

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR



ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université IBN KHALDOUN TIARET

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département d'Ecologie, Environnement et de Biotechnologie

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de MASTER

Filière: écologie fondamentale et appliquée

Présenté par : BENDRIS BENAÏSSA

THEME

Etudes des potentialités et valorisation de Figuier de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica*).

Soutenu publiquement le

Jury	Grade	Etablissement
Président: BEZZEROUK M.A.	MCA	Directeur de l'incubateur des Projets - Univ. Tiaret.
Encadrant: AZZAOUÏ M.E.	MCA	Enseignant – Univ.Tiaret.
Examineur : NEGADI M.	MCA	Enseignant – Univ.Tiaret.
Examineur: SADJI F.	Pr.	Directrice de la Maison d'Entrepreneuriat. Univ. Tiaret.
Invité: CHABANE I.	Ingenieur	Partenaire économique (Direction des Services Agricoles,Tiaret.

Année universitaire 2022-20

Remerciements

Au terme de cette étude, je remercie avant tout **Dieu le Tout Puissant**, de m'avoir donné la foi et le courage et de m'avoir guidé pour l'accomplissement de ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude à Monsieur AZZAOUI Mohamed Essalah, Maître de Conférences (A) à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, pour la confiance qu'il a bien voulu m'accorder en me proposant ce sujet et de mettre à ma disposition tous les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.

Je dois toute ma reconnaissance aux : Monsieur Bezzerouk Mohamed Amine, Maître de Conférences (A), le Directeur de l'incubateur de l'université Tiaret, à Madame SAJI Fatima Professeur en économie, Directrice de ma Maison d'Entrepreneuriat de l'université Tiaret, Monsieur Bousmaha Houcine Maître de Conférences (A) en Physique, Responsable du BLEU de de l'université Tiaret, aussi à Monsieur Boudali Adda expert foncier pour toute l'aide qu'elle nous a apportée durant la formation de Master.

Je remercie vivement Monsieur Bezzerouk Mohamed Amine, le Directeur de l'incubateur de l'université Tiaret Professeur à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Mes sincères remerciements s'adressent à Monsieur Negadi Mohamed, Maître de Conférences (A) à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, qui m'a fait l'honneur d'assister, sans hésitation, au jury de soutenance de mon mémoire.

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au sein du laboratoire pédagogique d'écologie et d'hydrogéologie de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret. Sur ce, j'exprime mes profonds remerciements aussi à l'ensemble des ingénieurs et Techniciens de laboratoire et à tous ceux ou celles qui ont participé discrètement à l'accomplissement de ce mémoire.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Mon très cher père, ,et ma très chère mère et à ma petite famille.

BENDRIS BENAISSA

Liste des figures

Figure .1 : Figuier de barbarie et ces différentes parties.....	5
Figure .2 : Distribution géographique du figuier de barbarie.....	7
Figure .3 Cladodes d'OFI.....	9
Figure .4 : Figuier de Barbarie : fleurs.....	10
Figure .5 : Fruits d'OFI.....	10
Figure .6 : Pulpes.....	11
Figure .7 : Graines de fruit d'OFI.....	11
Figure .8 : Graines de fruit d'OFI.....	14
Figure .9 : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau.....	24
Figure .10 : Montage de l'extraction par hydrodistillation.....	25
Figure .11 : Machine de pression à froid.....	26
Figure .12 : Extraction par solvant organique.....	27
Figure .13 : Distillation sèche.....	27
Figure .14 : Montage d'extraction assistée par chauffage micro-ondes.....	28
Figure .15 : Schéma de la technique d'extraction par le CO ₂ supercritique.....	28
Figure .16 : Schéma démonstratif de la cavitation ultrasonore.....	29
Figure .17 : Sono-Clevenger avec sonde ultrasonique UP200S.....	30
Figure .18 : Huile de figue de barbarie.....	36
Figure .19 : Fruit de FDB.....	43
Figure .20 : Graines de figue de barbarie.....	46
Figure .21 : Appareil rotavapeur.....	47
Figure .22 : Appareil soxhlet.....	48
Figure.23 : Huile de graine de figue de barbarie.....	49
Figure 24 : Sono- Clevenger.....	50
Figure 25 : Poudre de pepins de figue de barbarie.....	51

Liste des tableaux

Tableau .1 : Différents noms de l'espèce OFI	8
Tableau .2 : Principales caractéristiques physiques et physico-chimiques des fruits de figuier de barbarie (Opuntia spp.).....	12
Tableau .3 : Synthèse de la composition de l'huile de figue de barbarie.....	37

TABLE DES MATIERES

Remerciements
Dédicace
Liste des tableaux
Liste des figures

Introduction générale.....1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : FIGUIER DE BARBARIE

1. Figuiers de barbarie.....	2
1.1. Généralités.....	2
1.2. Classification et origine du figuier de barbarie.....	6
1.2.1. Origine et répartitions géographiques.....	6
1.2.2. Origine génétique.....	7
1.3. Phénologie de la plante.....	9
1.4. Composition de la plante.....	9
1.5. Composition biochimique.....	12
1.6. Les principales utilisations du figuier de barbarie.....	13
1.6.1. Intérêt nutritionnel.....	13
1.6.2. Production de fourrage pour le bétail (alimentation fourragère).....	13
1.6.3. Utilisation du Nopal dans l'apiculture.....	14
1.6.4. Production de carmin (Utilisation pour la teinture).....	14
1.6.5. Utilisation médicinale.....	15

1.6.5.1. Utilisations traditionnelles (et activité Diurétique).....	15
1.6.5.2. Effets pharmacologiques.....	15
1.6.6. Utilisation dans le domaine industriel.....	19
1.6.7. Protection.....	19
1.6.8. Plantes anti-pollution.....	19
1.6.9. Barrage aux ondes.....	20
1.6.10. Culture de figuier de barbarie.....	20

Chapitre 02 : LES HUILES ESSENTIELLES

2. Définition des huiles essentielles	22
2.1. Répartition et localisation des huiles essentielles.....	22
2.1.1. Répartition.....	22
2.1.2. Localisation.....	22
2.2. Composition chimique.....	23
2.3. Différentes techniques d'extraction des huiles essentielles.....	24
2.3.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	24
2.3.2. Extraction par hydrodistillation.....	25
2.3.3. L'Expression à froid.....	25
2.3.4. Extraction par solvants organiques.....	26
2.3.5. Distillation sèche.....	27
2.3.6. L'extraction assistée par chauffage micro-ondes.....	28
2.3.7. Extraction au CO2 supercritique.....	28

2.3.8. Extraction par ultrasons.....	29
2.4. Paramètres influençant la cavitation.....	31
2.4.1. Température.....	31
2.4.2. Amplitude.....	31
2.4.3. Temps.....	31
2.5. L'avantage de l'extraction assistée par ultrasons.....	32
2.6. Les principales propriétés des huiles essentielles.....	32
2.6.1. Propriétés thérapeutiques.....	33
2.6.2. Parfumerie.....	33
2.6.3. Cosmétologique.....	33
2.7. Principaux domaines d'application des HE.....	34
2.8. Toxicité des HEs.....	35
2.9. L'huile miraculeuse (l'huile de graine de figue de barbarie).....	35
2.9.1. Obtention de l'huile de pépins de Figue de Barbarie.....	35
2.9.2. Synthèse de la composition de l'huile de graine de figue de barbarie.....	36
2.9.3. Propriétés de cette huile magique et ses utilisations en cosmétique.....	37

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIELS ET METHODES

1. Elaborer des dérivées « Bio » de figuier de barbarie	41
2. Sites de collecte.....	41
3. Matériel végétal.....	42

3.1. Description du fruit.....	42
4. Méthodes.....	43
4.1. Récolte du fruit de figuier de barbarie.....	43
4.2. Séparation des pépins de fruits.....	43
5. Extraction de l’huile des graines de figue de barbarie.....	44
5.1. Extraction de l’huile par soxhlet et hydro distillation.....	44
5.2. Détermination de la teneur en matière grasse (ISO 659, 1988) et le poids de mille graines Taux de matière grasse.....	45
5.3. Extraction par ultrason.....	47
6. Poudre de figuier d barbarie.....	49

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Caractérisation physique.....	51
1.1. Le poids.....	51
1.2. La forme.....	51
2. Discussion générale.....	52
Conclusion générale.....	55

Références bibliographiques

Annexes (Guide de Projet + BMC)

Résumés

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION

Le figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*) est une plante originaire des zones arides et semi arides du Mexique. Il a été introduit en Afrique du Nord vers le 16^{ème} siècle. C'est une plante robuste qui peut mesurer jusqu'à cinq mètre de hauteur et avec un tronc épais et ligneux (**Habibi, 2004**). Sa culture est peu exigeante en investissements et le revenu qu'elle peut générer est important. En plus, sur le plan écologique, elle est d'une grande utilité pour la lutte contre l'érosion et la stabilité des sols (**Neffar, 2012**).

Ces fruits sont consommés soit à l'état frais ou transformés (séchés, congelés, jus, fruits confits, sirop, alcool et confitures) (**Arba, 2009**). Les graines des fruits sont utilisées pour extraire de l'huile très précieuse et largement utilisée dans le domaine cosmétique, dont un litre fait entre 800 et 1000 euros (**Cherif, 2016**). Les raquettes sont utilisées comme fourrage pour le bétail. Elles apportent de l'énergie et de l'eau. Récemment, ces raquettes sont utilisées pour traiter les eaux.

Les bienfaits thérapeutiques de ces fruits résident dans leur pouvoir de diminuer le taux du sucre et du cholestérol dans le sang, ainsi leur pouvoir antioxydant vu leur richesse en fibres, vitamine C et en polyphénols (**Schweizer, 1997**).

80% de la superficie de l'Algérie est aride et semi-aride, elle possède des points forts (climat, ressources phylogénétiques et terrains), pour développer la culture de la figue de barbarie. La plantation de l'*opuntia* occupent une superficie de 52.000 hectares en Algérie ; avec plus de quarante variétés au total dont six sont à fruit comestible. La figue de barbarie algérienne est non seulement réputée par son goût succulent et sucré, mais contient une grande quantité de graines comparée avec celle du Maroc ou de la Tunisie. Certains la classeraient parmi les meilleures de tout le bassin méditerranéen après celle de Sicile (**Cherif, 2016**).

La figue de barbarie est un fruit qui n'est pas facile à manipuler et de plus il est difficile à stocker. Pour contribuer au développement de la filière de transformation de la figue de barbarie en Algérie et répondre parfaitement aux exigences socio-économiques des régions désertiques et steppiques,

Nous avons jugé utile de structurer le présent document en trois volets :

- Le premier volet est une étude bibliographique, qui comporte deux chapitres :

- Chapitre 1 : traite des généralités sur la figue de barbarie, sa composition et sa valeur nutritionnelle.
- Chapitre 2 : les huiles essentielles.
- Le deuxième volet est une étude expérimentale : qui comprend deux chapitres :
Chapitre 1 : Matériel et méthodes où sont mentionnés :
 - Trois techniques d'extraction de la matière première (la figue de barbarie)Chapitre 2 : Résultats et discussions, où sont discutés les résultats obtenus.
- Troisième volet étude de projet
Conclusion et perspectives

PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 :

FIGUIER DE BARBARIE

I. Figuier de barbarie

I.1. Généralité

Le figuier de Barbarie *Opuntia ficus-indica*, son appellation scientifique vient du latin *Opuntius* d'Oponte ; nom de la ville grecque (Schweizer, 1997). Le nom commun est le cactus qui vient du mot grec « kaktos », il signifie : la plante épineuse (Defelice, 2004). Selon Schweizer (1997), la plante peut porter un nom différent selon l'idiome local: Nopal, Tuna, *Chardon d'Afrique*, *Prickly pear*, *El-tin-el-Choki* et autres.



Fig. 1: Figuier de barbarie et ces différentes parties (Neffar, 2012)

Le figuier de Barbarie est une plante arborescente robuste de 3 à 5 m de haut, possède un tronc épais et ligneux et une organisation en articles aplatis, de forme elliptique ou ovoïdale de couleur vert-mat, ayant une longueur de 30 à 50cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3 cm appelés cladodes ou raquettes.

des glochides, des racines adventives, de nouveaux cladodes ou des fleurs. Les épines sont blanchâtres, clarifiées, solidement implantées et longues de 1 à 2 cm. Il y a deux variétés, la variété inerme et l'épineuse. Les glochides sont de fines épines de quelques millimètres de couleur brunâtre, se décrochent facilement, munies de minuscules écailles en forme d'hameçons s'implantant solidement dans la peau. Ils sont présents même chez la variété inerme. Les fleurs marginales sur le sommet des cladodes âgées d'un an, et le plus souvent sur les aréoles situées au sommet des cladodes ou sur la face la plus exposée au soleil, sont hermaphrodites, de couleur jaunâtre et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante. En principe, un cladode peut porter jusqu'à trentaine de fleurs. Ses fruits sont des baies charnues ovoïdes ou piriformes, uniloculaires et polyspermiques (Reyes-Aguirio et al., 2005 ; Neffar S., 2012).

En Algérie, la culture de cactus dans de grandes zones a débuté en 1994 dans le cadre d'un programme de mise en œuvre lancé par le Haut-commissariat pour le développement de la steppe (HCDS) dans le cadre du programme de développement du pastoralisme et de lutte contre la désertification dans les steppes et les agro pastoraux zones. En effet, 52 000 hectares de cactus ont été plantés dans les quatre régions de la Wilaya orientale : Oum El Bouaghi, Tébessa, Khenchela et Souk-Ahras. En outre, les cactus sont présents dans le paysage rural algérien, notamment sous forme de haies limitant les parcelles de cultures, les vergers ou les sentiers. De nombreuses plantations continuent aujourd'hui de jouer un rôle majeur non seulement dans le maintien des populations locales et de leur bétail, mais également dans la lutte contre l'érosion de sols et la préservation de la biodiversité. La culture de cactus est généralement conduite de manière traditionnelle et ne suscite guère l'attention des agriculteurs. Elle reste donc dépendante des conditions climatiques et offre par conséquent des rendements inférieurs au potentiel réel. (Mazari *et al.*, 2018).

I.2. Classification et origine du figuier de barbarie

I.2.1. Origine et répartitions géographiques

Le genre *Opuntia* est originaire du Mexique (Orwa *et al.*, 2009), introduit du Mexique en Espagne et plus tard au 16^{ème} siècle au Nord et au Sud de l'Afrique (Barbera *et al.*, 1992 ; Nerd & Mizrahi, 1994 ; Felker *et al.*, 2005 ; Kabas *et al.*, 2006 ; Saleem *et al.*, 2006., Snyman, 2006). Sa diffusion fut rapide dans le bassin méditerranéen et s'y est naturalisé au point de devenir un élément caractéristique du paysage (Le Houerou., 1996 ; Erre *et al.*, 2009).

Il est par essence développé sur la partie Ouest de la Méditerranée : Sud de l'Espagne, le Portugal, et l'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie et Maroc) (Bensalem *et al.*, 2002 ; Arba., 2009).

A titre d'exemple, la superficie cultivée dans la région du WANA (Ouest d'Asie et le Nord-africain) est d'environ 900.000 ha. (Nefzaoui *et al.*, 2004). Dans certains pays tels que l'Italie, l'Espagne ou le Mexique ; la culture du cactus est pratiquée de façon intensive et moderne avec des programmes de recherche-développement pour la production du fruit ou de fourrage et même pour des usages industriels. En revanche, en Australie et en Afrique du Sud, ce végétal, en particulier la variété asperme est considérée comme une mauvaise herbe à cause de la facilité avec laquelle, elle se propage (Mulas M, Mulas G. ,2004).

En Algérie, les plantations du figuier de barbarie sont réparties dans les hauts plateaux, à Batna, Biskra et Bordj-bou-Arréridj, Constantine, sur les hauts plateaux Algérois à 550 mètres, et environs 750 mètres à M'sila, Laghouat et même à 1100 mètres Ain-Sefra (**Piédallu A.,1990**). Décentré à l'ouest l'Opuntia occupent une superficie dépassent les 25.000 hectares par exemple, on le trouve sur les hauteurs de Chréa, Bouarfa (wilaya de Blida), dans les wilayas de, Boumerdès, Tipaza, Tissemsilt, Chlef, Relizane, Mostaganem, Ain-Temouchent , Oran, Mascara, Sidi-bel Abbès, Tlemcen, dont la meilleure cueillette des figes de barbarie, est celle qui se réalise sur les hauteurs des montagnes, spécialement en milieu rocailleux.

A l'exception des montagnes et des zones sahariennes, la culture algérienne du cactus est largement représentée dans le paysage rural en plantation plus au moins régulières, autour des villages, en haies limitant les parcelles de culture ou de vergers. La culture de cactus se trouve parfaitement intégrée dans le système d'exploitation traditionnel (**Arba et al., 2000**).

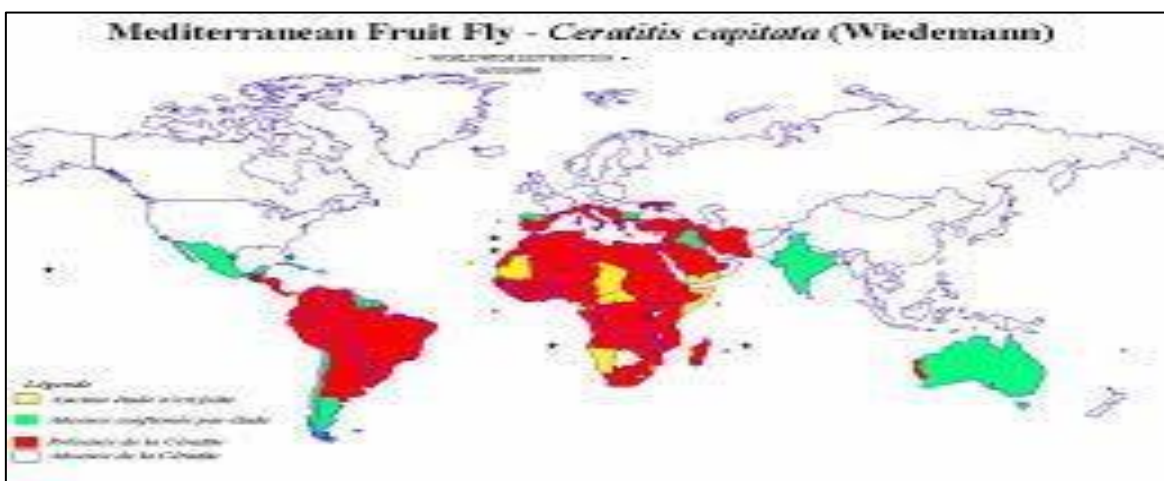


Figure 2 : Distribution géographique du figuier de barbarie (**Orwa et al., 2009**).

I.2.2. Origine génétique

Le genre *Opuntia* appartient à la famille des Cactaceae, ordre des Caryophyllales et la sous-classe des Caryophyllidae. La famille des Cactaceae compte environ 130 genres et 1500 espèces, dont 300 appartiennent au genre *Opuntia* (**Mulas et al., 2004**). Le groupe des Opuntiaes comprend le genre *Opuntia*, subdivisé à son tour en quatre sous-genres : *Platyopuntia*, *Cylindropuntia*, *Tephrocactus* et *Brasilopuntia*. Le sous-genre *Platyopuntia* comprend 150 à 300 espèces décrites, on a l'espèce *Opuntia megacantha* et la série des ficus-indicae, qui comprennent l'*Opuntia ficus-indica* et qui sont connues sous le nom de figuier de Barbarie (**Mulas et al., 2004**). De nombreux auteurs ont élaboré des classifications du genre *Opuntia*.

La classification considérée comme la plus valable à ce jour est sans doute celle établie par (Britton et Rose en 1963) :

- Règne : plantes
- Ordre : caryophyllales.
- Sous-classe : Caryophyllidae.
- Famille : Cactaceae.
- Groupe : Opuntiaecae.
- Genre : Opuntia.
- Sous-genre : Platyopuntia
- Espèces : Opuntia ficus-indica, Opuntia megacantha(Britton et Rose en 1963)

L'espèce peut porter un nom différent selon l'idiome local. En Espagne, outre Nopal, on l'appelle familièrement Tuna, dans les pays francophones du bassin méditerranéen, l'Opuntia est surnommé figuier de barbarie ; en Angleterre : Pricklypear (poire à épines) (Schweizer, 1997), en Egypte : El-Tin-el-choki et en Algérie, plus précisément en Kabylie, elle est surnommée Akermousse et dans les régions d'ouest : Tchimbo ou Handiya

Tableau 01. Différents noms de l'espèce OFI (Zirmi-Zembri et Kadi, 2016)

Nom scientifique	Nom commun en berbère	Nom commun en arabe	Nom commun en français	Nom commun en anglais	Noms vernaculaires
<i>Opuntia ficus indica</i>	- Akarmus lahlu - Tihendit	- Hendi - Karmous-ensara (Al sebbar , El-tin-el-Choki)	- Fiquier de barbarie	-Pricklypear - Indianfig	- Nopal - Tuna - Chardon d'Afrique - Devils tongue - Fiquier des Chrétiens - Raketa, etc.

