



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques

La spécialité : Hydro pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

Djebbari Nesrine

28/06/2022

Valorisation du fruit de la figue de barbarie (*Opuntia ficus indica* L.) de deux zones, une zone humide (Ait Yahya Moussa, Tizi Ouzou) et une zone semi-aride (Mdoukal Batna) par la fabrication de vinaigre

Jury : Université de Biskra

Promoteur Mehaoua .MS

Université de Biskra

Examineur : Achoura .A

Université de Biskra

Président 1ier membre du jury : Bedjaoui .H

Université de Biskra

Année universitaire : 2021- 2022

Remerciement

D'abord, je remercie *ALLAH* qui m'a permis de préparer ce travail simple qui, je l'espère, profitera à d'autres dans l'avenir, puis je remercie *mon père*, qui m'a encouragé et conseillé, et *ma chère mère*, qui m'a aidé à récolter les fruits de figues de barbarie des montagnes de Kabylie, mon professeur respecté, *Mehaoua Mohamed* qui m'a expliqué mon chemin et corrigé mes erreurs, et je n'oublie pas *Samir Merdasi* et *Fatima Zahra Turki*, qui travaillent à *LTDI*, qui ne m'ont épargné aucune information et m'ont enrichi de beaucoup d'idées, de connaissances et de références

Mes amis *Ben Ali Aghogal Hanan* et *Itissem Djaghrouri Wardia Amzal* qui m'ont aidé à collecter des échantillons de sol et d'eau

Dédicace

*Mes parents, mon cher père, qui
m'ont encouragé et soutenu dans
cette recherche, ma mère qui m'a
aidée*

*Mes chères sœurs et mon petit frère
sont des amis qui n'ont pas lésiné
sur moi pour le soutien moral*

Sommaire

Sommer

Sommer

Liste de tableau

Liste de figures

Parte bibliographique

Introduction1

Chapitre 01 La situation géographique, le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

1.) La situation géographique, le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou

1.1) La situation géographique de régions de Tizi Ouzou4

1.2) Le climat 5

1.3) Le type de sol7

2.) La situation géographique, le climat et type de sol de wilaya de Batna

2.1) La situation géographique de régions de Batna.....8

2.2) Le climat.....9

2.3) Le type de sol.....11

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

1. Définition15

2. Classification botanique.....15

3. Structure générale de15

4. Composition chimique et minérale des Opuntias :.....17

4-1) Composition chimique et minérale du fruit:.....17

4-2) Composition chimique des cladodes.....19

4-3) Composition en acides aminées.....20

4_5) Composition vitaminique21

5. Utilisations des fruits23

PARTE EXPERIMENTAL

Matériel et méthodes

1. Technologie du vinaigre.....35

a) Fermentation alcoolique35

b) Fermentation acétique.....35

2. La préparation de vinaigre du figue de barbarie36

2.1)Analyses physico _chimiques et bio_ chimiques du vinaigre.....38

2.1.1) Analyses physico _chimiques.....38

a) muser le rondement :39

b) détermination de PH.....39

c) détermination de CE.....39

d) détarmination des éléments minéraux (Na) ...(K).....39

e) détarmination des éléments minéraux (Mg) et (ca)39

2.2)Analyses bio_ chimiques du vinaigre

a) Détermination de la teneur en acidité totale.....	42
b) Mesurer sucres totaux avec un réfractomètre	43
3.)Analyses physico _chimiques de sol	44
3.1) détermination de Ph.....	44
3.2) détermination de CE.....	45
3.3) Le calcaire total.....	46
3.4) La capacité d'échange cationique CEC.....	47
3.5) Le carbone organique Méthode Walkley et Black	47
3.6) Dosage de gypse (méthode de l'acétone).....	48
3.7) Détermination du calcium Ca ⁺⁺ et de magnésium Mg ⁺⁺	49
3.8)détermination des éléments minéraux (Na) et (K).....	51
4) Analyses physico _chimiques de l'eau.....	51
4.1) détermination de Ph.....	51
4.2) détermination de CE.....	52
4.3) détermination des éléments minéraux (Na) et (K).....	52
4.4) détermination des éléments minéraux (Mg) et (Ca).....	52
Résultats et discussions	56
Conclusion	64
Références	66

Liste des tableaux

Les tableau	Les sources
Tableau 01	caractéristiques morphologique de l'opuntia ficus indica (Neffar, 2012 et Mulas M. et Mulas G. 2004)
Tableau02	Composition chimique de la pulpe des fruits du figuier de barbarie (g/100 g).
Tableau 03	Composition minérale de la pulpe des fruits du figuier de barbarie (mg/100 g).
Tableau 04	: Evolution des paramètres physicochimiques et du contenu en vitamine C des fruits
Tableau 05	Caractéristiques chimiques de la pulpe des fruits d'Opuntia ficus indica cultivés sur
Tableau 06	: Composition chimique de cladodes de différents âges (g/100 p.s.)
Tableau 07	Composition en acides aminés, exprimés en (g/100 g), dans les cladodes, les graines et le jus de fruits d'Opuntia ficus indica
Tableau 08	Composition en vitamines, exprimée en mg/100 g tissu ou de lipides totaux extrait des différentes parties du fruit et de la cladode de la figue de barbarie Opuntia ficus indica
Tableau 09	tableau qui présente la date de récolte et la fermentation alcoolique et fermentation acétique de vinaigre
Tableau10	le resulta de PH CE acidité totale Rondement sucres totaux
Tableau 11	la quantité de K N Mg Ca dans le vinaigre
Tableau 12	le pourcentage de gypse MO calcaire totale , PH CEC CE de sol
Tableau 13	Normes d'interprétation pour la C.E.C (Calvet et Vellemin, 1986)
Tableau 14	la quantité de Mg Ca Na K dans le sol
Tableau 15	la quantité de Mg Ca Na K dans l'eau et PH CE
Tableau 16	Effet de la qualité du sol et de l'eau d'irrigation sur la qualité du Vinaigre
Tableau 18	Caractéristique physico-chimique du vinaigre de datte (Dahmani et Rebbouh, 2009) avec le vinaigre figue de barbarie

Liste des figures

Figure 01	Position géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (Source : ANIREFA, 2011)
Figure 2	graphique montrant Températures moyennes diurnes et nocturnes (donneesmondiales .com)
Figure 3	graphique montrant Heures d'ensoleillement/jour (donneesmondiales .com)
Figure4	: graphique montrant Jours de pluie/mois (donneesmondiales .com)
Figure5	graphique montrant précipitations (donneesmondiales .com)
Figure6	Position géographique de la wilaya de Batna (DCW de Batna)
Figure7	graphique montrant Températures moyennes diurnes et nocturnes (donneesmondiales .com)
Figure8	graphique montrant Heures d'ensoleillement/jour (donneesmondiales .com
Figure9	graphique montrant Jours de pluie/mois (donneesmondiales .com)
Figure10	: graphique montrant précipitations (donneesmondiales .com)
Figure11	carte des Aurès et des limites de la zone d'étude Sud (Hassen Benmessaoud , Mahdi Kalla , Hadda Driddi ,2009)
Figure12	Orographie de la région des Aurès par MNT Sud (Hassen Benmessaoud , Mahdi Kalla , Hadda Driddi ,2009)
Figure13	Le figuier de Barbarie : a) la plante, b) les cladodes, c) les fleurs, d) les fruits, e) les graines, f) la poudre des graines (Cliché Benattia, 2013).
Figure14	Pot de confiture de ficus indica de la marque Scyavuru (Scyavuru, 2017).
Figure15	un échantillon de vinaigre de 3 mois sur le site de NOPALTEC. Photo prise au niveau de l'usine de transformation de la figue de barbarie NOPALTEC, de Sidi Fredj, Souk Ahras, 2019
Figure16	: Feuilles de cactus en lamelles conserver de la marque « Azteca » (Aztek Comptoir Mexicain, 2012).
Figure17	Deux formes de coccidoculture : 1) sous abris 2) en plein air (FAO, 2018).
Figure18	Cladode et jus de cactus issus du figuier de barbarie (Hocine et al., 2017).
Figure19	Capsules et comprimés préparés à partir des cladodes séchées d'Opuntia au Mexique (Nobel, 2002).
Figure20	Diverses marques et préparations d'extraits des cladodes d'Opuntia utilisés comme cosmétique au Mexique (Nobel, 2002).
Figure21	répartition des sols salins du nord de l'Algérie (INSID)
Figure22	Dispositif de la fermentation alcoolique (Originale,2017).

Figure 23	Dispositif de la fermentation acétique (Originale, 2017)
Figure 24	Vinaigre de figue de barbarie pour la région de Ait Yahia Moussa
Figure 25	Vinaigre de figue de barbarie pour la région de M'doukal
Figure 26	mesure le rondement de vinaigre
Figure 27	dosage le Ca de vinaigre par la titration
Figure 28	dosage le Ca de vinaigre par la titration
Figure 29	Détermination de la teneur en acidité totale de vinaigre par la titration
Figure 30	Mesurer sucres totaux de vinaigre avec un réfractomètre
Figure 31	détermination le ph de solution de sol par le PH mètre
Figure 32	détermination le ph de solution de sol par d'un conductimètre
Figure33	le dosage de carbone organique par la titration
Figure 34	détermination le ph d'eau par le PH mètre
Figure 35	détermination le CE de l'eau d'irrigation par la conductivité mètre
Figure36	détermination le Ca par la titration EDTA
Figure37	détermination le Mg par la titration EDTA

PARTIE
BIBLIOGRAPHYQUE

Introduction :

La figue de barbarie (*Opuntia ficus-indica*) est le nom mexicain, d'origine aztèque de notre Figuier de Barbarie. C'est une plante riche, belle, originale et très utile. Sa sobriété et son incroyable vitalité permettent à ce Cactus, de prospérer jusque dans des contrées désertiques souvent inhospitalières où il offre à l'homme et aux animaux domestiques ses vertus nourricières et thérapeutiques (**Schweizer, 1997**).

L'adaptation du figuier de barbarie aux conditions désertiques et semi désertiques lui permet de constituer une culture à intérêts écologiques et socio-économiques indéniables. En effet, il constitue un bouclier contre la désertification et l'érosion des sols. Son impact considérable sur le revenu des agriculteurs a fait de cette plante l'une des espèces les plus rentables économiquement (**Benattia, 2017**).

Dans le figuier de barbarie, rien ne se jette. Tout y a une véritable valeur ajoutée qui peut constituer un créneau d'investissement à part entière. L'huile de pépins de figues de barbarie est l'huile miracle du siècle. Elle est d'ailleurs l'huile la plus chère au monde. Pressée à froid, cette huile végétale est connue pour ses vertus pour la peau, les ongles et les cheveux. Produite essentiellement dans les pays du Maghreb, le Maroc surtout, ainsi que tous ceux du bassin méditerranéen, cette huile prodigieuse, riche en acides gras essentiels et en vitamine E, connaît une forte demande de la part des grandes firmes de cosmétique dans le monde et notamment en Europe (**Agroligne, 2016**).

Il est capable de produire de grandes quantités de biomasse végétale même dans les conditions extrêmes. Avec une pluviosité comprise entre 150 et 400 mm/an et en l'absence de fertilisation, la variété inerme peut produire jusqu'à 100 tonnes de raquettes/ha/an, cette production est en fonction des régions. (**Monjauze , Le Houerou ,2004**)

Bien qu'introduit depuis longtemps en Algérie, le figuier de barbarie ne suscite que peu d'intérêt, d'autant plus que cette plante fortement représentée dans le paysage rural algérien, n'est utilisée que pour délimiter les parcelles cultivées, la consommation de son fruit à l'état frais, ainsi que le recours à l'utilisation de ses raquettes comme fourrage pour le bétail. En général, le figuier de barbarie n'est pas planté en Algérie, il pousse d'une manière sauvage et spontanée, aussi bien dans les zones arides et semi-arides qu'en zones de montagne

. La steppe algérienne, qui s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares, est menacée depuis plusieurs décennies par la désertification. Conjugée au besoin pressant de trouver des espèces peu exigeantes en eau, à grande adaptation aux conditions les plus critiques du milieu (climat aride, chaleur, terrains pauvres) et à forte valeur alimentaire et fourragère, le figuier de barbarie semble être l'espèce parfaite répondant à cette situation alarmante. À partir de là, le

Introduction

Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS) a lancé un programme de plantation du figuier de barbarie, commençant par la région Est (Tébessa, khenchela, Oum-El-Bouaghi, Souk Ahras et Batna) pour atteindre la région du Hodna1 (M'Sila, Bordj-bou-Arreidj, Bouira, Setif et Biskra) (**Belkacem , Hammiche , 2015**)

Actuellement, la superficie totale occupée par le figuier de barbarie en Algérie n'est pas connue. Le HCDS l'estime à environs 55 681 ha, mais ce chiffre est loin de représenter la réalité, à l'exception des wilayas qui ont bénéficié des programmes de plantation du figuier de barbarie par le HCDS, aucune direction des services agricoles ne dispose de statistiques fiables sur la superficie existante ou sur le niveau de production annuelle.

L'importance économique de ce végétal réside dans la production du fruit destiné à l'alimentation humaine et son usage fourrager pour l'alimentation animale, donc il génère des revenus et des emplois au profit des habitants, les raquettes du cactus sont appréciées par le bétail car elles sont riches en eau, en fibres, en protéines et en éléments minéraux. (**Nefzaoui , Ben Salem ,2000) (Le Houérou ,2002)**)

Le objectif de cette recherche est :

- Valorisation du fruit de la figue de barbarie dans la fabrication de vinaigre pour deux zones : une zone humide (Tizi Ouzou) et une zone semi-aride (Batna)
- effet du sol et de l'eau d'irrigation sur la qualité du vinaigre

Chapitre 01

Chapitre 01 : 1. La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

1. La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

1.1) La situation géographique de régions de Tizi Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou est une wilaya côtière, elle se situe dans la partie nord centre de l'Algérie. Le chef-lieu de la wilaya (la ville de Tizi-Ouzou) se trouve à une centaine de Kilomètres à l'est d'Alger, la capitale. Schématiquement, cette région est un vaste bastion constitué d'une succession de chaîne de montagnes toute d'orientation général Est Ouest et qui emprisonnent des plaines alluviales étroites.

(DPSB tizi ouzou)

Elle est comprise entre les coordonnées géographiques suivantes :

-36°42'42" Nord .

