, 2015, Bellatar, 2019, Benettayeb, 2019, Boudchicha, 2019 qui ont travaillé sur quelque variétés des figuiers Algérienne, ceci est fort probable dû à la méthode d'amplification, et l'électrophorèse, en outre on peut conclure que ces marqueurs génétiques utilisés dans cette étude ont un grand pouvoir de révélation de la diversité génétique des variétés de figuier.

En effet, il existe plusieurs études de caractérisation génétique du *Ficus carica*, à l'aide des marqueurs moléculaires, basée sur des répétitions microsatellites (SSR-simple sequence repeat, ceci est en raison de leur Cohérentité dominante, leurs niveaux élevés de polymorphisme et de reproductibilité, et leur simplicité d'analyse et de comparaison entre les études et les ensembles de matériel génétique. Ces marqueurs SSR sont confirmés comme un outil génétique efficace pour évaluer la diversité génétique et la structure des sous-populations. Ce qui était confirmé par Bandelj *et al.*, 2007. Caliskan *et al.*, 2012. Khadari *et al.*, 2012. Ben Abdelkrim *et al.* 2015. Knap *et al.*, 2017, Akin *et al.*, 2020.

Résultats et Discussions

Tableau 29 : valeurs des paramètres génétiques pour chaque variété étudiés

Population	Na	Na Freq. ≥ 5%	Ne	I	No. _{PA}	No. LComAl (≤25%)	No. LComAl (≤50%)	He	Hnb
Bakor Blanc	4,800	3,600	3,269	1,268	0,800	0,000	1,600	0,670	0,811
Beyda	1,200	1,200	1,133	0,347	0,000	0,000	0,200	0,225	0,367
Chetoui	6,600	3,000	2,743	1,214	2,600	0,000	1,600	0,615	0,627
Hamra	1,000	1,000	0,800	0,312	0,200	0,000	0,200	0,200	0,320
Kahla	5,200	4,800	4,220	1,482	1,400	0,000	1,800	0,742	0,843
Onk Hemam	1,400	1,400	1,400	0,416	0,200	0,000	0,600	0,300	0,533
Zeriki	2,800	2,800	2,333	0,829	0,200	0,000	0,600	0,492	0,672

Na = nombre d'allèles/ *Na* (*Freq* ≥ 5%) = nombre d'allèles, avec fréquence ≥ 5%/ *Ne* = nombre efficace des allèles/ *I* = l'index de Shannon/ *No.* _{PA} nombre d'allèle privé par variété/ *No. LComAl* (≤25%) : nombre d'allèle en communs localement avec fréquence <25% de la population / *No. LComAl* (≤50%) : nombre d'allèle en communs localement avec fréquence <50% de la population/ *He* = hétérozygotie attendue/ *Hnb* = Hétérozygotie attendue non biaisée/

3.2 Polymorphisme des variétés et variabilité génétique

Dans le but d'avoir une estimation globale de la variabilité génétique, au sein de chaque variété, on a analysé la fréquence allélique pour chaque variété. Les paramètres de la diversité génétique au sein des populations étudiées sont présentés dans le tableau 29.

3.2.1 Fréquences et diversité alléliques

3.2.1.1 Nombre allélique

Les résultats obtenus pour les sept variétés étudiées, ont montré un nombre moyen d'allèles de 3,27, d'où le plus élevé chez la variété Chetoui avec 6,6. En revanche le nombre d'allèles, avec fréquence supérieur ou égale à 5% le plus élevé est chez la variété Kahla (4,22), et les plus faibles nombres moyens d'allèles ont été enregistré chez Hamra et Beyda (une moyenne respectivement 1 et 1,2). Ces résultats peuvent être expliqués par la taille des échantillons (la taille de la variété Chetoui est plus importante) (Andru, 2012).

3.2.1.2 Nombre efficace d'allèles (Ne)

Le nombre efficace d'allèles (*Ne*) qui est un critère de variabilité intra population, pour la population de figuier algérien est de 2,27, ou Il varie de 0,8 pour la variété Hamra à 4,22 pour la variété Kahla. Les variétés Hamra et Beyda ont présenté des faibles taux en nombre efficace d'allèles (0,8 et 1.13 respectivement. En effet on a déjà constaté dans notre prospection sur terrain que ces variétés locale possèdent un faible effectif ce qui requiert une mise en place rapide d'un programme de conservation génétique.

Résultats et Discussions

3.2.1.3 Allèles privés

La majorité de ces allèles privés sont exprimés par de faibles fréquences. La fréquence globale des allèles privés est de 5,4 ; dont la fréquence maximale est de 2,6 pour la variété Chetoui, suivie par la variété Kahla avec une fréquence 1,4, les résultats ont montrés que la variété Beyda est dépourvu d'allèle privé, en effet la faiblesse de ces fréquences indique une faible contribution de ces allèles à la variation génétique. Par ailleurs l'existence de nombreux allèles privés dans une population démontre son originalité (Fotsa, 2008). En parallèle on ne peut pas négliger le nombre d'échantillons qui a surmonté le nombre d'allèle que par suit il comporte plus de fréquence que un échantillon réduit (le cas de la variété Chetoui).

En outre une fréquence plus élevés chez Kahla par rapport aux autre variétés ce qui indique que la diversité génétique est plus importante chez cette variété par rapport aux autres ; puisque les allèles privés sont une source de diversité génétique (Petit *et al*, 1998). Les fréquences d'allèle privé sont égale pour les variétés Hamra, Onk Hemam et Zeriki ; ceci dis qu'ils ont le même taux d'originalité en se basant sur les 5 marqueurs étudier.

3.2.1.4 Allèles en communs

La fréquence des allèles locale en commun, nous permis de voir la ressemblance génétique de chaque variété par rapport à la population étudier. Ce paramètre nous permet d'estimer la diversité génétique de chaque variété par rapport à la population étudiée. Aucune fréquence d'allèle en commun n'était marquée en comparant avec le quart de la population (25%). Ceci nous confirme qu'il existe une certaine diversité génétique ; que par conséquence, il existe moins de ressemblance et moins de consanguinité. Les résultats obtenus pour 50% de la population, ont montré une fréquence élevée chez la variété Kahla (1,8) suivie par les variétés Chetoui et Bakor Blanc (avec mêmes fréquence 1,6). Ceci dit que ces variétés partagent le plus d'allèle dans la population par rapport aux autres. En revanche, le nombre d'allèle en communs localement le plus bas, est marqué chez les variétés Beyda et Hamra, ceci est logique puisque la richesse allélique (nombre d'allèles N_a) est moins importante que les autres.

3.2.2 Taux d'hétérozygotie théorique (H_e) et Taux d'hétérozygotie non biaisé (H_{nb}) :

Les figures 43 et 44 résumant les différents taux d'hétérozygotie attendu (H_e) et non biaisé (H_{nb}) calculés grâce au logiciel GenALEX 6.5. Pour les 7 variétés.

En raison du faible nombre d'échantillons représentant certaines variétés étudiées, il est préférable de considérer hétérozygotie attendue non biaisée. En effet, puisque le taux d'hétérozygotie théorique varie selon le nombre d'allèles détectés, il peut être sous-évalué si l'échantillonnage est trop faible. (Ameur Ameur, 2018)

Résultats et Discussions

En effet le taux d'hétérozygotie théorique (H_e) le plus élevé était marqué dans la variété Kahla (0,742) ceci nous renforce la suggestion que la diversité de la variété Kahla est plus importante par rapport à les autres variétés. L'hétérozygotie non biaisé (H_{nb}) est proportionnelle à celle attendus

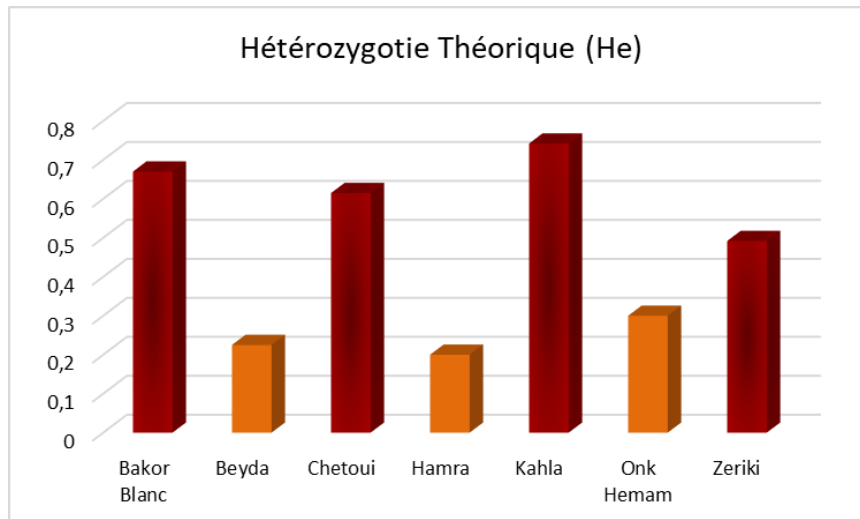


Figure 43 : taux d'hétérozygotie théorique pour chaque variété

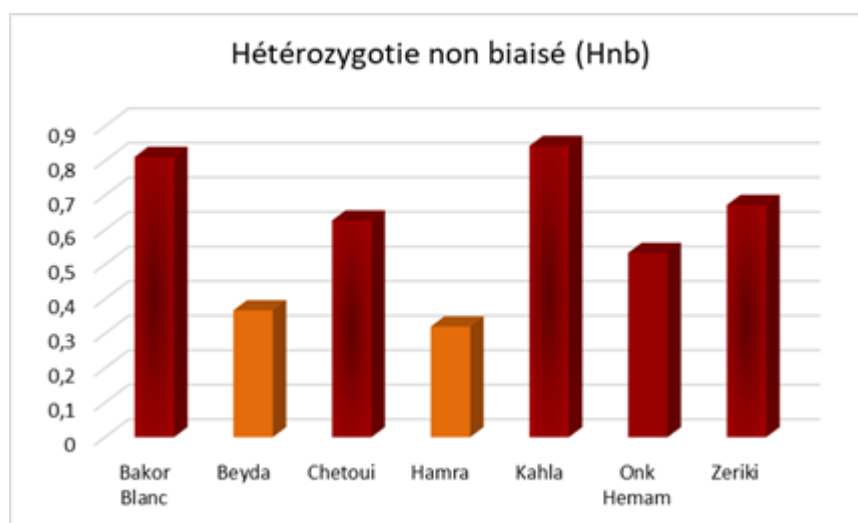


Figure 42 : taux d'hétérozygotie non biaisé pour chaque variété

Le plus faible taux d'hétérozygotie non biaisé enregistré chez Hamra et Beyda se sont évidemment celles qui ont le moins nombre d'allèles.

La moyenne du taux d'hétérozygotie de toutes les variétés est 0,46. Il existe des travaux qui ont détecté un polymorphisme et une hétérozygotie élevés dans les génotypes et les cultivars de figuier, on cite Giraldo *et al*, 2005 Ben Abdelkrim *et al*, 2015 Aouan, 2015, Bentayab, 2019, Boudchicha, 2019, Akin *et al*, 2020

Résultats et Discussions

Ces auteurs ont expliqué que les SSR appliqués en général à la majorité des espèces à hybridation croisée, qui se propagent par clonage, semblent être caractérisés par un niveau moyen d'hétérozygotie.

3.2.3 Index de biodiversité de Shannon (I)

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité spécifique de chaque variété. Il varie entre 0,312 (variété Hamra) et 1,482 (la variété Kahla). Au moyen la biodiversité variétal est 0,84, ces résultats sont supérieurs aux résultats de Marcotuli *et al*, 2019 sur les variétés italiennes et de Croatie et de Zhang *et al* 2020 (0,344) (figure 44)

En effet la biodiversité de la variété Kahla est marqué même sur le plan phénotypique qui confirme la suggestion donné quel la diversité pomologique est liée à sa diversité génétique.

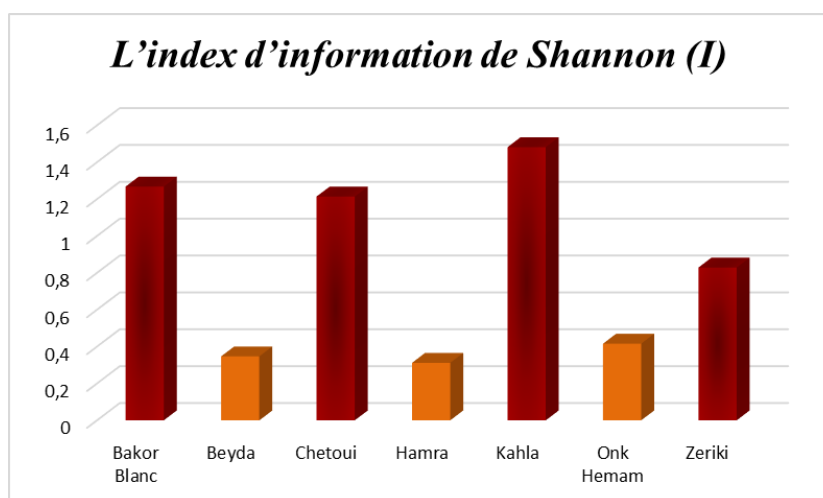


Figure 44 : L'index d'information de biodiversité de Shannon (I)

3.2.4 Indice de différenciation FST

L'indice de FST mesure la différenciation entre groupes ou sous populations. Ce paramètre est compris entre 0 et 1. Un $FST > 0$ reflète une différenciation entre les populations.

Le tableau 30 nous montre les valeurs de FST entre les différentes variétés de figuier étudiées,

Il existe une différenciation génétique modérée entre la variété Bakor Blanc avec Zeriki, Chetoui et Kahla, et entre Bakor Blanc et Kahla. En effet les variétés Bakor Blanc et Kahla partagent plus d'allèle avec la population ceci nous explique leur approche.

Une différenciation qui est importante entre les variétés onk hemam, Beyda et Hamra

Le reste des combinaisons de Fst sont très importante (supérieur à 0,25), d'où la différenciation génétique la plus importante a été observée entre Hamra et Onk Hemam avec une valeur 0,695 ;

Résultats et Discussions

Cette divergence génétique entre les populations étudiées, est due à la richesse et la diversification des variétés Algérienne.

Tableau 30 : indice de différenciation FST

	Bakor Blanc	Beyda	Chetoui	Hamra	Kahla	Onk Hemam	Zeriki
Bakor Blanc	0,000						
Beyda	0,358	0,000					
Chetoui	0,065	0,393	0,000				
Hamra	0,453	0,680	0,460	0,000			
Kahla	0,063	0,374	0,062	0,409	0,000		
Onk Hemam	0,319	0,626	0,376	0,695	0,280	0,000	
Zeriki	0,120	0,398	0,163	0,526	0,153	0,407	0,000

3.2.3 Distances génétiques et établissement des relations phylogéniques

3.2.3.1 Arbres phylogénétiques (dendrogramme)

L'arbre phylogénétique (dendrogramme) du matériel génétique analysé basé sur les 5 marqueurs microsatellites a été construit en utilisant des résultats obtenus pour la distance génétique de Nei 1983, et la méthode de classification automatique « UPGMA, bootstrap 1000 ». (Figure 45). Les valeurs de bootstrap indiquées à chaque nœud révèlent le pourcentage d'apparition.