I.3. Phénologie de la plante

Les espèces d'opuntia sont des plantes vivaces. Elles ont une hauteur de quelques centimètres à plus de 6m, un système racinaire charnu, superficiel et à dispersion horizontale (Sudzuki, 1995) et une tige charnue ou ligneuse couverte d'un épiderme. Cet épiderme est formé des cellules minces avec une paroi externe imprégnée d'une substance lipidique appelée cutine recouverte de cires. La tige et les rameaux sont divisés en longueur pour donner des raquettes cylindriques ou aplatis ayant une longueur moyenne de 30 à 50 cm et une largeur moyenne de 15 à 30 cm. La couleur des raquettes est verte (Scheinvar, 1995).

I.4. Composition de la plante

Toutes les parties de la plante sont utilisées en [phytothérapie](#), les fleurs comme les fruits, le mucilage, les fibres et les cladodes. En cuisine, on utilise aussi bien les fruits que les jeunes cladodes (Minker & Daniel, 2013)

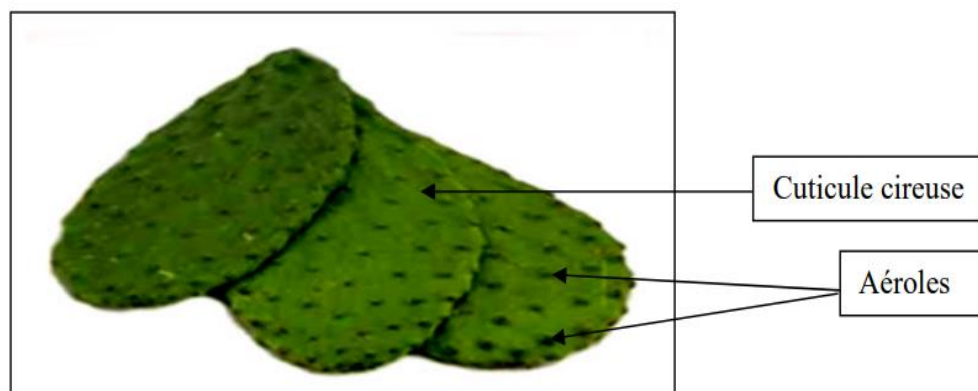


Figure 03. Cladodes d'OFI (Chougi et al., 2015).

Les cladodes (raquettes) :

- Une organisation en articles aplatis,
- De forme elliptique ou ovoïdale
- De couleur vert-mat,
- Une longueur de 30 à 50 cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3 cm.
- Les cladodes assurent la fonction chlorophyllienne.

- Recouvertes d'une cuticule cireuse (la cutine) qui limite la transpiration et les protège contre les prédateurs.
- Couverts de petites aréoles, d'épines et de glochides blancs (Neffar S., 2012).



Figure 04. Figuier de Barbarie : fleurs - (Forest and Kim Starr / flickr.com)

Les fleurs : Les fleurs, marginales sur le sommet des cladodes, sont hermaphrodites, larges de 4 à 10 cm de couleur jaune et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante (Schweizer M., 1997, Mulas M. et Mulas G., 2004). Un cladode fertile peut porter jusqu'à une trentaine de fleurs (Reyes-aguero J. et Coll, 2006).



Figure 05. Fruits d'OFI (María Judith Ochoaa et Giuseppe Barbera 2018).

Les fruits : Les fleurs donnent naissance aux fruits ; une grosse baie (100 à 150g), ovale ou allongée et charnue, avec une pulpe juteuse, en générale contenant de nombreuses graines (polysémique). La couleur et la forme du fruit sont variables selon les variétés : jaune, rouge, blanche (Schweizer M., 1997, Piga A., 2004, Feugang M.J. et Coll, 2006, Reyes-aguero J. et Coll, 2006). Les composés rouges sont les bétacyanines et les jaunes sont les bétaxanthines (Gibson A.C. et Nobel P., 1986).



Figure 06 : Pulpes

La pulpe : de la figue de barbarie sert de base juteuse, parfumée et sucrée pour l'industrie agroalimentaire, notamment dans la réalisation de confitures, de jus et de sorbets.

Les graines : de figue de barbarie sont caractérisées par leur dureté due à la présence de fibres dures et de formes plates, plus au moins réniformes ou lenticulaires. Le pourcentage et le nombre de graines par fruit varie en fonction de plusieurs facteurs dont la variété, la physiologie et l'environnement de culture. Les graines sont indigestes, mais riches en vitamines, après l'a préparé en obtient une huile très recherchée et une farine nourrissante (Habibi, 2004 ; Reyes-Aguero et al., 2005)..



Figure 07. Graines de fruit d'OFI

I.5. Composition biochimique

La valeur nutritive varie en fonction de la variété, l'âge des raquettes, l'évolution thermo-pluviométrique au cours de l'année, le type de sol et les pratiques agricoles (Neffar, 2012).

Tableau 02 : Principales caractéristiques physiques et physico-chimiques des fruits de figuier de barbarie (*Opuntia spp.*) (Markus et al., 2006).

Paramètres	
Poids du fruit (g)	67 à 216
Graines :	
Proportion	3 à 7% du poids frais du fruit
Nombre de graines/fruit	150 à 300
Hydrocolloïdes	arabinanes, rhamnogalacturonanes
Lipides totaux [mg / kg]	98,8 (sur la base du poids sec)
Principaux lipides	acides linoléique, oléique et palmitique
Principaux stérols	β -sitostérol, campestérol
Ecorce :	
Proportion	36 à 48% du poids frais
Couleur	vert, orange, rouge, violet
Hydrocolloïdes	pectine
Lipides totaux [mg / kg]	36,8 (sur base du poids sec)
Principaux lipides	acides Linoléique, oléique, palmitique, γ -linoléinique et α -linoléinique
Principaux stérols	β -sitostérol, campestérol
Vitamines	vitamine E
Pulpe :	
Proportion	39 à 64% du poids frais
Couleur	blanc, jaune-orange, rouge, violet
Principaux pigments	indicaxanthine (proline-betaxanthine), γ -aminobutyrique-betaxanthine, vulgaxanthine I (glutamine-betaxanthine), bétanine, isobetanin
Teneur en pigment [mg / kg]	66-1140
pH	5, 6 à 6,5
Principal acide	acide citrique
acidité titrable [%]	0,05 à 0,18
Brix [%]	12 à 17
Principaux glucides	glucose et fructose
Teneur en sucre [g / L]	100 à 130
Ratio Sucre : acides	90 : 1 à 450 : 1
Principaux acides aminés	proline, taurine, glutamine, sérine
Principaux minéraux	calcium (jusqu'à 59,0 mg/100 g), magnésium (jusqu'à 98.4mg/100 g)
Principale vitamine	vitamine C
Principaux flavonoïdes	quercétine, kaempférol, isorhamnétine
hydrocolloïdes	mélange complexe de rhamnogalacturonane et au moins 50% de substances non pectiques
Principaux lipides	acides linoléique, palmitique, oléique, γ -linoléinique et α -linoléinique
Principaux stérols	β -sitostérol, campestérol
Lipides totaux	8.7 mg/kg de poids sec

I.6. Les principales utilisations du figuier de barbarie

Le figuier de Barbarie est l'exemple typique d'espèce parfaitement convenable pour la mise en valeur des zones arides et semi-arides. Sa culture est peu exigeante en investissements et le revenu qu'elle peut générer est important. En plus, sur le plan environnemental le Nopal, depuis les racines jusqu'à ses épines, appartient aux plantes les plus utilisées dans différents domaines notamment en médecine traditionnelle.

Cette plante a aussi un effet comme remède aux douleurs gastro-intestinales, l'angoisse, l'artériosclérose, la spasmophilie, le stress, aux brûlures et coups de soleil.

I.6.1. Intérêt nutritionnel

Les jeunes cladodes sont appelés "Nopalitos" au Mexique où ils sont considérés comme un légume traditionnel depuis des siècles. Elles sont consommées à l'état frais ou après cuisson en tant que légume vert (**Pimienta Barrios, 1993**). Elles sont riches en hydrate de carbone, en protéines en vitamine C et en bêta carotène. Les cladodes de cactus sont utilisés comme un ingrédient dans une diversité des plats tels que les sauces, les salades, les potages, les ragouts, les boissons et les desserts (**Feugang et al., 2006 ; Jana, 2012**).

Les fruits sont connus par leurs teneurs élevés en sucre, minéraux et vitamines. Les fruits sont consommés à l'état frais, séchés, congelés, confits ou transformés en jus concentré, en boisson alcoolisée, en confiture ou en huile alimentaire de la graine (**Jana, 2012**).

I.6.2. Production de fourrage pour le bétail (alimentation fourragère)

Le cactus est utilisé depuis longtemps dans l'alimentation du bétail des zones arides et sa production dans ces zones est plus rentable que celle de certaines autres espèces fourragères comme le maïs et le sorgho. Il constitue un stock alimentaire pour le bétail dans le cas d'une situation critique de sécheresse (**Pimienta Barrios et al., 1993**).

Les raquettes d'*Opuntia* sont un excellent aliment de survie pour les animaux. En effet, à l'époque des Conquistadors, des colons espagnols ont observé qu'en temps de sécheresse, les chevaux se nourrissaient de raquettes, ils se débarrassaient des épines à coup de sabots. De même au Sahel, les chameaux assoiffés se nourrissent de raquettes. Mais lorsque les chameliers en mangiaient la viande, ils mourraient à cause des piquants.

Engrais Vert : Dans le figuier de Barbarie rien n'est à jeter. Que ce soit les résidus des raquettes ou des fruits, chaque partie de la plante constitue un excellent fertilisant.

Par sa présence, l'Opuntia aide à la régénération des sols épuisés par la culture.

Il fixe les terrains ravinés par les pluies ou sujets aux éboulements, il stabilise les terres sablonneuses et les dunes des rivages maritimes.

La dispersion autour du pied de certaines plantes d'articles d'Opuntia broyés, éloigne les parasites et empêche la prolifération des mauvaises herbes.

I.6.3. Utilisation du Nopal dans l'apiculture

Le Nopal est une plante à floraison abondante et son cycle de floraison peut s'étendre de 3 à 6 mois selon la région et la variété. Sa floraison attire les abeilles en masses par leurs grandes fleurs de couleur jaune, leur pollen abondant et leur nectar. Elle assure l'activité des abeilles pour une certaine période et les autres espèces mellifères assurent leur activité pour les autres périodes de l'année (Arba, 2009).



Figure 08. Ruches dans une plantation de figuier de Barbarie dans la station de Anba. (Cliché Neffar, 2008)

I.6.4. Production de carmin (Utilisation pour la teinture)

Le carmin est un colorant naturel de couleur rouge carmin. Il est actuellement très recherché par les industries alimentaires et cosmétiques pour ses caractères biochimiques (**Pimienta-barrios**

et *al.*, 1993). Il est produit par l'élevage des cochenilles *Dactylopius coccus* et *Dactylopius opuntiae* qui sont des insectes hôtes du cactus (Stintzing et *al.*, 2005). Les peintres et les calligraphes aztèques utilisèrent abondamment les extraits de la tuna et de la cochenille pour leurs dessins dont nous admirons encore les coloris d'une beauté inimitable.

I.6.5. Utilisation médicinale

I.6.5.1. Utilisations traditionnelles (et activité Diurétique)

Opuntia ficus indica est utilisé en médecine populaire au Mexique pour le traitement des brûlures, des blessures, d'œdème et d'indigestion. Il a été rapporté que leur extrait alcoolique possède des activités anti-inflammatoires, hypoglycémiantes et antivirales. En plus, au Mexique les raquettes de cactus sont utilisées traditionnellement pour le traitement de diabète et d'hyperlipidémie, et d'obésité (Saenz, 2000). Le thé aux fleurs d'*Opuntia* est utilisé en Sicile comme remède aux maux des reins (Meyer et McLaughlin, 1981). Sont fabriquées à partir des fleurs séchées sont utilisées comme régulateurs diurétiques et comme remède au dysfonctionnement de la prostate (Pimentabarrios et *al.*, 1993). Le bouillit des fleurs séchées de la plante est utilisé en pharmacopée traditionnelle au Maroc comme remède aux douleurs gastro-intestinales, aux brûlures et coups de soleil. L'huile essentielle des graines des fruits du cactus sont riches en acides gras polyinsaturés, en stérols et en vitamines, elle est utilisée comme antiride naturel et pour la fabrication des crèmes dermiques antirides (Ennouri et *al.*, 2005).

I.6.5.2. Effets pharmacologiques

1. Effet Anti-ulcère gastriques et désordres gastro-intestinaux

L'association des fibres végétales du Nopal et de l'effet protecteur de son mucilage parvient à brider la production excessive d'acidité et préserve la muqueuse gastro-intestinale. Cet effet tampon tempère la naissance des colites, ces douloureuses inflammations du côlon éprouvées par les intestins fragiles. Le Nopal agit comme un amortisseur du pH de l'estomac et de l'intestin. Il atténue l'agressivité des aliments crus, trop acides ou trop épicés, de l'aspirine et d'autres substances chimiques, absorbé sous forme d'extrait ou de jus frais, sans adjonction d'eau ou de sucre, le Nopal est un élément bénéfique pour l'estomac et l'intestin (Valnet, J. 1985).

2. Effet anti-inflammatoire et analgésique

Le β -Sitostérol est identifié comme le principale anti-inflammatoire active d'extrait de raquette (**Park et al., 2001**).

3. Effet neuroprotecteur (Anxiolytique)

Par sa capacité, tout à fait remarquable de rééquilibrer le système nerveux, le Nopal est un tranquillisant naturel, apportant calme et sérénité à un organisme stressé. Des chercheurs ont suggéré que ce serait à la berbérine et à un autre alcaloïde encore indéterminé dont on a découvert des traces dans la plante que l'on devrait cette action bienfaisante (**Schweizer, M. 1997**).

4. Effet Antidiabétique

Une étude in vivo menée sur les souris, ayant reçu de l'alloxane, a prouvé que le traitement avec l'huile extraite de l'espèce *Opuntia ficus indica* à une concentration de (2 ml/kg) a une activité antidiabétique (**Berraaouan A. et Coll, 2015**).

5. Effet Anti Allergique

L'étude suggère que la glycoprotéine extraite du figuier de barbarie possède un rôle efficace dans la prévention ou le traitement des maladies allergiques dépendantes de l'activation des cellules mastocytaires (**Kye-Taek Lim., 2010**).

6. Effet anti-hyperlipidémie et anti-hypercholestérolémie

De par sa teneur élevée en fibres et en gommes, le Nopal est réputé pour son action bénéfique d'interception des graisses dans l'estomac et dans l'intestin, abaissant ainsi les niveaux de cholestérol et de lipides (graisses) dans le sang à leurs proportions normales. Le Nopal évite ainsi l'accumulation exagérée des graisses dans le sang des personnes sujettes à risques en améliorant la microcirculation artérielle et veineuse. Il contribue à la prévention des problèmes cardiaques en régulant la tension (**Cern, P. 2003**).

7. Hémostatique

Excellent hémostatique car le pectate calcomagnésien qu'on extrait des tiges accélère nettement le temps de coagulation du sang et abrège les temps de saignement. Son action serait même supérieure à celle des pectines ayant servi de termes de comparaison dans les expériences, sans doute à cause de la teneur notable en Calcium et Magnésium.

8. Artériosclérose (durcissement des artères)

Les acides aminés et les fibres, en particulier le principe antioxydant des vitamines A (bêta-carotène) et C que contient le Nopal ont pour effet de diminuer le risque de détérioration des parois artérielles et la formation de plaquettes graisseuses. Des chercheurs indépendants spécialisés en ethnomédecine ont remarqué que des populations de la tiers-monde habituées à consommer des figues de barbarie semblaient préservées de l'artériosclérose et de l'artérite ^[38].

9. Obésité

Pris à jeun, avant les repas, le Nopal, très riche en fibres, se révèle un coupe-faim naturel. Les 17 acides aminés du nopal (sur les 22 du corps humain), dont huit sont essentiels, contribuent par leurs éléments nutritifs très diversifiés à remettre sur pied les personnes carencées, et à leur redonner l'énergie nécessaire pour mener une vie normale (**Diacono, H., Massa, V. 1948**).

10. Cellulite

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 (**Garnier et al., 1961**).

11. Digestion, fonction hépatique

Selon des études cliniques, le Nopal éliminerait l'excès d'ammoniaque accumulé dans certains organes. Il combattrait avec succès les radicaux libres. Il neutraliserait en partie les toxines qui affaiblissent notre système immunitaire suite à une surconsommation d'alcool ou de tabac (**Schweizer, M. 1997**).

12. Effet anticancéreux

Des études suggèrent que l'extrait du fruit du cactus, inhibe la prolifération des cellules cancéreuses et supprime la croissance tumorale dans le cas du cancer de l'ovaire chez la souris (**Kaur et al., 2012**).

13. Effet antiviral

Une étude intéressante faite par (**Ahmad et al., 1996**), a démontré que l'administration de l'extrait de cladode de cactus (*Opuntia streptacantha*) aux souris, aux chevaux, et aux humains inhibe la réplication intracellulaire d'un nombre d'ADN et d'ARN viral comme Herpes recto virus

Type 2, Equine herpes virus, Pseudorabies virus, influenza virus, le virus de la maladie respiratoire syncytial et HIV-1. Une inactivation des virus extracellulaires a été également rapportée par les mêmes auteurs.

14. Effet anti-alcool

La figue de barbarie est souvent utilisée pour soulager les symptômes associés à la consommation excessive d'alcool, y compris la bouche sèche et les nausées. Le jus de la figue de barbarie fait également partie de plusieurs formules de prévention de la gueule de bois (**Wiese et al., 2004**).

15. Effet anti oxydant

L'estimation de l'activité antioxydante de six cultivars d'O. ficus-indica, poussant dans la méditerranée espagnole, a été analysée sur les cladodes (jeunes et adultes) et les fruits (peau et pulpe) de cette espèce. Selon les méthodes de DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl) et ABTS (2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique acid), la peau des fruits présentent un effet antioxydant plus élevé que les cladodes. Les jeunes cladodes montrent une capacité antioxydante importante par la méthode de FRAP (ferricreducing antioxydant power) (**Andreu L. et Coll, 2017**).

16. Nettoyage du colon

Nous l'avons déjà souligné : le Nopal contient des fibres alimentaires "solubles" facilitant le transit intestinal, mais il contient également des fibres "non-solubles" c'est-à-dire "inassimilables", qui absorbent l'eau des déchets, accélérant en douceur le transit tout en régulant ses mouvements.

17. Femmes enceintes

Chez les Aztèques, les femmes enceintes consommaient le Nopal sous toutes ses formes car il était considéré comme le meilleur des fortifiants et un excellent galactogène. Durant le temps de leur grossesse et lorsqu'elles allaitent leur enfant, il est une tradition bien établie chez les femmes de certaines tribus indiennes de boire du jus de tuna ou, lorsque la saison de fructification est passée, une décoction de fleurs séchées ou de racines de Nopal.

I.6.6. Utilisation dans le domaine industriel

La plante du cactus est employée actuellement aux Etats-Unis et au Mexique à des fins industrielles sous forme de matière collante et antirouille dans les puits pétroliers. Elle est aussi utilisée comme enduit pour débarrasser le sel des installations pétrolières implantées en mer (le sel facilite la formation de la rouille).

Une recherche a montré que le jus de la plante de cactus est un facteur qui empêche le fer de s'user, de s'oxyder et de se rouiller.

Au Chili, les raquettes du cactus, après leur fermentation naturelle, sont utilisées en tant que matière première et source importante dans la production d'un gaz vital (le biogaz). Elles sont productives, leur rendement est élevé, et elles sont source d'énergie vitale. Leurs utilisations sont nombreuses. La matière gélatineuse qu'elles isolent compte parmi les composants qui produisent le chewing-gum et la cire. En outre, elles sont employées comme élément renforçant le tissage des vêtements fabriqués en coton.