- 4°02'45" Est (**dateandtime.info**)

-Altitude au-dessus du niveau de la mer : 206 m

Les limites naturelles de la wilaya de Tizi-Ouzou se présentent ainsi :

- Au nord : la mer méditerranée
- Au sud : la chaîne cristalline du Djurdjura
- A l'est : le massif de l'Akdafou
- A l'Ouest : des collines et des vallées. (**DPSB tizi ouzou**)

Pour ce qui est des limites administratives, la wilaya de Tizi-Ouzou est délimitée par:

- Au nord la mer méditerranée,
- A l'est, la wilaya de Bejaia,
- A l'ouest, la wilaya de Boumerdes,
- Au sud, la wilaya de Bouira. (**DPSB tizi ouzou**)

Chapitre 01 : 1. La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

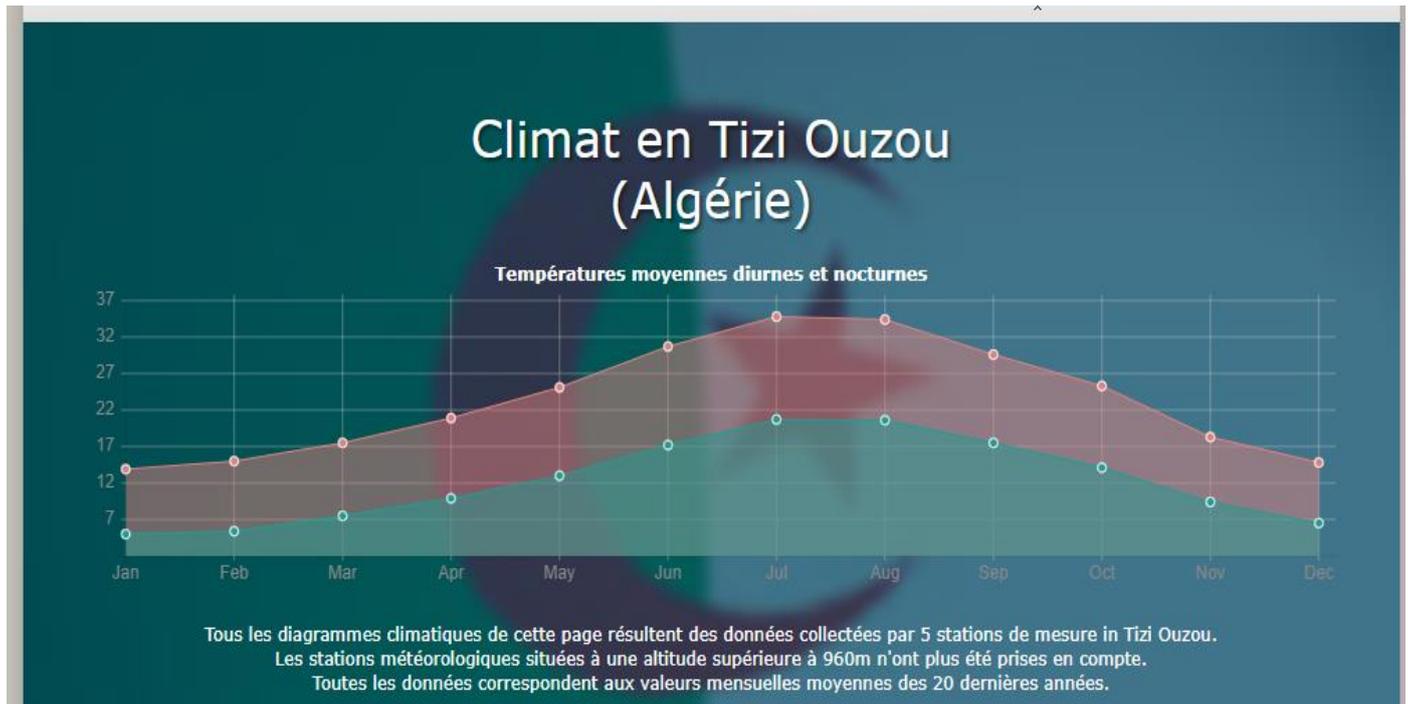


Figure 2 : graphique montrant Températures moyennes diurnes et nocturnes (**donneesmondiales .com**)

- ❖ Le nombre d'heures d'ensoleillement désigne le temps pendant lequel le soleil est réellement visible. C'est-à-dire sans que la visibilité soit entravée par des nuages, du brouillard ou des montagnes. Avec 11 heures par jour, juillet est le mois le plus ensoleillé en province Tizi Ouzou. C'est en décembre que le soleil brille le moins longtemps. (**donneesmondiales .com**)



Figure 3 : graphique montrant **Heures d'ensoleillement/jour** (**donneesmondiales .com**)

Un jour de pluie est un jour où il tombe au moins une quantité de 0,1 mm de précipitations (=0,1 litre) par mètre carré. Il peut s'agir de pluie, de neige, de

Chapitre 01 : 1.La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

grêle ou encore de rosée. Il ne doit donc pas nécessairement pleuvoir toute la journée. Avec un total de 9 jours de pluie, janvier offre la plupart des jours de pluie, juillet les moins. (**donneesmondiales .com**)



Figure 4 : graphique montrant Jours de pluie/mois (**donneesmondiales .com**)

La quantité de précipitations est mesurée en millimètres de hauteur par mètre carré. Avec 2 mm/jour, il y a donc 2 litres d'eau sur un mètre carré en 24 heures. Avec seulement 0,14 mm, c'est en juillet qu'il pleut le moins. En revanche, le mois de novembre est le plus pluvieux. . (**donneesmondiales .com**)

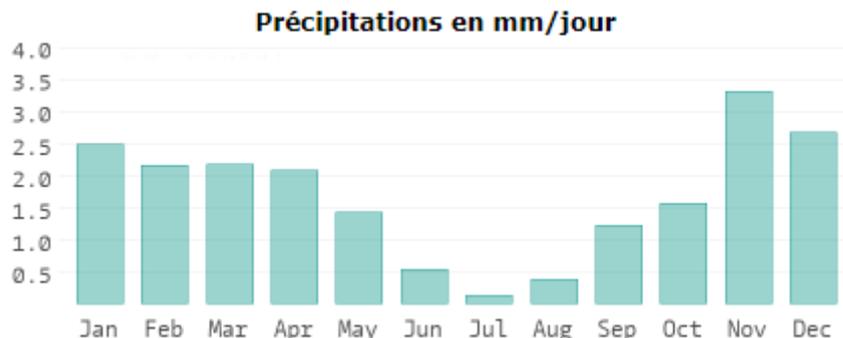


Figure5 : graphique montrant précipitations (**donneesmondiales .com**)

1.3) Le type de sol

Les sols rouges méditerranéens sont rencontrés en Afrique du nord, en Espagne, en Italie, en Yougoslavie et en Turquie. On peut les rencontrer également, en Amérique centrale, surtout au Mexique et aux Etats Unis d'Amérique où ils sont signalés en Californie et en Floride . Ils couvrent de grandes surfaces au Liban, en Palestine et dans les plateaux côtiers de la Syrie . Ils sont localisés aussi en Afrique du sud et dans certaines régions de l'Australie. .(**Allili chafika ,2006**)

En Algérie , ces sols occupent de grandes surfaces , ils se localisent essentiellement dans la frange sub - humide à humide (Durand , 1959) . Ils ont de grandes potentialités de production

Chapitre 01 : 1. La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

et une place non moins importante que celle des sols de la Mitidja . Ces sols sont occupés par les cultures maraîchères , la céréaliculture et l'arboriculture sur le Sahel algérois et par les vignobles sur les plaines de l'Ouest et sous forêt de chêne en Kabylie . .(**Allili chafika ,2006**)

2. La situation ,le climat et type de sol de wilaya de Batna

2.1) La situation géographique de régions de Batna

La wilaya de Batna est située au nord-est de l'Algérie, dans la région des Aurès. Le territoire de la Wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (Tellien et saharien), ce qui représente la particularité physique principale de la Wilaya et détermine, de ce fait, les caractères du climat et les conditions de vie humaine. Elle se localise à 410 KM d'Alger

L'altitude par rapport au niveau de la mer 1037 m (**DCW de Batna**)

- ✓ Elle est délimitée :
 - ❖ Au nord, par la Wilaya de Mila ;
 - ❖ Au nord-est, par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi
 - ❖ A l'est, par la Wilaya de Khenchela
 - ❖ Au sud, par la Wilaya de Biskra
 - ❖ A l'ouest, par la Wilaya de M'Sila
 - ❖ Au nord-ouest, par la wilaya de Sétif. (**DCW de Batna**)
- ✓ Les coordonnées géographiques
 - Latitude : 35°33'21" Nord
 - Longitude : 6°10'26" Est (**dateandtime.info**)
 - Altitude au-dessus du niveau de la mer **1037 m**



Figure 6: Position géographique de la wilaya de Batna (**DCW de Batna**)

Chapitre 01 : 1.La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

2.2) Le climat

Pendant tout de même 6 mois, les températures moyennes sont supérieures à 25 degrés. Des températures d'eau agréables allant jusqu'à 24 degrés invitent même à la baignade pendant la saison chaude. La meilleure période pour voyager est en raison des températures plus chaudes de juillet à août. En revanche, les mois froids sont pratiquement sans attrait touristique de novembre à avril. (donneesmondiales .com)

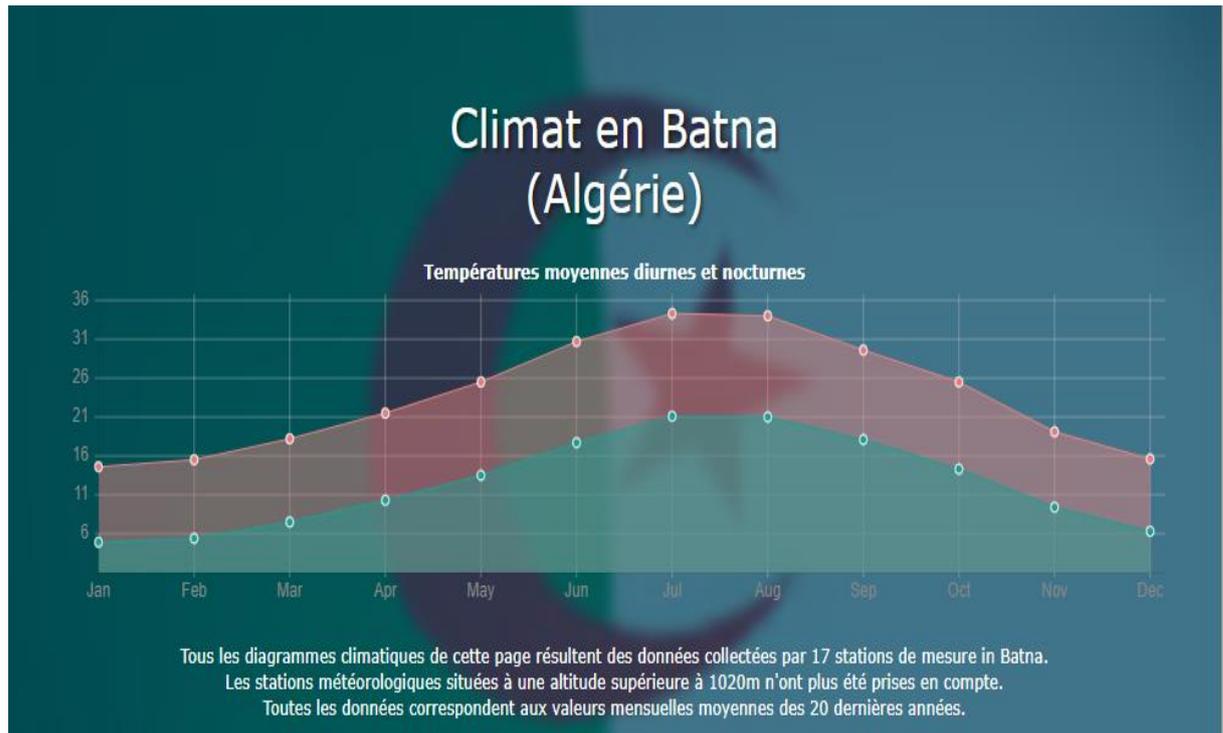


Figure 7: graphique montrant Températures moyennes diurnes et nocturnes (donneesmondiales .com)

Le nombre d'heures d'ensoleillement désigne le temps pendant lequel le soleil est réellement visible. C'est-à-dire sans que la visibilité soit entravée par des nuages, du brouillard ou des montagnes. Avec 11 heures par jour, juillet est le mois le plus ensoleillé en province Batna. C'est en décembre que le soleil brille le moins longtemps. (donneesmondiales .com)

Chapitre 01 : 1.La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

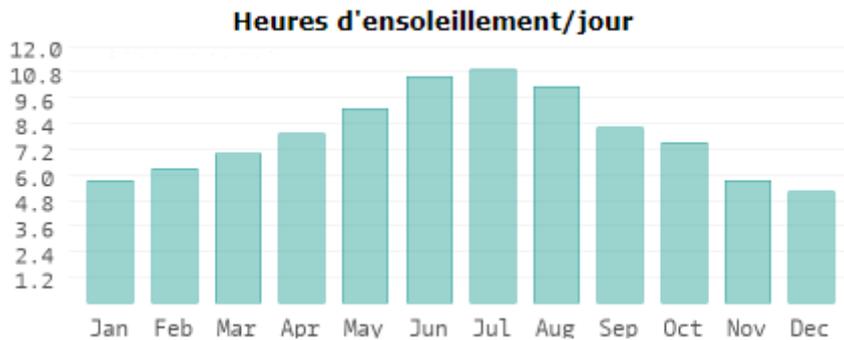


Figure 8 : graphique montrant **Heures d'ensoleillement/jour (donneesmondiales .com)**

Un jour de pluie est un jour où il tombe au moins une quantité de 0,1 mm de précipitations (=0,1 litre) par mètre carré. Il peut s'agir de pluie, de neige, de grêle ou encore de rosée. Il ne doit donc pas nécessairement pleuvoir toute la journée. Avec un total de 9 jours de pluie, décembre offre la plupart des jours de pluie, juillet les moins. (**donneesmondiales .com**)

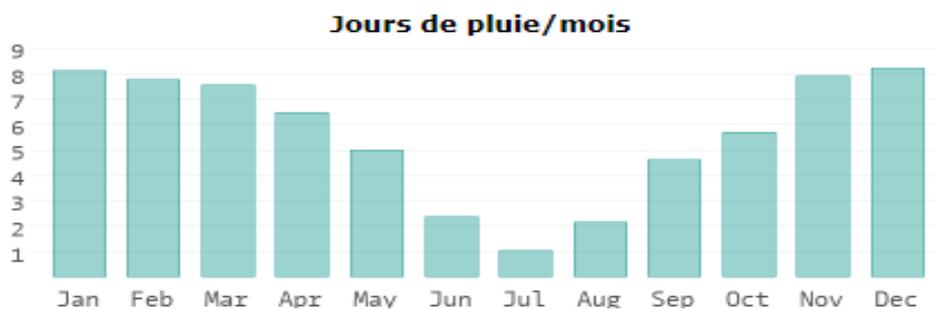


Figure 9 : graphique montrant **Jours de pluie/mois (donneesmondiales .com)**

- ❖ La quantité de précipitations est mesurée en millimètres de hauteur par mètre carré. Avec 2 mm/jour, il y a donc 2 litres d'eau sur un mètre carré en 24 heures. Avec seulement 0,16 mm, c'est en juillet qu'il pleut le moins. En revanche, le mois de novembre est le plus pluvieux. (**donneesmondiales .com**)

Chapitre 01 : 1. La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

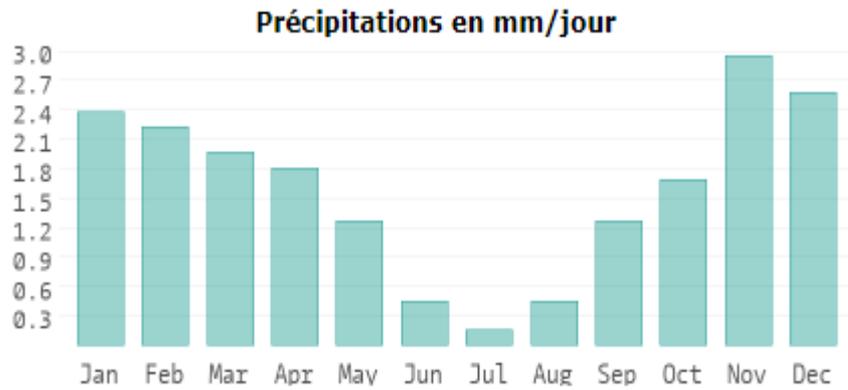


Figure 10 : graphique montrant précipitations (**donneesmondiales .com**)

2.3) Le type de sol

Le Climat de Batna est de type semi-aride, (Chabbi.Z, 2017).