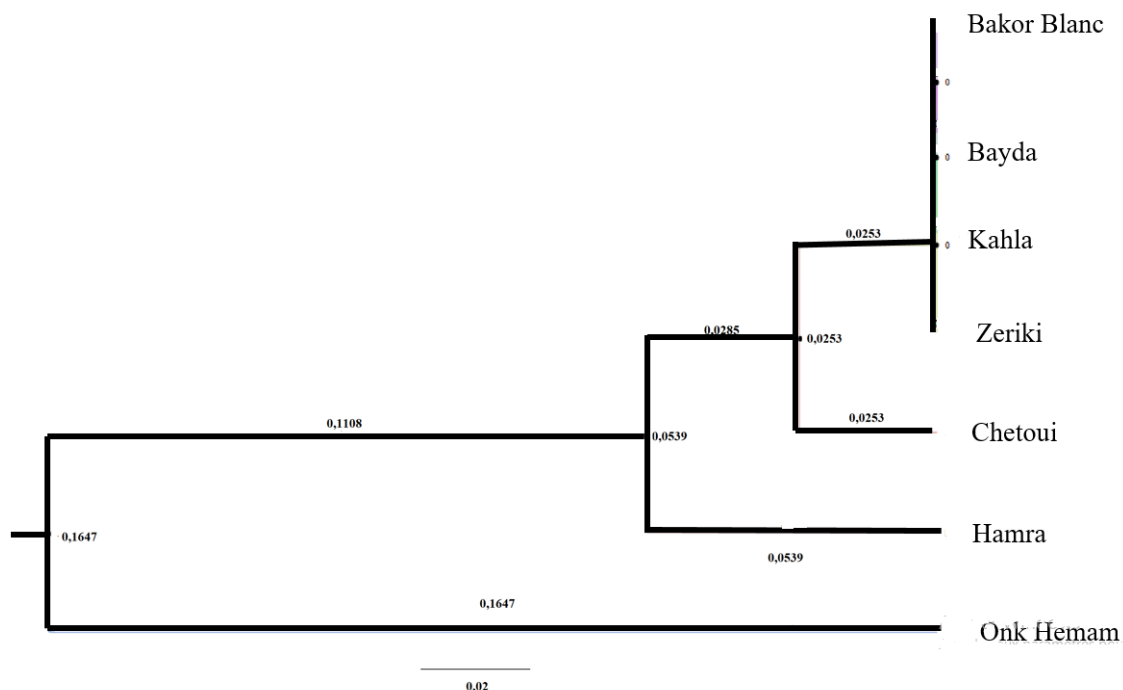


Figure 45 : Dendrogramme classification UPGMA basé sur la distance génétique entre les variétés étudiées

Résultats et Discussions

Dendrogramme UPGMA a révélé deux groupes principaux : le premier groupe (une variété Onk Hemam) loin des autres groupes, le deuxième groupe (les six variétés). Qui sont regroupé en deux sous classes ; la variété Hamra en sous classe typique et la deuxième sous classes comporte le reste des variétés (variétés Bakor Blanc, Beyda, Kahla, et Zeriki avec des distances égales). Et la variété Chetoui séparé des 4 variétés du sous-groupe.

Le regroupement des classes et sous classes variétés reflète la différence génétique basée sur les marqueurs SSR. En effet La diversité des classes obtenus est causé par la distance entres les variétés, en particulier la variété Onk Hemam, qui se diffères des autres variétés ; que c'est fort probables que cette variété est issus de croisement entre deux parent éloignée, le même cas pour la variété Hamra.

En ce qui concerne le regroupement des variétés dans la même sous classe peut être expliqué par la similarité génétique, qu'on suggère, qu'ils partagent les mêmes allèles pour ces microsatellites, en effet les deux variétés Biffère Bakor Blanc et Zeriki se rapproche morphologiquement alors que les variétés Kahla et Chetoui sont plus éloignés, en revanche ces variétés ont montré un indice de diversité importants, ainsi un nombre élevé d'allées en communs. Cette interprétation est renforcé par Mallikaejuna *et al* 2010 qui ont suggéré que ce type d'assortiment (des variétés différentes dans même classe) est suggestif de l'héritabilité de l'expression sexuelle chez le figuier et du partage du pool génétique commun entres différent type ce qui entraîné une vaste dispersions des cultivars et homogénéisation des populations locales, mais aussi le nombre réduit des variétés tel que Beyda peut aussi influencer sur les résultats. Des résultats similaires rapportés dans les travaux de Caliskan et Polat, 2012. Bentteyeb 2019, Boudchicha 2019, Akin *et al* 2020

3.2.3.2 Analyse de la variance moléculaire (AMOVA)

La hiérarchisation de la diversité globale de l'ensemble des variétés de la présente étude a été réalisée par l'AMOVA avec le logiciel GenALEX 6.5 (Peakall et Smouse 2006, 2012) la figure 46 et le tableau 31, montre les résultats obtenu. Le pourcentage de variation entre les populations obtenues est de 5 % et entre les individus au sein de ces groupes il est de 38%, par contre la grande variation est enregistrée au sein des individus, elle est de 57 %. Ce résultat signifie que la diversité globale est due principalement à la diversité entre les individus au sein des populations, ceci est interprété aussi par le taux d'hétérozygotie élevé chez les variétés étudiées

Tableau 31 : Analyse de la variance moléculaire (AMOVA) au sein et entre les accessions de *Ficus carica* L. étudiées

Source	ddf	SS	MS	Est. Var.	%
Entre les variétés	6	24,075	4,012	0,090	5%
Entre les Individus	80	177,655	2,221	0,639	38%
Au sein des Individus	87	82,000	0,943	0,943	56%
Totale	173	283,730		1,671	100%

Ddf : degré de liberté/ *SS* : somme des carrés/ *Est.Var* : la variance estimé/ % : pourcentage

Résultats et Discussions

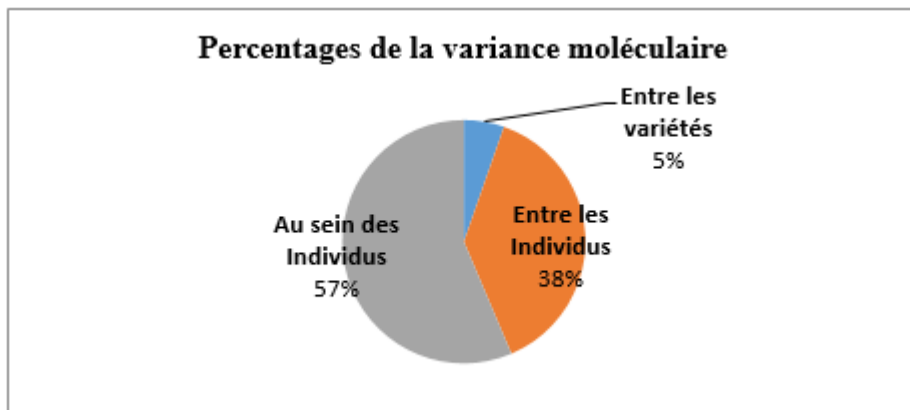


Figure 46 : représentation graphique de pourcentage de la variance moléculaire

3.2.3.3 Analyse des coordonnées principales (PCoA)

Une analyse de coordonnées principale PCoA a également été réalisée, les résultats de cette analyse sont montrés sur la figure 47. Cette dernière représente 92 % du total des informations générées par cette étude moléculaire. Cette valeur signifie que notre PCoA est bonne au niveau statistique.

L'analyse de coordonnées principales nous a montré une disposition des variétés dispersée, nous pouvons remarquer que la variété Chetoui, Hamra et Bakor Blanc sont les plus éloignés entre eux. En revanche les variétés Onk Hemam et Kahla sont proche. En effet le regroupement des variétés est influencé par le nombre des échantillons

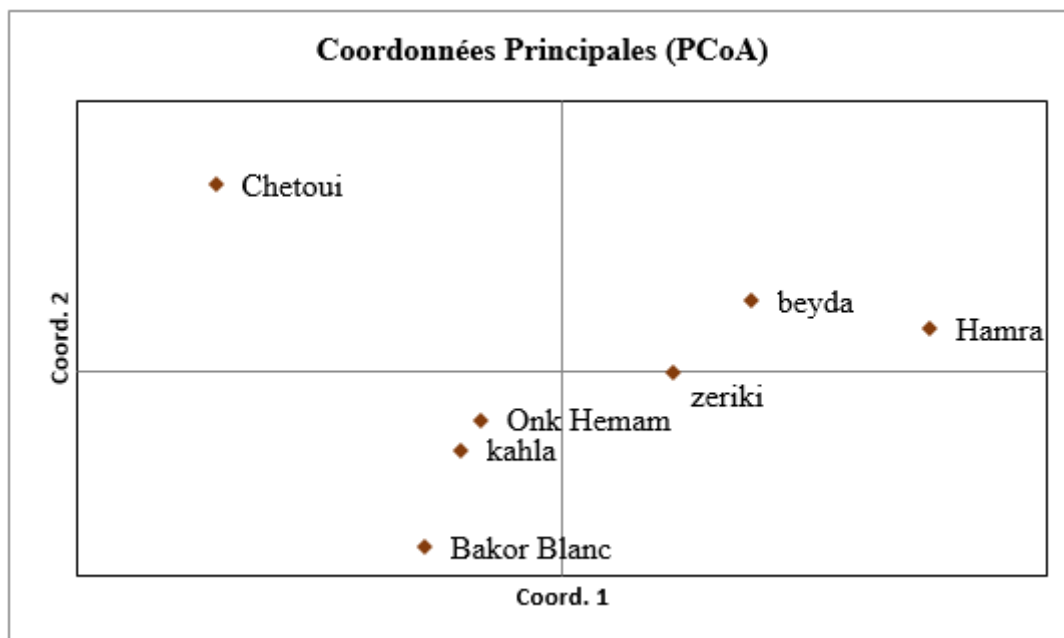


Figure 47 : représentation graphique des coordonnées principales (PCoA)

Résultats et Discussions

Il existe d'autres études Papadopoulou *et al*, 2002 ; Salhi-Hannachi *et al*, 2006 qui ont utilisé les marqueurs RAPD dont ils ont groupés les génotypes selon leurs origines géographiques mais avec une base génétique confuse. Autres travaux en Tunisie Ben Abdelkrime *et al*, 2015,

Ainsi, Khadari *et al*, 2005 a utilisé la variation de l'ADN mitochondriale par les marqueurs RFLP qui a montré une différence entre les groupes de figuier Méditerranéens, qui était avec une méthodologie d'échantillonnage limitée

Chapitre 4 : Caractérisation globales pour les variétés

Dans le but d'exploiter les résultats obtenus dans cette caractérisation et typologie des variétés algérienne. On a récapitulé les caractéristiques morphologiques (qualitatives et quantitatives), biochimiques (screening phytochimique, analyse des composés phénoliques et activité antioxydante) et génétiques (génotypage à l'aide des cinq marqueurs SSR étudiés). Ce qui nous a permis d'entamer une fiche variétale descriptive pour 26 variétés

1. Panaché

Variété unifère, Très anciennement cultivé avec un effectif réduit vu le manque de partage et conservation. Facile à distinguer vu sa couleur panachée verte et jaune, avec une forme en générale cloche ou arrondie la taille du fruit est de longueur moyenne de $5,13 \pm 0,56$ cm et largeur de $5,19 \pm 0,55$ cm. Des feuilles vert foncé, plus importantes à l'état mature, (longueur $25,45 \pm 2,69$ cm, largeur $23,73 \pm 3,03$ cm et longueur de pétiole $9,67 \pm 4,16$ cm) avec des nervures légèrement apparentes. La composition phytochimique des feuilles a signalé une forte présence des alcaloïdes, coumarine, avec une bonne quantité de polyphénols ($69,33 \pm 16,62$ mg EAG/g). Une faible présence des quinones et saponines et une quantité faible de flavonoïdes ($34,68 \pm 2,86$ mg EAG/g) et Tanin ($11,17 \pm 4,12$ mg EAG/g). Avec une activité anti-oxydante pour la concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,0974$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer ($0,62408$ mg/ml).



2. Bakor Noir

Variété bifère, très propagée dans les régions Ouest du pays, son fruit précoce est très apprécié en générale son fruit de forme ovale de couleur Noir (des fois des panachures vert, mauve ou rouge) et une saveur aromatique, sa longueur est $5,22 \pm 0,71$ cm et largeur $4,95 \pm 0,84$ cm. Son arbre est généralement érigé à semi-érigé, en absence de branche apicale. Ces feuilles vertes avec des lobes linéaires, de taille (longueur $19,64 \pm 2,59$ cm, largeur $20,97 \pm 4,48$ cm, longueur de pétiole $7,64 \pm 2,47$ cm). Sa composition biochimique montre une présence de *Alcoïde*, *Coumarine*,



Résultats et Discussions

Terpénoïde, et une faible présence de *Quinone* ainsi les composés phénoliques Polyphénols ($45,26 \pm 17,78$ mg EAG/g), Flavonoïdes ($37,96 \pm 2,4$ mg EAG/g) et Tanins ($8,22 \pm 4,8$ mg EAG/g) ; et une activité anti-oxydante a montré la concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,165$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer ($0,76898$ mg/ml).

3. Bakor Blanc

C'est une variété Biffère, la plus précoce des variétés de figuier, avec un temps de récolte limité, son arbre est généralement de forme ériger semi-ériger, son fruit vert jaunâtre, moins savoureux mais une belle forme cloche ou ovale de taille moyenne (longueur $5,76 \pm 0,82$ cm, largeur $4,89 \pm 0,53$ cm). Les feuilles sont vertes à vert clair avec des dentitions dans les bords, au moyen sa longueur est $16,87 \pm 1,86$ cm, largeur $17,48 \pm 3,11$ cm, et la longueur de pétiole $6,74 \pm 1,76$ cm. Ces feuilles ont montré la présence des *Alcoïdes*, *Coumarines*, *Terpénoïdes*, et *saponines*. Et une quantité moyenne de *Quinone*, *Polyphénols* ($50,46 \pm 16,5$ mg EAG/g), *Flavonoïde* ($34,92 \pm 3,13$ mg EAG/g) et *Tanin* ($24,8 \pm 8,6$ mg EAG/g). La concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,14881$ mg/ml) et un faible pouvoir réducteur de fer ($1,0712/$ mg/ml). Sa diversité génétique est liée principalement du taux d'hétérozygotie qui est élevé, son taux de biodiversité est en moyen de 1,268 pour cinq marqueurs utilisés. Cette variété partage plus d'information génétique avec les autres variétés



4. Chetoui

Variété unifère tardive, son temps de récolte peut aller à huit mois, très cultivé dans les régions ouest littorales. Son fruit est de couleur vert uni ou avec des panachures mauve noir, ou marron ; avec une forme cloche ou arrondi, sa longueur de fruit est de moyenne $5,21 \pm 1,04$ cm et de largeur $4,93 \pm 0,99$ cm. La peau est craquelée avec une forte saveur, très apprécié pour le séchage dans la saison estivale. Son arbre est robuste élevé en présence des branches apicales. Ces feuilles sont généralement vert de grande tailles (longueur est $20,77 \pm 3,57$ cm, largeur $18,81 \pm 1,15$ cm, et la longueur de pétiole $8,92 \pm 1,89$ cm), multiforme, avec des nervations apparente. Ce dernier contient une forte présence des *Alcoïdes*, *Coumarines*, *Terpénoïdes*, *Quinone* et *saponines*. Une quantité importante de polyphénols ($63,63 \pm 25,57$ mg EAG/g) et moyenne des tanins ($27,17 \pm 1,63$ mg EAG/g) et une faible quantité de flavonoïdes ($56,5 \pm 7,17$ mg EAG/g). Son pouvoir antioxydant est moyen à fort par rapport aux autres variétés (concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,11621$ mg/ml) et pouvoir réducteur de fer ($0,78369$ mg/ml)). Cette variété est très diversifiée sur le plan morphologique et génétique. Qui est liée à sa diversité allélique élevé. Son taux de biodiversité est diversifier sur le plan génétique (indice de *Shannon* est en moyen de 1,214



Résultats et Discussions

pour les cinq marqueurs génétique), et sur le plan morphologique (indice de Shannon 1,162).

5. Kahla

Variété unifère, nommé pour la couleur de son fruit noir ou des fois mauve, sa forme est généralement arrondi avec une peau lisse non craquelé de fermenté moyenne a firme et aromatique. Sa taille est petite de longueur de $4,33 \pm 0,48$ cm et largeur $4,16 \pm 0,56$ cm Ces feuilles sont pyriformes (la longueur est $18,37 \pm 3,06$ cm, largeur $18,28 \pm 5,5$ cm et longueur de pétiole est $6,85 \pm 1,14$ cm) de couleur vert foncé. Ils ont montrés une quantité moyenne à faible en *Alcoïdes*, *Coumarines*, *Terpénoïdes*, *Quinone* et *saponines*. *Polyphénols* ($33,13 \pm 13$ mg EAG/g), flavonoïdes ($42,87 \pm 13,65$ mg EAG/g) et tanins ($47 \pm 3,36$ mg EAG/g) en revanche une bonne activité antioxydant concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,00295$ mg/ml) et pouvoir réducteur de fer ($0,43791$ mg/ml)). Cette variété a exprimé une diversité pomologique et génétique importante (taux de diversité génétique de Shannon 1,482 et diversité morphologique Shannon 0,967) qui est liée à sa richesse allélique par son taux hétérozygotie important.