I.6.7. Protection

L'Opuntia, dans ses plus grandes variétés forme des haies vives de cactées épineuses infranchissables aux animaux sauvages, nécessitant peu d'entretien tout en offrant la richesse de leurs fruits et de leurs raquettes. Les haies d'Opuntia présentent aussi l'avantage de dresser un obstacle naturel et efficace à la propagation des incendies. Pour planter ces haies, on dispose en ligne des boutures faites d'un ou deux « articles » mises au sec pendant quelque temps. En effet, on constate que les boutures reprennent mieux lorsqu'elles ont été privées d'eau et qu'on les arrose abondamment après les avoir plantées.

I.6.8. Plantes anti-pollution

Le principe est simple : épurer l'air par les plantes. Notre environnement intérieur (domicile, lieu de travail...) concentre encore plus de polluants que l'extérieur. Recourir à des plantes judicieusement choisies pour respirer un air plus sain chez soi est une solution intéressante. Le cactus fait partie de ces plantes qui absorbent les polluants de l'air, lesquels sont ensuite convertis dans les racines en produits organiques, nutriments de base pour la plante.

II.9. Barrage aux ondes

En intérieur, un cactus de 30 cm de hauteur réduit à lui seul les effets nocifs d'un écran de télévision ou d'ordinateur, en supprimant les ondes électromagnétiques néfastes. En plus, les cactus ne réclament que très peu de soins et de temps : un arrosage par mois environ. Par ailleurs, à l'inverse des autres plantes, les cactées produisent de l'oxygène la nuit et rejette du gaz carbonique le jour (idéal à placer dans une chambre à coucher).

Culture de figuier de barbarie

Le figuier de barbarie est une plante facile à cultiver ; sa propagation à travers le monde est une procédure simple et accessible du moment où les conditions climatiques et édaphiques sont réunies et les moyens de reproduction dont elle dispose (graines et boutures) sont abondants (Arba, 2017). Il pousse principalement dans les zones arides et semi-arides et dans des conditions extrêmes où il y a peu de concurrence avec d'autres plantes (Rebman and Pinkava, 2001).

Chapitre 02 :

LES HUILES ESSENTIELLES

Définition des huiles essentielles

C'est une substance aromatique naturelle, volatile, liquide ou semi liquide, constituée de molécules aromatiques sécrétées par certaines plantes ou certains arbres (*Accueil - ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, 2012*).

Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenu par extraction ou distillation de molécules volatiles de la plante d'origine. On retrouve majoritairement des terpénoïdes et des molécules aromatiques. Les huiles essentielles issues de différentes plantes possèdent donc des propriétés différentes, dépendantes de la composition d'origine. Les huiles essentielles sont des mélanges concentrés de substances végétales (**Bardeau, 2009**).

Il est donc une substance aromatique naturelle, volatile, liquide ou semi liquide, constituée de molécules aromatiques sécrétées par certaines plantes ou certains arbres (*Accueil - ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, 2012*).

II.8. Répartition et localisation des huiles essentielles**II.7.3. Répartition**

Les huiles essentielles sont largement répandues dans le règne végétal et surtout chez les végétaux supérieurs, il y a 17500 espèces aromatiques. Les familles botaniques capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont réparties dans un nombre limité des familles, **Zingiberaceae** (Gingembre)...etc (**Bellakhdar, 1997**).

II. 3.2. Localisation

Il est intéressant de remarquer que les organes d'une même espèce peuvent renfermer des huiles essentielles de composition différente selon la localisation dans la plante (**Degryse et al., 2008**).

L'huile essentielle se localise dans toutes les parties des plantes aromatiques, tous leurs organes végétaux :

- Les fleurs, exemple : orange, rose, lavande ;
- Les feuilles, exemple : eucalyptus, menthe, thym, laurier, sauge, sapin ;
- Les organes souterrains, exemple : racines (vétiver), rhizomes (gingembre, acore) ;

- Les fruits, exemple : fenouil, anis, épicarpes des citrus ;
- Les graines, exemple : noix de muscade ;
- Le bois et les écorces, exemple : cannelle, santal, bois de rose.

II.8. Composition chimique

Il est très important de connaître la composition d'une huile essentielle avant de l'utiliser.

C'est indispensable pour la sécurité.

a) Terpènes ou Terpénoïdes : Les monoterpènes correspondent à la formule brute $C_{10}H_{16}$; ils peuvent être acycliques (myrcène), monocycliques (limonène) ou bicycliques (camphène) (**Brunton, J.,1999**) . Ils Sont donc des décongestionnants respiratoires et lymphatiques. En diffusion, ils sont très efficaces comme antiseptiques.

b) Composés aromatiques : Les dérivés du phénylpropane (C_6-C_3) sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Très fréquemment, il s'agit d'allyle et de propénylphénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles, telle celle du girofle (eugénol). On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés en C_6-C_1 , plus rares, tel le safrole.

c) Composés d'origines diverses : Compte tenu de leur mode d'extraction, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydro distillation. Ces produits peuvent être azotés ou soufrés (**Teisseire, 1991**).

- Alcools : menthol, géraniol, linalol
- Aldéhydes : géraniol, citronellal
- Cétones : camphre, pipéritone Phénols : thymol, carvacrol
- Esters : acétate de géranyle
- Acides : acide gérannique Oxydes : 1,8-cinéole.
- Phénylpropanoïdes ; eugénol.

- Terpènes : limonène, para-cymène
- Autres : éthers, composés soufrés, composés azotés, sesquiterpène

II.8. Différentes techniques d'extraction des huiles essentielles

Les méthodes d'extraction sont adaptées aux propriétés physiques les plus importantes des huiles essentielles.

- ✓ Leur volatilité dans l'air et dans la vapeur d'eau ;
- ✓ Leur solubilité dans les solvants organiques.

II.7.3. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

Ce dispositif de cette extraction est composé d'une cuve dans laquelle on place les plantes à distiller. Les plantes sont dissociées de l'eau dans la même cuve. La cuve est chauffée et recouverte par un chapiteau qui est prolongé par un col de cygne, celui-ci est raccordé à un serpentin de refroidissement. Pour cela, celui-ci est plongé dans une cuve d'eau froide. Le serpentin débouche sur l'essencier, muni de deux robinets. Celui du bas permet de recueillir l'hydrolat ou eau florale et celui du haut l'huile essentielle (RIOTTE, 2015).

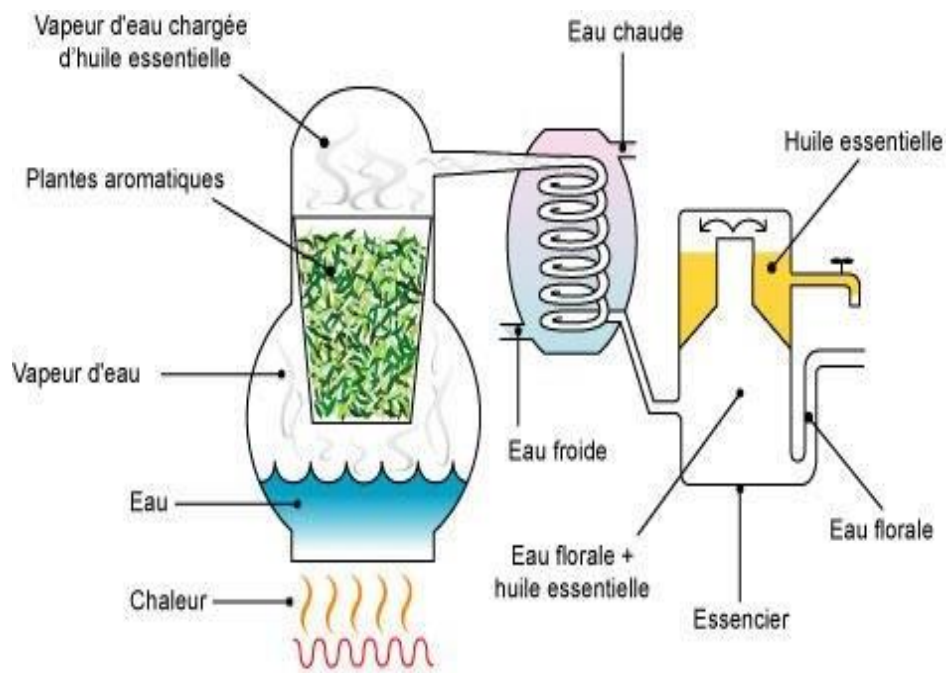


Figure .09: Montage d'entraînement à la vapeur d'eau (Goëb & Pesoni, 2010).

II.7.3. Extraction par hydrodistillation

Ce mode d'extraction a été proposé par **Garnier** en **1891**, c'est la méthode la plus utilisée pour extraire les HE et pouvoir les séparer à l'état pur mais aussi de fournir de meilleurs rendements. Le principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'HE sera alors séparée par différence de densité (après décantation) (**Bruneton, 1993**). Le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger.

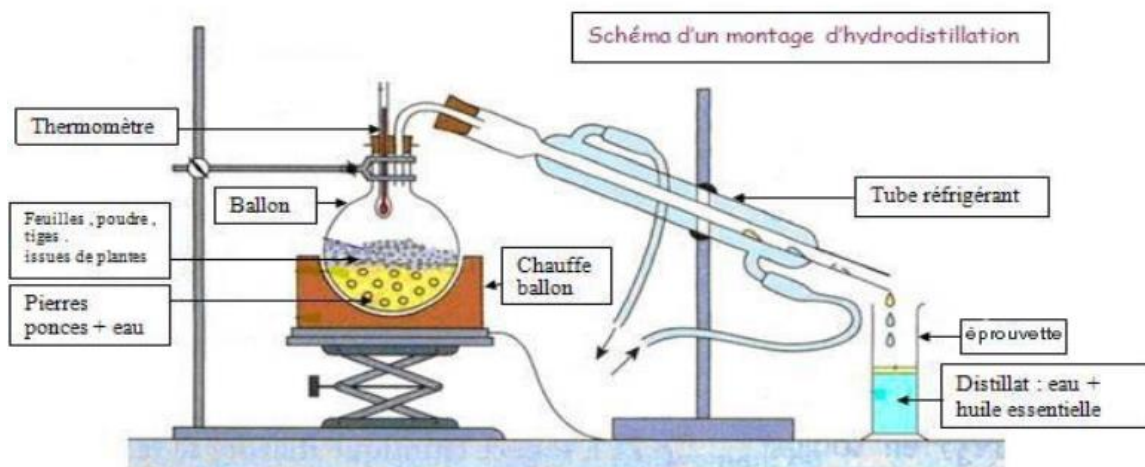


Figure .10 : Montage de l'extraction par hydrodistillation (**Bruneton, 1993**).

II.7.3. L'Expression à froid

L'expression à froid est exclusivement réservée aux matières premières de la famille des Hespéridés, où l'essence se trouve dans des petites glandes de l'épicarpe des agrumes communément appelé « zeste ». Cette technique consiste à dilacérer mécaniquement l'écorce du fruit pour en recueillir, de diverses manières, les essences contenues dans les sacs oléifères. Ces essences non distillées sont peu stables et s'oxydent facilement, ainsi, il est conseillé de les consommer plus rapidement que les HE distillées, si possible dans l'année suivant la production. Le produit obtenu se nomme plus communément « Essence », et non « Huile Essentielle », car aucune modification du produit végétal n'intervient du fait de la méthode d'extraction (**BOUKHATEM et al., 2019**).



Figure .11 : Machine de pression à froid (KHELLAF et *al.*, 2019)

II.7.3. Extraction par solvants organiques

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. (Legrand, 1993 ; Dapkevicius et *al.*, 1998 Kim et Lee, 2002). En fonction de la technique et du solvant utilisé, on obtient (AFNOR, 2000) :

- Des hydrolysats : extraction par solvant en présence d'eau.
- Des alcoolats : extraction avec de l'éthanol dilué traitées par l'éthanol ou des mélanges éthanol/eau.
- De résinoïdes ou extraits éthanoliques concentrés.

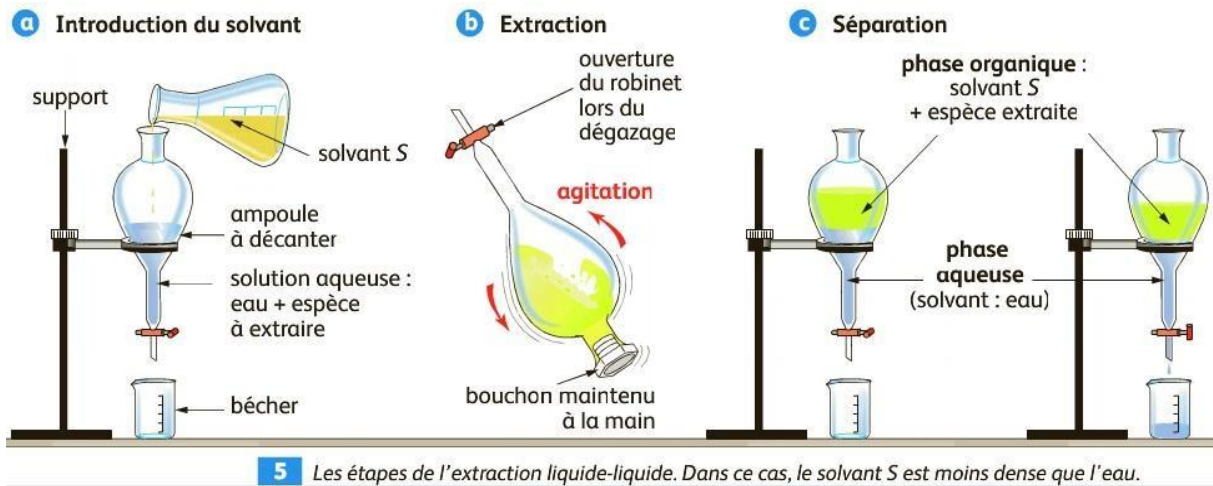


Figure .12 : Extraction par solvant organique

II.7.3. Distillation sèche

La distillation « sèche », aussi appelée distillation destructive, est utilisée pour la séparation des produits chimiques liquides contenus dans des matériaux solides. On peut ainsi obtenir, à partir du bois, par calcination, de la créosote (mélange de phénols), de l'alcool méthylique et de nombreux autres produits. Un avantage certain au niveau de la qualité, Les rendements extrêmement faibles.

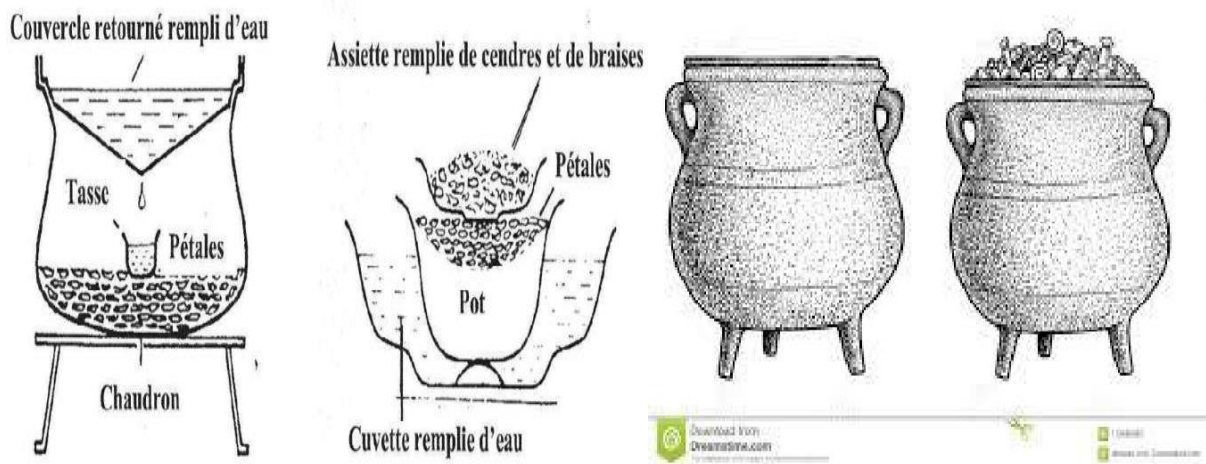


Figure .13 : Distillation sèche (Pare et al., en 1989).

II.7.3. L'extraction assistée par chauffage micro-ondes

L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation (ramenée à quelques minutes) et incrémente le rendement d'extrait. Cependant irradiation d'un volume important pose des problèmes techniques.

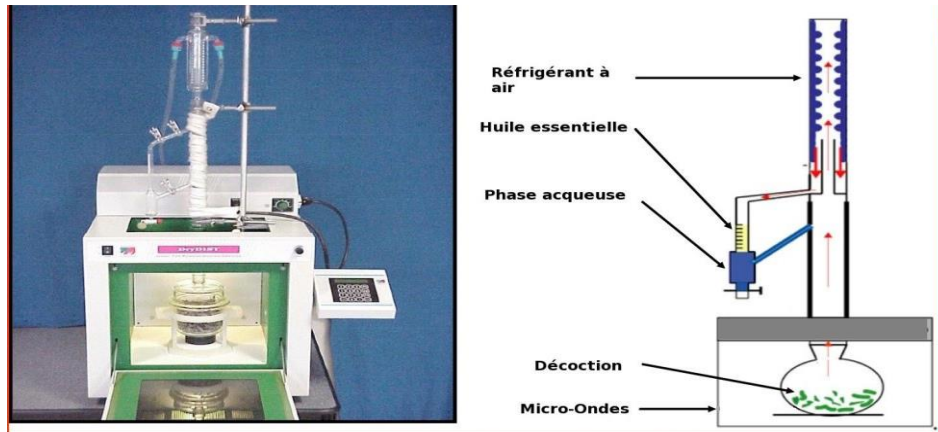


Figure .14 : Montage d'extraction assistée par chauffage micro-ondes (BENOUALI Djillali, 2016)

II.7.3. Extraction au CO2 supercritique

Très moderne, très coûteuse, cette méthode consiste à faire passer un courant de CO2 à haute pression qui fait éclater les poches à essence et entraîne les substances aromatiques.

Il existe d'autres méthodes d'extraction comme l'extraction par solvant ou l'enfleurage mais uniquement pour la parfumerie et non pour la thérapie.

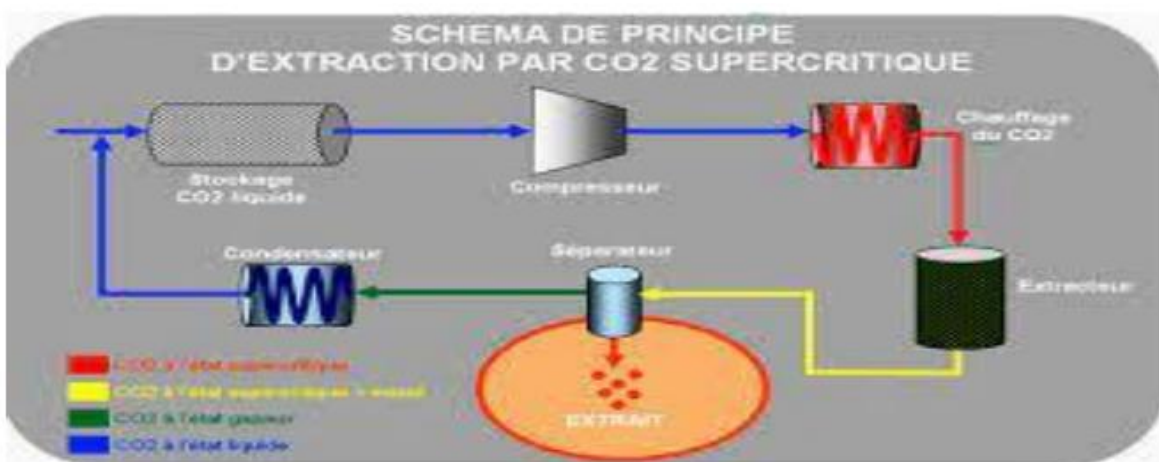


Figure 15 : Schéma de la technique d'extraction par le CO2 supercritique.