A l'est de l'Atlas saharien , les Aurès forment un ensemble de chaînes montagneuses au relief très contrasté , fortement exposées aux phénomènes de dégradation , notamment dans la partie sud en contact direct avec le Sahara . C'est dans cette partie méridionale que se situe la zone d'étude (fig. 1) , entre les méridiens $6^{\circ}00'$ et $6^{\circ}40'$ Est et les parallèles $35^{\circ}00'$ et $34^{\circ}45'$ Nord .

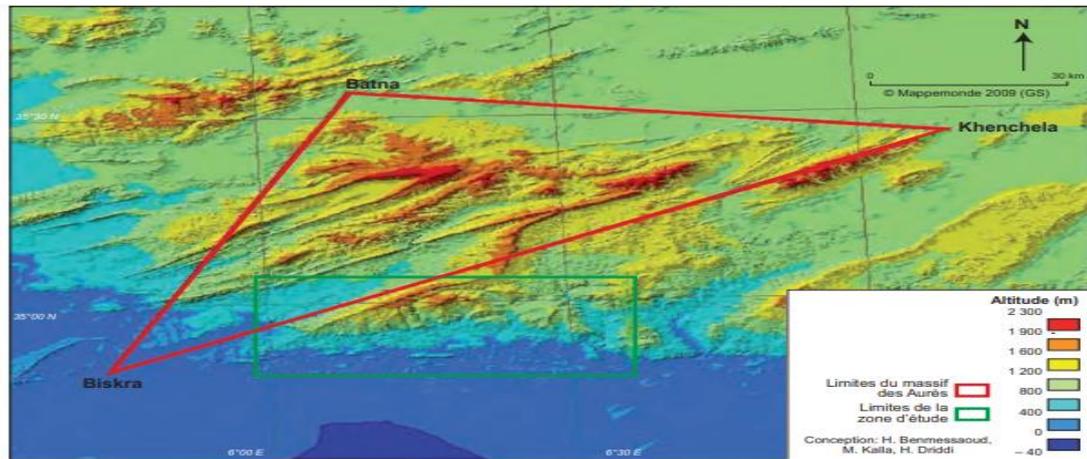


1. Carte des Aurès et des limites de la zone d'étude

Figure11 : carte des Aurès et des limites de la zone d'étude Sud (**Hassen Benmessaoud , Mahdi Kalla , Hadda Driddi ,2009**)

Chapitre 01 : 1.La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

La région est caractérisée par de fortes dénivellations sur de courtes distances , avec des altitudes qui varient de 2300 m (versant nord) à - 50 m (au sud) (Ansar , 2002)
(fig . 2)



2. Orographie de la région des Aurès par MNT

Figure 12 : Orographie de la région des Aurès par MNT Sud (Hassen Benmessaoud , Mahdi Kalla , Hadda Driddi ,2009)

Mezbel (. Des roches résistantes constituent les zones les plus élevées (grès et calcaire) alors que les zones de basse altitude sont le domaine des matériaux tendres , fins au nord et grossiers au sud . La prédominance de ces derniers matériaux peu résistants à l'érosion accentue la dégradation du couvert végétal dans le Sud (Hassen Benmessaoud , Mahdi Kalla , Hadda Driddi ,2009)

D'après SZABLOCS (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. Ce phénomène est observé (voir carte ci-jointe) dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhah d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).(INSID)

Chapitre 01 : 1.La situation géographique ,le climat et type de sol de wilaya de Tizi Ouzou et Batna

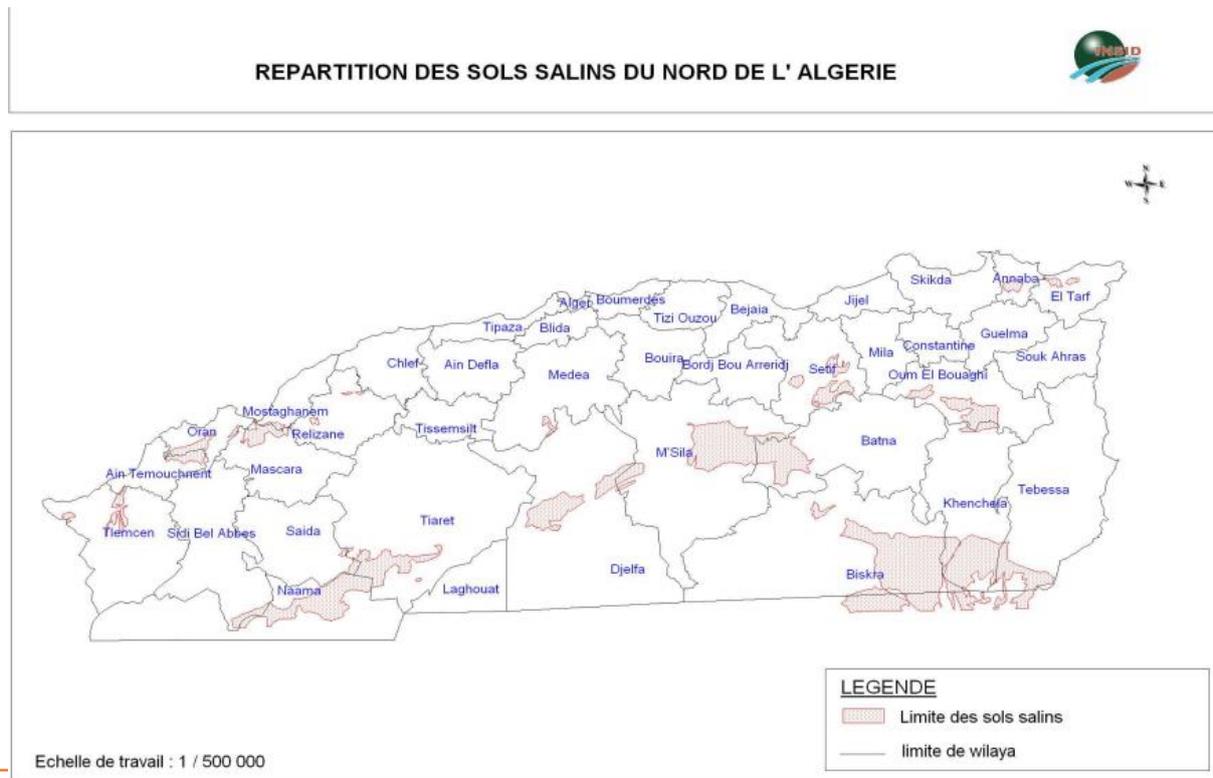


Figure 13 : répartition des sols salins du nord de l'Algérie (INSID)

Chapitre 02

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

1. Définition :

Le figuier de Barbarie est originaire du Mexique, il est bien adapté aux zones arides et semi-arides (Reynolds et al., 2003). Il occupe une partie importante dans l'alimentation humaine et il est également utilisé comme fourrage pour le bétail. C'est une plante intéressante en raison des conditions environnementales dans lesquelles elle se développe et sa résistance aux conditions climatiques extrêmes (Hernández-Urbiola et al., 2011).

2. Classification botanique

Les cactacées ou cactées sont des végétaux phanérogames, angiospermes, dicotylédones (Schweizer, 1997). D'après Wallace et Gibson (2002), leur classification botanique est rappelée ci-dessous :

- Règne : *Plantae*
- Sous règne : *Tracheobionta*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Magnoliopsida*
- Sous classe : *Caryophyllidae*
- Ordre : *Caryophyllales*
- Famille : *Cactaceae*
- Sous-famille : *Opuntioideae*
- Tribu : *Opuntieae*
- Genre : *Opuntia*
- Espèce : *Opuntia ficus indica L.*

La famille des Cactacées renferme 1600 espèces avec le centre de la diversité maximale au Mexique qui abrite 669 espèces (Neffar, 2012).

Les espèces d'*Opuntia* les plus répandues en Algérie sont : *Opuntia cylindrica*, *Opuntia mieckleyi*, *Opuntia vulgares*, *Opuntia schumanni*, *Opuntia megacantha*, *Opuntia maxima* et *Opuntia ficus indica* (Arba, 2000)

3. Structure générale de la plante

Le figuier de barbarie peut atteindre jusqu'à 5 mètres de hauteur, avec un tronc épais et ligneux. Les cladodes sont aplatis de couleur vert mat, ayant une longueur de 30 à 50cm, une largeur de 15 à 30cm, sont couverts de petites aréoles, d'épines blanchâtres, sclérifiées, solidement implantées et longues de 1 à 2cm (Habibi, 2004). Les cladodes assurent la fonction chlorophyllienne et sont recouvertes d'une cuticule creuse (la

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

cutine) qui limite la transpiration et les protège contre les prédateurs (Schweizer, 1997; Wallace et Gibson, 2002). Les caractéristiques principales de figuier de barbarie sont illustrées dans le Tableau I Les feuilles, éphémères, sont de forme conique et ont quelques millimètres de long, apparaissant sur les jeunes raquettes (Fried, 2012), à leur base, se trouvent les aréoles (environ 150 par cladode) qui sont des bourgeons axillaires modifiés (Neffar, 2012).

Les fleurs apparaissent sur le sommet des cladodes, sont hermaphrodites, de couleur jaune et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante (Habibi, 2004). Les fruits sont des baies charnues ovoïdes ou piriformes pourvues d'épines. Ils sont généralement verdâtres ou jaune à maturité. La pulpe est toujours juteuse, de couleurs jaune orangé, rouge ou pourpre, parsemée de nombreuses petites graines (Habibi, 2004).

Les graines de figue de barbarie sont caractérisées par leur dureté due à la présence de fibres dures et de formes plates (Habibi, 2004).

Le pourcentage et le nombre de graines varie en fonction de plusieurs facteurs dont la variété, la physiologie et l'environnement de culture (Reyes-Aguero et al., 2005). Constituent environ 4-7% de la pulpe comestible sont généralement jetées comme déchets après extraction de la pulpe (Stintzing, Schieber and Carle 2001).

Compartiments	Descriptions	Photographies
Branches (cladodes ou raquettes)	Forme elliptique ou ovoïdale, camées et de couleur verte ayant une longueur de 30 à 50 cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3cm.	
Epines	Sont blanchâtres, sclérifiées, solidement implantées et longues (de 1 à 2cm).	
Fleurs	Hermaphrodites avec une corolle de couleur jeune ou orange, apparaissent sur le dessus des raquettes larges de 4 à 10cm.	
Fruits	Présents sous forme d'une grosse baie ovoïde et charnue, dont la peau vert jaunâtre, elle est aussi ornée de piquants	

Tableau I: caractéristiques morphologique de l'opuntia ficus indica (Neffar, 2012 et Mulas M. et Mulas G. 2004)

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

4. Composition chimique et minérale des Opuntias :

4.1 Composition chimique et minérale du fruit :

L'eau est la principale composante du fruit (Tableau 2), élément précieux dans les régions arides et semi-arides. La teneur en eau est protégée par la pelure épaisse et riche en mucilage. Le mucilage lie fortement l'eau et aide à prévenir la déshydratation des fruits. La pulpe du fruit du figuier de barbarie est riche en minéraux, avec une prédominance de potassium. Il est à noter également la présence de grandes quantités (exprimées en mg/100 g) de phosphore, magnésium et de calcium (Tableau 3). Les variations de la composition chimique du fruit d'Opuntias de différentes couleurs sont insignifiantes. Les variations de contenu de certains minéraux dans les fruits peuvent être attribuées à leurs différentes origines (Sáenz et al., 2013).

Paramètre	Fruit vert	Fruit violet	Fruit orange
Teneur en eau	83.8	85.98	85.1
Protéines	0.82	0.38	0.82
Lipides	0.09	0.02	-
Fibres	0.23	0.05	-
Cendres	0.44	0.32	0.26
Sucres totaux	14.06	13.25	14.8
Vitamine C (mg/100g)	20.33	20	24.1
β -Carotène (mg/100g)	0.53	-	2.28
Bétabaïnes (mg/100g)	-	100	-

Source: Sáenz and Sepúlveda (2001); Sáenz, Sepúlveda and Moreno (1995); Sepúlveda and Sáenz (1990).

Tableau 2 : Composition chimique de la pulpe des fruits du figuier de barbarie (g/100 g).

Elément minéral	Fruit vert	Fruit violet	Fruit orange
Calcium	12.8	13.2	35.8
Magnésium	16.1	11.5	11.8
Fer	0.4	0.1	0.2
Sodium	0.6	0.5	0.9
Potassium	217	19.6	117.7
Phosphore	32.8	4.9	8.5

Source: Sáenz and Sepúlveda (2001); Sáenz, Sepúlveda and Moreno (1995); Sepúlveda and Sáenz (1990).

Tableau 3 : Composition minérale de la pulpe des fruits du figuier de barbarie (mg/100 g).

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

La composition du fruit varie avec sa maturation. L'indice des matières solides solubles totales (TSS) augmente rapidement à mesure que la pulpe commence à se développer. Lorsque la couleur de la pelure est à mi-chemin de celle du fruit complètement mûr, le TSS se situe entre 12 à 15%, selon le cultivar. À ce stade, le fruit est de meilleure qualité pour la consommation ou pour le stockage. Bien que le TSS augmente légèrement dans les fruits à pleine maturité, à ce stade le fruit n'est plus dans la meilleure condition pour être stocké et il est même trop mou pour être manipulé (Sáenz et al., 2013). Le Tableau 4 indique les changements les plus significatifs observés chez

Stade de maturité	Poids (g)	Diamètre (cm)	Pulpe (%)	Fermeté (Kg/cm ²)	TSS (°Brix)	Acidité (%)	pH	Vit C (mg/100g)
Immature	86	42–44	44	4.6	7.5	0.08	5.2	12
Vert	102	47–49	57	3.7	8.8	0.04	6.1	18
Intermédiaire	105	49–53	63	2.7	10.1	0.03	6.2	18
Mûr	112	50–54	65	2.4	11.5	0.02	6.3	26
Trop mûr	108	49–53	75	2.2	12.5	0.02	6.4	28

Source: Montiel-Rodriguez (1986), cité par Cantwell (1995).