6. Onk Hemam

Variété unifère, facile à distinguer pour sa forme de fruit (forme du cou de pigeon) et pour sa vigueur et hauteur d'arbre et branches, elle est parmi plus longue fruits dans les variétés existants (la longueur du fruit peut atteindre jusqu'à 9,5 cm) au moyen $6,79 \pm 1,26$ cm et la largeur est $5,24 \pm 0,92$ cm. La couleur du fruit est marron ou des panachures de vert, mauve, noir et marron, peu savoureuse, avec une peau ferme, et quelques fissures. Très exploité dans les régions centre de pays pour la commercialisation directe, ces feuilles sont tri lobé avec une base décurrente, de couleurs vert foncé a vert avec des nervations apparente (la longueur est de $21,45 \pm 2,68$ cm et largeur $18,03 \pm 1,86$ cm et la longueur de pétiole est au moyen $9,03 \pm 1,56$ cm. Ces feuilles ont montré une forte présence des *Alcoïdes*, *Coumarines*, *Terpénoïdes*, et *saponines*. *Polyphénols* ($56,32 \pm 18,47$ mg EAG/g), flavonoïdes ($42,92 \pm 12,63$ mg EAG/g) et une faible quantité de tanins ($27,23 \pm 2,21$ mg EAG/g). Et une très faible présence des *Quinone*. L'activité antioxydant a montrés une bonne concentration d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,0005$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer moyen ($0,85026$ mg/ml)). Cette variété s'est exprimé plus loin les autres variétés étudiées sur le plant morphologique, biochimique et génétique avec un taux de diversité élever pour morphologique (indice de Shannon 1.386) et moyen pour génétique 0,416



Résultats et Discussions

7. Beyda

Parmi les Variétés unifères, avec peu d'effectifs, de forme cloche ou ovale, avec une peau vert à vert clair et ferme, aromatique, sa longueur est au moyen $5,09 \pm 1,07$ cm et sa largeur $4,42 \pm 1,03$ cm. Ces feuilles vert lobées avec des nervations apparente, sa taille est moyenne (longueur $18,36 \pm 3,46$ cm, largeur $16,93 \pm 2,06$ cm et pétiole en logeur moyenne de $7,63 \pm 2,46$ cm. Ils ont montré une forte présence des Alcoïdes, Coumarines, et saponines. Polyphénols ($47,98 \pm 20,71$ mg EAG/g). Et une faible présence des Quinone. Terpénoïdes, flavonoïdes ($35,03 \pm 4,71$ mg EAG/g) et tanins ($17,12 \pm 9,33$ mg EAG/g). Les



feuilles ont montrés une bonne activité d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,0044$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer moyen ($0,58145$ mg/ml)). Cette espèce est peu diversifier sur le plant morphologique et génétique quelle n'a pas marqué des allèles privée avec un taux de diversité de Shannon génétique de $0,347$ et morphologique $1,359$ qui est plus faible à les autres variétés. Elle se rapproche de la variété Chetoui mais plus petite et un temps de récolte plus petit (4 mois de récolte)



8. Ghodan

Variété biffère, très cultivé et commercialiser dans la région nord-ouest de pays, son arbre est globalement de hauteur intermédiaires, sans branches apicales. Sons fruit très apprécier aromatique noir (des fois avec des panachures rouge), avec de nombreux lenticelles, sa forme cloche ou ovale, avec des fissures longitudinales, sa tailles est de $5,80 \pm 0,83$ cm de longueur et $4,26 \pm 1,03$ cm de largeur. Ces feuilles ressemble à celle de Bakor Noir, avec une largeur de $19,19 \pm 4,78$ cm, longueur de feuille $20,26 \pm 4,70$ cm et longueur de pétiole de $5,46 \pm 2,01$ cm. Ils ont



montré une forte présence des Alcoïdes, Coumarines, et saponines et une faible présence des Quinone. Terpénoïdes, aussi ils ont marqué une bonne quantité en composé phénolique (Polyphénols ($60,94 \pm 17,76$ mg EAG/g), flavonoïdes ($39,99 \pm 7,17$ mg EAG/g) et tanins ($20,44 \pm 1,49$ mg EAG/g)). L'activité d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,0875$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer moyen ($0,68241$ mg/ml)).



9. Hafer Eljema

Variété unifér, arbre robuste hauteur élevé avec présence de branche apicale. Ces fruits large, ($5,9 \pm 0,85$ cm et longueur $5,28 \pm 0,88$ cm), sa forme arrondi ou ovale, couleur vert ou avec des panachures jaune avec une peau douce avec quelques fissures. Les



Résultats et Discussions

feuilles sont plus grandes, avec base cordée, et cinq lobes, spatulés. Longueur de feuilles $20,27 \pm 1,59$ cm, largeur $20,67 \pm 1,37$ cm et pétiole $6,82 \pm 0,53$. Ils ont montré la présence des Alcoïdes, Coumarines. Et une faible présence de Quinone. Terpénoïdes, et saponines. Et une quantité. Ils ont marqué une bonne quantité en composé phénolique (Polyphénols ($60,94 \pm 17,76$ mg EAG/g), flavonoïdes ($39,99 \pm 7,17$ mg EAG/g) et tanins ($20,44 \pm 1,49$ mg EAG/g)), ainsi une excellente activité antioxydant (activité d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,0003$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer moyen ($0,85015$ mg/ml)).



10. Assal

Variété unifère, connue pour ces petites fruits aromatiques (la longueur du fruit est $3,85 \pm 0,60$ cm et largeur $2,94 \pm 0,65$), avec peau douce, sous forme cloche ou ovale, exploité pour consommation directe ou pour la confiture, généralement vue son temps de conservation qui est plus court que les autres variétés. Ces feuilles sont vert trilobés de longueur $18,70 \pm 1,58$ cm, largeur $16,89 \pm 1,19$ cm et pétiole $5,91 \pm 0,55$ cm. Ils ont marqué une bonne présence des Alcoïdes, Coumarines Quinone et saponines. Et une faible présence de. Terpénoïdes, aussi ils ont montré une bonne quantité de Polyphénols ($42,24 \pm 6,63$ mg EAG/g), flavonoïdes ($40,93 \pm 5,27$ mg EAG/g) et tanins ($36 \pm 2,5$ mg EAG/g)) et l'activité d'inhibition de piégeage radical CI50 ($0,0935$ mg/ml) et un pouvoir réducteur de fer moyen ($0,72901$ mg/ml)).



11. Bouafasse

Variété unifère, tardive appeler aussi Chetoui Noir, son arbre est généralement élevé avec une forme écarté ou semi-écarté, en présence des branches apicales, le taux de croissance de l'arbre est plus rapide malgré les conditions défavorables. Son grand fruit est noir ou mauve à aspect arrondi ou cloche, (longueur est en moyen $5,36 \pm 0,69$ cm, largeur $5,09 \pm 0,84$ cm), en présence de lenticelle avec une forte saveur, pour consommation directe ainsi très utilisé pour la confiture de bonne qualité. Les feuilles sont généralement vert foncé avec une Base calcarate, et des lobes lattés, la longueur est de moyenne de $21,19 \pm 2,31$ cm, largeur $19,9 \pm 3$ cm et pétiole $8,28 \pm 1,69$ cm. Ils ont montré une forte présence des Alcoïdes, Coumarines Quinone. Et une faible présence de. Terpénoïdes, ainsi que, des quantités faibles des composés phénoliques (Polyphénols ($37,27 \pm 2,08$), flavonoïdes ($47,33 \pm 2,08$), tanins ($10,33 \pm 1,5$)) en revanche ils ont marqué une absence des saponines et Anthraquinone



Résultats et Discussions

12. Avoughenjor



Variété unifère, très diversifier sur le plan pomologique ; du point de vue forme (arrondi, cloche et ovale) et de couleurs (mauve, noir vert avec mauve et noir avec rouge) la longueur est en moyen $5,7 \pm 0,73$ cm, largeur $5,73 \pm 0,47$ cm), la fermeté de la peau du fruit est généralement moyenne a douce, avec des fissures longitudinal et peu de saveurs à aromatique. Les feuilles sont de taille moyenne (la longueur $21,71 \pm 0,82$ cm, largeur $19,96 \pm 1,44$ cm et pétiole $11,12 \pm 0,59$ cm à base tronquée ou calcarate avec un lobe uni ou composé, finement cérélé et des nervations légèrement apparente. On a constaté cette variété au niveau de Tizouezzou qu'on suggère qu'elle est issu de croisement de variétés Bouafasse et Hamra puisqu'elle porte les caractéristiques pomologique proche à celle des deux variétés, qui reste à vérifier par outils moléculaire



13. Hamra

Variété unifère, un arbre de hauteur intermédiaire et forme ouvert, elle est nommée pour sa couleur du fruit qui est généralement rougeâtre ou avec des panachures, la forme pomologique la plus dominante est ronde, la longueur moyenne est $4,95 \pm 1,47$ cm et largeur $4,42 \pm 0,56$ cm, avec une peau douce et peu de saveur. Les feuilles sont vert pyriformes sans dentions et avec des nervations apparentes. Sa tailles est moins importante (longueur $18,61 \pm 4,74$ et largeur $16,93 \pm 5,29$ cm et pétiole $7,32 \pm 2,29$ cm. L'effectif de cette variété est très réduit vue son mal connaissance par les agriculteurs ainsi qu'elle n'est pas très apprécié par les commerçants vus son temps de conservation réduit, elle est nommée aussi sous le nom Avouremane dans quelques régions de Tizi-Oezzou. Sa diversité génétique est moins importante par rapport



des autres variétés étudié (index de diversité génétique 0,312 selon les marqueurs utilisés et morphologique est 1,074), ainsi que le nombre d'allèle réduit. On suggère que cette diversité réduite est liée au problème de consanguinité qui amène à sa disparition et le vieillissement des arbres, ce qui explique son effectif réduit dans plusieurs régions



14. Aylawi

Variété unifère, fruit aromatique, de forme cloche ou ovale avec une peau ferme, claire (vert jaunâtre) sans craquelles. Les feuilles sont pyriforme finement denté, et les nervations légèrement apparentes. Cette variété Nous avons rencontré dans la région de Kabylie d'où ses

Résultats et Discussions

caractéristiques morphologique se rapprochent à celle de Hafer Eljema qu'on suggère qu'ils sont les mêmes variétés avec différent noms qui doit être confirmé avec l'outil moléculaire

15. Zerki

Variété bifères, est nommée pour les traits bleu dans la chaire du fruit, son fruit vert sous forme cloche, peu savoureuse à neutre, sa peau a fermenté moyenne avec quelques. Les feuilles sont vert à vert jaunâtre, avec une nervation légèrement apparente, les caractéristique pomologique se ressemble avec celle de Bakor Blanc (plusieurs personnes confondent ces deux variétés). Ce conflit d'homonymie est confirmé par la caractérisation génétique qui a montré que la diversité est moins importante mais aussi il se rapproche sur le plan génétique mais pas les mêmes (l'indice de différenciation entre ces deux variétés est 0,120) ceci est fort probable que cette variété a été issue d'une mutation qui a mené à cette diversité



16. Taameriwt

Variété unifère, connue dans les régions Est algérienne, généralement cultivée dans les régions montagneuses, son fruit aromatique est en forme ovale de couleur jaunâtre, avec de nombreuses lenticelles la peau du fruit est douce avec quelques fissures longitudinales rares. Sa taille est plus longue par rapport aux autres fruits de séchage (longueur $6,22 \pm 0,29$ cm et largeur $4,3 \pm 0,66$ cm), les feuilles sont généralement avec cinq lobes spatulés avec une base cordée, une longueur moyenne $23,4 \pm 1,45$ cm et largeur $21,42 \pm 0,75$ cm, la longueur de pétiote est de $10,15 \pm 0,88$ cm. Sa culture et son exploitation est liée principalement à sa bonne aptitude au séchage, en revanche cette variété est menacée par le vieillissement des arbres



17. Aviarous

Une variété unifère détectée dans les régions Est du pays, son arbre est de hauteur intermédiaire en présence de branches apicales, ces fruits verts de forme arrondis ; de longueur moyenne de $5,99 \pm 0,17$ cm et largeur $5,05 \pm 0,15$ cm avec quelques fissures et une peau de fermenté moyen, généralement peu savoureuse. Les feuilles sont de base cordon avec 3 lobes de longueur et largeur moyenne ($22,65 \pm 0,45$ et $18,94 \pm 1,09$ cm respectivement). Cette variété est connue pour sa bonne adaptation contre la sécheresse



18. Tahayount

Une variété unifère peu connue, le fruit est de forme cloche ou arrondi, avec de nombreuses lenticelles, sa saveur est aromatique à forte. Sa couleur verdâtre clair avec une peau moyenne à douce avec de petites fissures. Les feuilles ont cinq lobes lyrate ou spatulé avec une base cordée ou calcarate

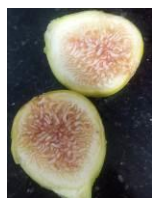


Résultats et Discussions

denté généralement, et des nervations apparentes

19. Taghanimt

Variété unifère, son fruit jaunâtre arrondi ou cloche, avec de nombreux lenticelle et une saveur aromatique, sa peau est de fermenté moyenne et non craquelé de longueur $4,75 \pm 0,71$ cm et largeur $4,82 \pm 0,62$ cm. Ces feuilles Vert sont généralement avec trois lobes de base cordon ou calcarate Denté avec de nervations Inapparente. Sa taille est $18,74 \pm 0,44$ de longueur et $16,51 \pm 0,1$ cm largeur, et pétiole de moyenne $7,77 \pm 1,39$ cm. Cette variété se rapproche phénotypiquement de la variété Beyda connue dans les régions de l'ouest



20. Azenjar

Variété unifère, rencontré dans les régions d'Est du pays, nommé pour sa couleur noir mais elle présente aussi des fois de couleurs mauve ou panachure noir et vert, son fruit à divers formes cloche arrondi ou ovale, avec des Fissures Longitudinales Rares et nombreux lenticelle et une saveur aromatique, la longueur du fruit est de moyenne $5,04 \pm 0,79$ Cm et largeur $5,58 \pm 0,62$ cm. Ces feuilles sont vert a vert foncé, avec des lobes linéaires et une base calcarate, ou en cordon, d'une taille moyenne (longueurs $22,09 \pm 0,35$ cm et largeur $20,09 \pm 0,22$ cm et pétiole $7,69 \pm 0,19$ cm. Cette variété se rapproche phénotypiquement de la variété Kahla qui présentes des mêmes traits pomologique que c'est fort probable le résultat de différence des dialectes algériens



21. Aberkan

Variété unifère, des fruites noirâtre de forme arrondi ou cloche, une saveur aromatique à forte, avec une peau moyenne à douce et des Fissures Longitudinales Rares. Les feuilles sont à cinq lobes spatulés, denté, avec des nervations légèrement apparentes, de couleur vert a vert foncé, ce fruit se rapproche à celle de variété Azenjar mais avec une diversité pomologique moins importante, ces deux variétés sont nommées dans la région ouest et sud sous le nom Kahla pour la couleur foncé



22. Melwi

Variété unifère, détecté dans la région de Kabylie. Le fruit de forme ovale ou cou allongé, sa couleur est vert clair en générale, avec un grand calibre, la peau est firme a moyenne avec des Minutes De Fissures. Les feuilles sont trilobé avec une base, denté à finement cerelé, les nervations sont légèrement apparente et une couleur verdâtre, son arbre robuste



Résultats et Discussions

généralement de hauteur élevée en présence des branchements apicales. Cette variété se rapproche de la variété Hafer Eljemal sur le plan pomologique et forme d'arbre

23. Avouzgaghe

Variété unifère, un fruit aromatique, de forme ovale ou cloche, présente une diversité de couleur rougeâtre ou panachure vert, mauve, noir ou marron un nombre de lenticelle moyen. Sa longueur est en moyen $5,22 \pm 0,75$ cm et largeur $4,73 \pm 0,36$ cm. Les feuilles sont verdâtres à cinq lobes spatulés ou lyrates, avec une base cordée, généralement les nervations sont légèrement apparente et finement céréolé. Longueur de feuille est $22,15 \pm 1,97$ cm et largeur $21,06 \pm 1,53$ cm, la longueur de pétiole $12,26 \pm 0,79$ cm. La diversité pomologique se rapproche de la variété Hamra qui présente les mêmes caractères phénotypique.