II.3.8. Extraction par ultrasons

L'extraction des composés bioactifs par ultrasons (20 – 100 kHz) est une technique émergente qui offre beaucoup de reproductibilité en peu de temps, trois fois plus rapide qu'une extraction simple par solvant. Elle est facile à mettre en œuvre et peu consommatrice de solvant et d'énergie (Chemat et al., 2008). En effet, la matière première est immergée dans l'eau ou dans le solvant, et en même temps elle est soumise à l'action des ultrasons. Cette technique peut être utilisée pour l'extraction des composés aromatique ou des essences de plantes, mais elle a surtout été développée pour l'extraction de certaines molécules ayant un intérêt thérapeutique (Salisova et al., 1997 ; Vinatoru et al., 1997 ; Hromadkova et al., 1999 ; Vinatoru et al., 1999 ; Vinatoru, 2001 ; Chemat et al., 2003 ; Chemat et al., 2004a ; Luque de Castro et al., 2007).

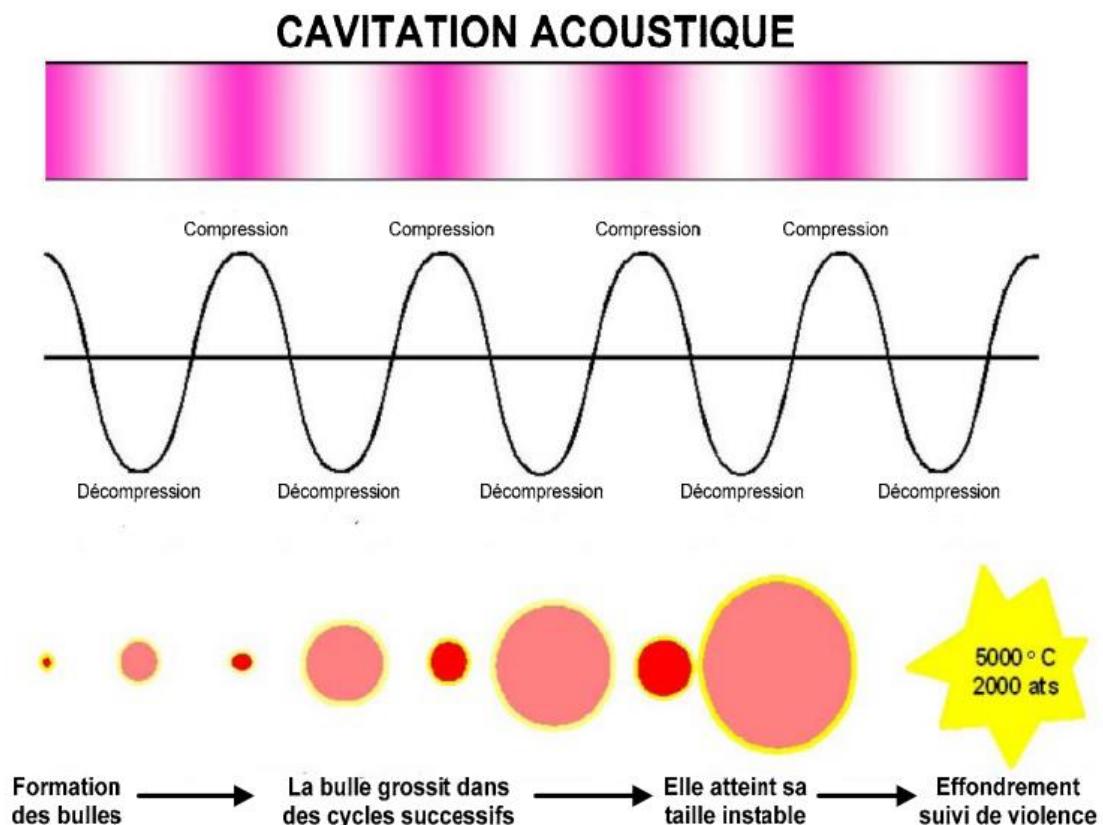


Figure 16 : Schéma démonstratif de la cavitation ultrasonore. (BOUSBIA,2011)

Pendant la sonication, les ondes sonores utilisées induisent des vibrations mécaniques dans le solide, le liquide ou le gaz, à travers une succession de phases d'expansion et de compression, comme au cours d'un phénomène de cavitation. Les bulles, formées par l'expansion, vont se développer puis dégonfler. Si ces bulles se situent près d'une surface solide, alors le dégonflement

sera asymétrique, ce qui produira des jets de liquide ultra-rapides (Figure 11). D'après Vinatoru (2001), les mécanismes d'extraction impliquent deux phénomènes physiques :

- Les molécules peuvent parfois traverser la paroi cellulaire par simple diffusion ;
- Le contenu des cellules peut être « lessivé » après destruction des parois cellulaires, afin de récupérer l'ensemble des composés d'intérêt. Les ultra-sons permettent d'améliorer ces deux phénomènes. Ils pourraient augmenter le rendement, diminuer la quantité de solvant nécessaire et/ou le temps de trait

Historiquement il n'a été démontré que les ondes ultrasonique offrent des perspectives indéniables en chimie jusqu'aux années 50, et pour la première fois le terme « sonochimie » a été utilisé par Neppiras dans le journal de cavitation. Ensuite, depuis les années 1990, l'utilisation des ultrasons a connu un essor considérable, et de nombreux travaux ont montrés l'efficacité des ultrasons dans la dégradation de composés organiques contaminants les eaux usées, et pour l'extraction du matériel alimentaire, tel que les lipides des protéines, des huiles essentielles et des composés phénoliques (par exemple : flavonoïdes, acides phénoliques...)(Seidi and Yamini, 2012).ement (Mason et Cintas, 2002).

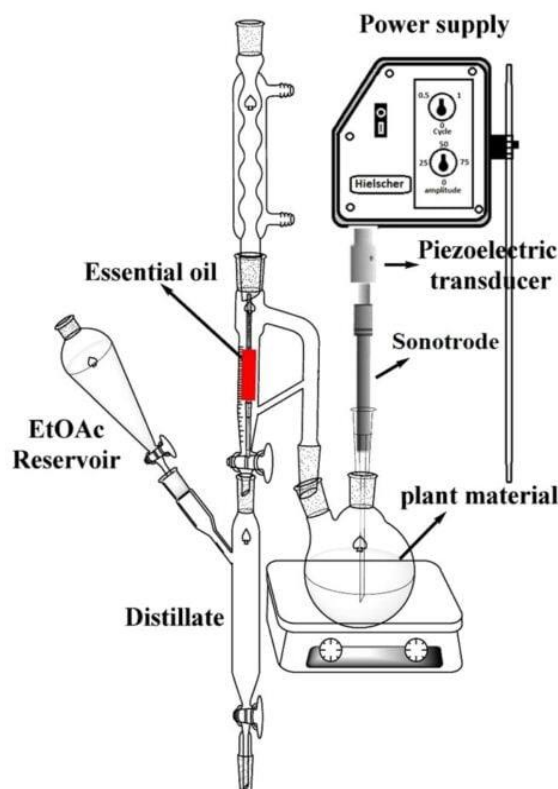


Figure 17 : Sono-Clevenger avec sonde ultrasonique UP200S (Rasouli et al., 2021)

II.4. Paramètres influençant la cavitation

La formation des bulles (cavitation) est influencée par plusieurs paramètres, ceux qui sont propres à l'onde (amplitude, intensité, le rapport de puissance, la fréquence et la longueur d'onde, la température), la viscosité de la solution, le temps de traitement, la pression intérieure du milieu ainsi la présence d'impuretés et/ou de gaz dissout...(Saletes et *al.*, 2011)

II.4.1. Température

La température du solvant joue deux rôles dans le traitement par ultrason d'une part, les températures élevées améliorent la diffusion des solutés de la matrice dans le milieu d'extraction et d'un côté les températures basses, augmente la formation des bulles (cavitation) par conséquent l'équilibre entre la diffusion et la cavitation doit être atteint(Flórez-Fernández and Muñoz, 2018).

II.4.2. Amplitude

L'intensité ultrasonique est exprimée en énergie transmise par seconde et par mètre carré de surface émettrice(Tiwari, 2015). Ce paramètre est directement corrélé à l'amplitude du transducteur et par conséquent à l'amplitude de pression de l'onde sonore (Capelo-Martínez, 2009). Avec l'augmentation dans l'amplitude de la pression, l'effondrement des bulles sera plus violent. Pour réaliser la cavitation seuil, une valeur minimale de l'intensité ultrasonique est requise. En ce qui concerne l'extraction, la détermination de l'intensité ultrasonique (IU) est une valeur d'entrée pertinente ayant un impact important sur l'efficacité de l'extraction. L'augmentation de l'IU entraîne généralement une augmentation des effets sonochimiques(Mason and Lorimer, 2002).

II.4.3. Temps

En général le temps est un important paramètre influençant l'extraction solide-liquide, ou le temps de contact entre les deux phases est un paramètre très important à maîtriser. La connaissance de la cinétique permettra d'arrêter le temps d'extraction lorsque le rendement souhaité est atteint et de ne pas continuer l'opération au-delà, ainsi des économies d'énergie et de man d'œuvre seront réalisées(Galvan D'Alessandro, 2013) .

II.5. L'avantage de l'extraction assistée par ultrasons

L'EAU se distingue comme une alternative durable, respectueuse de l'environnement qui nécessite un investissement modéré de solvant et d'énergie. En outre, elle est facile à manipuler, et moins cher sur le plan économique, augmente le rendement d'extraction, et diminue le temps d'extraction, reproductible en raison du fait que cette technologie permet son développement dans des conditions de pression atmosphérique et à température ambiante, ainsi elle peut être appliquée pour obtenir différents composés photochimiques dont les composés phénoliques (**Medina-Torres et al., 2017**). L'extraction assistée par ultrasons est réglable pour être utilisée avec des solvants polaires et apolaires à différentes températures (**Samaram et al., 2015**).

II.6. Les principales propriétés des huiles essentielles : (**Purchon N., 2001 ; Willem, J.P, 2002**)

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés à savoir :

II.6.1. Propriétés thérapeutiques

➤ **Anti-infectieuses**

Les molécules aromatiques possédant l'activité (**Antibactériennes, Antivirales, Antifongiques, Antiparasitaires, Antiseptiques, Insecticides, Anti-inflammatoires**) .

➤ **Régulatrices du système nerveux** (Antispasmodiques, Calmantes, anxiolytiques, Analgésiques, antalgiques)

Drainantes respiratoires (Expectorantes, Fluidifiantes)

➤ **Digestives**

Les huiles essentielles de cumin (avec la molécule de cuminal), d'anis étoilé ou par exemple d'estragon ont une action digestive et apéritive. Elles permettent la stimulation de la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée atténue les nausées.

➤ **Cicatrisantes**

Les huiles essentielles cicatrisantes sont les huiles essentielles de Ciste (*Cistus ladaniferus*), de Lavande vraie (*Lavandula vera*), d'Immortelle (*Helichrysum italicum*), de Myrrhe (*Commiphora myrrha*). On utilise souvent un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce.

➤ **Dermatologiques**

Les HE de lavande officinale et d'eucalyptus citronné apaisent avec succès les démangeaisons dues aux piqûres d'insectes, d'ortie, de méduse...l'action lipolytique du citron et du lemongrass permet de lutter contre la cellulite par dissolution des graisses.

➤ **Endocrino-régulatrices**

Certaines HE ont la capacité de réguler l'ensemble des glandes endocriniennes de l'organisme : l'HE de myrrhe atténue une hyperthyroïdie en freinant l'activité de la thyroïde (**Hessas & Simoud, 2018**).

III.6.2. Parfumerie

Les huiles essentielles à l'état dilué, sont utilisées dans les parfums et les eaux de toilettes. L'industrie de parfumerie consomme d'importants tonnages d'essences (60%) en particulier celles de Rose, de Jasmin, de violettes, de verveine (**Kaloustian J., 2012 ; Ouis N, 2015**).

III.6.3. Cosmétologique

Les huiles essentielles sont utilisées depuis longtemps en cosmétologie. En raison de leurs propriétés diverses, elles prennent soin de la peau et de ses désordres (acné, rides.), les cheveux (pellicules, cheveux cassants, ternes, sec.), la silhouette (vergetures, cellulite.).

Les principes actifs des HE franchissent très rapidement la barrière cutanée et sont absorbées par la peau pour agir en douceur (**Mayer, 2012**).

III.6.4. Agroalimentaire

En vertu de leurs propriétés antiseptiques et aromatisantes, les HE sont employés quotidiennement dans les préparations culinaires (ail, thym, laurier.). Elles sont également très prisées en liquoristeries (boissons anisées, kummel.) et en confiserie (bonbons, chocolat.).

Leur pouvoir antioxydant leur permet de conserver les aliments en évitant les moisissures, conservation du smen par exemple par le thym et le romarin (**Ouis N., 2015**).

II.7. Principaux domaines d'application des HE

En raison de leurs diverses propriétés, les huiles essentielles sont devenues une matière d'importance économique considérable avec un marché en constante croissance. En effet, elles sont commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels comme en pharmacie par leurs pouvoirs antiseptique, analgésique, antispasmodique, apéritif, antidiabétique..., en alimentation par leur activité antioxydante et leur effet aromatisant, en parfumerie et en cosmétique par leur propriété odoriférante.

II.7.1. Aromathérapie

L'aromathérapie est une forme de médecine alternative dans laquelle les HEs ont une grande importance car elles induisent de nombreux effets curatifs. Ainsi elles s'utilisent de plus en plus dans diverses spécialités médicales telles que : la podologie, l'acupuncture, la masso-kinésithérapie, l'ostéopathie, la rhumatologie ainsi que dans l'esthétique (**Sallé, J. L., 1991**).

II.7.2. Agro-alimentaire

En vertu de leurs propriétés antiseptiques et aromatisantes, les H.Es sont employées quotidiennement dans les préparations culinaires (ail, laurier, thym,...). Elles sont également très prisées en liquoristerie (boissons anisées, kummel) et en confiserie (bonbons, chocolat,). Leur pouvoir antioxydant leur permet de conserver les aliments en évitant les moisissures, conservation du smen par exemple par le thym et le romarin (**Waterhouse, A et al 2000 ; Bendjilali, B et al., 1990**).

II.7.3. Cosmétologie et parfumerie

Les H.Es sont recherchées dans l'industrie des parfums et des cosmétiques en raison de leurs propriétés odoriférantes. L'industrie de la parfumerie consomme d'importants tonnages d'essences (60%) en particulier celles de rose, de jasmin, de violette, de verveine. Les H.Es sont aussi consommées en cosmétologie pour parfumer les produits cosmétiques : les dentifrices, les shampoings, les crèmes solaires, les rouges à lèvres, les savons, etc (**Blakeway, J., 1984**).

Les produits d'hygiène, détergents et lessives par exemple, consomment eux aussi beaucoup d'H.Es pour masquer les odeurs (souvent peu agréables) des produits purs.

➤ Pharmacie

Les essences issues des plantes sont utilisées en grande partie dans la préparation d'infusion (menthe, verveine, thym,) et sous la forme de préparations galéniques^{2b}. Plus de 40% de médicaments sont à base de composants actifs de plantes, par exemple gastralgie est un digestif anti-acide qui se compose d'H.E de carvi.

De même, elles permettent par leurs propriétés aromatisantes de masquer l'odeur désagréable de médicaments absorbés par voie orale. Aussi beaucoup de médicaments vendus en pharmacie sont à base d'H.Es comme par exemple les collyres, les crèmes, les élixirs, (**Richard. J. A., 1999**).

II.8. Toxicité des HEs

Les huiles essentielles sont principalement toxiques en cas d'ingestion. Certaines sont toxiques après exposition répétée. Le risque est plus grand lorsqu'elles sont utilisées pures. Chacune de ces substances possède des propriétés particulières et des risques toxiques spécifiques, ce qui rend complexe un classement des huiles les plus dangereuses. Il n'existe donc que peu de règles générales. Les huiles essentielles de sauge, d'hysope, de thuya, d'eucalyptus et de camphre sont particulièrement dangereuses en surdosage chez l'enfant car elles peuvent provoquer des convulsions. Certains groupes de patients sont plus sensibles à la toxicité des huiles essentielles : en cas d'asthme, d'épilepsie, d'allergie, chez la femme enceinte ou allaitante et le jeune enfant, il est préférable de demander l'avis d'un médecin avant d'utiliser une huile essentielle (**intracto, 2016**).

II.9. L'huile miraculeuse (l'huile de graine de figue de barbarie)**II.9.1. Obtention de l'huile de pépins de Figue de Barbarie**

Les graines de la figue de barbarie sont toutes petites, très dures, et très peu huileuses. L'huile de Figue de Barbarie est une huile très précieuse et très rare obtenue uniquement par pression à froid des graines d'*Opuntia ficus indica* dont les rendements d'extraction sont très faibles puisqu'il n'y a que 5% d'huile dans la petite graine, d'où son coût très élevé. Ainsi pour la fabrication d'un seul litre d'huile de graines de figues de barbarie, c'est une tonne (1000 kilos) de fruits, qu'il faut éplucher et épépiner. Les graines sont ensuite lavées et séchées au soleil avant d'être pressées à froid.



Figure .18: Huile de figue de barbarie

II.9.2. Synthèse de la composition de l'huile de graine de figue de barbarie

Grâce à sa synergie originale de composants, l'huile de graines de figues de barbarie fait des merveilles sur votre peau. Découvrez les principales propriétés de cette huile dite "sèche" !

Elles sont riches en acides gras poly-insaturés, tels que :

- **L'acide linoléique à 60% (oméga 6)** : Les oméga 6 sont des acides gras essentiels. Les oméga 6, précurseurs des céramides, ont une action relipidante et préservent le capital en eau de la peau. Ils permettent à la peau de conserver son élasticité et sa densité. Les molécules indésirables sont laissées dehors tandis que de l'intérieur, la peau peut continuer à se charger et rester hydratée de façon optimale. Nous ne fabriquons plus d'oméga 6 à l'âge adulte, cet apport est donc indispensable.
- **L'acide oléique à 15%(oméga 9)** : Ces oméga aident eux aussi au maintien de l'élasticité de la peau. Très précieux pour l'hydratation, ils nourrissent en profondeur et protège l'épiderme. Ce sont eux qui sont responsables du caractère nourrissant de l'huile de graines de figues de barbarie dont les peaux sèches ont besoin.
- **La vitamine E (tocophérols)** : Cette vitamine est présente en quantité exceptionnelle dans l'huile de graines de figues de barbarie : environ 1000 mg/kg. La vitamine E sert à lutter contre l'oxydation responsable du vieillissement prématuré. Elle protège la peau des radicaux libres, elle retarde ainsi les signes de l'âge et participe à la cicatrisation.
- **Les phytostérols** (environ 10 g/kg) parmi lesquels : beta-sitostérol, campestérol, stigmastérol. Les phytostérols, par leur similitude avec les stérols cutanés, ils renforcent le film

hydrolipidique, ils accélèrent la synthèse des phospholipides cutanés et donnent un aspect plus ferme à la peau. De plus, les phytostérols interviennent dans les processus de défense de la peau en régularisant les mécanismes de l'inflammation. Capable de réduire l'inflammation (rougeurs, œdèmes...), ils sont utilisés pour apaiser les peaux réactives ou irritées (Ennouri et al., 2005 ; Coskuner et Tekin, 2003).

Tableau .3 : Synthèse de la composition de l'huile de figue de barbarie

Poly- insaturés 62%	Linoléique 61,6%	Mono-insaturés 20%	Oliéque 19,4%	Saturés 18%	Palmitique 13,3%
	Linoléique 0,4%).		Palmitoléique 0,6%		Stéarique 3,5%
Acides gras libres : 0,4%	K270 0,30	Indice de péroxyde 1,7 (meq O2/Kg)	Tocophérols totaux (mg/kg) 700	Alpha Tocophérols 1,8%	Bêta Tocophérols 0%
	K 0,01	Gamma Tocophérols 92,2%	Delta Tocophérols 1,2%	Stérols totaux (g/kg) 8,8	Cholestérol 1,1%
CampEsterol 9,8%	StigmaStérol 1,4%	Beta Sitostérol 72,5%	D5 Avenasterol 4,5%	D7 Stigmasterol 1,2%	D7 Avenastérol 2,2%.

II.9.3. Propriétés de cette huile magique et ses utilisations en cosmétique

- **L'huile de graine de figue de barbarie est dotée d'un pouvoir anti-âge**

Elle contient les vitamines adoucissantes pour la peau E et K. Elle contient également une bonne quantité d'acides gras hydratants et nourrissants pour la peau. Ceux-ci empêchent la formation de rides et ridules, faisant ainsi de l'huile de figue de Barbarie un bon agent anti-âge.