Tableau 4 : Evolution des paramètres physicochimiques et du contenu en vitamine C des fruits

Opuntia amyclaea au cours de la maturation (Montiel-Rodríguez (1986), cité par Cantwell (1995). Les teneurs en sucre, en TSS et en vitamine C augmentent considérablement au cours du processus de maturation, tandis que la fermeté et l'acidité diminuent. Le niveau du pH évolue en se rapprochant de la neutralité à mesure que la maturation progresse. En Algérie, l'étude menée sur les cultivars de quelques sites de l'extrême est du pays révèle la richesse des fruits de la région en eau, la faible acidité de leurs pulpes et leur degré brix assez élevé (Tableau 5). Un autre paramètre intéressant pour lequel peu d'informations sont disponibles est la fermeté du fruit, celle-ci oscille entre 1,8 et 3,3 N. *Opuntia streptacantha* présente la caractéristique de produire un fruit plus ferme et offre de meilleures perspectives de traitement post-récolte (Silos-Espino et al., 2003).

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

Site	Teneur en eau (%)	pH	Acidité (%)	Brix (%)
Bouamoud	85.08±0.15 ^b	6.06±0.07 ^b	0.039±0.002 ^a	14.75±1.06
Chegaga	86.63±0.10 ^a	5.93±0.06 ^c	0.046±0.002 ^b	14.00±0.00
Meridef	85.04±0.16 ^b	5.91±0.07 ^c	0.049±0.004 ^b	15.85±0.92
Remila	86.80±0.11 ^a	6.25±0.09 ^a	0.038±0.003 ^a	14.75±0.35

Source : Mazari *et al.*, 2018.

Tableau 5 : Caractéristiques chimiques de la pulpe des fruits d'*Opuntia ficus indica* cultivés sur

4.2 Composition chimique des cladodes

Les cladodes sont une source valeureuse pour les agro-industries. Quand ils sont tendres (10-15 cm), ils peuvent être utilisés comme légume (nopalitos). Partiellement lignifiés, au bout de 2 à 3 ans, ils peuvent être utilisés pour la production de farines et d'autres produits. Lorsqu'ils sont complètement lignifiés, ils peuvent être brûlés comme combustible. Le Tableau 6 montre l'évolution de la composition des cladodes d'âges différents. Flores *et al.* (1995) ont entrepris une étude sur 20 variétés d'*Opuntia* afin d'analyser les cladodes jeunes, matures et lignifiés. Les auteurs ont constatés que la teneur en protéines était plus élevée dans les pousses et que la teneur en fibres augmentait avec l'âge de la cladode, atteignant 16,1% dans les tiges lignifiées et près de 8% dans les pousses. La teneur en cendres n'a pas suivi la même tendance et les jeunes raquettes avaient des niveaux de cendres inférieurs à ceux des cladodes ou des tiges.

Age (années)	Description	Protéines	Lipides	Cendres	Fibres brut	Extrait non-azoté
0.5	Jeunes cladodes (nopalitos)	9.4	1.0	21	8	60.6
1	Cladodes charnues (penca)	5.4	1.29	18.2	12	63.1
2	Cladodes charnues (penca)	4.2	1.4	13.2	14.5	66.7
3	Cladodes charnues (penca)	3.7	1.33	14.2	17	63.7
4	Cladodes lignifiés	2.5	1.67	14.4	17.5	63.9

Source: López, Fuentes and Rodríguez (1977), cited in Saénz *et al.*, 2013.

Tableau 6 : Composition chimique de cladodes de différents âges (g/100 p.s.)

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbarie

4.3 Composition en acides aminés

L'analyse biochimique des échantillons de figuier de barbarie indique que ce dernier contient un grand nombre d'acides aminés, il comprend également les huit acides aminés essentiels. Les fruits du figuier de barbarie contiennent des niveaux élevés d'acides aminés, en particulier la proline et la taurine, représentant respectivement 46% et 15,79% de la teneur totale en acides aminés (Tableau 7μ), tandis que le principal acide aminé détecté sur les cladodes est la glutamine. En revanche, dans les graines, le principal acide aminé est l'acide glutamique avec un pourcentage de 21,68%, suivi de l'acide asparaginique (10,42%), leucine (9.94%) et la serine (8.46%). Les graines et la pulpe du fruit peuvent être considérées comme de très bonnes sources d'acides aminés et de protéines.

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

Acide Aminé	Cladode	Fruit	Graines
Alanine	1.25	3.17	4.75
Arginine	5.01	1.11	6.63
Asparagine	3.13	1.51	Trace
Acide Asparaginique	4.38	Trace	10.42
Acide Glutamique	5.43	2.40	21.68
Glutamine	36.12	12.59	Trace
Cystine	1.04	0.41	0.37
Histidine	4.18	1.64	3.11
Isoleucine	3.97	1.13	6.20
Leucine	2.71	0.75	9.94
Lysine	5.22	0.63	6.79
Méthionine	2.92	2.01	0.70
Phénylalanine	3.55	0.85	5.25
Serine	6.68	6.34	8.46
Thréonine	4.18	0.48	1.53
Tyrosine	1.46	0.45	3.09
Tryptophane	1.04	0.46	Trace
Valine	7.72	1.43	6.02
Acide α -Aminobutyrique	Trace	0.04	Trace
Carnosine	Trace	0.21	Trace
Citrulline	Trace	0.59	Trace
Ornithine	Trace	Trace	Trace
Proline	Trace	46.00	Trace
Taurine	Trace	15.79	Trace
Glycine	Trace	Trace	5.06

Source : Feugang *et al.*, 2006; Sawaya *et al.*, 1983.

Tableau 7 : Composition en acides aminés, exprimés en (g/100 g), dans les cladodes, les graines et le jus de fruits d'*Opuntia ficus indica*

4.4 Composition vitaminique

La fraction lipidique des fruits et des graines du figuier de barbarie contient une vitamine liposoluble, la vitamine E, aussi appelée tocophérols. Le fruit, en particulier sa pelure, est riche en vitamine E à raison de 21,82 g/kg (Tableau 8). Cette teneur est supérieure à celle trouvée dans d'autres fruits tels que la pomme, la banane ou le raisin (Piga, 2004). Les carotènes et les tocophérols, connus pour leurs propriétés antioxydantes, sont des composants importants sur le plan nutritionnel car ils préviennent l'oxydation des lipides et améliorent leur stabilité. Les caroténoïdes, en tant que piègeurs de l'oxygène singulet, protègent les lipides de la photo-oxydation, alors que leur rôle dans l'auto-oxydation est associé à la

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

présence de tocophérols (Psomiadou & Tsimidou, 2001). Bien qu'il existe certaines différences dans les niveaux des isoformes de tocophérols, le γ -tocophérol semble être le composant principal de l'huile de la graine, le δ -tocophérol est le constituant principal de la fraction lipidique de la pulpe (Ramadan & Mörsel, 2003a), tandis que L' α tocophérol, est le premier composant majeur de la fraction lipidique issue de la pelure (Tableau 8). Ces trois marqueurs de tocophérols représentent plus de 80% de la teneur totale en vitamine E de ces fractions lipidiques. Par ailleurs, L' α -tocophérol occupe la deuxième position, représentant 16% de la teneur totale en vitamine E, dans la fraction lipidique de la pulpe. Le fruit contient également 0.34 à 0.40 g/kg de vitamine C. La β -carotène, représente 0,42 g/kg dans la fraction lipidique de la pulpe, mais moins dans l'huile de la graine. La vitamine K1 (phylloquinone) est présente dans toutes les parties du fruit, allant de 0,5 à 1 g/kg (Ramadan & Mörsel, 2003a). La vitamine B n'est présente qu'à l'état de traces sur les cladodes (Feugang et al., 2006).

	Pulpe	Graines	Pelure	Cladode
Vitamine K ₁	53.2	52.5	109	---
Vitamine C,	34–40	---	---	7–22
Vitamine B ₁	---	---	---	0.14
Vitamine B ₂	---	---	---	0.60
Vitamine B ₃	---	---	---	0.46
α -Tocopherol,	84.9	5.6	1760	---
β -Tocopherol,	12.6	1.2	222	---
γ -Tocopherol,	7.9	33.0	174	---
σ -Tocopherol	422	5.0	26	---
Total vitamine E	527.4	40.3	2182	---
β -Carotène	42.0	4.7	25.4	---

Source : Kutí, 2004 ; Ramadan & Mörsel, 2003b ; Fernández-López *et al.*, 2010; Tesoriere *et al.*, 2005 ; Feugang *et al.*, 2006.

Tableau 8 : Composition en vitamines, exprimée en mg/100 g tissu ou de lipides totaux extrait des différentes parties du fruit et de la cladode de la figue de barbarie *Opuntia ficus indica*

Leur consommation permet d'améliorer la saveur du lait et la couleur du beurre. . (Russel CE, Felker P 1991)

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbarie

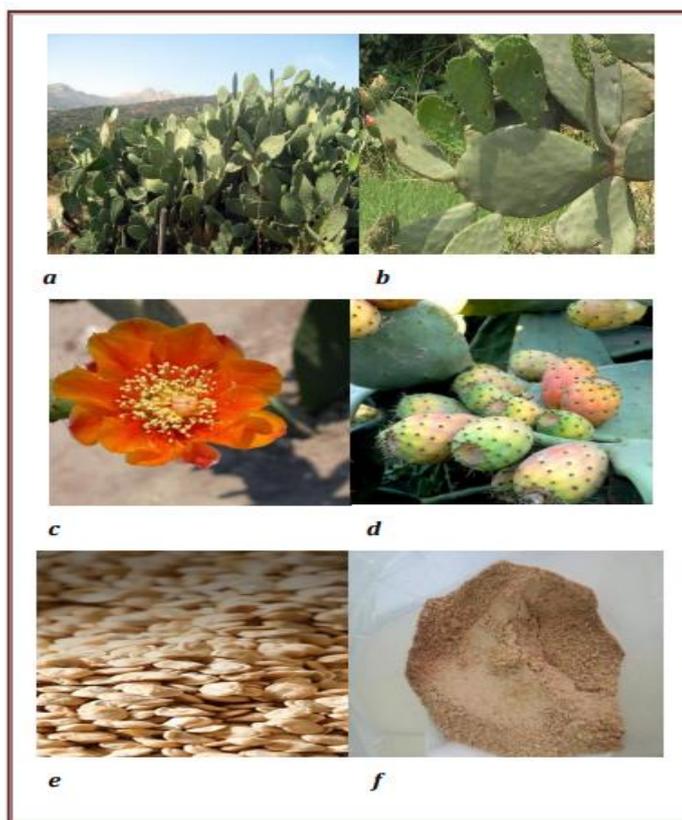


Figure 14: Le figuier de Barbarie : a) la plante, b) les cladodes, c) les fleurs, d) les fruits, e) les graines, f) la poudre des graines (Cliché Benattia, 2013).

La figue de barbarie est nommée dans certains pays fruit du diable. D'autres, qui n'accordent pas d'importance à ses épines, la surnomment le fruit du paradis tant elle a des bienfaits miraculeux sur la santé humaine, animale et l'environnement (**Agroligne, 2016**).

1) Utilisations des fruits :

Le figuier de barbarie joue un rôle important dans l'alimentation des ruminants dans les zones arides et semi-arides (De Wall et al., 2015), l'utilisation principale est la consommation à l'état frais des fruits qui se vendent dans différentes parties du monde (**Mulas et Mulas, 2004**).

Pour les populations déshéritées d'Amérique latine, de l'Afrique, de toutes les régions pauvres et désertiques du monde ensoleillé où il s'est acclimaté, le figuier de Barbarie constitue une plante providentielle. Il représente à lui seul un aliment de survie complet (**Schweizer, 1997**)

Ses fruits sucrés et juteux sont riches en vitamine C et leur valeur nutritionnelle est semblable à celle de la plupart des fruits comme les oranges, les pommes, les poires, l'abricot, les

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

cerises, etc... (Arba, 2009). Ils sont généralement consommé frais comme ils donnent lieu à plusieurs produits, dont quelques-uns sont connus et d'autres sont récemment développés ou en cours de recherche. La pulpe et le jus sont les utilisations les plus communes et domestiques du figuier de barbarie. (Saenz, 2000).

❖ Jus :

Selon la norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits (CODEX STAN 247-2005), le jus de fruits est le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface post-récolte appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la Commission du Codex Alimentarius (Boutakiout, 2017). Plusieurs études ont été faites sur le jus de la figue de barbarie et ont montré que ce produit a un goût et un parfum agréables. Une autre possibilité est la production des jus concentrés qui manifestent une bonne stabilité microbiologique (Bhira, 2012). Selon la FAO, plusieurs essais ont été fait pour produire un jus de qualité et stable. Un exemple de produit commercial réussi est une boisson faite de concentré de figues de Barbarie colorées, d'eau et d'arômes naturels. Ce produit est disponible sur le marché Etats-Unien, emballé dans des Terta Pak d'un litre et vendu approximativement à 6\$ US par litre (FAO, 2018).

❖ Confiture :

Selon le centre nationale de ressources textuelle et lexique (CNRTL), la confiture est une préparation consistant en fruits, ou plus rarement en autres végétaux, laissés entiers ou ayant subi un traitement, et cuits avec du sucre pour les conserver (CNRTL, 2012). La préparation de confitures combine les traitements par la chaleur avec une diminution de l'aw (et parfois aussi du pH pour permettre un traitement thermique moins sévère) (FAO, 2018).

Un exemple de confiture commercialisé, Scyavuru est une marque réussite en Italie, la composition de ce confiture selon le site de la marque Scyavuru est : Figues de barbarie (65 g pour 100 g), Sucre (45 g pour 100 g), Gélifiant (pectine), Jus de citron.

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare



Figure 15 : Pot de confiture de ficus indica de la marque Scyavuru (Scyavuru, 2017).

❖ Vin :

Larousse définit le mot vin comme suit : c'est un nom donné à tous les jus dont une partie ou la totalité du sucre est transformée en alcool par fermentation (**Larousse, 2004**)

Historiquement,

jus de la tuna obtenue après cuisson du fruit sans adjonction d'eau ni de sucre, donne une délicieuse boisson qu'il faut boire fraîche, le plus rapidement possible après sa production. En effet, après quelques heures, ce jus fermente naturellement, devenant le Colonche (Nochoctli) le fameux Vin de Cactus des Aztèques, boisson légèrement alcoolisée dont les Indiens sont très friands et qu'ils fabriquent tous les jours en période de fructification. Une tradition très ancienne prétend que le Colonche est une boisson magique, qu'elle attache éternellement l'un à l'autre les amants qui le boivent ensemble (**Schweizer, 1997**).

Maintenant le vin de jus de figue de barbarie est conditionné et commercialisé dans plusieurs pays, en Italie, il existe un certain nombre d'entreprises produisant des liqueurs à base de la figue de barbarie ; parla macération du fruit dans l'alcool et laissée pendant plusieurs jours, puis le mélange est filtré, ainsi ; l'eau et le sucre sont ajoutés. La teneur en alcool du produit fini est de 28 degrés Gay-Lussac (° GL) (**Saenz et al., 2013**).