24. Kermous Elhejar

Variété unifères, connue pour son bon rendement, et ces petits fruits (longueur $5,04 \pm 0,72$ cm largeur $4,03 \pm 0,7$ cm). Son fruit est généralement arrondi, jaunâtre, avec un nombre de lenticelle moyen, et une saveur aromatique, sa peau n'est pas craquelé et douce. Les feuilles vertes sont pyriforme, finement céréolé et nervation légèrement apparente. Sa taille est de longueur $20,73 \pm 2,97$ cm et largeur $18,4 \pm 3,78$ cm, son pétiole est de longueur $6,12 \pm 1,41$ cm.



25. Tazaret

Variété unifère, connue dans la région Este du pays, elle ressemble à Kermous Elhejar pour la taille (longueur $3,74 \pm 0,48$ cm et largeur $4,5 \pm 0,39$ cm), ces fruits sont vert clair ou jaunâtre, d'une saveur forte, sa peau est généralement non craquelé, douce à moyenne. Les feuilles vertes avec des lobes lattés et une base calcarate ou en cordon, finement céréolé et les nervations sont légèrement apparentes. De taille moyenne longueur $19,51 \pm 0,56$ cm, largeur $21,05 \pm 0,23$ cm, son pétiole est de longueur $9,03 \pm 0,36$ cm. L'arbre est haut à intermédiaire



Conclusion et perspectives



Conclusion et Perspectives

L'Algérie possède un patrimoine riche et diversifier de variété de figuier, qui nécessite une conservation, protection, valorisation et utilisation durable. Pour obtenir ces objectifs on doit passer par le recueil d'information en ce qui concerne sa variabilité

Dans ce travail nous avons procédé à la caractérisation et typologie des variétés locales de figuier en Algérie, cette caractérisation consiste une description et analyse du polymorphisme morphologique, biochimique et génétique en Algérie

On a commencé par une prospection et enquête sur terrain, qui était basé sur un questionnaire auprès des agriculteurs de plusieurs régions du pays. D'où on a décrit l'état du lieu des variétés de figuier en Algérie ainsi les problèmes majeurs qui menacent les variétés locales, en particulier après la grande perte des ressources forestières durant les dernières années.

La caractérisation morphologique était menée dans 13 wilayas avec différent régions. Cette description était basé sur les caractères issus du descripteur de l'IPGRI et CIHEAM ((L'Institut international des ressources phytogénétiques), et CIHEAM (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes) (2003). Au total 353 arbres (26 variétés) étaient caractérisés morphologiquement à l'aide de quinze caractères qualitatifs. Et une caractérisation morpho-biométrique (15 caractères qualitatifs et 5 quantitatifs) pour 156 arbres (21 variétés). Cette caractérisation nous a permis de décrire chaque variété séparément. En effet la sélection des variables les plus discriminantes été une étape incontournable pour optimiser et faciliter la tâche de la typologie des variétés échantillonnés. Les résultats ont exprimés une variabilité au sein de la même variété et entre les variétés. Ceci est due fort probable de la diversité génétique des variétés, mais aussi l'effet d'adaptation des cultivars face aux méthodes d'agriculture ainsi d'environnement (climat et sols). Ensuite on a entamé une analyse inférentiel d'où on a testé le degré d'association des variables qualitatifs pour toute la population étudiée et selon les variétés ; les résultats étaient hautement significatifs, et l'analyse de correspondance multiple nous a permis d'évaluer la variance des variables les plus pertinentes. En effet les caractères liés aux fruits sont les variables les plus discriminants des variétés. Pour les caractères quantitatifs on a estimé les la moyenne arithmétique, l'écart type standard et les valeurs minimale et maximale, pour chaque variété, par suite on a analysé la variance par test ANOVA selon la variété et selon la région ; qui étaient hautement significatifs. Par suite on a examiné la dépendance des variables à l'aide de test de corrélation de Pearson et l'analyse en composantes principales, qui a montré une corrélation significatif positifs entre les variables liée au fruit (entre eux), aussi entre les variables liée à la feuille. Ensuite on a entamé une Classification ascendante hiérarchique selon les caractères qualitatifs ensuite quantitatif et enfin globale (caractères quantitatifs et qualitatifs), d'où on a classé les variétés proches entre eux et les éloigné, On a calculé le taux de diversité de Shannon pour chaque variété ; qui a montré une biodiversité importante pour les variétés étudier.

La caractérisation biochimique était menée sur une collection ex-situ de 35 pieds de figuiers (11 variétés), on a commencé par une multiplication végétative par bouturage ensuite préparation de l'extrait par méthode de macération, cette typologie était basé sur analyse

Conclusion et Perspectives

physico-chimique (screening phytochimique et dosage des composés phénoliques) et l'analyse d'activités antioxydant (Capacité de piégeage radical DPPH et le pouvoir réducteur de fer FRAP). Ces analyses biochimique nous a permis de décrire chaque variétés en teneur et composé biochimique, par suite ces données étai exploité en analyses statistique des associations et corrélation des variables qui ont montré des résultats significatifs entre les variables qualitatif (screening phytochimique) et quantitatif (biochimie et morphologique), en fin on a entamé une Classification ascendante hiérarchique selon les caractères biochimique et morphologique, ou on a classé les variétés.

La caractérisation génétique était menée sur 86 échantillons (7 variétés). Le génotypage était basé sur cinq marqueurs SSR (FCUP008, T06D8, MFC1, LMFC34 et MFC3) qui ont montré un polymorphisme génétique important. Au totale 50 allèles ont étai observé, avec une hétérozygotie observée (H_o) 0.6803 et L'hétérozygotie attendue (H_e) 0.7096, le contenu information du polymorphisme des locus étudié était hautement informatif ; ceci est dû au nombre élevé d'allèles présenté par ces marqueurs. Les F-statistiques de Wright (1968) (F_{is} , F_{st} et F_{it}) nous ont permis de décrire le niveau statistiquement attendu d'hétérozygotie dans la population selon les locus étudier, ces marqueurs SSR étai polymorphe et informatifs

Estimation de Polymorphisme au sein et entres les variétés a révélé la présence d'une diversité génétique, et un degré de polymorphisme élevé, en particulier les variétés Kahla, Chetoui et Bakor Blanc. Ainsi que le taux d'hétérozygotie en moyen 0,46 et l'index de biodiversité variétal est 0,84 qui est important Ceci est due à le pool génétique algérien diversifier qui s'est formé au cours de milliers d'années de sélection populaire, et s'est ensuite enrichi par 'hybridations et de mutations

La distance génétique de Nei 1973 nous a permis de construire l'arbre phylogénique qui a classé les variétés en deux groupes principaux : le premier groupe (une variété Onk Hemam) loin des autres groupes, le deuxième groupe (les six variétés). Qui sont regroupé en deux sous classes ; la variété Hamra en sous classe typique et la deuxième sous classes comporte les variétés Bakor Blanc, Beyda, Kahla, et Zeriki avec des distances égales et groupé, et la variété Chetoui séparé des 4 variétés du sous-groupe.

On a terminé cette étude par une compilation des résultats obtenue (morphologique, biochimique et génétique) dans une description variétale qui pourrais être développé ultérieurement ; en visant à mettre en œuvre des stratégies pour conserver et améliorer le figuier *Ficus carica* en tirant l'intention des industriels, des Pépiniéristes et des arboriculteurs pour les aider dans le choix des variétés et leur utilisation. Ainsi en perspectif on vise à continuer la caractérisation des variétés restantes en ce qui concerne coté biochimique et génétique

Références Bibliographique

Références Bibliographique

Références Bibliographique

- ◆ **Abdel-Hameed ES. 2009.** Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chemistry, Volume 114, Issue 4*, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.005>.
- ◆ **Achtak H. Ater M. Oukabli A. Santoni S. Kjellberg F. et Khadari B. 2009.** Microsatellites markers as reliable tools for fig cultivar identification. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 134: 624-631
- ◆ **Akin M. Poljuha D. Sadiye PE. Tim W. Gürsel Ö. Sezai E. 2020** molecular characterization of fig (*Ficus carica L.*) germplasm from northeastern black sea region *Genetika Volume 52, Issue 2*, Pages: 411-420. [Doi.org/10.2298/GENSR2002411A](https://doi.org/10.2298/GENSR2002411A)
- ◆ **Al Askari A. Galal Abdullah A. 2013** Recherches ethnobotaniques, essais de valorisation et activités antimicrobiennes du Figuier (*Ficus carica L.*) et de la Vigne (*Vitis vinifera L.*) au Maroc. Thèse doctorat Université Mohammed V - Agdal, Rabat. Maroc
- ◆ **Ali-Dellil L. 2013.** Les plantes médicinales d'Algérie. Alger livre, Editeur Berti ISBN/EAN : 9789961692028
- ◆ **Aljane F. Ferchichi A. 2008.** Pomological Characteristics of Local Fig (*Ficus carica*) Cultivars in Southern Tunisia. *ISHS Acta Horticulturae 798 III International Symposium on Fig* DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.798.15.
- ◆ **Aljane, F. Toumi, I. et Ferchichi A. 2007.** HPLC determination of sugar and atomic absorption analysis of mineral salts in fresh figs of Tunisian cultivars. *African Journal of Biotechnology* Vol. 6 (5), pp. 599-602,
- ◆ **Amessis-Ouchemoukha L. Ouchemoukha S. Mezianta N. Idiria Y. Hernandez D. Stincod M. C. Francisco J. Rodríguez-Pulido F. Herediad F. Madani K. Luiseo J. 2016.** Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and analgesic activities of *Ficus carica L.*, *Ceratonia siliqua L.* and *Quercus ilex L.* extracts. *Publisher Elsevier Science* Doi : 10.1016/j.indcrop.2016.10.007
- ◆ **Ameur Ameur A. 2018** Étude de la diversité génétique des races ovines algériennes par des microsatellites. Thèse doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique Ell-Harrach–Alger
- ◆ **Andru J. 2012.** Les populations invasives de rongeurs en milieu agricole : une étude menée dans des cultures de grande échelle, les plantations de palmiers à huile en Indonésie - Approche paysagère, génétique et écotoxicologique. Thèse de doctorat, Université de Lyon, France p180.
- ◆ **Aouane A. 2015.** Contribution au génotypage par marqueur moléculaire et caractérisation morphologique de quelques cultivars locaux de figuier (*Ficus carica L.*). Thèse magistère, Université Hadj Lakhdar, Batna, 97 p.
- ◆ **Aradhya MK. Stover E. Velasco D. Koehmstedt A. 2010.** Genetic structure and differentiation in cultivated fig (*Ficus carica L.*). *Genetica*, Doi : 138:681-694
- ◆ **Ardestani A. Yazdanparast R. 2007.** Inhibitory effects of ethyl acetate extract of *Teucrium polium* on in vitro protein glycoxidation. *Food and Chemical Toxicology*, DOI 45:2402-2411.

Références Bibliographique

- ◆ **Armstrong WP. 2006.** Sex determination & life cycle of *Ficus carica* L Palomar, Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center (FAFRC) <http://www2.palomar.edu/users/warmstrong/pljun99b.htm>
- ◆ **Atoui A. K. Mansouri A. Boskou G. Kefalas P. 2005.** Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food chemistry*, DOI : 89:27-36.
- ◆ **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 Bekr Belkaid –Tlemcen, 36-38.
- ◆ **Bachi K. 2012.** Etude de l'infestation de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L.) par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis Capitata* (Diptera, trypetidae). Effets des huiles essentielles sur la longévité des adultes. Thèse de magistère, Université Moulou Mammeri, Tizi-Oozou, 114 p.
- ◆ **Bandelj D. Javornik B. Jakse J. 2007.** Development of microsatellite markers in the common fig, *Ficus carica* L. *Molecular Ecology Notes*, DOI 7. 1311-1314.
- ◆ **Barbault R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Edition Masson, Paris. 200p.
- ◆ **Barolo M. I. Ruiz M. N. López S. N. 2014** *Ficus carica* L. (Moraceae) Une ancienne source de nourriture et de santé. *Food Chemistry*. Doi : 10.1016 / j. foodchem.2014.04.112
- ◆ **Baudoin JP. Demol J. Louant BP. Marechal R. Mergeal GP. 2012.** Analysis of genetic diversity of southern Spain fig tree (*Ficus carica* L.) and reference materials as a tool for breeding and conservation, *Hereditas*, DOI 149 : 108–113.
- ◆ **Belattar H. 2019.** Caractérisation morphologique, biologique et moléculaire de quelques variétés de figuier (*Ficus carica* L.) Thèse doctorat Université des Frères Mentouri Constantine1 série 02/EV/2019
- ◆ **Belkadi B. 2003.** Diversité génétique et phylogénie des *Aegilops. L* du Maroc. Thèse Doctorat Université Mohammed V. faculté des sciences Rabat. Maroc.
- ◆ **Belkhir K. Borsa P. Goudet J. Chikhi L. Bonhomme F. 2001.** GENETIX : logiciel sous Windows™ pour la génétique des populations, *Laboratoire Genome et Populations, CNRS UPR 9060, Université Montpellier II, France.*
- ◆ **Belmokhtar Z. 2015.** Identification et caractérisation des molécules du métabolisme secondaire de *Retama monosperma*. L Boiss, intérêt pharmaceutique. Thèse de doctorat. Université Mohamed Boudiaf d'Oran.
- ◆ **Ben Abdelkrim A. Baraket G. Essalouh L. Achtak H. Khadari B. Salhi-Hannachi A. 2015:** Use of morphological traits and microsatellite markers to characterize the Tunisian cultivated and wild figs (*Ficus carica* L.). *Biochemical Systematics and Ecology Elsevier* DIO 59:209-219.
- ◆ **Benbouza, H., Baudoin, J.-P., & Guy, M. 2006.** Amélioration de la méthode d'extraction d'ADN au CTAB appliquée aux feuilles de cotonnier. *Biotechnol. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 73-76.
- ◆ **Benettayeb ZE. 2019.** Caractérisation moléculaire et morphologique du figuier (*Ficus*