L'huile de cactus offre une sublime cure de jouvence à votre peau. Elle fait barrage au vieillissement cutané et booste le renouvellement cellulaire. Résultat, elle diminue les rides, s'attaque aux cernes disgracieux et offre une protection contre les agressions quotidiennes de la peau (Sophia Maazouz, 2016).

- **L'huile de graine de figue de barbarie éclaircirait le teint**

L'huile de la figue de barbarie est souvent utilisée pour ses propriétés éclaircissantes pour la peau. L'acide linoléique, qui est un acide gras, non seulement nourrit la peau, mais élimine également la matité. De plus, il protège la peau des rayons UV.

L'huile de graine de figue de barbarie nous aiderait à obtenir une peau plus lisse Elle est super hydratante pour les peaux ternes et sèches. Les acides gras linoléiques, oléiques et palmitiques, que l'on trouve en grande quantité dans l'huile de pépins de figue de Barbarie, fournissent à la peau les huiles qui lui font que du bien.

- **L'huile de graine de figue de barbarie réduirait les cernes**

Les cernes sous les yeux se forment pour diverses raisons : Le manque de sommeil, la déshydratation et le stress oxydatif sont les principaux facteurs qui peuvent assombrir votre région sous les yeux et lui donner une teinte bleu violacé. L'huile de pépins de figue de Barbarie contient des acides gras nourrissants pour la peau qui possèdent également des propriétés éclaircissantes. Conjointement, ces propriétés peuvent aider à éclaircir les cernes.

- **L'huile de graine de figue de barbarie serait bénéfique pour les cheveux**

L'huile des graines de ce cactus contient beaucoup d'acides gras, de minéraux et de vitamines qui peuvent être bénéfiques pour la peau. De même, ceux-ci peuvent également nourrir le cuir chevelu et les cheveux en leur fournissant les huiles saines. Une mention spéciale est requise pour la teneur en vitamine E de la figue de Barbarie qui peut conditionner les cheveux en profondeur.

- **L'huile de graine de figue de barbarie rendrait vos ongles en bonne santé**

Les ongles ont aussi droit à leur dose de figues. L'application de l'extrait de la figue de barbarie sur les ongles les rend moins cassants (EpicerieVerte.ma, 2019).

PARTIE

EXPERIMENTALE

MATERIELS
ET
METHODES

La figue de barbarie est un fruit qui n'est pas facile à manipuler et de plus il est difficile à stocker. Pour contribuer au développement de la filière de transformation de la figue de barbarie en Algérie et répondre parfaitement aux exigences socio-économiques des régions désertiques et steppiques, nous avons essayé de valoriser toutes les composés de la plante (fruits ; raquettes).

3. Elaborer des dérivées « Bio » de figuier de barbarie :

- Extraction de l'huile essentielle à partir des pépins de FDB par deux méthodes (hydrodistillation ; et par ultrasons) Aussi extraction par solvants (soxhlet)
- Préparation de deux types de farine de FDB
- Poudre à l'état des pépins de FDB
- Poudre après l'extraction des pépins de FDB

4. Sites de collecte

Les échantillons de fruits d'*Opuntia ficus-indica*, proviennent de la région rahouia et oued Lili wilaya de Tiaret, a été récolté en novembre 2022. Les fruits sont prélevés au hasard à diverses hauteurs sur des figuiers homogènes. Seuls les fruits mûrs et sains ont été sélectionnés,



Figure 18. Fruit de FDB(**photo personnel**)

5. Matériel végétal

5.1. Description du fruit

Le matériel végétal présent dans le site de collection est composé d'une population constituée d'individus ayant des raquettes épineuses et des fruits ovoïdes, et une pulpe de couleur jaune orangée avec une écorce moins épaisse. La figure représente les caractères morphologiques du fruit étudié.

L'échantillonnage a été fait aléatoirement. Dix fruits ont été pris au hasard en vue de déterminer les variables suivantes :

- Une balance à précision. Après avoir pesé les fruits entiers, les écorces ont été séparées des pulpes manuellement, pour obtenir les poids de ces différentes parties séparément, puis le nombre de pépins et la quantité de jus pour chaque fruit.
- Détermination des rapports : le rapport est une moyenne de **n= 10** pesées d'échantillons

$$CF\% = \frac{MC}{MF} \times 100$$

Avec :

CF% : rapport partie comestible fruit.

MC : masse de la partie comestible.

MF : masse de fruit.

n : nombre total des échantillons

Où :

NF % : rapport noyau fruit.

MN: masse de noyau.

MF : masse de fruit.

La longueur (mm) et le diamètre (mm) de chaque fruit ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique. La longueur est prise du point d'attache du fruit à la raquette jusqu'à l'extrémité du fruit. Le diamètre a été mesuré au niveau de la partie médiane du fruit

Le coefficient de forme C_f , donné par la formule de **Fagbohoun et Kiki (1999)**:

$$CF = \text{hauteur moyenn du fruit} / \text{diamètre moyenn du fruit}$$

Le coefficient de forme permet de classer les variétés en trois catégories de forme, notamment : $C_f < 0,8$: forme aplatie; $C_f > 1$: forme allongée et $0,8 < C_f < 1$: forme ronde.

6. Méthodes

4.1- Récolte du fruit de figuier de barbarie

Il ne faut pas cueillir les fruits à n'importe quel moment, il faut sélectionner soigneusement les fruits bien mûrs.

La cueillette est assurée manuellement, la récolte se fait pendant les mois juin, juillet, août pour assurer la qualité de fruit

Les fruits de figues de barbarie seront préalablement lavés avec soin avant de passer au procédé de séparation des graines de fruit

4.2- Séparation des pépins de fruits

Après la cueillette et le lavage du fruit, on épluche les fruits manuellement. Tout d'abord, pour éplucher la figue de barbarie, utiliser des gants, Par la suite, couper les deux extrémités avec un couteau et inciser la peau de haut en bas.

Séparer et bien nettoyer les graines de la pulpe par l'utilisation de l'eau et les tamis, puis les sécher soigneusement à l'ombre et une bonne aération. Et on fait après une filtration des graines pour enlever les résidus.

Les graines ainsi obtenues sont conservées dans des récipients hermétiques, placés au frais et à l'abri de la lumière

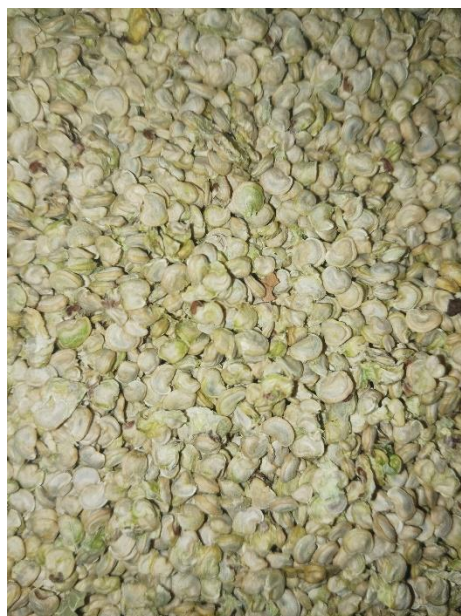


Figure 20 .Graines de figue de barbarie (photo personnel) .

7. Extraction de l'huile des graines de figue de barbarie

7.1. Extraction de l'huile par soxhlet et hydro distillation

L'extraction par solvant organique spécifique (n-hexane) pour la détermination du taux de la matière grasse est réalisée dans un appareil de type soxhlet. Cette technique assure une extraction à chaud des matières grasses contenues dans un échantillon végétal solide placé dans une cartouche de cellulose et imbibée continuellement par les vapeurs d'un solvant choisi en fonction de la polarité des principes actifs lipidiques à extraire.

Environ 50g de l'échantillon broyé de la granulométrie inférieur à 0,5 mm sont pesés dans le tube en cellulose fermé par du coton cardé, et introduit dans un soxhlet. L'extraction est réalisée par du n-hexane (280ml) porté à reflux pendant 4 heures le solvant est ensuite éliminé par l'appareil Rotavapor



Figure21.appareil rotavapor (photo personnel)

7.2. Détermination de la teneur en matière grasse (ISO 659, 1988) et le poids de mille graines Taux de matière grasse

Le taux de matière grasse est calculé par la méthode suivante :

$$MG \% = \frac{P2 - P1}{M} \times 100$$

Soit :

MG : Taux de matière grasse ;

P1 : Poids du ballon vide ;

P2 : Poids du ballon après évaporation ;

M : Masse de la prise d'essai.

soit :

$$MG = \frac{4}{5} \times 100$$

$$MG = 8$$



Figure 22. Appareil soxhlet (photo personnel).

Le rendement de l'hydro distillation (rendement des huiles essentielles) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (en \%)} = \frac{\text{Masse des l'huiles essentielles (g)}}{\text{Masse initiale de la matière végétale sèche (g)}} \times 100$$

Le poids de mille graines est un paramètre physique qui renseigne sur la dimension des graines et leurs calibres (**Godon, 1991**).

Soit : le rendement est de 5 %

Le poids de mille graines a été effectué conformément à la norme **NA 730. 1991.ISO 520**. C'est la masse de mille graines entières exprimée en gramme, le comptage des graines a été fait à la main et elles sont pesées à l'aide d'une balance de précision.



Figure23 .huile de graine de figue de barbarie(photo personnel).

7.3. Extraction par ultrason

Le processus d'extraction d'huile à l'aide de la technique de Sono Clevenger est un procédé utilisé pour extraire les huiles essentielles ou les huiles végétales à partir de matières premières végétales. Voici les étapes générales de ce processus :

1. Préparation des graines : Les graines de figuier de Barbarie doivent être récoltées et préparées pour l'extraction de l'huile. Cela peut inclure le nettoyage et le séchage des graines.
2. Broyage : Les graines sont broyées en une poudre fine pour faciliter l'extraction. Cela peut être réalisé à l'aide d'un moulin ou d'un broyeur.
- 3 . Mise en place du système de Sono Clevenger : Un appareil de Sono Clevenger est utilisé pour l'extraction de l'huile. Il comprend généralement un ballon de distillation, un système de refroidissement et un dispositif de diffusion ultrasonique.
4. Mélange des graines broyées et d'un solvant : Les graines broyées sont mélangées avec un solvant approprié dans le ballon de distillation. Le solvant couramment utilisé est l'eau, mais d'autres solvants peuvent également être utilisés en fonction de l'huile à extraire.

5. Extraction assistée par ultrasons : L'appareil de Sono Clevenger utilise des ondes ultrasoniques pour agiter le mélange de graines et de solvant. Cela facilite l'extraction des composés volatils de la matière végétale.

6. Condensation : Les vapeurs d'huile et de solvant sont conduites vers un système de refroidissement, où elles se condensent pour former un liquide.

7. Séparation de l'huile : L'huile obtenue est séparée du solvant à l'aide d'un processus de décantation ou de filtration.

8. Stockage de l'huile : L'huile extraite est stockée dans des récipients appropriés, à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité, pour préserver sa qualité.

Il est important de noter que le processus exact peut varier en fonction des équipements utilisés et des spécificités de l'huile à extraire. Il est recommandé de suivre les instructions du fabricant de l'appareil Sono Clevenger et de prendre en compte les bonnes pratiques d'extraction d'huile pour garantir des résultats optimaux et sécurisés.



Figure 24. Sono- clevenger (www.researchgate.net/figure/Sono-Clevenger)

8. Poudre de figuier d barbarie

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. A ne pas confondre avec la poudre des raquettes du cactus. Les extrémités de la plante sont découpées, séchées puis broyées pour en faire de la farine aussi. Il faut environ 10kg de raquettes fraîches pour en tirer 1kg. Cette poudre est verdâtre et peut être ajoutée aux préparations culinaires et même à la semoule de couscous. Riche en protéines, fibres, en acides gras essentiels, stérols et vitamine E.



Figure25. Poudre de pepins de figue de bararie (photos personnel)

RESULTATS
ET
DISCUSSIONS

1. Caractérisation physique

1.1. Le poids :

Le poids moyen du fruit entier est de 63,05 g, celui de la pulpe et de l'écorce sont respectivement de (36,60-26,46g). Ces valeurs sont proches de celles trouvées par **(Chougui et al., (2013))**. Ils donnent un intervalle compris entre (64.50-106.30 g) pour le poids de fruit, (26.43 - 48.13g) pour le poids d'écorce.

Poid de fruit	Poid de pulpe	Poid de l'écorce
63 ,05 g	36 ,60 g	26,46 g

Pour une variété mexicaine, le poids du fruit varie entre (25 -138 g), avec une moyenne de 73 g **(Valdez-Cepeda et al., 2013)**.

Cette différence de poids des fruits, peut être due à la variété, aux facteurs environnementaux comme : l'altitude, le drainage, la température, les précipitations et le sol qui affectent la croissance et le développement **(Erre et al., 2009)**.

Les rapports des différentes parties du fruit de la figue de barbarie sont illustrés dans la figure .Le rapport pulpe/fruit est de 57,65%. Cette valeur est comprise dans l'intervalle des fruits pulpeux décrite par **Bretaudeau et Faure (1992)**, où les rapports pulpe/fruit concernant les fruits pulpeux dépassent 50%.

Le rapport: écorce/ fruit est de 41,37%. Cette valeur est supérieure à celle citée par **(El Kharrassi et al., 2016; Gurrieri et al. 2000)** qui donnent une valeur de 37,5%.

1.2. La forme :

en ce qui concerne le coefficient de forme du fruit de la figue de barbarie étudié 'Cf', la valeur trouvée est égale à 1,71%. Donc il est classé dans la catégorie des fruits à forme allongée. Selon **(Fagbohoun et Kiki, 1999)**, Cfl: forme allongée

2. Discussion générale

La composition de l'huile du figuier de barbarie ressemble aux autres huiles très utilisées dans la cosmétique comme : l'huile d'onagre et de tournesol où l'acide gras majoritaire est l'acide linoléique (**Ail El Cadi M, 2001**). Ces huiles sont très utilisées en cosmétologie et dans des préparations homéopathiques pour la peau sèche enflammée (**Miller C. et al., 1991**).

D'après l'étude de **RAMADAN M et al** ; L'huile du figuier de barbarie est fortement insaturée (83,48 %). Sa teneur en AGPI est de 62,78 %, avec la dominance de l'acide. Linoléique (62,55 %) aussi, la teneur moyenne en AGS dans l'huile de figuier de barbarie est de 16,64 %. Les dominants sont : l'a. Palmitique (12,68%), l'a. Stéarique (3,42%) et l'a. Arachidique (0,35%) (**Ramadan M et al., 2003**), ont prouvé que la composition en acides gras de l'huile du Figuier de barbarie, est très influencée par les facteurs climatiques, le type de sol et les facteurs génétiques dans lesquelles ils sont cultivés. (**Ramadan M et al., 2003**)

Dans l'étude de **BOUDJELABA S et YASSA A en (2012)**, le taux d'humidité des graines des différentes variétés d'opuntia ficus-indica varie de $8,1 \pm 2.04\%$ à $8,96 \pm 0.06\%$, le taux le plus élevé est enregistré pour l'extrait de la variété jaune alors que le plus faible est celui de l'extrait de la variété verte. Comme L'analyse statistique a révélé l'absence de différence significative ($p \leq 0,05$) entre les trois échantillons dans leur étude.

Par contre les résultats sont quelque peu différents de ceux rapportés par d'autres auteurs. En effet, (**NEBBACHE et al., 2009**) ont obtenu 18.05%, alors que **HABIBI (2004)** a enregistré des valeurs plus faibles allant de 5 à 6%. Cette différence est, probablement, due au degré de séchage des graines ou à l'origine géographique et au degré de maturité.

Des études récentes ont montré que l'administration orale des flavonoïdes avec des quantités bien suffisantes protège contre des infections causées par Shigella, Salmonella typhimurium et Staphylococcus aureus (**Hadi, 2004**).

Les concentrations des extraits éthanoliques de graines des trois variétés (orange verte jaune) de figes de barbarie en CPT (composés phénoliques totaux) varient entre 74,07mg à 92,83mg EAG/100g. La valeur la plus élevée est dans l'extrait de la variété jaune suivi, à niveau égale, par celles des extraits des variétés orange et verte. Dans cette étude ; l'analyse statistique a révélé un effet variété au seuil $p \leq 0,05$. Cependant, il n'est observé qu'une différence entre les teneurs en CPT de la variété jaune et de celles des autres variétés qui semblent, être très proches.

Comparées aux graines d'autres espèces, Les teneurs rapportées par (**Cardador- Martínez et al., 2011**) dans les graines de figue de barbarie sont supérieures, par exemple, à celles dans les graines de quelques variétés de tomates qui sont comprises entre 16,66 et 31mg EAG /100g MS (**Toor et Savage, 2005**) ; et elles vont de 337 à 460 mg EAG/100g MS. Cette différence peut être attribuée soit aux méthodes d'extractions et d'analyses, l'origine géographique de l'échantillon, degré de maturité ou aux conditions de stockage. En effet, les graines utilisées dans cette étude dérivent des fruits qui ont été récoltés en août **2008** et il est probable que pendant leur conservation, il y a eu dégradation des certains composés.

D'après **BENKADDOURI**, l'huiles essentielles des graines de l'*Opuntia ficus-indica* a une activité antimicrobienne, sur des différentes souches (*Enterococcus faecalis* sauvage, *Escherichia coli* ATCC 25922 ; *Bacillus spizizenii* ATCC 6633 ; *Pseudomonas aeruginosues* ATCC 10145 ; *Salmonella hemdelberg* sauvage ; *Enterobacter cloaee* ATCC 13047 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538; *Pseudomonas aeruginosues* ATCC 27853; *Klebsiella pneunomia*e sauvage ; *Candida albicans* sauvage) (**BENKADDOURI, 2011**).

A des concentrations bien déterminées l'huile essentielle extraite à partir des fleurs de l'*Opuntia ficus-indica* a montré une activité antibactérienne contre quelques bactéries testées telles que : *Enterococcus faecalis* sauvage, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus spizizenii* ATCC 6633, *Pseudomonas aeruginosues* ATCC 10145, *Salmonella hemdelberg* sauvage, *Enterobacter cloaee* ATCC 13047, *Klebsiella pneunomia*e sauvage, et l'huile essentielle extraite à partir des grains ont montré une très bonne activité inhibitrice contre les bactéries testées et même une levure telle que : *Candida albicans*

CONCLUSION

Le figuier de barbarie « l'Opuntia ficus-indica » est une plante xérophyte de la famille des Cactacées, cette plante largement connue et pourtant méconnue a fait l'objet de plusieurs études dans le monde entier qui lui ont conféré plusieurs potentialités intéressantes dans plusieurs domaines, le fruit, son jus, et ses pépins sont à l'origine d'une activité antioxydante, l'huile des graines possède une action diététique.

Cet arbuste est miraculeux rien ne se jette, tout est utile, la recherche scientifique moderne, s'intéresse par les composés biologiquement actifs isolés des extraits de plantes, qui sont considérés comme de véritables usines chimiques dont il faut tirer le maximum de profit à cause de plusieurs pathologies apparaissent grâce à l'usage intensif des produits synthétiques.

En Algérie ce nopal est pratiquement délaissé pourtant cette source de richesse a une véritable valeur ajoutée qui peut constituer un créneau d'investissement à part entière. Malgré que plusieurs pays l'aient investi, tels que le Maroc, le premier exportateur de l'huile de pépins de figue de barbarie, ou encore la Tunisie ou l'Italie, ce choix n'est pas fortuit. Toutefois, réfléchir puis investir ne sont plus suffisants pour révolutionner le secteur agricole.