On prend comme exemple le produit Figo Morisca de chez Bresca Dorada (producteur italien). C'est une infusion hydro-alcoolique de figues de Barbarie de Sardaigne (Opuntia

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

Ficus Indica en latin, Figu Morisca en sarde...) certifiées biologiques cueillies à la main, et ajoutée à l'eau et le sucre de canne biologique (**Bresca Dorada, 2017**).

Dans certains pays, notamment au Chili, en Californie et en Afrique du Sud, une variété de tunas dont le suc est d'un beau rubis foncé, est employée pour clarifier et fixer la couleur du vin en lieu et place du traditionnel sang de bœuf, ce qui semble beaucoup plus hygiénique (**Schweizer, 1997**).

❖ Vinaigre :

Un autre produit ayant un potentiel intéressant est le vinaigre et quelques expériences de fabrication sont dignes d'intérêt (**FAO, 2018**).

Ce vinaigre gastronomique avec son arôme riche, savoureux et fruité, sa légère acidité et son goût très raffiné, à plusieurs vertus nutritives et cosmétiques. Il stimule la flore intestinale, améliore la digestion et renforce les défenses naturelles et il est extrait de la pulpe de figue (**Agroligne, 2016**).

Maintenant en Algérie, l'usine pour la transformation de la figue de barbarie NOPALTEC de la commune de Sidi Fredj, dans la wilaya de Souk Ahras, fait produire du vinaigre orange à partir des figues de barbarie, on voit sur la photo 12 un échantillon de vinaigre de 3 mois sur le site de NOPALTEC :



Figure 16 : un échantillon de vinaigre de 3 mois sur le site de NOPALTEC. Photo prise au niveau de l'usine de transformation de la figue de barbarie NOPALTEC, de Sidi Fredj, Souk Ahras, 2019.

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

❖ Colorants alimentaire :

Les colorants naturels - en particulier, rouges et violet sont grandement appréciés par les consommateurs puisque les colorants rouges synthétiques utilisés comme additifs dans les aliments ont été limités par des réglementations officielles dans l'Union Européenne et les Etats-Unis d'Amérique à cause des possibles effets indésirables sur la santé humaine (FAO, 2018).

Dans l'industrie agro-alimentaire, la betterave rouge est la seule source des bétalaines exploitée pour l'obtention des colorants naturels des denrées alimentaires, produisant plusieurs nuances du rouge violet. Cependant, les préparations de la betterave rouge sont obtenues à partir des racines. De ce fait, des caractéristiques défavorables du goût peuvent affecter leur commercialisation. L'utilisation de figuier de barbarie comme source de bétalaines est très intéressante, ceux-ci sont fortement parfumés et montrent des propriétés nutritives meilleures que les racines de betterave rouge (Bhira, 2012)

❖ L'huile des pépins :

Les graines du fruit donnent une huile comestible qui présente un haut degré d'insaturation, avec un taux important d'acide linoléique et un faible taux d'acide linoléique. Grâce à ces caractéristiques et à d'autres caractéristiques chimiques et physiques, l'huile appartient à la même catégorie que les huiles de graines de soja, de maïs et de tournesol (Mulas et Mulas, 2004).

❖ Farine de pépins :

Ce sont en fait les graines ou les pépins de la figue, dont le résidu, une fois l'huile extraite, est broyé puis séché pour en faire une farine très fine. Cette poudre blanchâtre, riche en protéines, peut être utilisée dans la confection des pâtisseries, enrichir des soupes et employée dans le domaine des cosmétiques (Agroligne, 2016).

4.2) Utilisations des raquettes :

Pour leur subsistance, les populations indigènes du Mexique recourraient non seulement aux fruits, mais aussi aux jeunes raquettes de 10-15 cm de longueur qui sont consommées en tant que légume car elles sont tendres et fibreuses. Leur valeur nutritive est similaire à celle d'un

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

grand nombre de légumes et feuilles. Elles sont riches en eau, en hydrates de carbone, en protéines, en vitamine C et β -carotène qui est un précurseur de la vitamine A. Ces jeunes cladodes sont appelés « Napolitos » au Mexique où elles sont considérées comme un légume traditionnel depuis des siècles (**Boutakiout, 2017 et Mulas et Mulas, 2004**).

Libérées de leurs épines, les raquettes de certaines variétés choisies, sont un vrai délice. Jadis nourriture de pauvres, le Nopal se retrouve maintenant sur les tables les plus raffinées. Au Mexique, les gourmets le découvrent à la carte des plus grands restaurants (**Schweizer, 1997**).

Nopalitos au thon ; c'est une salade appelée «Azteca» (figure 7), qui contient du thon, des haricots, cladodes et les piments ou les piments jalapeño chauds. Le produit est en conserve pour la vente. Nopalitos dans une sauce au thon, aux champignons, à la saucisse ou les légumes forment un groupe de tendres à base de feuilles produits avec d'autres aliments ajoutés. Ils ont devenir très populaire au Mexique (**Saenz et al., 2013**)



Figure 17: Feuilles de cactus en lamelles conserver de la marque « Azteca » (Aztek Comptoir Mexicain, 2012).

Les raquettes peuvent donner naissance aux plusieurs d'autres produits, on note :

❖ La coccidoculture :

Une intensification d'élevage des cochenilles sur les raquettes d'Opuntia peut être faite pour la production d'une teinte rouge (le Carmin). Cette dernière est très demandée en industrie alimentaire, médicinale et cosmétique comme colorant naturel (**Araba et al., 2000**).

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

L'élevage des Cochenilles femelles parasites de cactus nopal et originaires de l'Amérique du sud est déjà pratiqué en Amérique précolombienne, aux Canaries et en Europe (**Jussiau et al., 1999**).

Le colorant Carmin ou E120 est utilisé comme additif en plusieurs produits alimentaires en Algérie après interdictions des colorants, synthétique toxiques et nocif pour la santé (**Couvez et al., 2010**).

Selon la FAO (2018) la coccidoculture peut être faite sous de : sous abris et en plein air (Photo 8). Le choix de la méthode d'élevage dépend largement des conditions climatiques locales



Figure 18: Deux formes de coccidoculture : 1) sous abris 2) en plein air (FAO, 2018).

❖ Jus et boissons :

Le jus des feuilles de poire de cactus est extrait par broyage et pressage. Cela consiste à fraiser des cladodes après avoir enlevé les épines et haché les feuilles dans un mélangeur industriel ou à la maison. L'eau est ajoutée pour faciliter le processus et le liquide résultant est filtré pour séparer les solides en suspension (**Saenz et al., 2013**).

Selon les travaux de docteur Amel Boutakiout dans sa thèse « Etude physicochimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit : jus de cladode du figuier de Barbarie marocain (*Opuntia ficus-indica* et *Opuntia megacantha*) », Les composés extraits ont montré un certain nombre d'actions pharmacologiques : antioxydante, anti-inflammatoire, propriétés antivirales, analgésique, antiulcérogène, antidiabétique, anti-cholestérol... (**Boutakiout, 2017**).

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbarie



Figure19 : Cladode et jus de cactus issus du figuier de barbarie (Hocine et al., 2017).

❖ Fourrage :

Dans l'élevage, les frais de l'alimentation sont en haut de la liste des dépenses et peuvent représenter entre 50 à 60 du coût de la production. En milieu aride et semiaride et en élevage extensif, le déficit de fourrage est inévitable (**Agroligne, 2016**).

La culture des figuiers de barbarie présente une solution et surtout en cas de disette. Les cladodes, riches en eau, sont utilisées comme aliment pour les ovins, les caprins, les bovins et les porcins (**Mulas et Mulas, 2004 et Schweizer, 1997**).

❖ Autres Produits :

La confiture de nopalitos est préparée à partir de jeunes cladodes qui ont été moulus et cuits avec variable quantités de sucre, pectine et conservateurs. Il y a aussi la farine des cladodes qu'elle est obtenue par déshydratation et fraisage des cladodes d'âges différents. L'âge influence les caractéristiques de la farine. Cette dernière a récemment été utilisée dans l'industrie de la boulangerie et a un potentiel pour la fabrication de biscuits, pâtisseries, des soupes et des desserts (**Nobel, 2002**).

2) Usage des fleurs :

La fleur de figue de barbarie est très riche en vitamine C, en calcium, en fer, en magnésium et en zinc. Séchées, elles sont préparées en tisane pour leurs propriétés diurétiques, vermifuges et astringentes. Elles constituent également un traitement naturel de l'hypertrophie bénigne de la prostate et sont utilisées en tant qu'un anti-inflammatoire et antihémorroïde (**Agroligne, 2016**).

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbare

Les fleurs de cactus constituent aussi une source nutritive très appréciée pour les abeilles d'où la possibilité de développer l'apiculture en parallèle. L'activité des abeilles a lieu sur les fleurs pendant trois mois (Avril-juin). Les rendements des ruches constituent une source financière

importante pour les paysans (PNTTA, 2000).

3)Usage médicinal :

Opuntia ficus-indica est l'une des plantes les plus utilisées dans la médecine traditionnelle (Welegerima et al., 2018).

Son usage applique les différentes parties de la plante. Les fruits sont connus partout en Maroc par le fait qu'ils s'arrêtent les coliques et les diarrhées. En Australie et en Afrique du nord, l'effet hypoglycémique des Napolitos est utilisé pour le traitement des diabètes non dépendants de l'insuline. En Sicile, le thé préparé avec les fleurs est utilisé comme traitement contre les maux des reins.

Le mucilage isolé des raquettes permet de réduire le cholestérol total dans le sang. Les cladodes sont utilisés pour traiter les inflammations, et même des préparations de fleurs sont utilisées comme substance antidiurétique (PNTTA, 2000).

En plus, Les protéines végétales dont le Nopal est abondamment pourvu aident le corps à éliminer l'excès aqueux de certains tissus cellulaires, diminuant ainsi la rétention d'eau, dont la cellulite représente l'une des conséquences les plus fâcheuses (Schweizer, 1997).

Chapitre 02 : généralité sur la plante figue de barbarie

Les technologies mises au point récemment ont démontré la possibilité de production des alicaments sous forme de gélules ou capsules (Photo 10). Ce sont des aliments naturels qui ont des fonctions thérapeutiques pour les différents problèmes cités en dessus (**Bouttakiout, 2017**).



Figure 20 : Capsules et comprimés préparés à partir des cladodes séchés d'Opuntia au Mexique (Nobel, 2002).

4) Usage cosmétique :

Il est le secteur le plus demandeur de la figue de barbarie. La richesse des raquettes et du fruit en lui-même et ses graines en vitamines, notamment E, et en oligo-éléments, monte très haut la côte de ce fruit exotique miraculeux (**Agroligne, 2016**).

Depuis des décennies, le figuier de barbarie est utilisé par les femmes berbères et indiennes du continent américain pour ses vertus cosmétiques. Les femmes berbères utilisaient l'huile pour cicatriser et pour protéger leur peau du vent brûlant du désert (**Benattia, 2017**).

Pour soigner leurs mains malmenées par les rudes travaux auxquels elles sont soumises, les Indiennes préparent du savon et des onguents à base de mucilage de Nopal et de jus de tuna. Elles préservent de la même manière leur visage agressé par le soleil (**Schweizer, 1997**).

Aujourd'hui, le mucilage des raquettes est utilisé dans la fabrication des shampoings, des assouplissants des cheveux, des crèmes dermique et des laits hydratants (**arba, 2009**). Aussi, les extraits de la plante remplacent avantageusement la graisse de baleine dans la préparation des crèmes et des pommades. Le principal intérêt de ces dernières est leur effet antiride (**Bhira, 2012**).



Figure 21 : Diverses marques et préparations d'extraits des cladodes d'Opuntia utilisés comme cosmétique au Mexique (Nobel, 2002).

5) Autres usages :

- Engrais vert : Les résidus des raquettes ou des fruits et les autres parties de la plante constituent un excellent fertilisant (**Bouttakiout, 2017**).
- Les cactus épineux *O. ficus-indica* sont souvent utilisés comme haies défensives pour la protection des jardins, des vergers et des bosquets d'oliviers à travers l'Afrique du Nord et dans des zones d'Italie et d'Espagne. Ces haies marquent les limites tout en aidant à contrôler l'érosion (**FAO, 2018**).
- Les opuntias fournissent également un excellent bois de chauffage à longue flamme éclairante. Les Indiens en font des torches pour leurs cérémonies religieuses (**Schweizer, 1997**).
- Il existe aussi différentes applications biotechnologiques du genre *Opuntia*, y compris l'isolement enzymatique, la transformation génétique et les techniques de culture tissulaire in vitro (**Angulo-Bejarano et al., 2014**).

PARTIE EXPERIMENTALE

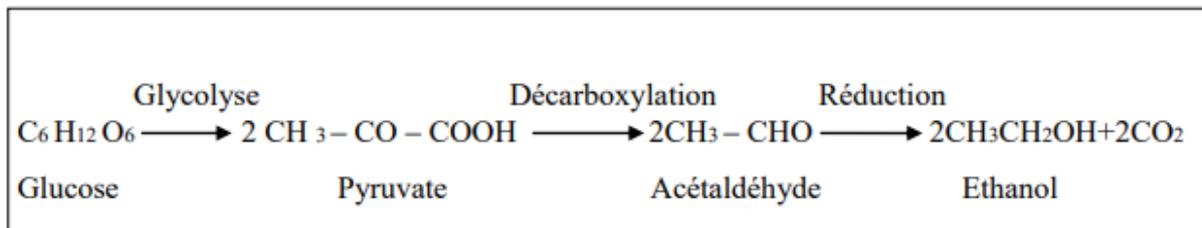
Matériels et méthodes

1. Technologie du vinaigre

Le vinaigre est le résultat d'un double fermentation, alcoolique et acétique. Ces dernières permettent de transformer un aliment en modifiant dans un sens favorable ses propriétés.

a) Fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique se déroule en milieu anaérobie. Elle est assurée par des levures du genre saccharomyces à la température ambiante pendant quelques jours. Elle est principalement basée sur la transformation des sucres, essentiellement le glucose et le fructose, qui pénètrent dans la cellule de la levure par diffusion facilitée (Bourgeois & Larpent, 1996; Larpent, 1991). La décarboxylation de l'acide pyruvique à la suite de la glycolyse puis réduction de l'acétaldéhyde en éthanol. Cette fermentation intervient dans la fabrication du vin, de la bière, de cidre et divers boissons fermentées, ces derniers peuvent servir de matières premières à la fabrication du vinaigre. Son but est essentiellement la fabrication de l'éthanol (Branger, 2008). La réaction se déroule selon l'équation suivante :

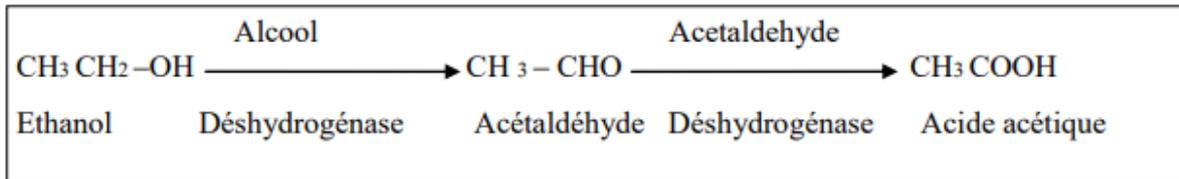


b) Fermentation acétique

La fermentation acétique intervient dans la fabrication du vinaigre (Guiraud & Galzy, 1998), assurée par les acétobacters qui oxydent l'éthanol en acide acétique en présence d'oxygène (Lafourcade, 1978 ; Bourgeois & Larpent , 1996). L'optimum de température pour l'aération se situe entre 30et 32°C, au delà de 33°C il y a une suroxydation de l'acide acétique en gaz carbonique et en eau (Maiorella, 1985).