Références Bibliographique

- carica L.*) d'Algérie Thèse doctorat Université. U.S.T.O–Mohammed Boudiaf Oran
- ◆ **Bensalah A. Koribe H. 2015.** Contribution à l'étude de quelques variétés de figuier dans la région de Tlemcen These magistere Université Abu Bekr belkaid Tlemcen.
 - ◆ **Benzie IFF. Strain JJ. 1996.** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239: 70–76.
 - ◆ **Berral JS. 1966.** The Garden. An illustrated history. The Viking press, Garden. New York, Viking Press [1966] (OCOLC) 595980387
 - ◆ **Bhandari HR. Bhanu AN. Srivastava K. 2017.** Assessment of genetic diversity in crop plants an overview. *Advances in Plants & Agriculture Research - APAR*. 7(3) : 279–286
 - ◆ **Boizot N. et Charpontier JP. 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de l'Inra*. p 79-82
 - ◆ **Botstein D. White RL. Skolnick M. and Davis RW. 1980.** Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *The American Journal of Human Genetics* 32:314 –333.
 - ◆ **Bouche G. 1999.** Guides complets de la culture du figuier. *Edition de Vecchi*. P. 121-125.
 - ◆ **Boudchicha R. H. 2019,** Etude de la diversité génétique de quelques variétés locales de figuier (*Ficus carica L.*) en Algérie. Thèse doctorat université Batna
 - ◆ **Boudchicha RH. Hormaza JI. et Benbouza H. 2018.** Diversity analysis and genetic relationships among local Algerian fig cultivars (*Ficus carica l.*) using SSR markers. *South African Journal of Botany*, 116, 207-215.
 - ◆ **Boukhalfaa F. Kadria N. Bouchemela S. Ait Cheikha S. Cheboutc I. Madania K. Chibaneb M. 2018.** Antioxidant activity and Hypolipidemic effect of *Ficus carica* leaf and twig extracts in Triton WR-1339-induced hyperlipidemic mice. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 11: 37–50.
 - ◆ **Bourayou K. Oukabli A. et Mars M. 2005.** Diversity and role of fig tree (*Ficus carica L.*) in the protection and improvement of North African agro-ecosystems. *Proceedings of the International Conference on: Promoting community-driven conservation and sustainable use of dry land agrobiodiversity*. ICARDA, Aleppo, (Syria).
 - ◆ **Bouri A. 2020.** Caractérisation génétique de la diversité du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) au niveau de l'Oranie. Thèse doctorat Université Tlemcen
 - ◆ **Bruneton J. 2009.** Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales. Édition Lavoisier, France. 1292p.
 - ◆ **Caliskan O. Polat AA. Celikkol P. Bakir M. 2012.** Molecular characterization of autochthonous Turkish fig accessions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(1):130-140.
 - ◆ **Chai L. Wang Z. Chai P. Chen S. et Ma H. 2017.** Transcriptome analysis of San Pedro-type fig (*Ficus carica L.*) parthenocarpic breba and non-parthenocarpic main

Références Bibliographique

- crop reveals divergent phytohormone-related gene expression. *Tree Genetics & Genomes*, 13(4), 83.
- ◆ **Chavan UD. Amarowicz R. 2013.** Effect of various solvent systems on extraction of phenolics, tannins and sugars from beach pea (*Lathyrus maritimus L.*). *International Food Research Journal*, 20(3), 1139-1144
 - ◆ **Chawla A. Kaur R. Sharma AK. 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 B. Pereira F. Arnaud F. Amorim A. Goyache F. Mainland I. Palmarini M. et al, 2009.** Revealing the history of sheep domestication using retrovirus integrations, *Science (New York, N, Y)*, 324(5926), 532–536.
 - ◆ **Chouaki S. Bessedik F. Chebouti A. Maamri F. Oumata S. Kheldoun S. Kheldoun A. 2006.** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétique. INRAA.
 - ◆ **Ciarmiello LF. Piccirillo P. Crillo P. De Luca A. Woodrow P 2015;** Determination of the genetic relatedness of fig (*Ficus carica L.*) accessions using RAPD fingerprint and their agro-morphological characterization *South African Journal of Botany* doi.org/10.1016/j.sajb.2014.11.012
 - ◆ **Cipriani G. Lot G. Huang WG. Marrazzo MT. Peterlunger E. & Testolin R. 1999.** AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach [*Prunus persica (L) Batsch*]: isolation, characterization and cross-species amplification in *Prunus*. *Theoretical and Applied Genetics*, 99(1-2), 65-72.
 - ◆ **Condit IJ. 1955.** Fig varieties: A Monograph Hilgardia. *A Journal of Agricultural Science*, 23(11): 323–539
 - ◆ **Demeke T Adams RP. 1992.** The effects of plant polysaccharides and buffer additives on PCR. *Biotechniques*. 12(3):332–334
 - ◆ **Dioscorides P. 1902.** Des Pedanios Dioscurides aus Anazarbos Arzneimittellehre in fünf Büchern, trans. and comm. J. Berendes book. Stuttgart *Ferdinand Enke*
 - ◆ **Do N. & Adams RP. 1991.** A simple technique for removing plant polysaccharide contaminants from DNA. *BioTechniques*, 10(2), 162-164.
 - ◆ **Doyle JJ. & Doyle JL. 1987.** A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue *Phytochemical bulletin*, vol. 19(1) : 11-15
 - ◆ **Edlin HL. 1969.** Plants and Man. New York: *the natural History press*, 253p
 - ◆ **Egizia F. 2016** Recurrent Events of Polyploidy in *Ficus carica L.* (Moraceae) *Botanical Bulletin university of cheago* 1058-5893/2016/177(4):0002515.00 DOI: 10.1086/684275
 - ◆ **El-Khaloui M. 2010.** Valorisation de la figue au Maroc. Transfert de technologie en agriculture (Maroc) ; 186 : 1-4.
 - ◆
 - ◆ **FAOSTAT. 2019** <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>
 - ◆ **Ferguson L. Michailides TJ. & Shorey HH. 1990.** The California fig industry. *Horticultural Reviews*, 12, 409-490.

Références Bibliographique

- ◆ **Flaishman MA. Rodov V. Stover E. 2008.** The fig: Botany, horticulture, and breeding. *Horticultural Reviews.*, 34: 113–96
- ◆ **Fotsa JC. 2008.** Caractérisation des populations de poules locales (*Gallus gallus*) au Cameroun. Thèse doctorat, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, AgroParisTech, Paris France p. 301
- ◆ **French P. 2007.** Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/572ce9bc474e24a12ad62779b4b8ea3.pdf Accessed : 02.01.14.
- ◆ **Gausсен H. Leroy Jf. Ozenda P. 1982.** Précise botanique, tome II : *végétaux supérieure Masson* : 558 – 560pp
- ◆ **Gerber HJ. 2010.** Tree Training and Managing Complexity and Yield in Fig (*Ficus carica* L.). Thèse master, Science d'Agriculture (*Horticultural Science*). University of Stellenbosch, 104 p.
- ◆ **Ghaisas M. Navghare V. Takawale A. Zope V. Deshpande A. 2008.** Invitro antioxidant activity of tectona grandis linn. *Pharmacology online.* (3): 300.
- ◆ **Ghalmi N. 2011.** Etude de la diversité génétique de quelques écotypes locaux de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivés en Algérie. Thèse de Doctorat en science agronomique, 10-14. Alger : ENSA El Harrach.
- ◆ **Ghanemi A. 2019** : Etude phytochimique, analyse chromatographique sur couche mince et évaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Ficus carica*. Thèse de master université Tlemcen
- ◆ **Ghazi F. Rahmat A. Zaitun Y. Nurul SR. Nurul AB. 2012.** Determination of Total Polyphenols and Nutritional Composition of Two Different Types of *Ficus carica* Leaves Cultivated in Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11: 1061-1065. DOI: 10.3923/pjn.2012.1061.1065
- ◆ **Gilani, A. Mehmood M. Janbaz K. Khan A. & Saeed S. 2008.** Ethnopharmacological studies on antispasmodic and antiplatelet activities of *Ficus carica*. *J Ethnopharmacol.* 2;119 (1):1-5. Doi: 10.1016/j.jep.2008.05.040. Epub 2008 Jun 11. PMID: 18586078.
- ◆ **Giraldo E. 2012.** Caracterización morfológica y molecular de higuera: *Ficus carica* L. Thèse doctorat. Editorial Académica Española.
- ◆ **Giraldo E. Lopez-Corrales M. et Hormaza JI. 2005b.** Selection of morphological quantitative variables in fig characterization. In III International Symposium on Fig 798 (pp. 103-108).
- ◆ **Giraldo E. López-Corrales M. Hormaza JI. 2010.** Selection of the most discriminating morphological qualitative variables for characterisation of fig germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science.* 135 (3), 240-249.
- ◆ **Giraldo E. Viruel MA. López-Corrales M. & Hormaza JI. 2005a.** Characterisation and cross-species transferability of microsatellites in the common fig (*Ficus carica* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(2), 217-224.
- ◆ **Gotteib L. 1977.** Electrophoretic evidence and plant systematic. *Annals of the*

Références Bibliographique

Missouri Botanical Garden. 64:161-180

- ◆ **Guitneau G. 1992.** Connaitre et recinnaitre la flore et la végétation méditerranéenne Edition. Ouest-France. 331p.
- ◆ **Hamada H. Petrino MG. & Kakunaga T. 1982.** A novel repeated element with Z-DNA-forming potential is widely found in evolutionarily diverse eukaryotic genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79(21), 6465-6469.
- ◆ **Harzallah A. Bhourri AM. Amri Z. Soltana H. & Hammami M. 2016.** Phytochemical content and antioxidant activity of different fruit parts juices of three figs (*Ficus carica* L.) varieties grown in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 83, 255-267.
- ◆ **Hmimsa Y. et M. Ater 2008.** Agrodiversity in the traditional agro-systems of the Rif's mountains (North of Africa). *Biodiversity*, 9: 78-81.
- ◆ **Hormaza, JI. 2002.** Molecular characterization and similarity relationships among apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes using simple sequence repeats. *Theoretical and Applied Genetics*, 104(2-3), 321-328.
- ◆ **Houchi 2008.** Erosion d'une culture de troir de Kabylie. Le figuier (*Ficus carica* L.): Séminaire sur la culture du figuier. *Maison de culture* T.O. Tizi-Ouzou.
- ◆ **Ikegami HH. Nogata K. Hirashima M. Awamura T. Nakahara 2009.** Analysis of genetic diversity among European and Asian fig varieties (*Ficus carica* L.) using ISSR, RAPD and SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 56:201-209.
- ◆ **IPGRI et CIHEAM** ((L'Institut international des ressources phytogénétiques), et CIHEAM (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes) (2003).
- ◆ **Janick J. 2005.** The orgins of fruits, fruit growing and fruit breeding. *Plant Breeding Review*, 25 : 255-321
- ◆ **Janick J. 2007.** Fruits of the Bibles. *Hortscience- ASHS*, 42 (5): 1072-1076
- ◆ **John ME. 1992.** An efficient method for isolation of RNA and DNA from plants containing polyphenolics. *Nucleic Acids Research*, 20(9), 2381.
- ◆ **Jones CJ, Edwards KJ. Castiglione S. Winfiel MO. Sala F. Vandeviel C. Bredemeijer G. Vosman B. Matthes M. Daly A. Brettschneider R. Bettini P. Buiatti M. Maestri E. Malcevschi A. Marmioli N. Aert R. Volckaert G. Rueda J. Linacero R. Vasquez A. Karp A. 1997.** Reproducibility testing of RAPD, AFLP and SSR markers in plants. *Molecular Breedings* 3 : 381p.
- ◆ **Kahrizi D. Molsaghi M. Faramarzi A. Yari K. Kazemi E. Farhadzadeh AM. Hemati S. Hozhabri F. Asgari H. Chaghamirza K. Zebarjadi A. Et Yousofv N. 2012.** Medicinal Plant in Holy Quran. *American Journal of Scientific Research*. (42): 62-71.
- ◆ **Karagözler AA. Erdag B. Emek YG. Uygum DA. 2008.** Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastata*, *Food Chemistry*, 111: 400-407
- ◆ **Khadari B. Hochu I. Bouzid L. Roger JP. Kjellberg F. 2003.** The use of microsatellite markers for identification and genetic diversity evaluation of the fig

Références Bibliographique

- collection in CBNMP. *International Society for Horticultural Science.*, (605) : 77–86.
- ◆ **Khadari B. 2012.** Ex situ management of fig (*Ficus carica L.*) genetic resources: towards the establishment of the Mediterranean reference collection. *ISHS Acta Horticulturae*. 940:67-74.
 - ◆ **Khadari B. Lashermes P. & Kjellberg F. 1995.** RAPD fingerprints for identification and genetic characterization of fig (*Ficus carica L.*) genotypes. *Journal of Genetics and Breeding*, 49, 77-77.
 - ◆ **Khanfir E. 2015.** Identification of genetic diversity of *Ficus carica*: Morphological and molecular characterization of varieties from Kerkennah. *Editions Universitaires Européennes. Saarbrücken, Allemagne*, 106 p
 - ◆ **Kherbouche et Rabah S 2016.** Etude in vivo de l'effet anti-hyperlipidémie des extraits (feuilles, fibres et des rameaux) de figuier *Ficus carica L.* Thèse de master.universite de Bejaia.Algerie
 - ◆ **Kim JS. Kim YO. Ryu HJ. Kwak YS. Lee JY. Kang H. 2003.** Isolation o stressrelated genes of rubber particles and latex in fig tree (*Ficus carica*) and their expressions by abiotic stress or plant hormone treatments. *Plant and Cell Physiology*, 44: 412–9.
 - ◆ **Kislev ME. Hartmann A. Bar-Yosef O. 2006.** Early domesticated Fig in the Jordan Valley. *Science* 312, 1372–1374.
 - ◆ **Knap T. Baruca Arbeiter A. Jakše J. Čizmović M. Adakalić M. Popović R. Lazović B. Strikić F. Podgornik M. and Bandelj D. 2017.** Diversity of figs (*Ficus carica L.*) from the east Adriatic coast. *ISHS Acta Horticulturae*. 1173, 11-16 DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1173.2 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.2>
 - ◆ **Konaté I. 2007.** Diversité Phénotypique et Moléculaire du Caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) et des Bactéries Endophytes qui lui sont Associées. Thèse de Doctorat, Université. Rabat, Maroc, 196 p.
 - ◆ **Lahmadi A. Filali H. Samaki H. Zaid, A. Aboudkhil S. 2019.** Phytochemical screening, antioxidant activity and inhibitory potential of *Ficus carica* and *Olea europaea leave*. *Bioinformation*, 15(3), 226.
 - ◆ **Laita M 2015.** Diversité génétique de *Ficus carica* cultivé au Maroc Et authenticité de population hybride"Via les marqueurs moléculaires" SSR et ISSR thèse master Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Maroc
 - ◆ **Lansky PE. et Paavilainen H. 2011** Figs the genus *Ficus*. 1ST Edition Routledge CRC press, cop. 2011 ISBN 9781138115200
 - ◆ **Larranaga Gonzales N. 2016.** Origen, Dispersion y diversidad del Chirimoyo (*Annona chirimola MILL*) en el continente americano. Thèse doctorat, université politécnica de Madrid, Espana
 - ◆ **Legendre, L. et Legendre P. 1979.** Ecologie numérique 1. Le traitement multiple des données écologiques, 197 pp. Edition Paris : Masson Presses de l'université du Québec 1979.
 - ◆ **Litt M. & Luty JA. 1989.** A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *American*

Références Bibliographique

- journal of human genetics*, 44(3), 397.
- ◆ **Lode T. 1998.** Cours de génétique des populations. France : *ellippes*. Les rosales
 - ◆ **Madaoui K. Yaiche I. Bachir B.M. 2013.** La figue : substances bioactives et effets thérapeutiques. Thèse master control qualité Université Bejaia
 - ◆ **Mahmoudi S. Khali M. Benkhaled A. Benamirouche K. Baiti I. 2016.** Phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of leaf extracts from ten Algerian *Ficus carica L.* varieties, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6 (3) :239-245
 - ◆ **Mallikarjuna K. A. Stover Ed. Velasco D. Koehmstedt A. 2010.** Genetic structure and differentiation in cultivated fig (*Ficus carica L.*). *Genetica*, (138) : 681–694.
 - ◆ **Mansouri A. Embarek G. Kokkalou E. Kafalas, P. 2005.** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *food chemistry*. (89) :411-420
 - ◆ **Marcotuli I. Mazzeo A. Nigro D. Giove S. Giancaspro A. Colasuonno P. Prgomet Željko Prgomet I. Tarantino A. Ferrara G. & Gadaleta A. 2019.** Analysis of genetic diversity of *Ficus carica L.* (Moraceae) collection using simple sequence repeat (SSR) markers. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(4), 93-109. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.4.9>
 - ◆ **Mars M. 2003.** Conservation of fig (*Ficus carica L.*) and pomegranate (*Prunica granatum L.*) varieties in Tunisia. *Springer, Boston, MA* doi.org/10.1007/978-1-4615-0375-0_33
 - ◆ **Mars M. Chebli T. & Marrakchi M. 1998.** Multivariate analysis of fig (*Ficus carica L.*) germplasm in southern Tunisia. In *I International Symposium on Fig* 480 (pp. 75-82).
 - ◆ **Martinez GJ. 2008.** Farmacopea natural y tratamiento de afecciones de la piel en la medicina tradicional de los campesinos de las sierras de Córdoba (República Argentina). *Dominguezia*, 24, 27–46.
 - ◆ **Mauri N. 1939.** Les figuiers cultivés en kabyles. Contribution à leur détermination et étalonnage. *Documents et renseignements agricoles, bulletin n°5*, alger.64p
 - ◆ **Mauri N. 1947.** Les figuiers cultivés en Algérie. *Société d'Horticulture d'Alger*.
 - ◆ **Mavsar DB. Jakse J. Javornik B. 2008.** Development of Molecular Markers for Identification of Fig Varieties in Istria: 84-89 pp. In *The Common Fig (Ficus carica L.) in Istria. Morphological, Molecular and Some Chemical Characteristics*. University of Primorska, Science and Research Centre Koper, Publishing House *Annales*. Project RGF1 Revitalization of Fig Cultivation in Istria, 104 p.
 - ◆ **McLeish M. J. and Van Noort S. 2012.** Codivergence and multiple host species use by fig wasp populations of the *Ficus* pollination mutualism. *BMC evolutionary biology*, 12(1): 1.
 - ◆ **Meghana R. J. Gayathri R. Vishnu P. V. 2017.** Phytochemical analysis and antioxidant activity of aqueous peel extract of *Ficus carica* (fig extract) by DPPH, nitrous oxide method *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research.*, 43(2): 148-151