Les objectifs globaux de l'étude sont donc de proposer un procédé d'extraction industrielle des huiles essentielles, de proposer une meilleure exploitation des données de rendement et de la cinétique d'extraction et enfin sur la base de ces données de mettre en place une unité de production locale d'huile essentielle extraite à partir de figuier de barbarie et par la suite de divers plantes aromatiques ayant des qualités propres conformes aux normes internationales

l'huile essentielle d'opuntia ficus-indica pourrait constituer une bonne base de traitement pour différents problèmes gastriques grâce à ses propriétés gastro-protectrices qu'il possède et aussi nous aiderons à avoir un teint parfait grâce à ces propriétés antioxydantes et même sa richesse en vitamine E

En somme, l'extraction des HE de la matière végétale peut être réalisée au moyen de plusieurs procédés, basés sur des techniques anciennes ou récentes. Ces dernières, bien que présentant de nombreux avantages, notamment celui de réduire considérablement le temps d'extraction, ne sont pas, pour l'instant, reconnues par la Pharmacopée Européenne. Cependant, quel que soit le procédé utilisé, l'extrait final correspond à une concentration des composés initialement présents dans la matière première. De plus, les méthodes de production tout comme l'origine géographique, le climat, le sol, la période de récolte ou bien encore les pratiques

agricultures, peuvent avoir une influence directe sur la composition chimique de l'huile essentielle distillée. Les prochaines années verront raisonnablement augmenter, de façon significative, le nombre de publications relatives à l'utilisation de nouvelles techniques innovantes, fiables et rapides, dans le domaine de l'extraction des substances aromatiques.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Agroligne N° 100 - Mai/ Juin 2016
- ✚ Ahmad A., Davies J., Randall S., Skinner GRB. (1996). Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antiviral Res.*, 30:75-85.
- ✚ Andreu L., Nonce - Jáuregui A., Carbonell - Barrachina Á.A ., Legua P., Hernández F., Antioxidant properties and chemical characterization of Spanish *Opuntia ficus-indica* Mill. cladodes and fruits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017,98(4) :1566–1573.
- ✚ Arba M., (2000). Les Opuntias à fruits comestibles dans certaines régions du Maroc. Actes IIème journée National. Culture de cactus. El kelaa des Sraghna. Maroc.
- ✚ Arba M., (2000). Techniques de valorisation industrielle des figues de barbarie. In : Le cactus (l'Opuntia à fruit comestible) appelé communément figuier de barbarie. Acte de la deuxième journée nationale sur la culture du cactus. El Kalaa des Sragna. Maroc: 8-14.
- ✚ Arba M., (2009). Le cactus, Opuntia, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. « Symposium International « Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED) », Rabat, Maroc, 14-16 mai 2009.
- ✚ Atriplex et Opuntia dans la lutte contre la désertification. Short and Medium-Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Université des études de SASSAR, P55- P112.
- ✚ Aymeric Parthens. (2016, mai). Agroligne N 100web | Maroc | Agriculture. Scribd. <https://fr.scribd.com/document/401284121/Agroligne-N-100web>
- ✚ Barbera et al., (1992). In: Mulas, M. & Mulas, G. 2004. Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres Atriplex et Opuntia dans la lutte contre la désertification. Université des études de Sassari. Groupe de recherche sur la désertification. Short and Medium -Term Priority Environmental Action Program (SMAP), 112 p.
- ✚ Bardeau, F. (2009). Les Huiles Essentielles. Fernand Lanore.
- ✚ BENKADDOURI, A. (2011). Etude des huiles essentielles de l'Opuntia ficus-indica Région de Mascara. Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella.
- ✚ BENOUALI Djillali. (2016). Extraction et identification des huiles essentielles. <https://www.univ-usto.dz/faculte/fac->

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

chimie/images/CHAPITRE_I_separation_et_analyses_des_biomolécules.pdf

- ✚ Bensalem H., Nefzaoui A., & Bensalem L., (2002). Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. *Animal Feed Sciences and Technology*, 96: 15-30.
- ✚ Berraaouan, A., Abderrahim Z., Hassane M., Abdelkhaleq L., Mohammed A., Mohamed B., Evaluation of protective effect of cactus pear seed oil (*Opuntia ficus-indica* L. *MILL.*) against alloxan-induced diabetes in mice. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2015 ,8(7) :532–537.
- ✚ Boelsma E., Hendriks F. J., Roza L., *Am. J. Clin. Nutr.* 73 (2001) 853 - 864.
- ✚ BOUKHATEM, M. N., FERHAT, A., & KAMELI, A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : Revue de littérature. *Une*, 3, 4.
- ✚ Bouzoubaa Z, Essoukrati Y, Tahrouch S, Hatimi A, Gharby S, Harhar H, 2014. Phytochemical study of prickly pear from southern Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*.les technologies de laboratoires, 8, N°34.
- ✚ Brand-Williams M., Cuvelier M.E., Berset C., (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss U-Technol.*, 28, 25-30.
- ✚ Cavallo, J. D., Chardon, H., Chidiac, C., Choutet, P., Courvalin, P., Dabernat, H., Drugeon, H., Dubreuil, L., Goldstein, F., & Jarlier, V. (2006). Comité de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie. Communiqué.
- ✚ Cern, P. 2003 clinical studies, in vivo.
- ✚ Characterization of Prickly Pear (*Opuntia spp.*) and of its Nutritional and Functional Properties: A Review. *Current Nutrition & Food Science*, 10, 57-69
- ✚ Chardin, H., Barsotti, O., & Bonnaure-Mallet, M. (2006). *Microbiologie en odontostomatologie*. Maloine.
- ✚ Chiteva R et Wairagu N, 2013. Chemical and nutritional content of *Opuntia ficusindica* (L.), *African Journal of Biotechnology*. Vol. 12(21), pp. 3309-3312

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Chougui N, Louaileche H, Mohedeb S, Mouloudj Y, Hammoui Y and Tamendjari Database: a tree reference and selection guide version 4.0
- ✚ Diacono, H., Massa, V. 1948. Annuaire pharmacie française.
- ✚ Dufumier, M. (2012). Famine au sud, malbouffe au nord : Comment le bio peut nous sauver. Nil.
- ✚ El-Gharras H., HasibA., Jaouad, A and El-Bouadili A. 2006. Chemical and physical characterization of three cultivars of Moroccan yellow prickly pears (*Opuntia ficus-indica*) at three stages of maturity. Cienc. Tecnol. Aliment. 5(2) 93-99
- ✚ El-Mostafa K, El Kharrassi Y, Badreddine A, Andreoletti P. 2014. Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease review, Molecules, 19:14879-14901
- ✚ El-Samahy, S.K., Abd El-Hady, E.A., Habiba, R.A. and Moussa, T.E. 2007. Cactus pear sheet and pasteurized and sterilized cactus pear juices. J. PACD 9:148-164.
- ✚ El-Samahy S. K., Abd El-Hady E. A., Habiba R. A., and Moussa T. E., 2006. Chemical and Rheological Characteristics of Orange-Yellow Cactus-Pear Pulp from Egypt, Journal of the Professional Association for Cactus Development, vol8, p39-51
- ✚ Erre P., Chessa I., Nieddu G., & Jones P.G., (2009). Diversity and spatial distribution of *Opuntia* spp. In the Mediterranean Basin. Journal of Arid Environments, 73: 1058-1066.
- ✚ Fauchere, J. L., Charlie-Bret, N., Courillon-Mallet, A., de Korwin, J. D., Raymond, J., & Burucoa, C. (2011). Evaluation comparative de 29 troussees commercialisées pour le diagnostic sérologique de l'infection par *Helicobacter pylori* : Étude multicentrique du Groupe d'Etude Français des *Helicobacters*. Feuilles de biologie, 298-307.
- ✚ Felker P., del C. Rodriguez S., Casoliba R.M., Filippini R., Medina D., Zapata R., (2005). Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. J. Arid Environ. 60, 405-422.
- ✚ Felker P., del C. Rodriguez S., Casoliba R.M., Filippini R., Medina D., Zapata R., (2005). Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. J. Arid Environ. 60, 405-422.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ 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* 11, pp:2574-2589.
- ✚ Feugang MJ, 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* 11:2574-2589.
- ✚ Fleurentin, J., & Weniger, B. (2018). *Un tour du monde des plantes qui soignent : Afrique, Amériques, Chine, Outremer, Europe*. Editions Ouest-France.
- ✚ Garnier, Gabriel ; Bézanger-Beauquesne, Lucienne ; Debraux, Germaine. 1961. *Ressources médicinales de la Flore française*, Vigot, Paris
- ✚ Goëb, P., & Pesoni, D. (2010). *Huiles essentielles : Guide d'utilisation : 170 conseils pratiques, 50 huiles essentielles, 10 huiles végétales*. Éditions Ravintsara.
- ✚ Habibi Y. 2004. Contribution à l'étude morphologique, ultra structurale et chimique de la figue de Barbarie, les polysaccharides pariétaux : caractérisation et modifications chimiques. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier. Faculté Sciences et Géographie (Grenoble I) et Université Cadi Ayyad. Faculté des Sciences (Semlalia, Marrakech). Hameh A, 2009. Hydrogéologie des systèmes aquifères en pays montagneux a climat semi -aride. Cas de la vallée d'oued el abiod (aures). Université Mentouri Constantine Faculté Des Sciences De La Terre De La Géographie Et De L'aménagement Du Territoire
- ✚ Habibi Y., Heyraud A., Mahrouz M., Vignon M., R. (2004). Structural features of pectic polysaccharides from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carb. Res.* 339, 1119-1127.
- ✚ Habibi, Y., Mohrouz, M., Michel Vignon, R., (2002). Isolation and structure of D-xylans from pericarp seeds of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carbohydrate Research* 337, pp : 1593-1598.
- ✚ Intracto. (s. d.). Les huiles essentielles sont-elles dangereuses? Centre Antipoisons Belge. Consulté 16 septembre 2020, à l'adresse <https://www.centreantipoisons.be/autre/les-huiles-essentielles-sont-elles-dangereuses>
- ✚ Isabel Verhaeghe. (2012). Accueil—ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. <https://ansm.sante.fr/>

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Jiménez-Aguilar D.M, Mújica-Paz H and Welti-Chanes J, 2014. Phytochemical
- ✚ Kabas O., Ormerzi A., & Akinci I., (2006). Physical properties of cactus pear (*Opuntia ficus indica* L.) grown wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 73: 198-202.
- ✚ Kaur M., Kaur A., Sharma R. (2012). Pharmacological actions of *Opuntia ficus indica*: A Review. *J Appl Pharm Sci.*, 02:15-18.
- ✚ Khatabi O, Hanine H, Elothmani D, Hasib A. Extraction and determination of polyphenols and betalain pigments in the Moroccan prickly pear fruits (*Opuntia ficus indica*). *Arabian J Chem.* 2013; (In Press).
- ✚ Kuti J.O. & C.M. Galloway: Sugar composition and invertase activity in prickly pear. *J Food Sci*59, 387– 393. 1994.
- ✚ Le Houerou, H.N., (1996). The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments*, 33: 135-159.
- ✚ Mayer, F. (2012). Utilisations therapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite.
- ✚ Medina E.M., Rodriguez E.M, Romero C.2007. Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. *Food Chemistry* 103, 38–45
- ✚ Miller C. C., Tang W., Ziboh V. A., Fletcher M. P., J. Invest. Dermatol, 96 (1991) 98 - 103.
- ✚ Minker, C., & Daniel, C. (2013). 200 plantes qui vous veulent du bien. Larousse.
- ✚ Morgan, Ph; Spencer-Johns, R; Carruso, S. 1987. Ethnomédecine bulletin.
- ✚ Mulas M., & Mulas G., (2004). Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres
- ✚ Nebbache S, Chibani A ,Chadli R et Bouznad A ; 2009. Chemical composition of *Opuntia ficus-indica* (L.) fruit, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (8), pp. 1623-1624
- ✚ 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 algériennes de l'Est. Cas de Souk- ahras et Tébessa .thèse de doctorat en biologie végétale. Université BADJI MOKHTAR. Annaba. 236 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Nerd A., & Mizrahi Y., (1994). Effect of nitrogen fertilization and organ removal on rebudding in *Opuntia ficus indica* (L.). *Scientia Horticulturae*, 59 : 115-122.
- ✚ Netter, F. H., & SCOTT, J. (2019). *Atlas d'anatomie humaine*. Elsevier Health Sciences.
- ✚ Nogaret, A.-S. (2011). *La phytothérapie : Se soigner par les plantes*. Editions Eyrolles.
- ✚ nouar, noura, & yumbai, dera. (2019). Effet de l'activité antioxydante de plante médicinale
- ✚ cactus les deux espèces : *Opuntia ficus-indica* L et *Aloe vera*.
- ✚ Orwa C., Mutua, A., Kindt R., Jamnadass R., & Simons A., (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*
- ✚ <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>.
- ✚ Orwa C., Mutua, A., Kindt R., Jamnadass R., & Simons A., (2009). *Agroforestry*
- ✚ Park E.H., Kahng J.H., Sang H.L.K.H., Shin K.H., An anti-inflammatory principle from cactus, *Fitoterapia*, 2001, 72 (3) : 288 - 290.
- ✚ Piga A., (2004). Cactus pear : a fruit of nutraceutical and functional importance. *J Profess Assoc Cactus Dev*, PP : 9-22.
- ✚ Ramadan M. F. b., Mörsel J. T., *Food Chem.* 82 (2003) 339 - 345.
- ✚ Rayes-Aguero J.A., J.R., Aquirre R., and Valiente-Banuet A., (2005). Reproductive biology of *opuntia* : A review. *Journal of Arid Environnement* 64, pp : 549-585.
- ✚ Rayes-Aguero J.A., J.R., Aquirre R., and Valiente-Banuet A., (2005). Reproductive biology of *opuntia* : A review. *Journal of Arid Environnement* 64, pp : 549-585.
- ✚ RIOTTE, B. (2015). *Mon guide Huiles essentielles*. Lulu.com.
- ✚ Roux, D. (2008). *Conseil en aromathérapie*. Pro officina editions, 2, 187.
- ✚ Saenz, C. 1995. Food Manufacture and by-products. In: Barbera, G., Inglese, P. & Pimienta-Barrios, E. (Eds), *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*, pp. 137–143. *FAO Plant Production and Protection Paper No. 132*. 216 pp.
- ✚ Saleem M., Ja Kim H., Kyun Han C., Jin C., & Sup Lee Y., (2006). Secondary metabolites from *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Phytochemistry*, 67: 1390-1394.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ Scheinvar L. (1995). Taxonomy of utilized *Opuntia*. In Barbera, G., P. Inglese, and E. Pimienta-Barrios (eds.). *Agroecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO International technical cooperation network on cactus pear. 132: 20-27.
- ✚ Schweizer M., *Docteur nopal le médecin du bon dieu*, Ed. APB Aloe plantes et beauté, 1997, p .5-6-13-19.
- ✚ Schweizer, M. 1997 *Docteur Nopal, Le médecin du bon dieu*. Edition APB (Aloe Plantes et Beauté). Paris (France).
- ✚ Schweizer, M. 1997 *Docteur Nopal, Le médecin du bon dieu*. Edition APB (Aloe Plantes et Beauté). Paris (France).
- ✚ Snyman H.A., (2006). A greenhouse study of root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus indica* and *O. robusta* . *Journal of Arid Environments*, 65:529-542.
- ✚ Sophia Maazouz. (2016, juillet 25). *La figue de barbarie et ses nombreuses vertus*. <https://www.agrimaroc.ma/la-figue-de-barbarie-et-ses-nombreuses-vertus/>
- ✚ Stintzing F.C. & R. Carle: Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Mol Nutr Food Res* 49, 175-194 (2005).
- ✚ Sudzuki Hills F. (1995). Anatomy and morphology. 28-35, in : G.Barbera, P. Inglese and E. Pimienta-Barrios (eds) *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO Plant production and protection. Paper, 132.
- ✚ Valnet, J. 1985. *traitement des maladies par les légumes, les fruits et les céréales*. Pp : 276 – 277.

ANNEXES

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

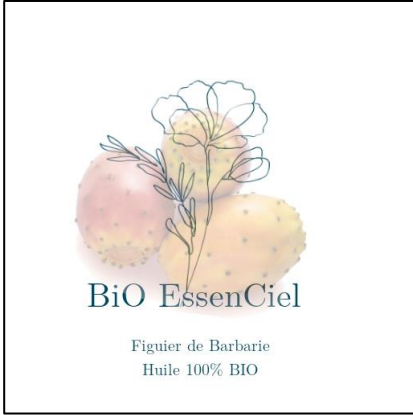
جامعة ابن خلدون تيارت

عنوان المشروع

إنتاج مستحضرات التجميل

تثمين مشتقات التين الشوكي استخلاص الزيوت الأساسية

التجارية العلامة صورة



التجاري الاسم

BIO-EssenCiel

الجامعية السنة

2022 _ 2023

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275 pour obtenir un diplôme /STARTUP

Projet :

Production des produits cosmétiques et agroalimentaires à partir de Figuier de Barbarie.

Carte d'information

Équipe d'encadrement :

Encadrant principal : AZZAOUI Mohamed Essalah	Spécialité : Ecologie et Environnement
---	---

Équipe de projet :

Etudiant :	Faculté :	spécialité
Bendris bennaissa	Sciences de la Nature et de la Vie	Ecologie Fondamentale et Appliquée

2022-2023

Table des matières



<u>Premier axe : Présentation du projet</u>	<u>1</u>
1. L'idée de projet (la solution proposée)	2
2. Les Valeurs suggérées.....	2
3. L'équipe.....	3
4. Les Objectifs du projet.....	4
5. Le planning de réalisation du projet.....	4
<u>Deuxième axe : Aspects innovants</u>	<u>5</u>
1. La nature des innovations.....	6
2. Les domaines d'innovation.....	6
<u>Troisième axe : Analyse stratégique du marché</u>	<u>7</u>
1. Le segment du marché.....	8
2. La mesure de l'intensité de la concurrence.....	8
3. La stratégie marketing	9
<u>Quatrième axe : Plan de production et organisation.....</u>	<u>10</u>
1. Le processus de production.....	11
2. L'approvisionnement.....	12
3. La main d'œuvre.....	12
4. Les principaux partenaires.....	12
<u>Cinquième axe : Plan financier.....</u>	<u>13</u>
1. Les coûts et les charges.....	14
2. Le chiffre d'affaires.....	14
3. Les comptes de résultats escomptés.....	14
4. Le plan de trésorerie.....	14
<u>Sixième axe : Prototype expérimental.....</u>	<u>15</u>

Premier axe **Présentation du projet**



1. L'idée de projet (solution proposée)

Le projet propose l'utilisation de la technologie ultrasonique pour extraire l'huile de figuier de Barbarie de manière efficace et de valoriser les coproduits issus de cette extraction. Les ultrasons permettent de perturber les cellules végétales, facilitant ainsi la libération des composés souhaités. Cette méthode offre plusieurs avantages tels que des temps d'extraction réduits, un meilleur rendement en huile et la préservation de la qualité des composés extraits.

En ce qui concerne la valorisation des coproduits, plusieurs idées sont proposées. Les résidus de pulpe peuvent être utilisés pour produire des aliments pour animaux, des compléments alimentaires ou des produits cosmétiques. Les résidus de pulpe peuvent également être déshydratés et transformés en poudre pour enrichir des produits alimentaires ou cosmétiques. Il est également possible d'extraire d'autres composés bioactifs des résidus de pulpe pour une utilisation pharmaceutique, alimentaire ou cosmétique. Les pépins de figuier de Barbarie peuvent être utilisés pour produire de l'huile de pépins ou transformés en farine riche en protéines pour l'industrie alimentaire ou l'alimentation animale.

2. Les valeurs proposées :

Le projet d'extraction d'huile de figuier de Barbarie par la technologie ultrasonique vise à proposer des valeurs distinctes aux clients. Il met l'accent sur la modernité en offrant une méthode d'extraction innovante pour répondre à des besoins nouveaux et spécifiques. La Performance du produit est élevée, dépassant les attentes des clients en termes de rendement en huile et de qualité des composés extraits. La flexibilité est assurée grâce à la capacité d'apporter des modifications pour répondre aux attentes individuelles des clients. Le projet aide également les clients à accomplir des tâches spécifiques en fournissant une huile de figuier de Barbarie adaptée à leurs besoins. La conception des produits est conçue pour être conforme aux attentes et au contexte des clients. En réduisant les coûts de production, le projet vise à offrir des prix de vente compétitifs. Il réduit également les risques en garantissant des produits de haute qualité et sécurisés. L'accessibilité est améliorée grâce à la disponibilité de produits dérivés du figuier de Barbarie auxquels les clients n'avaient peut-être pas accès auparavant. Enfin, la facilité d'utilisation est assurée en rendant les produits plus pratiques et simples à utiliser. En mettant en avant ces valeurs, le projet se démarque sur le marché en répondant aux besoins et aux attentes des clients de manière unique

3. Équipe de travail :

- L'équipe du projet est composée d'un seul étudiant qui s'occupe de toutes les missions :
- Étudiant : **BENDRIS Benaissa**
 - Ingénieur en Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire,
 - Technicien en Informatique.

4.Objectifs du projet :

Les objectifs globaux de projet sont donc de proposer un procédé d'extraction industrielle des huiles essentielles, de proposer une meilleure exploitation des données de rendement et de la cinétique d'extraction et enfin sur la base de ces données de mettre en place une unité de production locale d'huile essentielle extraite à partir de figuier de barbarie et par la suite de divers plantes aromatiques ayant des qualités propres conformes aux normes internationales.