Les acétobacters sont des bactéries aérobies strictes ou facultatives, donc l'oxygène est nécessaire pour oxyder l'éthanol en acide acétique, et elles tolèrent un pH de 3 à 4. Le degré d'alcool est compris entre 7° et 12°, car au delà de 12°, l'éthanol se transforme en gaz carbonique et en eau ; pour la fermentation acétique (Guiraud & Galzy, 1998).

Selon la réaction suivante :



2. La préparation de vinaigre du figue de barbarie

_J'ai récolté 8 kg de figues de barbarie de deux région (M'doukal , Ait Yahia Moussa). Je l'ai bien lavé et j'ai enlevé toutes les épines , séché de l'eau après coupé et mis tous les fruits dans une une bouteille en plastique stérile et propre seul .

_Le dispositif expérimental est constitué de deux parties. La première partie est un dispositif pour réaliser la fermentation alcoolique, et le deuxième est un dispositif pour réaliser la fermentation acétique. Le dispositif de fermentation alcoolique est une bouteille en plastique de 1.5 L montée par un couvercle avec un système d'évacuation de CO₂ orienté vers une petite bouteille plein d'eau

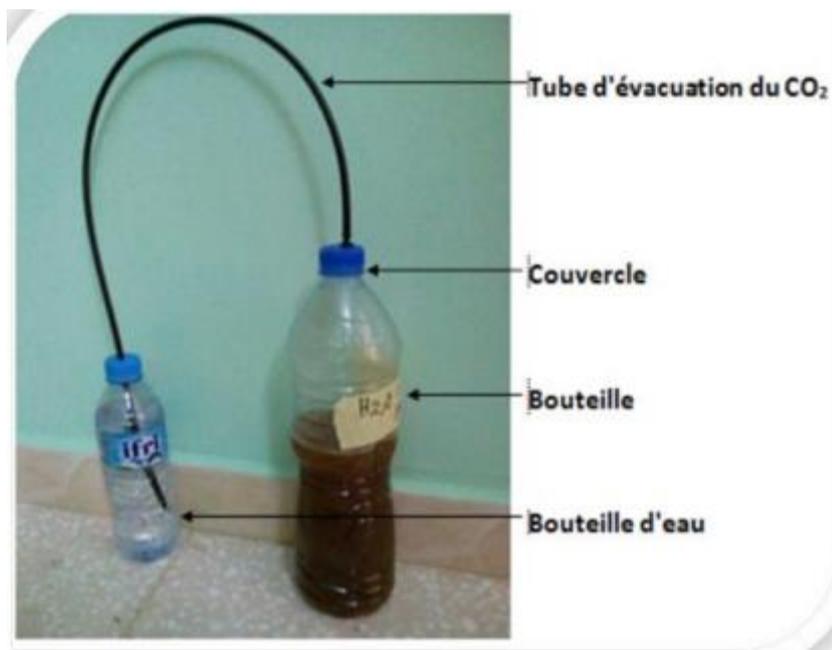


Figure 22 : Dispositif de la fermentation alcoolique (Originale,2017).

Le dispositif de fermentation acétique est une bouteille en plastique de 1,5 L. On couvre la bouteille par un tissu de textile contres les insectes, tout en permettant le passage de l'air dans le produit



Figure 23 : Dispositif de la fermentation acétique (Originale, 2017)

Les régions	La date de récolte	Date de fin de fermentation alcoolique	Date de fin de fermentation acétique
Mdoukal	28-8-2021	16-9-2021	25-9-2021
Ait Yahia Moussa	11-09-2021	30-9-2021	20-10-2021

Tableau 9: tableau qui présente la date de récolte et la fermentation alcoolique et fermentation acétique de vinaigre



Figure 24 : Vinaigre de fige de barbarie pour la région d'Ait Yahia Moussa



Figure 25 : Vinaigre de fige de barbarie pour la région de Mdoukal

2.1) Analyses physico _chimiques et bio_ chimiques du vinaigre

2.1.1) Analyses physico _chimiques

a) mesurer le rendement : par l'éprouvettes on mesure le rendement de vinaigre



Figure 26 : mesure le rendement de vinaigre

b) détermination de Ph

A l'aide du ph mater, on mesure l'acidité du vinaigre de figue de barbarie pour les deux régions (Ait Yahia Moussa et M'doukal)

c) détermination de CE

A l'aide d'un Conductimètre, on mesure la conductivité électrique du vinaigre de figue de barbarie pour les deux régions (Ait Yahia Moussa et M'doukal)

d) détarmination des éléments minéraux (Na) et (K)

Mode opératoire

Les éléments minéraux tels que le sodium et le potassium sont mesurés et déterminés à l'aide photométrie de flamme en préparant la solution mère et la solution fille de différentes concentrations pour chaque élément minéral, puis en passant de vinaigre pour mesurer le pourcentage de sodium et de potassium pour chaque élément.

e) détarmination des éléments minéraux (Mg) et (ca)

Mode opératoire

Pour le calcium

- 5 ml échantillon + 45 ml H₂O (dillution × 10)
- Ajouter 2ml de NaOH à 2N
- Ajouter 0.2g de HSN
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage marron a jaune



Figure 27 : dosage le Ca de vinaigre par la titration

Calcul

Pour le calcium

$$[\text{Ca}^{++}] = \frac{V_1 * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{++}} * 1000}{\text{PE}}$$

D'où:

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

C_{EDTA} : concentration molaire d'EDTA (0.01M).

$M_{\text{Ca}^{++}}$: masse molaire de calcium en g.

PE: prise d'essai (50ml).

F: facteur de dilution.

Donc: $[\text{Ca}^{++}] = V_1 * 0.01 * F * 40.08 * 1000/50$ (mg/l)

$$= V_1 * 8.016 * F$$

Pour TH ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$)

- 5 ml échantillon + 45 ml H_2O (dillution $\times 10$)
- Ajouter 4ml de la solution tampon (K_{10})
- Ajouter 2 gouttes de NET

- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage maronne a vert



Figure 28 : dosage le Mg de vinaigre par la titration

Pour le magnésium

$$[\text{Mg}^{++}] = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Mg}^{++}} * 1000}{\text{PE}}$$

D'où:

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

V_2 : volume total d'EDTA.

C_{EDTA} : concentration molaire d'EDTA (0.01M).

$M_{\text{Mg}^{++}}$: masse molaire de magnésium en g.

PE : prise d'essais (50ml).

F : facteur de dilution.

$$\begin{aligned} \text{Donc : } [\text{Mg}^{++}] &= (V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3 * 1000/50 \text{ (mg/l)} \\ &= (V_2 - V_1) * 4.86 * F \text{ (mg/l)} \end{aligned}$$

2.2) Analyses bio chimiques du vinaigre

a) Détermination de la teneur en acidité totale

Méthodes

- Mesurer 2 g de NaOH mettre dans 100 ml d'eau distillée pour obtenir la solution NaOH 0,5N.
- Mesurez 10 ml de la solution fermentée (vinaigre) et mettez-la dans un bécher
- Ajouter 5 gouttes de solution de phénolphtaléine à chaque échantillon de la solution fermentée
- Titration l'échantillon à l'aide d'une solution de NaOH avec un mélange continu à l'aide de l'agitateur magnétique jusqu'à ce qu'il devienne rose
- enregistrement volume égale V(NaOH)

$$AC_T = \frac{V.M.N}{P_e} = \frac{V \times 0.5 \times 60.05}{P_c} = \frac{V.30}{P_e}$$



Figure 29: Détermination de la teneur en acidité totale de vinaigre par la titration

b) Mesurer sucres totaux avec un réfractomètre :

Nettoyer les prismes à l'éthanol, puis à l'eau

Ajustez la température de mesure en faisant passer un jet d'eau à la température appropriée à travers les deux prismes

La lecture est réglée avant d'utiliser le réfractomètre en mesurant l'indice de réfraction de l'eau distillée à une température de 20°C.

L'échantillon est placé entre les prismes et ne doit pas contenir de matières en suspension

L'oculaire est utilisé pour déterminer la ligne entre la zone claire et la zone bleue, puis le dégradé est regardé et la lecture est prise



Figure 30 : Mesurer sucres totaux de vinaigre avec un réfractomètre

3) Analyses physico _chimiques de sol

3.1) détermination de Ph

Mode opératoire

- Peser 10 g du sol.
- Ajouter 25 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 30 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 30 mn.
- Mesurer le pH à l'aide d'un pH mètre

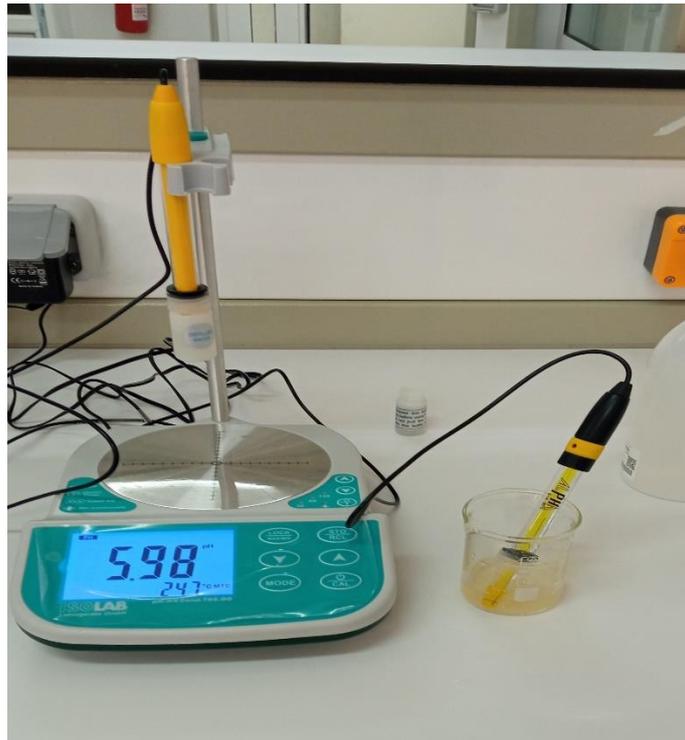


Figure 31 : détermination le ph de solution de sol
par le PH mètre

3.2) détarmination de CE

Mode opératoire

- Peser 10 g du sol.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée dans un bécher de 100 ml.
- Agiter pendant 15 mn avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 15 mn.
- Mesurer la CE à l'aide d'un conductimètre

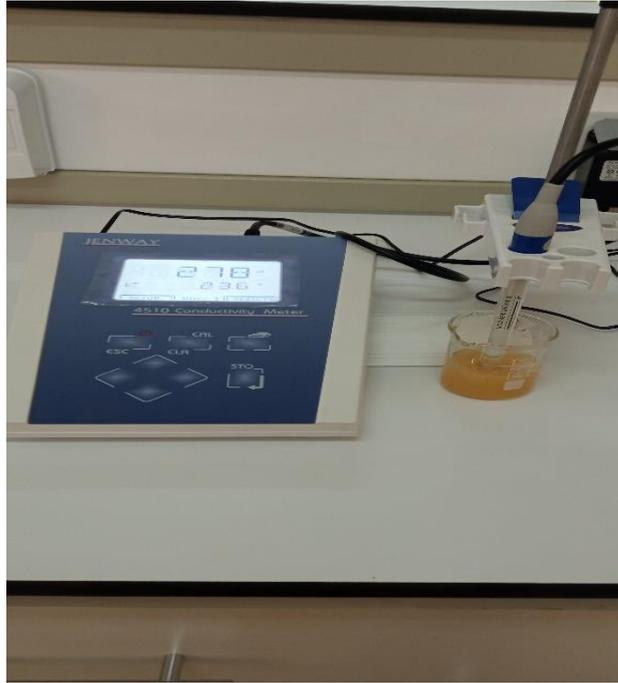


Figure 32 : détermination le ph de solution de sol par d'un conductimètre

3.3)Le calcaire total

Mode opératoire

- Peser 1 g de sol (0.5 g pour les sols très calcaires).
- Introduire dans l'erlenmeyer de calcimètre.
- Préparer une solution de HCl 50%.
- Remplir le tube avec HCl et l'introduire avec précaution dans l'erlenmeyer.
- Fermer l'erlenmeyer, et verser le tube de l'HCl puis abaisser l'ampoule de calcimètre jusqu'à ce que le niveau de l'eau dans cette dernière soit dans un même plan horizontal que ce lui de l'eau située dans la colonne.
- Lire le volume V de gaz carbonique dégagé.
- Faire les même étapes, mais avec le CaCO₃ pur (0.3 g) à la place du sol et lire le volume V' de gaz carbonique dégagé (essai témoin).

Calcul :

$$\text{CaCO}_3 \text{ total (\%)} = \frac{V \cdot 0.3}{V' \cdot P} * 100$$

3.4) La capacité d'échange cationique CEC

Mode opératoire

- Peser 5g de sol et verser dans un tube à centrifuger, ajouter 33 ml d'acétate de sodium et centrifuger pendant 5 min à 3000 t/min.
- Répété cette opération 3 fois.
- Récupérer la solution dans une fiole de 100ml pour le dosage des bases échangeable K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺.
- Ajouter 33ml éthanol et centrifugé pendant 5min à 3000 t/min. Eliminer chaque fois le surnageant
- Répété cette opération 3 fois
- Ajouter au culot 33ml d'acétate d'ammonium à 3 reprises (33ml, 33ml ,33ml), doser la CEC dans cette solution par le dosage du Na par le spectrophotomètre à flamme.

Calcul :

$$\text{CEC meq/100g} = \frac{\text{meq}}{\text{L}} \text{Na} \quad \frac{\text{A}}{\text{Wt}} \times \frac{100}{1000}$$

3.5)Le carbone organique Méthode Walkley et Black « 1^{ère} méthode »

Mode opératoire :

- Peser 1g de sol dans un bécher de 500ml.
- Ajouter 10 ml de bichromate de potassium 1N.
- Ajouter 20 ml de l'acide sulfurique concentré.
- Laisser reposer 30 min.
- Ajouter 200 ml d'eau distillée.
- Ajouter 10 ml de l'acide orthophosphorique concentré.
- Ajouter 10-15 gouttes de l'indicateur coloré diphénylamine.
- Titrer avec le sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.
- Préparer un témoin avec la même méthode mais sans sol.