Références Bibliographique

- ◆ **Melgarejo P. Hernandez F. Martinez J. Sanchez J. & Salazar D. 2003.** Organic acids and sugars from first and second crop fig juices. *Acta Horticulturae*. 605, 237-239
- ◆ DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.605.36
- ◆ **Melisa I. Barolo N. Ruiz M. Silvia NL 2014** *Ficus carica L.* (Moraceae): An ancient source of food and health. *Food Chemistry*. 1; 164:119-27. Doi: 10.1016/j.foodchem.2014.04.112. PMID: 24996314.
- ◆ **Marcel M. 2002.** La rousse agricole 4^{ém} édition, ISBN : 77097500
- ◆ **Mkedder I. Chahbar M. Ilias F. & Gaouar, SBS. 2021.** Characterization and Morphological Typology Of Fig Variety (*Ficus carica*) In The Tlemcen Region. *Genetics And Biodiversity Journal GABJ*, 5(2), 159–185. <https://doi.org/10.46325/gabj.v5i2.60>
- ◆ **Morton JF. 1987.** Fig. In: Fruits of warm climates. Edition. JF. *Morton, Miami, Florida, USA*, 47-50
- ◆ **Nei M. 1978.** Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, (89) : 583–590.
- ◆ **Nei M. 1973.** Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 70(12), 3321-3323
- ◆ **Nurlyana B. Norhayati M. Norazlin A. Balkis T. Samsiah J. Siew T. 2018.** Effect of processing temperature on antioxidant activity of *Ficus carica* leaves extract. *Journal of Science and technology*, 10 (2) : 99-103
- ◆ **Oukabli, A. (2003)** .Le figuier : un patrimoine génétique diversifié à exploiter. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA* 106, 4 p.
- ◆ **Pande G. Akoh CC. 2009.** Organic acids, antioxidant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops. *Food Chemistry*, 120 (03) : 1067–1075.
- ◆ **Papadopoulou K. Ehaliotis C. Tourna M. Kastanis P. Karydis I. & Zervakis G. 2002.** Genetic relatedness among dioecious *Ficus carica L.* cultivars by random amplified polymorphic DNA analysis, and evaluation of agronomic and morphological characters. *Genetica*, 114(2), 183-194.
- ◆ **Parveen Upadhyay B. Shikha R. & Ashwani K. 2007.** Traditional uses of medicinal plants among the rural communities of Churu district in the Thar Desert, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 113, 387–399.
- ◆ **Patil et Patil. 2011.** Tropical and subtropical fruits: flavors, color, and health benefits / Bhimanagouda S. Patil... [Et al.] ; sponsored by the ACS Division of agricultural and food chemistry, Publication : Washington (D.C) : *American chemical society*, cop. 2013
- ◆ **Perez-Jiménez M. López B. Dorado G. Pujadas-Salvá A. Guzmán G. & Hernandez P. 2012.** Analysis of genetic diversity of southern Spain fig tree (*Ficus carica L.*) and reference materials as a tool for breeding and conservation. *Hereditas*, 149(3), 108-113.
- ◆ **Peter B. 2008.** Figues de tous pays. Edition Edisud. ISBN : 9782744907463

Références Bibliographique

- ◆ **Petit RJ. El Mousadik A. Pons O. 1998.** Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers, *Conservation Biology*, 12:844-855.
- ◆ **Polat AA. Caliskan O. 2008.** Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. *New Zeal. J. Horticultural Crops.*, (36) : 107–115.
- ◆ **Rameau JC. Mansion D. Dumeg. Gauberville C. 2008.** Flore Forestière Française : Région Méditerranéenne. Edition. *France. Institut Pour Le Développement Forestier* ; 631p
- ◆ **Ramgopal M. Shahidul I. 2016** Antidiabetic and anti-obesity activity of *Ficus carica* : In vitro experimental, *Elsevier Masson SAS*. Doi : 10.1016/j.diabet.2016.07.020
- ◆ **Rebour H. 1968.** Fruits méditerranéens autre que les agrumes. Edition. La maison rustique : pp : 190-206.
- ◆ **Ribereau-Gayon P. 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Edition Paris : Dunod
- ◆ **Roberts J. 2001.** The Origins of Fruits and Vegetables. *New York: Universe publishing*, 228p.
- ◆ **Rodríguez-Granados MT. Pereira-Rodríguez MJ. Vazquez-Vizoso FL. 2009.** Therapeutic effectiveness of psoralen-UV-A bath therapy in psoriasis. *Actas Dermosifiliogr.*, 100: 212–21.
- ◆ **Rubnov S. Kashman Y. Rabinowitz R. Schlesinger M. & Mechoulam R. 2001.** Suppressor's of cancer cell proliferation from fig (*Ficus carica*) resin: isolation and structure elucidation. *J Nat Prod.* 2001 Jul;64(7):993-6. doi: 10.1021/np000592z. PMID: 11473446.
- ◆ **Saddoud O. Baraket G. Chatti K. Trifi M. Marrakchi, M. Mars M. & Salhi-Hannachi A. 2011.** Using morphological characters and simple sequence repeat (SSR) Markers to characterize Tunisian fig (*Ficus carica L.*) cultivars. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 53(2), 7-14.
- ◆ **Saddoud O. Baraket G. Chatti K. Trifi M. Marrakchi M. Salhi-Hannachi A. & Mars M. 2008.** Morphological variability of fig (*Ficus carica L.*) cultivars. *International Journal of Fruit Science*, 8(1-2), 35-51.
- ◆ **Saidani F et Tounsi T. 2009.** Contribution à l'étude de quelques variétés de figuier (*Ficus carica L.*) dans la région de Tizi Ouzou. Thèse master. Département de biologie. Université de Mould Mamri. Algérie
- ◆ **Salah N. Miller NJ. Paganga G. Tijburg L. Bolwell GP. Rice-Evans C. 1995.** Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Archives of Biochemistry and Biophysics*.322(2):339-46.
- ◆ **Salhi-Hannachi AMEL. Chatti K. Saddoud O. Mars M. Rhouma A. Marrakchi M. & Trifi M. 2006.** Genetic diversity of different Tunisian fig (*Ficus carica L.*) collections revealed by RAPD fingerprints. *Hereditas*, 143(2006), 15-22
- ◆ **Shannon CE. 1948.** Une théorie mathématique de la communication. *Journal technique du système Bell.* 1948 ; 27 :379-423. Doi : 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.

Références Bibliographique

- ◆ **Singer C. Holmyard E.J. and Hall A.R. 1954.** A History of Technology. Vol. 1. Fall of Ancient Empires. *Oxford Univ. Press, London*
- ◆ **Singleton V.L. Rossi J.A. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phos-photungstic acid reagents. *American Journal of Technology and Viticulture*, (16): 144-153
- ◆ **Slatnar A1. Klancar U. Stampar F. Veberic R. 2011.** Effect of drying of figs (*Ficus carica L.*) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59 (21):11696-702. Doi: 10.1021/jf202707y. Epub 2011 Oct 13. PMID: 21958361.
- ◆ **Smaili H. et Kessai B. 2016.** Valorisation par transformation de la figue sèche (*Ficus Carica*) : Cas de la production du vinaigre. Thèse de Master, contrôle qualité université Bejaia Algérie
- ◆ **Soilhi Z. Rhimi A. Heuskin S. Fauconnier M.L. & Mekki M. 2019.** Essential oil chemical diversity of Tunisian *Mentha* spp. Collection. *Industrial Crops and Products*. doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.01.041
- ◆ **Solignac M. Periquet G. Anxolabéhère D. Petit C. 1995.** Génétique et évolution Tome II. L'espèce, l'évolution moléculaire. Collection Méthodes ; *Hermann, Editeurs des Sciences et des Arts*. 367pp
- ◆ **Soliman H. I. Gabr M. & Abdallah N. 2010.** Efficient transformation and regeneration of fig (*Ficus carica L.*) via somatic embryogenesis. *Cairo, Egypte* Department des ressources génétiques végétales.47-58.
- ◆ **Spellerberg I.F., Fedor P.J. 2003.** A tribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon–Wiener' index. *Global Ecology and Biogeography*. 2003;12:177–179. doi: 10.1046/j.1466-822X.2003.00015.x.
- ◆ **Starr F. Starr K. and Loope L. 2003.** *Ficus carica*, United States Geological Survey– Biological Resources Division, *Haleakala Field Station, Hawaii*.
- ◆ **Storey W.B. 1975.** "Figs." In: *Advances in Fruit Breeding, Purdue Univ. Press, 1975*, pp. 568-589
- ◆ **Sun B. Ricardo-da-Silva J.M. Isabel S. 1998.** Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4267-4274.
- ◆ **Tagu D. & Moussard C. 2003.** Principes des techniques de biologie moléculaire 2ème édition. *Paris : INRA*
- ◆ **Tamura K. Stecher G. Peterson D. Filipski A. Kumar S. 2013.** MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6, 0, *Molecular Biology and Evolution*: 30 2725-2729.
- ◆ **Tanksley S.D. Orton T. 1983.** Isozymes in plant genetics and breeding. Elsevier, Amsterdam Technique et Interprofessionnel des fruits et de légumes. Paris, page 263
- ◆ **Teoman S.M. Ipek U. Erturk N.A. Tangu E. Durgut E. Barut S. Ercisli A. Ipek 2017.** Assessment of genetic relationship among male and female fig genotypes using Simple Sequence Repeat (SSR) markers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici.*

Références Bibliographique

45(1) :172-178

- ◆ **Thierry De Meeùs 2012.** Initiation à la génétique des populations naturelle : application aux parasites et à leur vecteurs .IRD Edition 396
- ◆ **Thomas M. 2011.** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaë rhamnoides*). Thèse, doctorat, université D'orléans
- ◆ **Tous J. Ferguson L. 1996.** Mediterranean fruits. p. 416-430. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, Virginia, USA, (30): 426-430.
- ◆ **Uysal S. Zengin G. Aktumsek A. 2016.** Studies on in vitro Antioxidant Activities of Nine Different Fruit Tree Leaves Collected From Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine*, DOI : 10.5455/jmhe.2015.09.022
- ◆ **Valdeyron G. & Lloyd DG. 1979.** Sex differences and flowering phenology in the common fig, *Ficus carica L.* *Evolution*, 673-685.
- ◆ **Vidaud, J. 1997.** Le figuier, monographie. CTIFL Edition.
- ◆ **Vilmorin JB. 2003.** Histoire D'arbre. Edition .Jean – Paul Gisserot. 74 P
- ◆ **Walali L. Skiredj A. et Alattir H. 2003.** L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier Transfert de technologie en agriculture, Ministère de l'agriculture, Maroc, PNTTA (105) :4 p.
- ◆ **Wang J. Wang X. Jiang S. Lin P. Zhang J. Lu Y. Hongliang Y. 2008.** Cytotoxicity of fig fruit latex against human cancer cells. *Food Chemistry Toxicol.* 46(3):1025-33. doi: 10.1016/j.fct.2007.10.042. PMID: 18078703.
- ◆ **Williams JGK. Kublik AR. Livak KJ. Rafalski JA. Tingey SV. 1990.** DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers, *Nucleic Acids research*, 18, 6531-6535.
- ◆ **Wong SP. Leong LP. William Koh JH. 2006.** Antioxidant activities of extracts of selected plants. *Food chemistry*, 99 :775-783
- ◆ **Wright, S. 1978.** Evolution and the genetics of populations. Variability within and among natural populations. Univ. Chicago Press, Chicago, 4(1), 580.
- ◆ **Wünsch A. & Hormaza JI. 2002.** Cultivar identification and genetic fingerprinting of temperate fruit tree species using DNA markers. *Euphytica*, 125(1), 59.
- ◆ **Xian Shi Y. You-Kai X. Hua-Bin H. Zhi N. Wen-Hui W. 2011.** Preliminary assessment of antioxidant activity of young edible leaves of seven *Ficus* species in the ethnic diet in Xishuangbanna, Southwest China. *Food Chemistry*, 128: 889–894.
- ◆ **Yang X. Yu W. Ou Z. Ma H. Liu W. & Ji X. 2009.** Antioxidant and immunity activity of water extract and crude polysaccharide from *Ficus carica L.* fruit. *Plant Foods for Human Nutrition*. 64 (2):167-73. Doi: 10.1007/s11130-009-0120-5. PMID: 19466553.
- ◆ **Yeh FC. Yang RC. Boyle TBJ. Ye ZH. Mao JX. 1997.** POPGENE: The User-Friendly Shareware for Population Genetic Analysis, Edmonton, AB, Canada: University of Alberta.
- ◆ **Zhang X. Kong W. Wang X. et al. 2020.** Genetic diversity analysis of 34 fig varieties (*Ficus carica L.*) based on ISSR molecular marker. *Genet Resour Crop Evol* 67, 913–

Références Bibliographique

921 <https://doi.org/10.1007/s10722-020-00889-5>

- ◆ **Zohary D. et Hopf M. 2004.** Domestication of Plants in the Old World: the origin and spread of cultivated plants in West Asia, *Europe and the Nile Valley*. New York : Oxford University Press, 316p
- ◆ **Zohary D. Hopf M. 2000.** Domestication of plants in the Old World. 3rd edn. 316pp. New York : Oxford University Press.