Production de 100 litres d'huiles de figue de barbarie au cours de la première année de démarrage du projet.

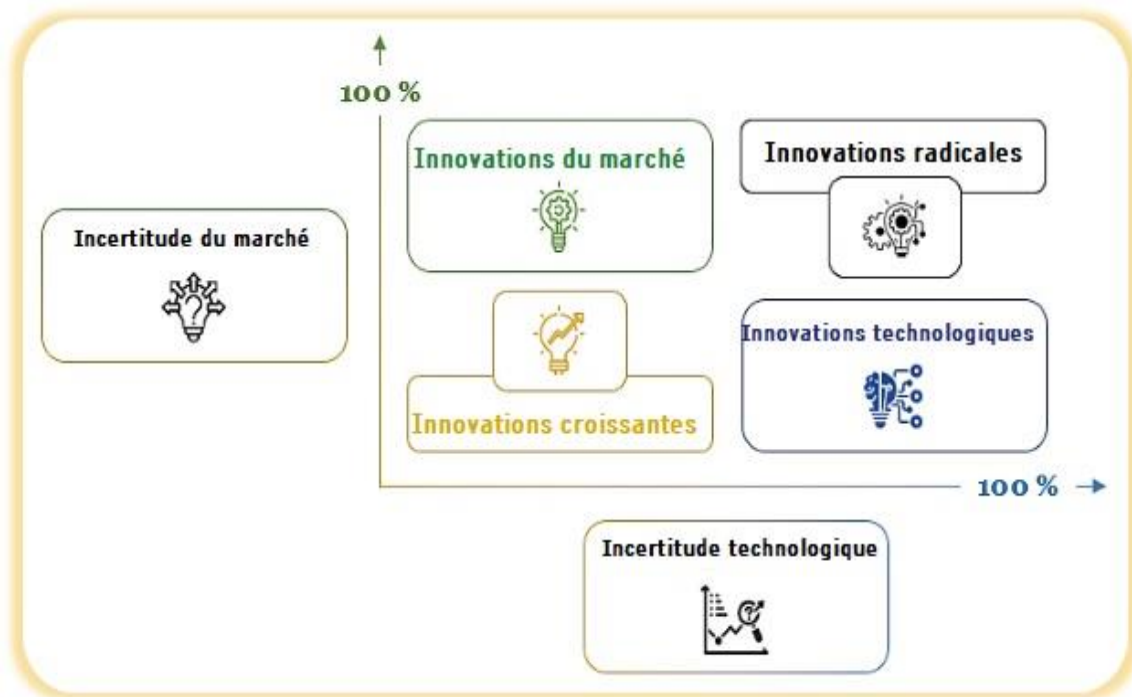
5. Calendrier de réalisation du projet

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	des études préliminaires ; Sélection du numéro de l'unité de production ; Préparation des documents requis	X	X										
2	Commander du matériel à l'étranger			X	X	X	X	X	X	X	X		
3	Construction d'un siège de production d'usine				X	X	X	X	X	X	X		
4	Installation de l'équipement										X	X	
5	Acquisition de matières premières										X	X	X
6	Le début de la production du premier produit										X		

Deuxième axe : Aspects innovants



1. Nature des innovations :



Extraction d'huiles essentielles basée sur des technologies de pointe

2. Domaines d'innovation

Les aspects innovants de notre projet sont représentés comme suit :

Le premier projet en Algérie à s'appuyer sur l'utilisation de la technologie ultrasonique dans le processus de production.

Valorisation des sous-produits et des déchets dans la production d'un autre produit.

Encourager l'innovation et la recherche dans le domaine en collaboration avec les laboratoires pharmaceutiques et recherche scientifiques.

Cibler une nouvelle catégorie de consommateurs pour ceux qui consomment nos produits pour des raisons de santé.

Troisième axe Analyse stratégique du marché



1. Le segment du marché

Parfumeurs, laboratoires pharmaceutiques, entreprises de produits cosmétiques locaux et à l'export.

2. Mesure de l'intensité de la concurrence

L'Algérie, de par sa situation géographique et sa superficie de 2 381 741 km² possède une flore riche et diversifiée avec 3139 espèces décrites par Quezel et Santa en 1962 classées en fonction de leur degré de rareté. 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 espèces endémiques (Bensmira et Meribai., 2019). En 2006, l'Institut Nationale de la Recherche agronomique d'Algérie (INRAA) dans son rapport sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture a indiqué que sur 1600 espèces utiles et cultivées, seulement 1% sont utilisées (Recham., 2019).

L'étude du marché des huiles essentielles dans le monde et en Algérie est d'une grande importance pour avoir une idée globale et particulière des échanges extérieurs (importations/exportations) qui contribue dans la détermination des prix de ces derniers ainsi que le potentiel de cette filière dans la commercialisation. Les résultats de cette étude ont permis de conclure que les prix des huiles essentielles varient selon la demande mais également du type de la plante extraite. En plus, la demande en huile essentielle connaît un fort essor en Algérie qui présente un potentiel agricole non négligeable pour leurs productions. (Ferial KHEDIM et Assia SILMI2022).

3. Stratégies de marketing

Dans la commercialisation de nos produits, nous nous appuyons sur une stratégie de commercialisation à des prix compétitifs grâce à notre contrôle de la réduction des coûts, avec l'utilisation d'une technologie de pointe, en plus de notre recours à une application numérique pour distribuer les produits et gérer les commandes.

L'application permet d'enregistrer les doléances et les réclamations des clients afin de pouvoir y répondre rapidement

Quatrième axe : Plan de production et d'organisation

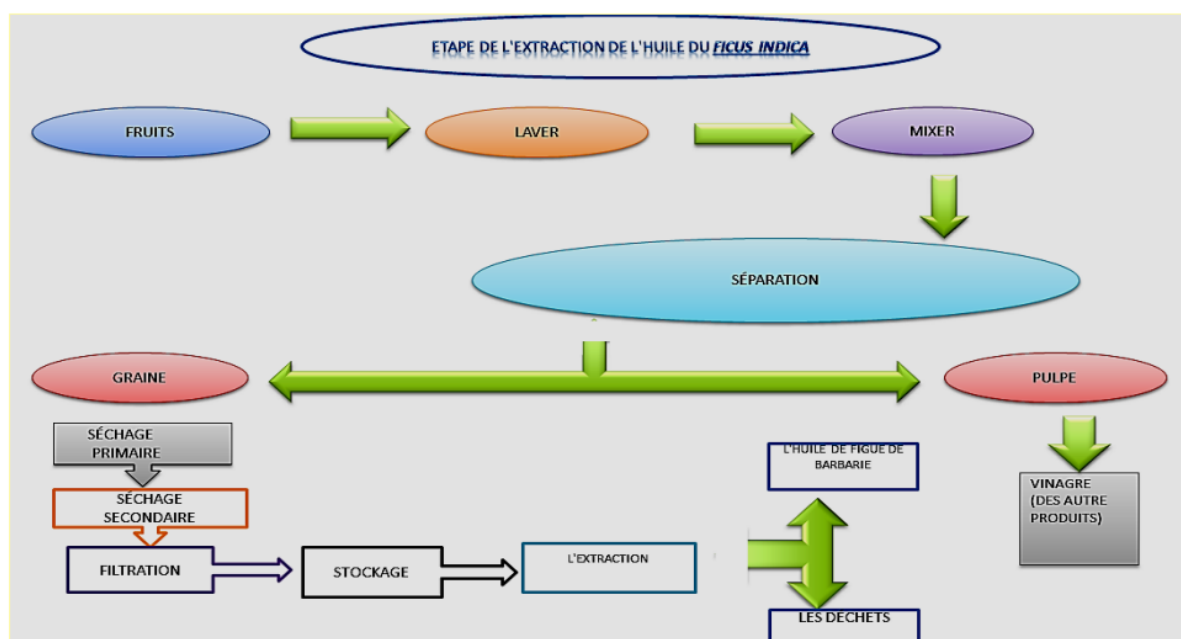


1. Le Processus de production

Le processus de production passe par plusieurs étapes qui doivent être rédigées de manière à permettre de mieux comprendre le procédé de production et de mettre en relief la qualité du produit réalisé.

- ✓ Achat de matières premières
- ✓ Fabrication
- ✓ Conditionnement du produit
- ✓ Emballage

Nous pouvons utiliser un schéma qui explique les étapes du processus de production :



2. L'Approvisionnement

Dans le processus d'achat, nous traitons directement avec les propriétaires agricoles (fournisseurs), ce qui est un avantage concurrentiel pour notre projet

3. La main d'œuvre

Notre projet crée environ 10 emplois directs et près de 20 emplois indirects.

Notre projet ne nécessite pas de spécialisations précises sauf pour les ingénieurs et techniciens travaillant sur des équipements de pointe (01 ingénieur et 01 technicien).

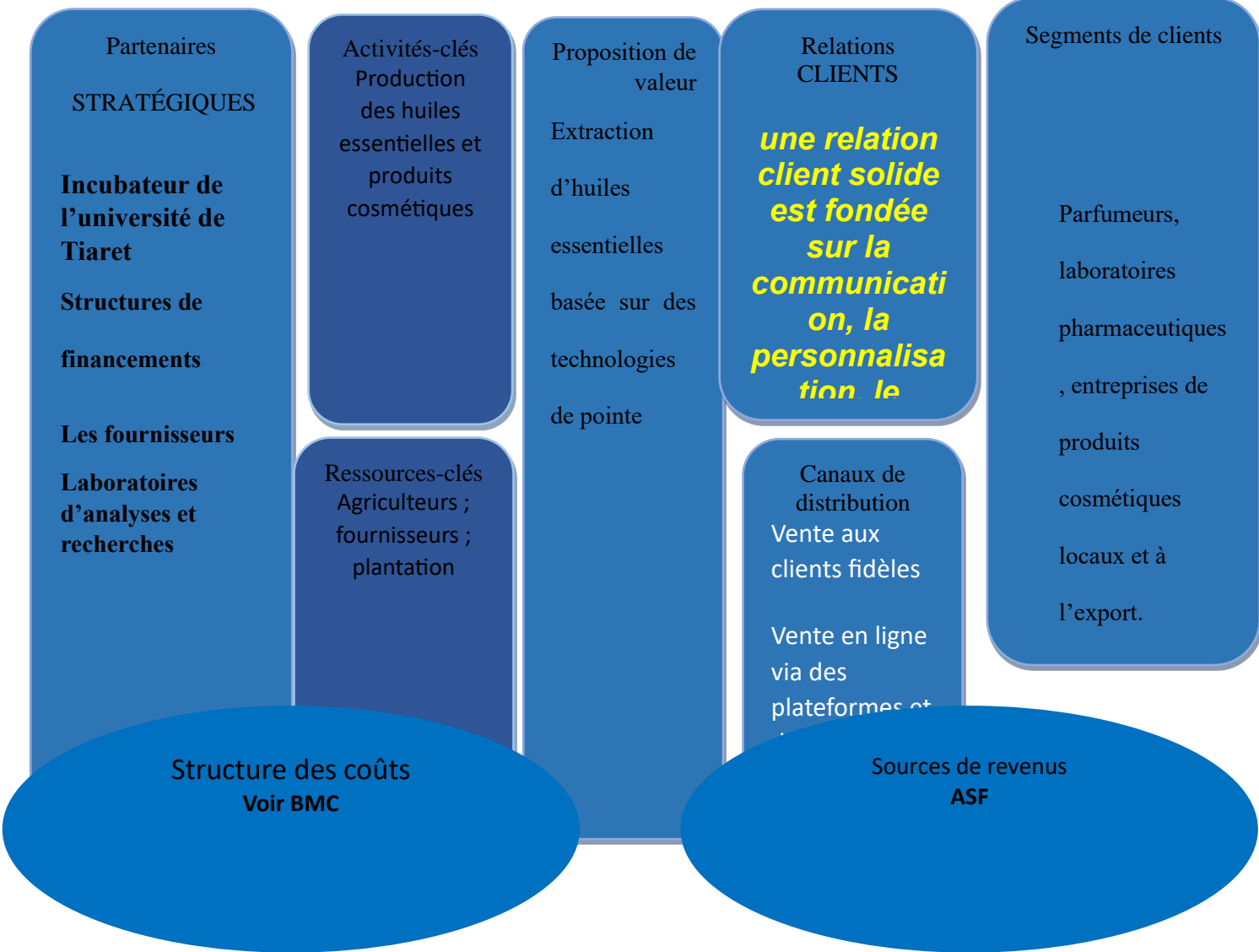
4. Les Principaux partenaires

- Les partenariats les plus importants dans notre projet sont avec les fournisseurs en raison de leur importance dans la réussite du projet
- Incubateurs d'entreprises pour l'Université TIARET.
- Structures de financements
- Laboratoires d'analyses et les fournisseurs de l'équipement industriel

Cinquième axe : Plan financier



1. Les Coûts et charges (voir BMC)



1. Le Chiffre d'affaires

Les coûts et la méthodologie d'estimation sont orientés vers l'estimation de « l'étude » avec une erreur probable allant de 5 % à 30%. (Sorrels et Waltson.,2017)

CHIFFRES D’AFFAIRES

DETAIL CHIFFRE D’AFFAIRE

STARTUP :

	REALISATION			PREVISION				
	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Produit A destiné client								
Quantité produits HE				50 L	100 L	150L	200 L	
				300L				
PRIX HT produit HE				300 000	DA			
VENTES PRODUITS HE				300 000				
Quantité produits secondaires				400 kg				
Prix HT produit secondaires				100	DA			
Ventes produits secondaires				100	DA			
CHIFFRES D’AFFAIRES GLOBAL				2M	4M	6M	8M	12M

2. Les Comptes de résultats escomptés

Le Bénéfice de l'entreprise **FIG- EssenCiel** :

La formule universelle pour calculer le bénéfice d'une entreprise : Bénéfice = Revenus totaux - Coûts totaux - Dépenses totales.

Une tonne de figue de barbarie produire **1 litre** d'huile essentielle ; **15 kg** de poudre et **400 kg** de pulpe en plus une quantité d'écorce

Le prix d 1 LITRE D'huile est de 300 000 DA + le prix **15 kg** de poudre X1000 DA + 400 kgX 200DA

SOIT :

$300\,000 + 15 \times 1000 + 400 \times 200 = 400\,000$ DA

Pour 50 tonnes $400\,000 \times 50 = 20\,000\,000$ DA

20 000 000DA – 9000 000(matières premiers + frais de production) = 11 000 000 DA

Notre bénéfice pour la première année est de **11000 000 DA**.

4. Le Plan de trésorerie

Sixième axe : Prototype expérimental



Figuier de Barbarie
Huile 100% BIO





وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
اللجنة الوطنية للتنسيقية لمتابعة الابتكار و حاضنات الأعمال الجامعية
تنسيقية الغرب
جامعة ابن خلدون تيارت
حاضنة الأعمال



نموذج مخطط الأعمال للمشاريع الخاصة بالقرار 1275

البطاقة التقنية للمشروع

BENDRIS BENAISSA	الاسم و اللقب Votre prénom et nom Your first and last Name
FiG-EssenCiel	الاسم التجاري للمشروع Intitulé de votre projet Title of your Project
SPAs	الصفة القانونية للمشروع Votre statut juridique Your legal status
0660691628	رقم الهاتف Votre numéro de téléphone Your phone number
bendris3177@gmail.com	Votre adresse e-mail
Ville (Tiaret)	Votre ville ou commune d'activité

Vente des marchandises

- Huiles essentielles pures des graines de figue de barbarie,
 - Poudre des pépins de figue de barbarie,
 - Savon à base de figue de barbarie,
 - Fleurs séchées de figuier de barbarie (comme infusion),
 - Le gel des raquettes (la fabrication des masques pour visages),
 - Raquettes à l'état frais,
- Possibilité d'extraction d'huiles et des composés bioactifs à partir d'autres plantes aromatiques ayant des qualités propres conformes aux normes internationales.

■ القيمة المقترحة أو العرض المقدم **Value Proposition**

تحديد المشكل الذي يواجهه الزبون

Le projet d'extraction des huiles essentielles et des coproduits de figuier de Barbarie offre de multiples avantages et solutions. Il vise à valoriser les ressources naturelles, favoriser le développement économique local, protéger l'environnement, promouvoir l'utilisation de produits naturels et durables, ainsi que stimuler la recherche et l'innovation. L'ajout de la technologie de pointe ultrasonique au projet permettrait de résoudre de nouveaux problèmes. En utilisant les ultrasons, on peut améliorer l'efficacité d'extraction, réduire le temps nécessaire pour extraire les huiles essentielles et les coproduits, améliorer la qualité des extraits en préservant les composés volatils, réduire l'utilisation de solvants chimiques nocifs et encourager l'innovation et la recherche dans le domaine

ما هي المشكلة التي تريد حلها؟

Demande croissante : Il existe une demande croissante sur le marché des huiles essentielles et des coproduits naturels en raison de leur utilisation dans diverses industries telles que la cosmétique, l'alimentation et les produits de bien-être. Cette demande accrue peut justifier le lancement d'un projet d'extraction des huiles essentielles de figuier de Barbarie.

ما هي البيانات المتوفرة لديك التي تدل على وجود المشكلة المحددة؟

Rareté des ressources : Le figuier de Barbarie est une plante qui pousse principalement dans les régions arides et semi-arides. En raison de ses exigences environnementales spécifiques, cette plante peut être rare dans de nombreuses régions du monde. Par conséquent, l'extraction des huiles essentielles et des coproduits de figuier de Barbarie peut aider à exploiter cette ressource précieuse

et à répondre à la demande croissante.

Potentiel économique : Le figuier de Barbarie offre un potentiel économique intéressant en raison de la valeur ajoutée de ses huiles essentielles et de ses coproduits. L'extraction de ces composants peut créer des opportunités d'emploi, stimuler le développement local et contribuer à la croissance économique.

Avantages environnementaux : L'extraction des huiles essentielles et des coproduits de figuier de Barbarie peut également être justifiée par ses avantages environnementaux. Le figuier de Barbarie est une plante résistante à la sécheresse qui peut être cultivée dans des régions arides, ce qui contribue à la préservation de l'eau et à la lutte contre la désertification. De plus, l'exploitation durable de cette ressource végétale peut promouvoir la conservation de la biodiversité locale

Il existe plusieurs autres projets qui ciblent les mêmes problèmes et qui sont exécutés dans le domaine de l'extraction des huiles essentielles et des coproduits de différentes plantes. Voici quelques exemples:

Extraction assistée par les micro-ondes : Cette technologie utilise les micro-ondes pour chauffer les matières premières végétales, ce qui facilite l'extraction des composés actifs. Elle permet une extraction rapide, efficace et sélective, tout en préservant la qualité des extraits.

Extraction par pression à froid : Cette méthode d'extraction utilise la pression mécanique pour extraire les huiles essentielles et les coproduits des plantes, sans

ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس
المشكلة والتي جرى تنفيذها؟

L'utilisation de chaleur ni de solvants chimiques. Elle est souvent utilisée pour les plantes sensibles à la chaleur et permet d'obtenir des extraits de haute qualité.

Extraction par CO₂ supercritique : Dans ce procédé, le dioxyde de carbone est utilisé comme solvant pour extraire les composés actifs des plantes. Le CO₂ se trouve dans un état supercritique, ce qui lui confère à la fois des propriétés de gaz et de liquide, permettant une extraction sélective et respectueuse de l'environnement.

Extraction par distillation : La distillation est une méthode traditionnelle d'extraction des huiles essentielles qui implique la vaporisation des composés volatils des plantes, suivie de leur condensation pour obtenir les huiles essentielles. Cette technique est largement utilisée et permet d'obtenir des extraits de qualité.

Extraction par chromatographie : La chromatographie est une technique qui permet de séparer les différents composés d'un mélange en utilisant des phases stationnaires et mobiles. Elle est souvent utilisée pour isoler et purifier des composés spécifiques des plantes, tels que les huiles essentielles et les coproduits.

Ces projets et techniques d'extraction visent à résoudre les mêmes problèmes que le projet d'extraction des huiles essentielles et des coproduits de figuier de Barbarie, notamment la valorisation des ressources naturelles, le développement économique local, la protection de l'environnement et l'utilisation de produits naturels et durables. Chaque méthode présente ses avantages et ses limitations, et le choix de la technique dépend des caractéristiques spécifiques des plantes et des objectifs du projet.