Calcul :

$$\text{C\%} = \frac{(n'-n)}{p} * 1 * \frac{0.3}{0.77}$$

$$\text{C\%} = 1.334 \times \frac{(n'-n) \times 0.3 \times M}{p}$$

n' : volume de témoin (volume de titrage)

n : volume de l'échantillon

p : pois de sol

M : molarité de sulfate de fer d'ammonium = 0.5



Figure 33:le dosage de carbone organique par la titration

3.6) Dosage de gypse (méthode de l'acétone)

Mode opératoire :

- Peser 1g du sol, mettre dans un bécher de 1l, ajouter 500ml d'eau distillée, agiter pendant une heure, puis filtrer.
- Prélever 20ml, mettre dans un godet de la centrifugeuse, ajouter 20ml d'acétone concentré, puis centrifuger à 3000T pendant 5min.
- Jeter la solution et ajouter encore dans le godet 10ml d'acétone puis centrifuger à 3000T pendant 5min puis jeter la solution.
- Ajouter 40ml d'eau distillée dans le godet, mélanger avec une spatule et laisser en contact pendant 10min.

- Mesurer la conductivité électrique de la solution.

Calcul:

Le taux de gypse est calculé par l'utilisation de la courbe standard qui relie la concentration de sulfate de calcium avec la CE.

CaSO ₄ (még/l)	Conductivité électrique à 25°C (dS/m)
1.0	0.121
2.0	0.226
5.0	0.500
10.0	0.900
20.0	1.584
30.5	2.205

$$y = 0.0705 A + 0.118 \quad \text{donc} \quad A = \frac{y - 0.118}{0.0705}$$

$$R^2 = 0.9942$$

L'expression utilisée pour calculer le taux de gypse dans l'échantillon est la suite :

$$\text{Gypse\% dans le sol} = \frac{\text{Amég CaSO}_4}{1000\text{ml}} * \frac{\text{Bml}}{\text{Cml}} * \frac{1}{\text{Dg/ml}} * \frac{0.086\text{g}}{1\text{még gypse}} * 100$$

A : még CaSO₄ calculer de l'équation $A = \frac{y - 0.118}{0.0705}$.

B : volume de H₂O pour apporter tout le précipité dans la solution ; 40ml.

C : volume de l'aliquote ; 20ml.

D : rapport sol/eau ; 1/500.

Y : la conductivité électrique

3.7) Détermination du calcium Ca⁺⁺ et de magnésium Mg⁺⁺

Mode opération

Préparation de réactif :

Solution tampon : 16.9g NH₄cl dans 142.5ml NH₄OH concentré laissé refroidir complété à 250ml avec l'eau distillé

EDTA : (0.1N) : 2g EDAT + 0.05g MgCl₂ complété à 1l

NET : 0.5g NET + 4.5g hydroxylamine hydrochlorure dans 100ml Ethanol 95%

NaOH : 8g/100ml laisser refroidir (doucement)

Calcon carboxylique : 0.2g calcon carboxylique +100g Nacl

Diluer les eaux 10fois : 5ml échantillon +45ml H₂O

Pour le calcium

- Prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 2ml de NaOH à 2N
- Ajouter 0.2g de HSN
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet

Pour TH (Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺)

- Prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 4ml de la solution tampon (K₁₀)
- Ajouter 2 gouttes de NET
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet bleu

Calcul

Pour le calcium

$$[\text{Ca}^{++}] = \frac{V_1 * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{++}} * 1000}{\text{PE}}$$

D'où:

V₁: volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

C_{EDTA}: concentration molaire d'EDTA (0.01M).

M_{Ca⁺⁺}: masse molaire de calcium en g.

PE : prise d'essais (50ml).

F : facteur de dilution.

$$\begin{aligned} \text{Donc : } [\text{Ca}^{++}] &= V_1 * 0.01 * F * 40.08 * 1000/50 \text{ (mg/l)} \\ &= V_1 * 8.016 * F \end{aligned}$$

Pour le magnésium

$$[\text{Mg}^{++}] = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Mg}^{++}} * 1000}{\text{PE}}$$

D'où:

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

V_2 : volume total d'EDTA.

C_{EDTA} : concentration molaire d'EDTA (0.01M).

$M_{Mg^{++}}$: masse molaire de magnésium en g.

PE : prise d'essais (50ml).

F : facteur de dilution.

$$\begin{aligned}\text{Donc : } [Mg^{++}] &= (V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3 * 1000/50 \text{ (mg/l)} \\ &= (V_2 - V_1) * 4.86 * F \text{ (mg/l)}\end{aligned}$$

3.8) détarmination des éléments minéraux (Na) et (K)

Mode opératoire

Les éléments minéraux tels que le sodium et le potassium sont mesurés et déterminés à l'aide photométrie de flamme en préparant la solution mère et la solution fille de différentes concentrations pour chaque élément minéral, puis en passant de vinaigre pour mesurer le pourcentage de sodium et de potassium pour chaque élément.

4) Analyses physico _chimiques de l'eau

4.1)détermination de Ph

Mode opératoire

Remplissage le bécher avec de l'eau d'irrigation et utilisation ph mètre pour mesurer l'acidité

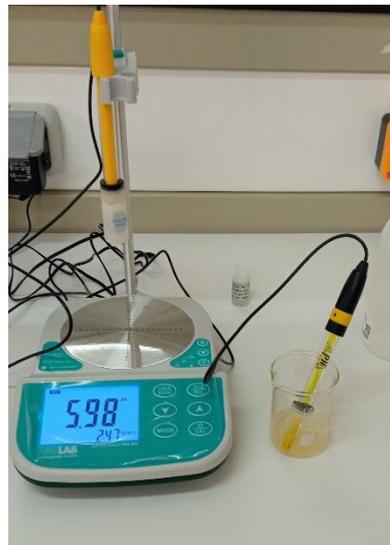


Figure 34 : détermination le ph d'eau par le PH

4.2)détermination de CE

Mode opératoire

Remplissage le bécher avec de l'eau d'irrigation et utilisation d'un conductimètre pour mesurer la conductivité



Figure 35: détermination le CE de l'eau d'irrigation par la conductivité mètre

4.3)détermination des éléments minéraux (Na) et (K)

Mode opératoire

Les éléments minéraux tels que le sodium et le potassium sont mesurés et déterminés à l'aide photométrie de flamme en préparant la solution mère et la solution fille de différentes concentrations pour chaque élément minéral, puis en passant de l'eau pour mesurer le pourcentage de sodium et de potassium pour chaque élément.

4.5) détermination des éléments minéraux (Mg) et (Ca)

Mode opératoire

Pour le calcium

- Prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 2ml de NaOH à 2N
- Ajouter 0.2g de HSN
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet



Figure 36 : détermination le Ca par la titration EDTA

Calcul

Pour le calcium

$$[\text{Ca}^{++}] = \frac{V_1 * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{++}} * 1000}{\text{PE}}$$

D'où:

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

C_{EDTA} : concentration molaire d'EDTA (0.01M).

$M_{\text{Ca}^{++}}$: masse molaire de calcium en g.

PE : prise d'essais (50ml).

F : facteur de dilution.

$$\begin{aligned} \text{Donc : } [\text{Ca}^{++}] &= V_1 * 0.01 * F * 40.08 * 1000/50 \text{ (mg/l)} \\ &= V_1 * 8.016 * F \end{aligned}$$

Pour TH ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$)

- Prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 4ml de la solution tampon (K_{10})
- Ajouter 2 gouttes de NET
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet bleu



Figure 37 : détermination le Mg par la titration EDTA

Pour le magnésium

$$[\text{Mg}^{++}] = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Mg}^{++}} * 1000}{\text{PE}}$$

D'où:

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

V_2 : volume total d'EDTA.

C_{EDTA} : concentration molaire d'EDTA (0.01M).

$M_{\text{Mg}^{++}}$: masse molaire de magnésium en g.

PE : prise d'essais (50ml).

F : facteur de dilution.

$$\begin{aligned} \text{Donc : } [\text{Mg}^{++}] &= (V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3 * 1000/50 \text{ (mg/l)} \\ &= (V_2 - V_1) * 4.86 * F \text{ (mg/l)} \end{aligned}$$

Résultats et discussions

1. Résultats

Dans ce chapitre, il sera le résultat de tous les processus qui ont été appliqués à l'eau, au sol et au vinaigre, et il est divisé en trois parties

La première partie sera le résultat des analyses sur le vinaigre des deux régions, Tizi Ouzou (Aït Yahya Moussa) et Batna (Mdoukal)

La deuxième partie est les analyses appliquées à l'eau d'irrigation des deux régions Tizi Ouzou (Aït Yahya Moussa) et Batna (Mdoukal)

Et la dernière partie comprendra des analyses sur le sol pour les deux régions Tizi Ouzou (Aït Yahya Moussa) et Batna (Mdoukal)

✓ Les analyses de vinaigre

1.) Analyses physico-chimiques

1.1) détermination de Ph

Après avoir mesuré l'acidité du vinaigre pour chacune des deux zones à l'aide d'un pH-mètre, on obtient ce résultat

D'après Norme d'interprétation : Selon la première version du référentiel pédologique Française in Baize 1988

PH inférieur à 3.5	→	hyper-acide
PH entre 3.5 et 5	→	très acide
pH entre 5 et 6.5	→	acide
pH entre 6.5 et 7.5	→	neutre
pH entre 7.5 et 8.7	→	basique
pH supérieur à 8.7	→	très basique

2. on trouve que le vinaigre des deux régions est très acide mais le vinaigre de Aït Yahya Moussa est plus acide

1.2) détermination de CE, PH, l'acidité totale, le rendement, les sucres totaux

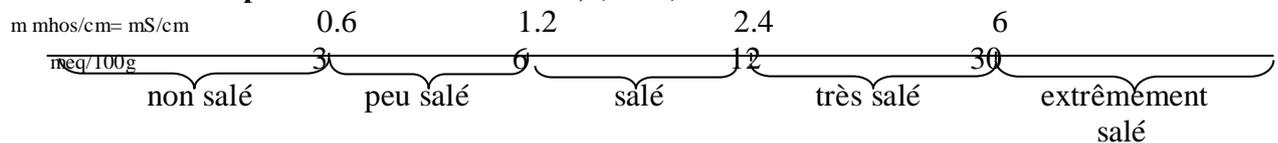
Après avoir mesuré la conductivité au moyen d'un conductimètre à vinaigre pour les deux régions, nous avons obtenu ces résultats

Résultats et discussions

les deux régions	Ph	CE	acidité totale %	sucres totaux	Rondement De vinaigre
Ait Yahia Moussa	3.75	10.39	18.675	10.015	2.945L
Mdoukal	3.90	12.91	20.92	8.05	2.670L

Tableau 10 : le résultat de PH CE acidité totale Rondement sucres totaux

Normes d'interprétation : Selon Aubert, (1978)



- ❖ on trouve que le deux vinaigre est très sale mes le vinaigre de Mdoukal est plus sales
- ❖ Après avoir effectué la mesure de l'acidité totale par titrage du vinaigre pour les deux zones et appliqué la loi, nous avons obtenu ces résultats
- ❖ On trouve que le vinaigre de région de Mdoukal la Pourcentage de l'acidité totale est plus élevée par rapport le vinaigre de région Ait Yahia moussa
- ❖ On trouve que le vinaigre de région ait Yahia moussa le pourcentage de sucres totaux est plus élevée par rapport le vinaigre de région Mdoukal
- ❖ Après avoir comparé le rendement de la production de vinaigre pour chacune des deux régions, nous constatons que le rendement de la région d'Ait Yahya Moussa est le plus élevé par rapport à la région de Medokal

1.3) détermination des éléments minéraux (Mg) (Ca) (K) (Na)

Résultats et discussions

Les vinaigres	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)
M'doukal	1482,3	611,6	2.35	4351.09
Ait Yahia Moussa	1287	383	2.24	3770.75

Tableau 11 : la quantité de K N Mg Ca dans le vinaigre

a) d'abers c'est tableau on trouve que les éléments minéraux le magnésium le potassium calcium et sodium est plus élevée dans le vinaigre de région Mdoukal par rapporte le vinaigre de région Ait Yahia moussa

✓ Les analyses de sol

1) En c'est table on présent

Le sol	Le gypse (%)	Matière organique (%)	CEC(meq/100g de sol)	Calcaire totale (%)	PH	CE
Mdoukal	18.5	2.77	7.74	8.125	7.6	3.63
Ait Yahia moussa	3.06	9.1	33.6775	3	7.25	3.37

Tableau 12 : le pourcentage de gypse MO calcaire totale , PH CEC CE de sol

A. les Normes d'interprétation : Selon Barzanji, 1973 in FAO (1990) on

1. <0.3 sol non gypseux
2. 0.3 – 10 sol légèrement gypseux
3. 10 – 15 sols modérément gypseux
4. 15- 25 sols fortement gypseux
5. 25-50 sols très fortement gypseux

D'abers les normes on trouve que le sol de Mdoukal sols fortement gypseux mais le sol de Ait Yahia moussa sol légèrement gypseux

B. Normes d'interprétation : selon la I.T.A 1977

Résultats et discussions

< 1	→	très pauvre
1 à 2	→	pauvre
2 à 4	→	moyenne
> 4	→	riche

D'abers les normes on trouve que le sol de Mdoukal sol pauvre de matière organique mais le sol de Ait Yahia moussa sol riche de de matière organique

C. Normes d'interprétation pour la C.E.C (Calvet et Vellemin, 1986)

CEC (meq / 100g du sol)	Très Faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Delmas et Dartigue (INRA-France)	< 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20

Tableau 13 : Normes d'interprétation pour la C.E.C (Calvet et Vellemin, 1986)

D'abers les normes on trouve que la capacité de échange cationiques de sol de Mdoukal est faible mes la capacité de échange cationiques le sol de Ait Yahia moussa est très élevées

D. Normes d'interprétation : Selon G.E.P.P.A in Baize 1988

1%	→	non calcaire
1 – 5%	→	peu calcaire
5 – 25%	→	modérément calcaire
25 – 50%	→	fortement calcaire
50 – 80%	→	très fortement calcaire
> 80%	→	excessivement calcaire

D'abers les normes on trouve que le sol de Mdoukal sol modérément calcaire mais le sol de Ait Yahia moussa sol peu calcaire

E. D'abers les normes de PH et CE on trouve que le PH de sol de Mdoukal est basique mais le sol de ait Yahia moussa est neutre «et la conductivité électrique on trouve que le sol de région Mdoukal et ait Yahia moussa est très sale

2) détermination des éléments minéraux (Mg) (Ca) (K) (Na) dans le sol

Résultats et discussions

les sols	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)
M'douala	157.82	59.86	7.36	51
Ait Yahia Moussa	125.952	320.64	11.73	13.65

Tableau 14 : la quantité de Mg Ca Na K dans le sol

❖ D'abers c'est tableau on trouve que :

- a) La quantité de magnésium et le potassium dans le sol de région Mdoukal et plus élevée par rapporte le sol de région de Ait Yahia Moussa
- b) La quantité de calcium et sodium dans le sol de région Ait Yahia Moussa et plus élevée par rapporte le sol de région Mdoukal

✓ **les analyses de l'eau**

L'eau	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	PH	CE
Mdoukal	35.922	200.4	190.44	40.56	7.9	1.3
Ait Yahia Moussa	155.57	63.02	35.19	13.65	6.53	0.5