Annexe

Annexe

Annexe

Annexe 1

Questionnaire

1. Régions : wilaya commune région localisation géographique
2. Noms et Age
3. Contacte
4. Stress biotique abiotique (présence de Prédateurs, salinité, sécheresse, érosion de sol
5. Fertilisation 1 Oui 2 Non
6. Irrigation 1 Oui 2 Non
7. Désherbage 1 Oui 2 Non
8. Multiplication 1 Oui 2 Non
9. Présence de figuier male dans le territoire 1 Non 2 Oui 3 plusieurs
10. Lutte de ravageurs 1 Oui Naturellement Oui Pesticide acheter 2 Non
11. Rendements Par récolte / par arbre
12. Choix de variétés 1 héritage 2 commercial 3 chois préférer 4 autre ...
13. La plantation est destinée à 1 consommation directe 2 séchage 3 autres
14. Plantations à proximité
15. Temps principaux de récolte
16. Type de Sols :

Annexe

Annexe 2

Tableau 12 : résultats des statistiques descriptives qualitatif des variétés étudiées

Variété	Caractère	Modalité	Effectif	Pourcentage
Panaché	Forme Du Fruit	Arrondi	3	33,3
		Cloche	5	55,6
		Ovale	1	11,1
	Couleur De La Peau	Panaché Vert Jaune	9	100
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	1	11,1
		Minutes De Fissures	8	88,9
	Nombre De Lenticelle	Medium	6	66,7
		Nombreux	3	33,3
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Firme	9	100
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	4	44,4
		Aromatique	4	44,4
		Fort	1	11,1
	Forme De La Feuille	A	1	11,1
		B	2	22,2
		C	2	22,2
		D	2	22,2
		E	2	22,2
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	2	22,2
		Finement Cerelé	3	33,3
		Denté	4	44,4
	Nervation De Feuilles	Inapparente	1	11,1
		Légèrement Apparente	7	77,8
		Apparente	1	11,1
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert)	1	11,1
		Vert	1	11,1
		Vert Foncé	7	77,8
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	5	55,6
		Elever	4	44,4
Forme De L'arbre	Eriger	3	33,3	
	Ouvert	1	11,1	
	Semi Ecarté	3	33,3	
	Ecarté	2	22,2	
Présence De Branchement Apicale	Absent	3	33,3	
	Présent	6	66,7	
Couleur Des Branches	Gris	9	100	
Type De Récolte	Unifère	9	100	
Bakor Noir	Forme Du Fruit	Cloche	9	33,3
		Ovale	18	66,7
	Couleur De La Peau	Vert	1	3,7
		Noir	10	37
		Rouge	1	3,7
		Panaché Vert Mauve	2	7,4
		Panaché Vert Noir	2	7,4
		Panaché Mauve Rouge	2	7,4
		Panaché Noir Rouge	9	33,3
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	1	3,7
		Fissures Longitudinales Rares	13	48,1
		Minutes De Fissures	13	48,1
	Nombre De Lenticelle	Medium	6	22,2
Nombreux		21	77,8	

Annexe

	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	6	22,2
		Moyens	15	55,6
		Firme	6	22,2
	Saveur Du Fruit	Neutre	1	3,7
		Peu De Saveur	10	37
		Aromatique	13	48,1
		Fort	2	7,4
	Forme De La Feuille	A	14	51,9
		B	10	37
		C	2	7,4
		D	1	3,7
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	17	63
		Finement Cerelé	10	37
	Nervation De Feuilles	Inapparente	4	14,8
		Légèrement Apparente	16	59,3
		Apparente	7	25,9
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert	3	11,1
		Vert	20	74,1
		Vert Foncé	4	14,8
	Forme De L'arbre	Eriger	14	51,9
		Semi Eriger	11	40,7
		Ouvert	2	7,4
	Présence De Branchement Apicale	Absent	19	70,4
Présent		8	29,6	
Couleur Des Branches	Vert	2	7,4	
	Gris	16	59,3	
	Marron	6	22,2	
	Noir	3	11,1	
Type De Récolte	Bifère	27	100	
Bakor Blanc	Forme Du Fruit	Cloche	17	53,1
		Ovale	15	46,9
	Couleur De La Peau	Vert	28	87,5
		Panaché Vert Jaune	4	12,5
	Craquelle De Peau	Fissures Longitudinales Rares	17	53,1
		Minutes De Fissures	15	46,9
	Nombre De Lenticelle	Medium	21	65,6
		Nombreux	11	34,4
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Moyens	10	31,3
		Firme	22	68,8
	Saveur Du Fruit	Neutre	16	50
		Peu De Saveur	12	37,5
		Aromatique	1	3,1
		Fort	1	3,1
	Forme De La Feuille	B	10	31,3
		C	7	21,9
		D	13	40,6
		G	2	6,3
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	1	3,1
		Finement Cerelé	15	46,9
		Denté	16	50
	Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	12	37,5
		Apparente	20	62,5
Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert	13	40,6	
	Vert	15	46,9	
Hauteur De L'arbre	Bas	5	15,6	

Annexe

	Forme De L'arbre	Intermédiaire	14	43,8
		Elever	13	40,6
		Eriger	19	59,4
		Semi Eriger	11	34,4
		Ouvert	1	3,1
	Présent De Branchement Apicale	Absent	16	50
		Présent	16	50
	Couleur Des Branches	Vert	1	3,1
		Gris	23	71,9
		Marron	3	9,4
Noir		5	15,6	
Type De Récolte	Bifère	32	100	
Chetoui	Forme Du Fruit	Arrondi	23	35,4
		Cloche	38	58,5
		Ovale	4	6,2
	Couleur De La Peau	Vert	36	55,4
		Panaché Vert Mauve	11	16,9
		Panaché Vert Noir	1	1,5
		Panaché Vert Marron	14	21,5
		Panaché Vert Jaune	3	4,6
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	6	9,2
		Peau Craquelée	36	55,4
		Fissures Longitudinales Rares	18	27,7
		Minutes De Fissures	5	7,7
	Nombre De Lenticelle	Medium	22	33,8
		Nombreux	43	66,2
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	25	38,5
		Moyens	22	33,8
		Firme	18	27,7
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	16	24,6
		Aromatique	32	49,2
		Fort	17	26,2
	Forme De La Feuille	A	5	7,7
		B	12	18,5
		C	7	10,8
		D	8	12,3
		E	8	12,3
		G	25	38,5
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	28	43,1
		Finement Cerelé	24	36,9
		Denté	13	20
	Nervation De Feuilles	Inapparente	9	13,8
		Légèrement Apparente	20	30,8
		Apparente	35	53,8
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert)	10	15,4
		Vert	42	64,6
		Vert Foncé	13	20
	Hauteur De L'arbre	Bas	1	1,5
		Intermédiaire	28	43,1
		Elever	36	55,4
	Forme De L'arbre	Eriger	9	13,8
		Semi Eriger	12	18,5
Ouvert		6	9,2	
Semi Ecarté		24	36,9	

Annexe

		Ecarté	14	21,5	
	Présent De Branchement Apicale	Absent	43	66,2	
		Présent	22	33,8	
	Couleur Des Branches	Gris	47	72,3	
		Marron	18	27,7	
	Type De Récolte	Unifère	65	100	
Kahla	Forme Du Fruit	Arrondi	13	54,2	
		Cloche	4	16,7	
		Ovale	7	29,2	
	Couleur De La Peau	Mauve	9	37,5	
		Noir	15	62,5	
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	15	62,5	
		Minutes De Fissures	9	37,5	
	Nombre De Lenticelle	Medium	11	45,8	
		Nombreux	13	54,2	
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	1	4,2	
		Moyens	15	62,5	
		Firme	5	20,8	
		Caoutchouc	3	12,5	
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	5	20,8	
		Aromatique	10	41,7	
		Fort	9	37,5	
	Forme De La Feuille	A	8	33,3	
		B	4	16,7	
		C	2	8,3	
		D	5	20,8	
		G	5	20,8	
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	13	54,2	
		Finement Cerelé	11	45,8	
		Inapparente	11	45,8	
		Légèrement Apparente	13	54,2	
	Couleur Feuilles	Vert	8	33,3	
		Vert Foncé	16	66,7	
	Hauteur De L'arbre	Bas	3	12,5	
		Intermédiaire	15	62,5	
		Elever	6	25	
	Forme De L'arbre	Semi Eriger	1	4,2	
		Ouvert	9	37,5	
		Semi Ecarté	9	37,5	
		Ecarté	5	20,8	
	Présent De Branchement Apicale	Absent	8	33,3	
		Présent	16	66,7	
	Couleur Des Branches	Gris	18	75	
		Marron	6	25	
		Type De Récolte	Unifère	24	100
	Onk Hemam	Forme Du Fruit	Cou Allongé	28	100
Couleur De La Peau		Mauve	2	7,1	
		Noir	2	7,1	
		Marron	7	25	
		Panaché Vert Mauve	7	25	
		Panaché Vert Noir	2	7,1	
		Panaché Vert Marron	5	17,9	
		Panaché Mauve Marron	3	10,7	
Craquelle De Peau		Pas De Craquelle	4	14,3	
	Fissures Longitudinales Rares	4	14,3		

Annexe

		Minutes De Fissures	20	71,4
Nombre De Lenticelle		Rare	7	25
		Medium	15	53,6
		Nombreux	6	21,4
Fermeté De La Peau Du Fruit		Doux	2	7,1
		Moyens	4	14,3
		Firme	22	78,6
Saveur Du Fruit		Peu De Saveur	17	60,7
		Aromatique	11	39,3
Forme De La Feuille		B	5	17,9
		E	9	32,1
		G	14	50
Dentition Des Bords De La Feuille		Pas De Dentition	1	3,6
		Finement Cerelé	9	32,1
		Denté	18	64,3
Nervation De Feuilles		Légèrement Apparente	17	60,7
		Apparente	11	39,3
Couleur Feuilles		Vert	11	39,3
		Vert Foncé	17	60,7
Hauteur De L'arbre		Intermédiaire	6	21,4
		Elever	22	78,6
Forme De L'arbre		Semi Eriger	3	10,7
		Ouvert	7	25
		Semi Ecarté	10	35,7
		Ecarté	8	28,6
Présence De Branchement Apicale		Présent	28	100
Couleur Des Branches		Gris	22	78,6
		Marron	1	3,6
		Noir	5	17,9
Type De Récolte		Unifère	28	100
Beyda	Forme Du Fruit	Cloche	13	59,1
		Ovale	9	40,9
	Couleur De La Peau	Vert	12	54,5
		Panaché Vert Jaune	10	45,5
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	10	45,5
		Fissures Longitudinales Rares	1	4,5
		Minutes De Fissures	11	50
	Nombre De Lenticelle	Medium	8	36,4
		Nombreux	14	63,6
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	2	9,1
		Moyens	6	27,3
		Firme	14	63,6
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	7	31,8
		Aromatique	12	54,5
		Fort	3	13,6
	Forme De La Feuille	B	9	40,9
		C	2	9,1
		D	11	50
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	9	40,9
		Denté	13	59,1
Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	8	36,4	
	Apparente	14	63,6	
	Vert Clair (Jaune-Vert)	9	40,9	
	Vert	13	59,1	
Couleur Feuilles		vert clair (jaune-vert)	10	15,4

Annexe

		Vert	42	64,6	
		vert foncé	13	20	
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	10	45,5	
		Elever	12	54,5	
	Forme De L'arbre	Semi Eriger	15	68,2	
		Ouvert	5	22,7	
		Semi Ecarté	2	9,1	
	Présent De Branchement Apicale	Absent	9	40,9	
Présent		13	59,1		
Couleur Des Branches	Gris	17	77,3		
	Marron	5	22,7		
Type De Récolte	Unifère	22	100		
Ghodan	Forme Du Fruit	Cloche	4	33,3	
		Ovale	8	66,7	
	Couleur De La Peau	Mauve	1	8,3	
		Noir	7	58,3	
		Panaché Noir Rouge	4	33,3	
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	1	8,3	
		Fissures Longitudinales Rares	7	58,3	
		Minutes De Fissures	4	33,3	
	Nombre De Lenticelle	Nombreux	12	100	
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	4	33,3	
		Moyens	8	66,7	
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	5	41,7	
		Aromatique	6	50	
		Fort	1	8,3	
	Forme De La Feuille	A	6	50	
		B	3	25	
		C	1	8,3	
		D	1	8,3	
		G	1	8,3	
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	8	66,7	
		Finement Cerelé	3	25	
		Denté	1	8,3	
	Nervation De Feuilles	Inapparente	2	16,7	
		Légèrement Apparente	8	66,7	
		Apparente	2	16,7	
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert)	2	16,7	
		Vert	7	58,3	
		Vert Foncé	2	16,7	
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	11	91,7	
		Elever	1	8,3	
	Forme De L'arbre	Eriger	6	50	
		Semi Eriger	4	33,3	
		Ouvert	2	16,7	
	Présent De Branchement Apicale	Absent	10	83,3	
		Présent	2	16,7	
	Couleur Des Branches	Vert	3	25	
		Gris	8	66,7	
		Noir	1	8,3	
	Type De Récolte	Bifère	12	100	
	Hafer Eljmal	Forme Du Fruit	Arrondi	4	44,4
			Cloche	1	11,1
		Couleur De La Peau	Ovale	4	44,4
		Vert	6	66,7	

Annexe

		Panaché Vert Jaune	3	33,3
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	3	33,3
		Fissures Longitudinales Rares	2	22,2
		Minutes De Fissures	4	44,4
		Rare	1	11,1
	Nombre De Lenticelle	Medium	4	44,4
		Nombreux	4	44,4
		Doux	6	66,7
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Moyens	3	33,3
		Neutre	1	11,1
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	4	44,4
		Aromatique	3	33,3
		Fort	1	11,1
		B	5	55,6
	Forme De La Feuille	C	1	11,1
		E	3	33,3
		Finement Cerelé	4	44,4
	Dentition Des Bords De La Feuille	Denté	5	55,6
		Légèrement Apparente	4	44,4
	Nervation De Feuilles	Apparente	5	55,6
		Vert Clair (Jaune-Vert	3	33,3
	Couleur Feuilles	Vert	3	33,3
		Vert Foncé	3	33,3
		Intermédiaire	1	11,1
	Hauteur De L'arbre	Elever	8	88,9
		Semi Ecarté	4	44,4
	Forme De L'arbre	Ecarté	5	55,6
		Présent	9	100
	Présent De Branchement Apicale	Gris	9	100
	Couleur Des Branches	Unifère	9	100
	Type De Récolte			
Assal	Forme Du Fruit	Cloche	3	42,9
		Ovale	4	57,1
	Couleur De La Peau	Vert	5	71,4
		Jaune	2	28,6
	Craquelle De Peau	Minutes De Fissures	7	100
	Nombre De Lenticelle	Rare	3	42,9
		Medium	2	28,6
		Nombreux	2	28,6
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	7	100
	Saveur Du Fruit	Aromatique	7	100
	Forme De La Feuille	F	1	14,3
		G	6	85,7
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	4	57,1
		Finement Cerelé	3	42,9
	Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	3	42,9
		Apparente	4	57,1
	Couleur Feuilles	Vert	7	100
	Hauteur De L'arbre	Bas	5	71,4
		Intermédiaire	2	28,6
	Forme De L'arbre	Eriger	2	28,6
		Semi Eriger	4	57,1
Ouvert		1	14,3	
Présent De Branchement Apicale	Absent	7	100	
Couleur Des Branches	Gris	6	85,7	

Annexe

		Noir	1	14,3
	Type De Récolte	Unifère	7	100
Bouafasse	Forme Du Fruit	Arrondi	8	53,3
		Cloche	7	46,7
	Couleur De La Peau	Mauve	1	6,7
		Noir	14	93,3
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	3	20
		Peau Craquelée	1	6,7
		Fissures Longitudinales Rares	4	26,7
		Minutes De Fissures	7	46,7
	Nombre De Lenticelle	Rare	1	6,7
		Medium	3	20
		Nombreux	11	73,3
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	5	33,3
		Moyens	10	66,7
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	2	13,3
		Aromatique	7	46,7
		Fort	6	40
	Forme De La Feuille	B	3	20
		C	1	6,7
		D	6	40
		E	4	26,7
		H	1	6,7
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	2	13,3
		Finement Cerelé	10	66,7
		Denté	3	20
	Nervation De Feuilles	Inapparente	4	26,7
		Légèrement Apparente	6	40
		Apparente	5	33,3
Couleur Feuilles	Vert	4	26,7	
	Vert Foncé	11	73,3	
Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	1	6,7	
	Elever	14	93,3	
Forme De L'arbre	Ouvert	2	13,3	
	Semi Ecarté	7	46,7	
	Ecarté	6	40	
Présent De Branchement Apicale	Présent	15	100	
Couleur Des Branches	Gris	12	80	
	Marron	2	13,3	
	Noir	1	6,7	
	Type De Récolte	Unifère	15	100
Avoughenjor	Forme Du Fruit	Arrondi	1	16,7
		Cloche	4	66,7
		Ovale	1	16,7
	Couleur De La Peau	Mauve	2	33,3
		Noir	1	16,7
		Panaché Vert Mauve	1	16,7
		Panaché Noir Rouge	2	33,3
	Craquelle De Peau	Fissures Longitudinales Rares	3	50
		Minutes De Fissures	3	50
	Nombre De Lenticelle	Medium	3	50
		Nombreux	3	50
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	1	16,7
		Moyens	5	83,3
Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	3	50	