Le projet vise à extraire l'huile essentielle des graines de figuier de Barbarie en utilisant la technologie ultrasonique, tout en valorisant les coproduits générés. Les objectifs comprennent l'optimisation du processus d'extraction par ultrasons, la comparaison de son efficacité avec les méthodes conventionnelles, l'analyse de la composition chimique de l'huile essentielle obtenue et l'étude de ses propriétés physico-chimiques et biologiques. De plus, le projet vise à extraire des composés précieux à partir des coproduits, tels que les mucilages, les fibres ou les pigments, et à évaluer leurs applications potentielles dans divers domaines. Les résultats attendus incluent des paramètres d'extraction optimisés, des comparaisons de rendements, des profils de composition chimique, des évaluations des propriétés et des recommandations pour l'application industrielle des huiles essentielles et des coproduits extraits par ultrasons.

ماهي أهداف مشروعك و/أو نتائجه المتوقعة؟

القيمة المقترحة وفق المعايير التالية

L'utilisation de la technologie ultrasonore pour l'extraction des huiles essentielles présente plusieurs innovations potentielles, notamment :

Une extraction plus efficace, permettant un meilleur rendement et une utilisation plus complète des composés actifs.

La préservation des composés sensibles à la chaleur grâce à une extraction douce à basse température.

La réduction ou l'élimination des solvants chimiques, rendant l'extraction plus respectueuse de l'environnement.

L'accélération du processus d'extraction, ce qui améliore la productivité et réduit les coûts.

القيمة المبتكرة أو الجديدة

Le contrôle précis des paramètres d'extraction, permettant une optimisation adaptée aux caractéristiques spécifiques des matières premières.

Ces innovations nécessitent une mise en œuvre appropriée de la technologie ultrasonore et une optimisation des paramètres d'extraction pour maximiser les avantages dans chaque projet.

La technologie ultrasonore pour l'extraction des huiles essentielles offre une valeur par personnalisation grâce à sa capacité à s'adapter aux matières premières, à contrôler les paramètres d'extraction, à cibler des composés spécifiques et à répondre aux demandes du marché. Cette personnalisation permet de maximiser les rendements, d'optimiser la qualité des huiles essentielles extraites et de répondre aux besoins spécifiques des clients. En offrant des produits sur mesure, la technologie ultrasonore permet de créer une proposition de valeur unique et de se différencier sur le marché des huiles essentielles.

La technologie ultrasonore pour l'extraction des huiles essentielles offre une valeur par prix en raison de son efficacité énergétique, de sa capacité à réduire les coûts de production, d'améliorer le rendement d'extraction et de garantir la qualité des produits finaux. Cette technologie permet d'économiser sur les coûts énergétiques, d'optimiser l'utilisation des matières premières, de réduire les coûts de main-d'œuvre et d'éliminer ou de réduire l'utilisation de solvants chimiques coûteux. De plus, elle permet d'obtenir des produits finaux de haute qualité, justifiant ainsi un prix plus élevé sur le marché. En combinant ces avantages, la technologie ultrasonore offre une valeur par prix attrayante pour l'extraction des huiles essentielles.

La valeur par conception de la technologie ultrasonore pour l'extraction des huiles essentielles réside dans sa flexibilité et son adaptabilité, son contrôle précis des paramètres d'extraction, sa facilité d'utilisation, sa maintenance simplifiée, sa durabilité et sa fiabilité. Cette technologie peut être conçue pour s'adapter aux besoins spécifiques des opérations d'extraction d'huiles essentielles, offrant une intégration facile et un contrôle précis des

القيمة بالتخصيص

القيمة بالسعر

القيمة بالتصميم

paramètres. Elle est conviviale, nécessite peu de compétences techniques spécialisées, et peut être entretenue facilement. Sa conception robuste garantit une performance fiable et une longue durée de vie utile. En résumé, la valeur par conception de la technologie ultrasonore réside dans son potentiel à optimiser l'efficacité et la qualité de l'extraction des huiles essentielles

La technologie ultrasonore pour l'extraction des huiles essentielles offre une valeur avec haute performance grâce à son rendement élevé, son extraction rapide, sa qualité des produits, sa sélectivité et son contrôle précis des paramètres. Elle permet d'obtenir un rendement optimal en extrayant efficacement les huiles essentielles, tout en préservant leur qualité et leur concentration en composés bioactifs. La technologie ultrasonore offre également la possibilité de cibler spécifiquement certains composés et de contrôler précisément les paramètres d'extraction, ce qui permet d'atteindre des performances optimales en fonction des besoins spécifiques. En résumé, la technologie ultrasonore offre une haute performance dans l'extraction des huiles essentielles, répondant ainsi aux attentes des producteurs et des consommateurs en termes de rendement, de qualité et de sélectivité

La technologie ultrasonore pour l'extraction des huiles essentielles offre une valeur avec service universel en raison de sa polyvalence d'application, de son accessibilité géographique, de son adaptabilité à l'échelle et de son soutien technique. Elle peut être utilisée dans divers secteurs et localités, qu'il s'agisse d'exploitations familiales ou d'installations commerciales, et ne nécessite pas de ressources spécifiques complexes. De plus, elle peut être accompagnée d'un soutien technique pour assurer son bon fonctionnement et optimiser son utilisation. En résumé, la technologie ultrasonore permet une utilisation répandue et répond aux besoins des utilisateurs, quelle que soit leur industrie ou leur localisation géographique.

القيمة بالأداء العالي

القيمة بالخدمة الشاملة

En résumé, la technologie ultrasonore offre des avantages en termes de durabilité, de qualité des produits, de traçabilité, d'innovation et de diversification, contribuant ainsi à la création de valeur pour les producteurs et les consommateurs d'huiles essentielles.

قيم أخرى

Géographique الجغرافية	Démographique (B2C)	Démographique (B2B)	Psychographique العوامل النفسية و الشخصية	Comportemental السلوكيات
Continent Afrique	Age Toutes les catégories	Secteur Economique	Classe sociale Moyenne et Riche	Usage Cosmétique et Thérapeutique
Pays Algérie,	Sexe Femmes principalement par la suite les hommes.	Nombre d'employés 10	Niveau de vie Moyen et élevé	Loyauté Loyale
Région Ouest	Revenus annuel متوسط الدخل	Maturité de l'entreprise Jeune	Valeurs Bien-être	Intérêt Satisfaction des clients
Département Tiaret	Etat matrimonial Moyenne	Situation financière الحالة المالية للمؤسسة	Personnalité الشخصية	Passion الهواية و شغف
Ville الدائرة او البلدية	Niveau d'étude Diplômés au premier lieu	Détention/ actionariat Privé	Convictions المعتقدات	Sensibilité حساسيات
Quartier الحي	Profession المهنة	Valorisation/ capitalisation boursière التقييم / القيمة السوقية	Présence digitale et sur les réseaux sociaux استعمال التكنولوجيا في التواصل	Habitude de consommation عادة الاستهلاك
Climat المناخ	Culture الثقافة	Business model نموذج الأعمال	Centres d'intérêts مراكز الاهتمام	Mode de paiement طرق الدفع
	Religion الدين	Secteur servi القطاع الذي يخدمه		Connaissance المعرفة
	Langue اللغة	Technologie utilisée التكنولوجيا المستعملة		Nature de la demande طبيعة الطلب

		Format du produit ou packaging شكل المنتج أو التعبئة والتغليف		Fréquence d'achat عدد مرات الطلب على السلعة
--	--	--	--	--

Customer Segments شرائح العملاء أو الزبائن

Channels قنوات التوزيع

<p>Vente aux clients fidèles</p> <p>Vente en ligne via des plateformes et des réseaux sociaux</p> <p>Vente en ligne via un site web</p>	المبيعات المباشرة
<ul style="list-style-type: none"> - Laboratoires des produits pharmaceutiques et parapharmaceutiques - Entreprises de production alimentaires 	تجار الجملة
<ul style="list-style-type: none"> - Les distributeurs conventionnés ou privés 	الموزعون
<ul style="list-style-type: none"> - Distribution aux pharmacies - Distribution aux détaillants de produits cosmétiques - Distribution, aux supermarchés et aux superettes, des produits à intérêt alimentaire 	توزيع التجزئة

العلاقة مع العملاء Customer Relationship

Le développement de bonnes relations avec les clients est essentiel dans le domaine de l'extraction des huiles essentielles. Pour cela, il est important d'établir une communication claire et efficace, de personnaliser l'expérience client, d'offrir un support technique adéquat, de maintenir un suivi régulier et de prendre en compte les commentaires des clients. La fidélisation des clients et un service après-vente de qualité sont également importants pour maintenir leur satisfaction et encourager leur fidélité. En résumé, une relation client solide est fondée sur la communication, la personnalisation, le support technique, le suivi et la fidélisation, ce qui contribue à la croissance et au succès de l'entreprise d'extraction des huiles essentielles

Une gestion efficace des relations clients nécessite une communication claire, une personnalisation, un service client de qualité, des suivis réguliers, des programmes de fidélité, une anticipation des besoins et l'utilisation de la technologie. Ces pratiques vous aideront à fidéliser vos clients et à favoriser la croissance de votre entreprise.

كيف تدير علاقاتك مع العملاء؟

- zoho CRM (un abonnement).....
- Vente en ligne via un site web
- Intelligence artificielle (pour élargir le réseau de publicité).

ماهية أهم البرامج التي ستعتمد عليها في إدارة العلاقة مع الزبون

Microsoft Dynamics

Monday CRM

Zoho CRM

.....الخ

■ **الشركاء الأساسيون Key Partners**

طبيعة الشراكة	معلومات حول الشركاء	الشركاء
<ul style="list-style-type: none"> - Agriculteurs, - Fournisseurs de figues de Barbarie - Fabricants d'équipements d'extraction - Laboratoires de recherche pour tester et développer de nouveaux produits - Distributeurs et détaillants partenaires. 		الشريك الأول
<p>Incubateur de l'université Tiaret Adresse : Direction de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret Devant la Place de l'Armée de Libération Nationale, Route d'Alger, BP 78, Tiaret. Algérie Email : administration@univ-tiaret.dz Téléphone : +213(0)46 25 61 33</p>		الشريك الثاني
<p>ASF startup Adresse : 46 boulevard Mohamed 5, Alger, Algérie Email : contact@asf.dz Téléphone : +213 21 636 400</p>		الشريك الثالث

■ **هيكل التكاليف structure Costs**

200 000 DA	تكاليف التعريف بالمنتج أو المؤسسة Frais d'établissement
200 000 DA	تكاليف الحصول على العدادات (الماء- الكهرباء (..... Frais d'ouverture de compteurs (eaux- gaz-....)
150 000 DA	تكاليف (التكوين- برامج الاعلام الالي المختصة) Logiciels, formations
12 000 DA	Dépôt marque, brevet, modèle تكاليف براءة الاختراع و الحماية الصناعية و التجارية
200 000 DA	Droits d'entrée تكاليف الحصول على تكنولوجيا او ترخيص استعمالها
00 DA	Achat fonds de commerce ou parts شراء الأصول التجارية أو الأسهم
1 200 000 DA	Droit au bail الحق في الإيجار
500 000 DA	Caution ou dépôt de garantie وديعة أو وديعة تأمين
50 000 DA	Frais de dossier رسوم إيداع الملفات
200 000 DA	Frais de notaire ou d'avocat تكاليف الموثق-المحامي-.....
20 000 DA	Enseigne et éléments de communication تكاليف التعريف بالعلامة و تكاليف قنوات الاتصال
Demande d'une parcelle de terre à usage industrielle de 1000 m ² et /ou parcelle de terre à usage agricole dans le cadre de concession.	Achat immobilier شراء العقارات
La construction d'une unité de production de la superficie demandée avec 30 000 000 DA. Concernant la parcelle agricole de 20 hectares autour de 4 000 000 DA.	Travaux et aménagements الأعمال والتحسينات الاماكن
15 000 000 DA.	Matériel الألات- المركبات- الاجهزة

	400 000 DA.	Matériel de bureau تجهيزات المكتب
	1 500 000 DA.	Stock de matières et produits تكاليف التخزين
	7 444 800 DA Ce flux de trésorerie est destiné pour l'achat de matières premières.	Trésorerie de départ التدفق النقدي (الصندوق) الذي تحتاجه في بداية المشروع.

■ نفقاتك أو التكاليف الثابتة الخاصة بمشروعك

150 000 DA.	Assurances التأمينات
15 000 DA.	Téléphone, internet الهاتف و الانترنت
10 000 DA.	Autres abonnements اشتراكات أخرى
400 000 DA.	Carburant, transports الوقود و تكاليف النقل
100 000 DA.	Frais de déplacement et hébergement تكاليف التنقل و المبيت
100 000 DA.	Eau, électricité, gaz فواتير الماء - الكهرباء- الغاز
10 000 DA.	Mutuelle التعاضدية الاجتماعية
100 000 DA	Fournitures diverses لوازم متنوعة
150 000 DA.	Entretien matériel et vêtements صيانة المعدات والملابس
50 000 DA.	Nettoyage des locaux تنظيف المباني
80 000 DA	Budget publicité et communication ميزانية الإعلان والاتصالات

■ **Revenue Stream** مصادر الإيرادات

1%	Apport personnel ou familial المساهمة الشخصية أو العائلية
Algerian Startup Fond (ASF)	Apports en nature (en valeur) التبرعات العينية
Banque Nationale Algérienne (BNA)	Prêt n°1 (nom de la banque) قرض رقم 1 اسم البنك
Crédit Populaire Algérien (CPA)	Prêt n°2 (nom de la banque) قرض رقم 2 اسم البنك
Banque d'Agriculture et du Développement Rural (BADR)	Prêt n°3 (nom de la banque) قرض رقم 3 اسم البنك
	Subvention n°1 (libellé) منحة 1
	Subvention n°2 (libellé) منحة 2
	Autre financement (libellé) تمويل آخر

▪ رقم الأعمال

بيع المنتج في السنة الأولى

Votre chiffre d'affaires de la première année

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الأولى
25	1Mois الشهر
20	2Mois الشهر
20	3Mois الشهر
20	4Mois الشهر
20	5Mois الشهر
20	6Mois الشهر
20	7Mois الشهر
20	8Mois الشهر
20	9Mois الشهر
20	10Mois الشهر
20	11Mois الشهر
20	12Mois الشهر

بيع المنتج في السنة الثانية

Votre chiffre d'affaires de la deuxième année

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الثانية
20	1Mois الشهر
20	2Mois الشهر
20	3Mois الشهر
20	4Mois الشهر
20	5Mois الشهر
20	6Mois الشهر
20	7Mois الشهر
20	8Mois الشهر
20	9Mois الشهر
20	10Mois الشهر
20	11Mois الشهر
20	12Mois الشهر

بيع المنتج في السنة الثالثة

Votre chiffre d'affaires de la troisième année

متوسط أيام العمل في الشهر	بيع المنتج في السنة الثانية
20	1Mois الشهر
20	2Mois الشهر
20	3Mois الشهر
20	4Mois الشهر
20	5Mois الشهر
20	6Mois الشهر
20	7Mois الشهر
20	8Mois الشهر
20	9Mois الشهر
20	10Mois الشهر
20	11Mois الشهر
20	12Mois الشهر

▪ تطور حجم رقم الأعمال في السنة

- النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين السنة 1 والسنة 2؟

De 30 a 40

النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين السنة 2 والسنة 3 ؟

De 40 a 50

■ حاجتك لرأس المال العامل

30 يوم	متوسط مدة الاعتمادات الممنوحة للعملاء بالأيام Durée moyenne des crédits accordés aux clients en jours
30 يوم	متوسط مدة ديون الموردين بالأيام Durée moyenne des dettes fournisseurs en jours

رواتب الموظفين ومسؤولين

الشركة

2 650 000 DA	رواتب الموظفين Salaires employés
1 920 000 DA	صافي أجور المسؤولين Rémunération nette dirigeant

مخطط نموذج العمل التجاري

Business Model Canvas

Modèles d'affaires

BMC

الشركاء الرئيسيين

Key Partners
Partenaires

STRATÉGIQUES

الأنشطة الرئيسية
Key Activities
Activités-clés

الموارد الرئيسية
Key Resources
Ressources-clés

عرض القيمة
Value
roposition

Proposition de
valeur

علاقات العملاء
Customer
Relationships
Relations
CLIENTS

القنوات
Channels
Canaux de
distribution

Segments de
clients

هيكل التكلفة
Cost Structure
Structure des coûts

مصادر الدخل
Revenue Streams
Sources de revenus

Resumé

Aujourd'hui, les extraits végétaux sont considérés comme des substances indispensables à la cosmétique, dues à leurs propriétés fonctionnelles et/ou structurales. C'est ce qu'on appelle la phytocosmétique.

Le figuier de Barbarie appartient à la famille des Cactacées. Il est très répandu dans le monde, notamment en Algérie où il est employé principalement pour la nourriture et la médecine traditionnelle. L'industrialisation du figuier de Barbarie représente un grand défi technologique. En effet, les sous-produits du figuier de Barbarie peuvent constituer une matière première pour l'agro-industrie. Au cours du présent travail ayant pour objectif d'extraction des huiles végétales de la figue de barbarie par ultrason, et de donner les différentes possibilités de transformations technologiques des produits et sous-produits du figuier de barbarie.

Les technologies agroalimentaires et cosmétiques sont les premiers bénéficiaires de cette plante, avec des capacités de production en fruit de 200 quintaux par hectare, et de 200 tonnes de raquettes par hectare. La culture de l'opuntia est une des plus faciles et des plus avantageuses, car elle consiste qu'en un ou deux labours pratiqués annuellement (entre août et octobre) entre les différents pieds. La technologie alimentaire du bétail serait favorisée par les possibilités de production de biomasse de cette plante.

Mots clés : Fiquier de barbarie, extraction, Ultrason, huile, dérivés.

ملخص

تعتبر المستخلصات النباتية اليوم من المواد الأساسية في مستحضرات التجميل ، بسبب خصائصها الوظيفية و / أو الهيكلية. وهذا ما يسمى مستحضرات التجميل النباتية.

ينتمي التين الشوكي إلى عائلة Cactaceae. ينتشر بشكل كبير في العالم ، خاصة في الجزائر حيث يتم استخدامه بشكل أساسي للأغذية والطب التقليدي. يمثل تصنيع التين الشوكي تحديًا تقنيًا كبيرًا. في الواقع ، يمكن أن تكون المنتجات الثانوية من التين الشوكي مادة خام للصناعات الزراعية. خلال العمل الحالي بهدف استخلاص الزيوت النباتية من التين الشوكي بالموجات فوق الصوتية ، وإعطاء الإمكانيات المختلفة للتحويلات التكنولوجية لمنتجات التين الشوكي ومنتجاته الثانوية.

المستفيدون الرئيسيون هم المستفيدون الرئيسيون من تقنيات الأغذية الزراعية ومستحضرات التجميل هذا النبات ، بطاقة إنتاجية من الفاكهة 200 قنطار للهكتار الواحد ، و 200 طن من أحذية الثلوج لكل هكتار. تعتبر زراعة الأوبنتيا من أسهل الطرق وأكثرها فائدة ، لأنها تتكون من حرث واحد أو اثنين فقط بمارسان سنويًا (بين أغسطس وأكتوبر) بين القدمين المختلفين. سيتم تفضيل تكنولوجيا علف الماشية من خلال إمكانيات إنتاج الكتلة الحيوية لهذا المصنع.

الكلمات المفتاحية: التين الشوكي ، الاستخلاص ، الموجات فوق الصوتية ، الزيت ، المشتقات.

Abstract

Today, plant extracts are considered essential substances in cosmetics, due to their functional and/or structural properties. This is called phytocosmetics.

The prickly pear belongs to the Cactaceae family. It is very widespread in the world, especially in Algeria where it is used mainly for food and traditional medicine. The industrialization of prickly pear represents a major technological challenge. Indeed, prickly pear by-products can be a raw material for agro-industry. During the present work with the objective of extracting vegetable oils from the prickly pear by ultrasound, and to give the different possibilities of technological transformations of prickly pear products and by-products.

Agri-food and cosmetics technologies are the primary beneficiaries of this plant, with fruit production capacities of 200 quintals per hectare, and 200 tons of snowshoes per hectare. The culture of opuntia is one of the easiest and most advantageous, because it consists of only one or two plowings practiced annually (between August and October) between the different feet. Livestock feed technology would be favored by the biomass production possibilities of this plant.

Keywords: Prickly pear, extraction, ultrasound, oil, derivatives.