Tableau 15 : la quantité de Mg Ca Na K dans l'eau et PH CE

- a) La quantité de calcium, le potassium et sodium dans le sol de région Mdoukal et plus élevée par rapporte le sol de région de Ait Yahia Moussa mais la quantité de magnésium dans le sol de région de ait Yahia moussa est élevée par rapporte le sol de Mdoukal
- b) D'abers les normes de PH et CE on trouve que le PH de l'eau d'irrigation de Mdoukal est basique mais l'eau d'irrigation de ait Yahia moussa est neutre «et

Résultats et discussions

la conductivité électrique on trouve que l'eau d'irrigation de région Mdoukal salé mais l'eau de région de ait Yahia moussa est peu sale

✓ La résultat finale :

1) Effet de la qualité du sol et de l'eau d'irrigation sur la qualité du Vinaigre

M'DOUKAL			AIT YAHIA MOUSSA			
	L'eau d'irrigation	Sol	Vinaigre	L'eau d'irrigation	Sol	Vinaigre
Mg (mg/l)	35.922	157.82	1482 ,3	155.57	125.952	1287
Ca (mg/l)	200.4	59.86	611,6	63.02	320.64	383
Na (mg/l)	190.44	7.36	2.35	35.19	11.73	2.24
K (mg/l)	40.56	51	4351.09	19.5	13.65	3770.75

Tableau 16 : Effet de la qualité du sol et de l'eau d'irrigation sur la qualité du Vinaigre

- ❖ Dans c'est tableau est montre la relation entre le type de sol est la qualité de l'eau d'irrigation avec le vinaigre :
- ✓ Dans le vinaigre pour la région de Mdoukal, nous avons constaté que les éléments minéraux magnésium et potassium sont élevés, en raison de leur élévation dans le sol, tandis que les éléments minéraux calciques sont élevés en raison de leur augmentation due à l'eau d'irrigation

Résultats et discussions

- ✓ Quant au vinaigre d'Ait Yahya Moussa, les éléments minéraux magnésium, sodium et potassium sont élevés car ces éléments sont élevés dans l'eau d'irrigation, mais l'élément calcium est élevé en raison de sa présence dans le sol

Ainsi, le premier résultat final est que la qualité du sol et de l'eau d'irrigation affecte le vinaigre et sa qualité

2) Détermination de la qualité du bon vinaigre dans la région de Mdoukal Ait Yahya Moussa :

	Vinaigre de datte	Vinaigre de la figue de barbarie Mdoukal	Vinaigre de la figue de barbarie ait Yahia moussa
PH	3,27 ± 0,02	3.90	3.75
CE	6,15 ± 0,06	12.21	10.39
Sucre totaux %	1,97 ± 1,56	8.05	10.015

Tableau 17 : Caractéristique physico-chimique du vinaigre de datte (Dahmani et Rebbouh, 2009) avec le vinaigre figue de barbarie

Après avoir comparé le vinaigre de figue de barbarie avec le vinaigre de datte, nous constatons que le vinaigre de figue de barbarie est le meilleur en raison de son acidité, de sa salinité et de sa forte teneur en sucre par rapport au vinaigre de datte.

Et le vinaigre de figue de barbarie pour la région de Mdoukal est meilleur que le vinaigre de figue de barbarie pour la région d'Ait Yahya Musa car le pourcentage de minéraux qu'il contient, la salinité et l'acidité, mais en termes de rentabilité et de teneur en sucre et le PH , le vinaigre d'Ait Yahya Moussa est le meilleur

Conclusion

Conclusion

_Les fruits de la figue de barbarie sont d'une grande importance dans la vie humaine, car ils entrent dans la fabrication des aliments et dans le domaine de la fabrication des médicaments, des cosmétiques, du fourrage etc.

_Sans oublier la grande importance du sol qu'elle préserve par rapport aux autres plantes, car elle y ajoute et maintient sa cohésion et son humidité et améliore la structure du sol et ne draine pas les eaux souterraines de manière significative.

_ Il résiste à la chaleur et est considéré comme un bouclier contre la désertification et les incendies, en raison de la structure succulente riche en eau que l'on trouve dans l'oasis et ses fruits, et donc difficile à brûler.

_Ce travail s'est concentré sur l'un des produits de la figue de barbarie, qui est le vinaigre, qui a provoqué un tollé sur le domaine de la santé et de la beauté, car il réduit le poids et son effet sur le système digestif et le côlon ... etc., et ce vinaigre a été fabriqué à partir des fruits de la figue de barbarie pour deux régions différentes d'Algérie, une zone humide à Tizi Ouzou et une zone semi-aride de Batna, où la différence entre les deux régions est grande en termes de climat,

_Dans le résultat final, nous constatons que la qualité du sol et de l'eau d'irrigation affecte le fruit de la figue de barbarie en termes de poids, car le fruit de la figue de barbarie de la région humide de Tizi Ouzou est plus grand par rapport au fruit de la figue de barbarie poire de la région semi-aride de Batna, et cela affecte le rendement de la production car le rendement en vinaigre est les fruits de la figue de barbarie de la région de Tizi Ouzou supérieur au rendement de la région de Batna

Il affecte également les minéraux, car le pourcentage de minéraux, PH et la conductivité trouvés dans le sol et l'eau d'irrigation de la région de Mdoukal sont élevés. Par conséquent, nous constatons que les minéraux, PH et la conductivité du vinaigre sont élevés par rapport au vinaigre de Région Tizi Ouzou.

Mais en termes de sucre, d'acidité et de rendement de production, on constate que le vinaigre de figue de barbarie de la région de Tizi Ouzou est meilleur comparé au vinaigre de la région de Batna.

_ D'après cette recherche et ces résultats, qui ont montré une des façons d'utiliser les fruits de la figue de barbarie dans la fabrication du vinaigre, qui a un impact important sur la santé du

Conclusion

corps humain, j'encourage l'investissement de ce fruit, qui est considéré comme marginal, et qui a également un grand impact sur l'amélioration de la structure et de la cohésion du sol et la résistance à la désertification et à la sécheresse, qui est devenue l'un des problèmes environnementaux de l'ère actuelle

Cette plante est considérée comme un trésor pour la vie humaine et l'environnement en même temps

Références

1. Agroligne. (2016). Mai / Juin. Figue de barbarie, un cactus de richesses, Algérie
2. Allili chafika ,(19-4-2006) CARACTERISATION ET GENESE DE QUELQUES SOLS ROUGES DE LA GRANDE KABYLIE
3. Angulo-Bejarano, P., Martínez-Cruz, O., Paredes-López, O. (2014). Phytochemical content, nutraceutical potential and biotechnological applications of an ancient Mexican plant: nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Current Nutrition & Food Science* 10. 196-217p.
4. ANSAR A. (2002) . « L'Aurès Oriental : un milieu en dégradation » . Biskra (Algérie) : CRSTRA , Journal algérien des régions arides , revue semestrielle n° 1. p . 24-32
5. Araba, A., Collado, M., Boutouba, A., Sahnoun, A. (2009). Nouveaux aliments pour les ruminants à base de fruits du cactus. *Bulletin du PNTTA n°176* Mai, Rabat, Maroc
6. Araba, A., Elaich, A.,Sarti B .,Belbahri, L., Boubkraoui A., Ait Hammou, A., Zemmouri, A et Sbaa, H. (2000). Valorisation de figuier de Barbarie en élevage. *Transfert de Technologie en Agriculture*, 68, 1-4p
7. Benattia, F K (2017). Analyse et application des Extraits de Pépins de Fignes de Barbarie. Thèse de doctorat : Chimie Bio-Organique et Thérapeutique. Algérie, Tlemcen. Université Aboubekr Belkaid. 5-20p
8. Bhira, O. (2012). Potentialités thérapeutiques d'*Opuntia Ficus indica* au Maroc et en Tunisie. Thèse de doctorat : Pharmacie. Université Mohammed 5, Rabat, Maroc. 29p
9. Boutakiout A. (2017). Etude physico-chimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit : jus de cladode du figuier de Barbarie marocain (*Opuntia ficus-indica* et *Opuntia megacantha*). Thèse de doctorat : Agronomie. Université d'Angers, Français. 30p
10. Boutkiout, A .(21juillet 2015) . Etude physico-chimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit : jus de cladode du figuier de Barbarie marocain (*Opuntia ficus-indica* et *Opuntia megacantha*).Maroc.
11. commune d'el djezzar w.de Batna, université Badji mokhtar-Annaba, p03
12. Cooperation Network on Cactus Pear News Letter, 2000, 2-24 pp.

13. Couvez, P., Delbos, E., Faure, J., Frassetto, F. (2010). Transformation carnée à la ferme : Connaître la législation et organiser son atelier. Dijon, France : Educagri. 126p.
14. . Chabbi.Z et Bennaoui.H; 2017,etude d'une retenue collinaire a bir bled zerroug . Bresca Dorada. (2017). Disponible sur : http://www.brescadorada.it/apetita_menu_item/figu-murisca/ (Consulté le 10/06/2019 2574–2589)
15. (dateandtime.info)<https://dateandtime.info/citycoordinates.php?id=2475744>
16. (dateandtime.info)<https://dateandtime.info/citycoordinates.php?id=2505572>
17. (DCW de Batna) Ministère du Commerce Direction Régionale du Commerce - Batna –
18. (donneesmondiales .com) <https://www.donneesmondiales.com/afrique/algerie/climat-tizi-ouzou.php>
19. (donneesmondiales .com) <https://www.donneesmondiales.com/afrique/algerie/climat-batna.php> (15-5_2022)
20. (DPSB tizi ouzou Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires De la wilaya de TIZI OUZOU
21. (Hassen Benmessaoud , Mahdi Kalla , Hadda Driddi ,2009) Évolution de l'occupation des sols et désertification dans le Sud des Aurès (Algérie)
22. (INSID) INSTITUT NATIONAL DES SOLS, DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE
23. FAO, 2018).
24. Feugang J.M., Konarski P., Zou D., Stintzing F.C., Zou C., 2006. Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. *Frontiers in Bioscience*. Vol. 11:
25. Jussiau, R., Montméas, L., Parot, J.C., Méaille, M. (1999). L'élevage en France : 10 000 ans d'histoire. Dijon, France : Educagri. 73p.
26. Medium-Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Université des études de SASSAR., 2004, p.112
27. Monjauze A, Le Houerou HN. Le rôle des *Opuntia* dans l'Économie agricole Nord Africaine. In: Mulas M, Mulas G. Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification.

Références

28. Mulas M, Mulas G. (2004). Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification
29. Neffar S. 2012. Etude de l'effet de l'âge des plantations de figuier de Barbarie(*Opuntia ficus indica* L. Miller) sur la variation des ressources naturelles (sol et végétation) des steppes
30. Nefzaoui A, Ben Salem H. *Opuntiae: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region*. Cactusnet FZAO International
31. Nobel, P.S. (2002). *Cacti: Biology and Uses*. California, États-Unis : University of California Press. 163-265p
32. Piga A., 2004. Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*. Vol. 6: 9–22
33. PNTTA, 2000).
34. PNTTA, 2000).
35. Psomiadou E. & Tsimidou M., 2001. Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. Vol. 81: 640–647.
36. Psomiadou E. & Tsimidou M., 2001. Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. Vol. 81: 640–647.
37. Ramadan M.F., Mörsel J.-T., 2003a. Lipid profile of prickly pear pulp fractions. *Food, Agriculture & Environment*. Vol. 1(2): 66–70.
38. Reyes-Aguero, J. A., Aguirre-Rivera, J. R., and Hernandez, H. M. (2005). *Sistemáticas y descripción detallada de Opuntia ficus-indica (L) Mill. (Cactaceae)*. *Agrociencia*, 395-408p.
39. Russel CE, Felker P. The prickly pears (*Opuntia* spp, Cactaceae): A source of Human and Animal food in semiarid regions. *Economic botany.*, 1987, 41 :433-445.[37]. Nerd A, Karadi A, Mizhari Y. Salt tolerance of prickly pear cactus (*Opuntia ficus- indica*). *Plant soil.*,1991, 137 : 201-207
40. Sáenz C., Berger H., Rodríguez-Félix A., Galletti L., García J. C., Sepúlveda E., Varnero M. T., de Cortázar V. G., García R. C., Arias E., Mondragón C., Higuera I., Rosell C., 2013. *Agro-industrial utilization of cactus pear*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 1-150. E-ISBN 978-92-5-107987-4.

Références

41. Schweizer M. (1997). Docteur Nopal le médecin du bon dieu. Paris, France : Aloe Plantes et Beauté. 19 p.
42. Silos-Espino H., Fabián-Morales L., Osuna-Castro J.A., Valverde M.E., Guvar-Lara F. & Paredes López O., 2003. Chemical and biochemical changes in prickly pears with different ripening behaviour. Food/Nahrung vol. 47(5): 334–338
43. Wallace R.S. and Gibson A.C. 2002. Cacti evolution and systematics. In: Cacti, Biology and Uses. Pp.1-21 (Nobel, P.S. Ed.).University of California Press, Berkeley, California, United States of America
44. Welegerima, G., Zemene, A., Tilahun, Y. (2018). Phytochemical composition and antibacterial activity of Opuntia Ficus Indica cladodes extracts. Journal of Medicinal

L'effet de la qualité du sol et de l'eau d'irrigation sur la qualité du vinaigre La qualité du sol a été affectée par la haute qualité du vinaigre, car nous avons constaté que le pourcentage de minéraux dans le vinaigre est élevé dans la région Batna en raison de sa teneur élevée en eau d'irrigation et en sol par rapport au vinaigre dans la région de Tizi Ouzou.

Le vinaigre de la région de Tizi Ouzou est meilleur que le vinaigre de la région de Batna en raison du rendement élevé, du sucre et de l'acidité En ce qui concerne les minéraux, la conductivité et PH , la région de Batna est meilleure que le vinaigre de la région de Tizi Ouzou.

Mots clés : figuier de barbarie, zone humide, zone semi-aride , Batna, Tizi Ouzou, vinaigre,

تأثير جودة التربة ومياه الري على جودة الخل تأثرت جودة التربة بجودة الخل العالية ، حيث وجدنا أن نسبة المعادن في الخل مرتفعة في منطقة باتنة بسبب ارتفاع نسبة مياه الري ومحتوى التربة مقارنة بالخل. في منطقة تيزي وزو.

خل منطقة تيزي وزو أفضل من خل منطقة باتنة بسبب الغلة العالية والسكر والحموضة فيما يتعلق بالمعادن والتوصيلية ودرجة الحموضة ، منطقة باتنة أفضل من الخل من منطقة تيزي وزو.

الكلمات المفتاحية: التين الشوكي ، منطقة رطبة ، المنطقة شبه القاحلة ، باتنة ، تيزي وزو ، الخل ،

The Effect of Soil and Irrigation Water Quality on Vinegar Quality Soil quality was affected by the high quality of vinegar, as we found that the percentage of minerals in vinegar is high in the Batna region due to its high irrigation water and soil content compared to vinegar in the Tizi Ouzou region.

Vinegar from Tizi Ouzou region is better than vinegar from Batna region due to high yield, sugar and acidity Regarding minerals, conductivity and PH, Batna region is better than vinegar from the Tizi Ouzou region.

Keywords: prickly pear, wetland, semi-arid zone, Batna, Tizi Ouzou, vinegar,