Annexe

	Forme De La Feuille	Aromatique	3	50
		A	2	33,3
		G	2	33,3
		H	2	33,3
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	2	33,3
		Finement Cerelé	3	50
		Denté	1	16,7
	Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	4	66,7
		Apparente	2	33,3
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert	1	16,7
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	2	33,3
		Elever	4	66,7
	Forme De L'arbre	Semi Eriger	4	66,7
		Ouvert	2	33,3
Présent De Branchement Apicale	Absent	1	16,7	
	Présent	5	83,3	
Couleur Des Branches	Vert	2	33,3	
	Gris	4	66,7	
Type De Récolte	Unifère	4	100	
Hamra	Forme Du Fruit	Arrondi	11	57,9
		Cloche	5	26,3
		Ovale	3	15,8
	Couleur De La Peau	Marron	7	36,8
		Rouge	8	42,1
		Panaché Vert Marron	3	15,8
	Craquelle De Peau	Panaché Noir Rouge	1	5,3
		Pas De Craquelle	3	15,8
		Peau Craquelée	3	15,8
	Nombre De Lenticelle	Fissures Longitudinales Rares	5	26,3
		Medium	10	52,6
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Nombreux	9	47,4
		Doux	4	21,1
	Saveur Du Fruit	Moyens	3	15,8
		Firme	11	57,9
		Caoutchouc	1	5,3
	Forme De La Feuille	Neutre	3	15,8
		Peu De Saveur	8	42,1
		Aromatique	7	36,8
		Fort	1	5,3
	Dentition Des Bords De La Feuille	B	4	21,1
		C	5	26,3
		D	3	15,8
		E	6	31,6
		F	1	5,3
	Nervation De Feuilles	Pas De Dentition	9	47,4
		Finement Cerelé	7	36,8
		Denté	3	15,8
	Couleur Feuilles	Légèrement Apparente	9	47,4
		Apparente	9	47,4
Hauteur De L'arbre	Vert	10	52,6	
	Vert Foncé	9	47,4	
Forme De L'arbre	Intermédiaire	14	73,7	
	Elever	5	26,3	
	Semi Eriger	1	5,3	
	Ouvert	11	57,9	

Annexe

		Semi Ecarté	3	15,8
		Ecarté	4	21,1
	Présent De Branchement Apicale	Absent	8	42,1
		Présent	11	57,9
	Couleur Des Branches	Gris	14	73,7
Marron		3	15,8	
Noir		2	10,5	
Type De Récolte	Unifère	19	100	
Aylawi	Forme Du Fruit	Cloche	3	50
		Ovale	3	50
	Couleur De La Peau	Vert	4	66,7
		Panaché Vert Jaune	2	33,3
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	4	66,7
		Minutes De Fissures	2	33,3
	Nombre De Lenticelle	Medium	3	50
		Nombreux	3	50
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	1	16,7
		Moyens	1	16,7
		Firme	4	66,7
	Saveur Du Fruit	Neutre	1	16,7
		Peu De Saveur	1	16,7
		Aromatique	3	50
		Fort	1	16,7
		B	2	33,3
		C	1	16,7
		D	2	33,3
	Forme De La Feuille	G	1	16,7
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	5	83,3
		Denté	1	16,7
	Nervation De Feuilles	Inapparente	1	16,7
		Légèrement Apparente	4	66,7
		Apparente	1	16,7
	Hauteur De L'arbre	Bas	1	16,7
		Intermédiaire	2	33,3
		Elever	3	50
	Forme De L'arbre	Eriger	1	16,7
		Semi Eriger	4	66,7
		Ouvert	1	16,7
Présent De Branchement Apicale	Absent	5	83,3	
	Présent	1	16,7	
Couleur Des Branches	Gris	5	83,3	
	Marron	1	16,7	
Type De Récolte	Unifère	5	100	
Zeriki	Forme Du Fruit	Cloche	7	77,8
		Ovale	2	22,2
	Couleur De La Peau	Vert	6	66,7
		Panaché Vert Marron	2	22,2
		Panaché Vert Jaune	1	11,1
	Craquelle De Peau	Fissures Longitudinales Rares	4	44,4
		Minutes De Fissures	5	55,6
	Nombre De Lenticelle	Medium	7	77,8
		Nombreux	2	22,2
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Medium	7	77,8
		Nombreux	2	22,2

Annexe

	Saveur Du Fruit	Neutre	5	55,6
		Peu De Saveur	4	44,4
	Forme De La Feuille	B	2	22,2
		C	2	22,2
		D	2	22,2
		E	1	11,1
		G	2	22,2
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	7	77,8
		Denté	2	22,2
	Nervation De Feuilles	Inapparente	1	11,1
		Légèrement Apparente	7	77,8
		Apparente	1	11,1
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert	4	44,4
		Vert	5	55,6
	Hauteur De L'arbre	Bas	1	11,1
		Intermédiaire	5	55,6
		Elever	3	33,3
		Semi Eriger	1	11,1
	Forme De L'arbre	Ouvert	4	44,4
		Semi Ecarté	4	44,4
Présent De Branchement Apicale	Absent	1	11,1	
	Présent	8	88,9	
Couleur Des Branches	Gris	6	66,7	
	Marron	3	33,3	
Type De Récolte	Bifère	9	100	
Taameriwt	Forme Du Fruita	Cloche	1	6,3
		Ovale	15	93,8
	Couleur De La Peau	Jaune	13	81,3
		Panaché Vert Jaune	3	18,8
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	1	6,3
		Fissures Longitudinales Rares	4	25
		Minutes De Fissures	11	68,8
	Nombre De Lenticelle	Medium	1	6,3
		Nombreux	15	93,8
	Fermeté De La Peau Du Fruita	Doux	12	75
		Moyens	4	25
	Saveur Du Fruit	Aromatique	14	87,5
		Fort	2	12,5
	Forme De La Feuille	A	4	25
		B	9	56,3
		C	3	18,8
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	3	18,8
		Denté	13	81,3
	Nervation De Feuilles	Inapparente	4	25
		Légèrement Apparente	10	62,5
Apparente		2	12,5	
Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert	3	18,8	
	Vert	13	81,3	
Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	14	87,5	
	Elever	2	12,5	
Forme De L'arbre	Semi Eriger	13	81,3	
	Ouvert	3	18,8	
Présent De Branchement Apicale	Absent	14	87,5	
	Présent	2	12,5	

Annexe

	Couleur Des Branches	Gris	15	93,8
		Marron	1	6,3
	Type De Récolte	Unifère	16	100
Aviarous	Forme Du Fruit	Arrondi	6	100
	Couleur De La Peau	Vert	6	100
	Craquelle De Peau	Minutes De Fissures	6	100
	Nombre De Lenticelle	Medium	6	100
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Moyens	6	100
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	4	66,7
		Aromatique	2	33,3
	Forme De La Feuille	E	6	100
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	4	66,7
		Finement Cerelé	2	33,3
	Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	4	66,7
		Apparente	2	33,3
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	6	100
	Forme De L'arbre	Semi Eriger	6	100
	Présent De Branchement Apicale	Présent	6	100
Couleur Des Branches	Gris	6	100	
Type De Récolte	Unifère	6	100	
Tahayount	Forme Du Fruit	Arrondi	2	40
		Cloche	3	60
	Couleur De La Peau	Vert	4	80
		Jaune	1	20
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	2	40
		Minutes De Fissures	3	60
	Nombre De Lenticelle	Medium	1	20
		Nombreux	4	80
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	2	40
		Moyens	3	60
	Saveur Du Fruit	Aromatique	4	80
		Fort	1	20
	Forme De La Feuille	B	3	60
		C	1	20
		E	1	20
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	2	40
		Denté	3	60
	Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	2	40
		Apparente	3	60
	Couleur Feuilles	Vert Clair (Jaune-Vert)	2	40
		Vert	1	20
		Vert Foncé	2	40
Hauteur De L'arbre	Elever	5	100	
Forme De L'arbre	Semi Ecarté	3	60	
	Ecarté	2	40	
Présent De Branchement Apicale	Présent	5	100	
Couleur Des Branches	Gris	5	100	
Type De Récolte	Unifère	5	100	
Taghanimt	Forme Du Fruit	Arrondi	2	66,7
		Cloche	1	33,3
	Couleur De La Peau	Jaune	3	100
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	3	100
	Nombre De Lenticelle	Nombreux	3	100
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Moyens	3	100
Saveur Du Fruit	Aromatique	3	100	

Annexe

	Forme De La Feuille	D	1	33,3
		E	2	66,7
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	1	33,3
		Denté	2	66,7
	Nervation De Feuilles	Inapparente	2	66,7
		Légèrement Apparente	1	33,3
	Couleur Feuilles	Vert	3	100
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	1	33,3
		Elever	2	66,7
	Forme De L'arbre	Ouvert	3	100
		Absent	2	66,7
Présent De Branchement Apicale	Présent	1	33,3	
	Couleur Des Branches	Gris	3	100
Type De Récolte	Unifère	3	100	
Azenjar	Forme Du Fruit	Arrondi	1	14,3
		Cloche	4	57,1
		Ovale	2	28,6
	Couleur De La Peau	Mauve	2	28,6
		Noir	3	42,9
		Panaché Vert Noir	2	28,6
	Craquelle De Peau	Fissures Longitudinales Rares	4	57,1
		Minutes De Fissures	3	42,9
	Nombre De Lenticelle	Medium	1	14,3
		Nombreux	6	85,7
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Moyens	4	57,1
		Firme	3	42,9
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	1	14,3
		Aromatique	6	85,7
	Forme De La Feuille	A	3	42,9
		E	4	57,1
	Dentition Des Bords De La Feuille	Pas De Dentition	2	28,6
		Finement Cerelé	4	57,1
		Denté	1	14,3
	Nervation De Feuilles	Inapparente	2	28,6
		Légèrement Apparente	5	71,4
	Couleur Feuilles	Vert	4	57,1
		Vert Foncé	3	42,9
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	3	42,9
		Elever	4	57,1
	Forme De L'arbre	Semi Eriger	2	28,6
		Ouvert	5	71,4
	Présent De Branchement Apicale	Absent	5	71,4
		Présent	2	28,6
	Couleur Des Branches	Gris	6	85,7
Noir		1	14,3	
Type De Récolte	Unifère	7	100	
Aberkan	Forme Du Fruit	Arrondi	4	66,7
		Cloche	2	33,3
	Couleur De La Peau	Noir	3	50
		Panaché Noir Rouge	3	50
	Craquelle De Peau	Fissures Longitudinales Rares	4	66,7
		Minutes De Fissures	2	33,3
	Nombre De Lenticelle	Medium	2	33,3
		Nombreux	4	66,7
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	2	33,3

Annexe

		Moyens	4	66,7
Saveur Du Fruit		Aromatique	4	66,7
		Fort	2	33,3
Forme De La Feuille		A	3	50
		B	3	50
Dentition Des Bords De La Feuille		Pas De Dentition	4	66,7
		Finement Cerelé	2	33,3
Nervation De Feuilles		Inapparente	1	16,7
		Légèrement Apparente	5	83,3
Couleur Feuilles		Vert	3	50
		Vert Foncé	3	50
Hauteur De L'arbre		Bas	1	16,7
		Intermédiaire	3	50
		Elever	2	33,3
Forme De L'arbre		Semi Eriger	1	16,7
		Ouvert	2	33,3
		Semi Ecarté	2	33,3
		Ecarté	1	16,7
Présent De Branchement Apicale		Absent	3	50
		Présent	3	50
Couleur Des Branches		Gris	4	66,7
		Marron	2	33,3
Type De Récolte		Unifère	6	100
Forme Du Fruit		Ovale	2	40
		Cou Allongé	3	60
Couleur De La Peau		Vert	3	60
		Panaché Vert Jaune	2	40
Craquelle De Peau		Fissures Longitudinales Rares	2	40
		Minutes De Fissures	3	60
Nombre De Lenticelle		Medium	3	60
		Nombreux	2	40
Fermeté De La Peau Du Fruit		Moyens	4	80
		Firme	1	20
Saveur Du Fruit		Peu De Saveur	1	20
		Aromatique	4	80
Forme De La Feuille		D	4	80
		G	1	20
Dentition Des Bords De La Feuille		Finement Cerelé	2	40
		Denté	3	60
Nervation De Feuilles		Inapparente	1	20
		Légèrement Apparente	4	80
Couleur Feuilles		Vert Clair (Jaune-Vert)	1	20
		Vert	3	60
		Vert Foncé	1	20
Hauteur De L'arbre		Elever	5	100
Forme De L'arbre		Ouvert	4	80
		Semi Ecarté	1	20
Présent De Branchement Apicale		Présent	5	100
Couleur Des Branches		Gris	4	80
		Marron	1	20
Type De Récolte		Unifère	5	100
Forme Du Fruit		Cloche	3	37,5
		Ovale	5	62,5
Couleur De La Peau		Rouge	3	37,5
		Panaché Vert Mauve	1	12,5

Annexe

		Panaché Vert Noir	1	12,5
		Panaché Vert Marron	2	25
		Panaché Noir Rouge	1	12,5
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	1	12,5
		Peau Craquelée	2	25
		Fissures Longitudinales Rares	2	25
		Minutes De Fissures	3	37,5
	Nombre De Lenticelle	Medium	5	62,5
		Nombreux	3	37,5
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Moyens	6	75
		Firme	2	25
	Saveur Du Fruit	Peu De Saveur	1	12,5
		Aromatique	5	62,5
		Fort	2	25
	Forme De La Feuille	B	7	87,5
		C	1	12,5
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	8	100
	Nervation De Feuilles	Inapparente	3	37,5
		Légèrement Apparente	5	62,5
	Couleur Feuilles	Vert	6	75
Vert Foncé		2	25	
Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	8	100	
Forme De L'arbre	Ouvert	8	100	
Présent De Branchement Apicale	Absent	4	50	
	Présent	4	50	
Couleur Des Branches	Gris	8	100	
Type De Récolte	Unifère	8	100	
Kermous Elhejar	Forme Du Fruit	Arrondi	3	75
		Cloche	1	25
	Couleur De La Peau	Jaune	4	100
	Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	3	75
		Minutes De Fissures	1	25
	Nombre De Lenticelle	Medium	3	75
		Nombreux	1	25
	Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	3	75
		Moyens	1	25
	Saveur Du Fruit	Aromatique	3	75
		Fort	1	25
	Forme De La Feuille	B	1	25
		C	1	25
		E	1	25
		G	1	25
	Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	4	100
	Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	4	100
	Couleur Feuilles	Vert	4	100
	Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	1	25
		Elever	3	75
Forme De L'arbre	Ouvert	1	25	
	Semi Ecarté	3	75	
Présent De Branchement Apicale	Présent	4	100	
Couleur Des Branches	Gris	3	75	
	Marron	1	25	
Type De Récolte	Unifère	4	100	
Tazaret	Forme Du Fruit	Arrondi	1	33,3
		Cloche	2	66,7

Annexe

Couleur De La Peau	Jaune	2	66,7
	Panaché Vert Jaune	1	33,3
Craquelle De Peau	Pas De Craquelle	2	66,7
	Minutes De Fissures	1	33,3
Nombre De Lenticelle	Medium	1	33,3
	Nombreux	2	66,7
Fermeté De La Peau Du Fruit	Doux	1	33,3
	Moyens	2	66,7
Saveur Du Fruit	Aromatique	1	33,3
	Fort	2	66,7
Forme De La Feuille	D	2	66,7
	E	1	33,3
Dentition Des Bords De La Feuille	Finement Cerelé	2	66,7
	Denté	1	33,3
Nervation De Feuilles	Légèrement Apparente	2	66,7
	Apparente	1	33,3
Couleur Feuilles	Vert	3	100
Hauteur De L'arbre	Intermédiaire	1	33,3
	Elever	2	66,7
Forme De L'arbre	Ouvert	2	66,7
	Semi Ecarté	1	33,3
Présent De Branchement Apicale	Absent	2	66,7
	Présent	1	33,3
Couleur Des Branches	Gris	2	66,7
	Noir	1	33,3
Type De Récolte	Unifère	3	100