

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**Ben idir Idir**

**Babour Boubeker**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité: AMÉLIORATION DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES**

THÈME

**Les caractéristiques morphologiques du figuier  
de barbarie et la valorisation des raquettes**

Soutenue publiquement le **06/ Juin /2016**

DEVANT LES JURY

Mr. LABDAOUI Djamel

Président

Univ. Mostaganem

Mr. TADJA Abdelkader

Encadreur

Univ. Mostaganem

Mr. MAHDEB Amokran

Co-encadreur

INRA Béjaia

Mr. BENMILLOUD Djamel

Examineur

Univ. Mostaganem

*Thème réalisé au Laboratoire de biochimie Mostaganem*

## **REMERCIEMENTS**

*Tout d'abord, nous tenons à remercier "ALLAH" le tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour terminer ce présent travail ainsi que nos parents qui ont toujours encouragés et soutenu durant toute la durée de nos études.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à nos encadreurs de mémoire **Mr TADJA** et **Mr Mahdeb Amokran**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour leurs conseils et leurs orientations.*

*Nous voudrions remercier l'ensemble de notre jury de mémoire, qui ont bien voulu examiner ce travail : **Mr Ben milloud** \_ président : **Mr LABDAOUI***

*Et Tous les enseignants d'Agronomie*

*Nous adressons nos remerciements encore à tous les responsables du laboratoire de Biologie et l'INRA de Bejaia qui ont toujours été disponibles pour nous donner un petit coup de main et beaucoup d'encouragement.*

*Nous remercions aussi l'administration d'Agronomie*

**\* IDIR \* BOUBEKER \***

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon cher père*

*A ma chère mère.*

*A mes frères : Cherif ;*

*Abderrahmane et Keltoum*

*A toute ma famille.*

**Ben Idir**

*À mon ami éternel : Abderrahmane Benmessaoud*

*A tous les enseignants qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*A tous mes amis*

*Boubker; Redouane; Hamid; Jevla; Amine; Ahmed; Sara; Fares  
Belkacem; Samir; Mokhtar; Bachir; Mohamed; Amine 27; Baha; Yacine.*

*A tout ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin, même s'il soit avec un  
mot d'encouragement, un conseil ou un sourire.*

*A tout ceux qui connaissent Ben Idir Idir*

**Idir**



# *Dédicace*

*Avec courage et persévérance j'ai pu réaliser ce  
modeste travail que je*

*Dédie à:*

✓ *Mes parents*

✓ *A mes frères et sœurs*

✓ *Mes amis*

✓ *Et à tous ceux qui m'ont encouragé et*

*soutenu*

*Merci à tous*



## **Résumé :**

Afin de pouvoir identifier l'effet des conditions climatique sur la morphologie du figuier de barbarie *Opuntia ficus indica* nous avons tenté d'étudier les écotypes de la région de Bejaia et Souk Ahras.

Ce présent travail a visé d'un autre côté à caractériser morphologiquement les écotypes d'*Opuntia* spp dans nos agro systèmes (Bejaia, souk ahras), et de comparer les différents écotypes de l'*Opuntia* de l'étage bioclimatique sub humide (Bejaia) et l'étage bioclimatique semi-aride (commune de Sidi Fredj, Souk Ahras).

Dans un point de vue biochimique nous avons essayé de valoriser le jus des raquettes de figuier de barbaries en l'incorporant dans le yaourt afin de suivre l'effet antibactériens de ce jus, qui a été confirmé par les résultats obtenus.

**Mots-clés : figuier de barbarie – Morphologie – Antibactériens- Ecotypes**

# SOMMAIRE

Résumé

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION..... 1

## Revue bibliographique

### Chapitre I : généralité sur le figuier de barbarie

1. Histoire du figuier de barbarie .....	3
2. Le figuier de barbarie dans le monde végétal.....	4
3. Biologie du figuier de barbarie.....	5
4. Aspects Botaniques .....	7
5. Exigence écologiques du figuier de barbarie .....	7
5.1. Facteurs édapho-climatiques .....	7
5.2. Facteurs biotiques.....	8
6. Répartition dans le monde.....	8
7. Les variétés les plus connues .....	9
8. Morphologie du figuier de barbarie .....	11
9. Utilisation du figuier de barbarie .....	14
9.1. Alimentation humaine .....	14
9.2. Alimentation animale.....	14
9.3. Utilisation agricole.....	14
9.4. Environnement.....	14
9.5. Usage industriel .....	14
9.6. Usage thérapeutique et cosmétique .....	15

### Chapitre II : Techniques de conduite de la culture

1. Mise en place de la culture .....	16
1.1. Travail du sol .....	16
1.2. Multiplication végétative .....	16
1.3. Multiplication par semis de graines .....	17
1.4. Culture in vitro.....	18
2. Techniques de plantation.....	18
2.1. Méthodes de plantation .....	19
2.2. Densité de plantation .....	20
2.3. Modalités de plantation.....	23
2.4. Date de plantation.....	24
3. Types de taille : .....	27
3.1. Taille de formation.....	27
3.2. Taille d'éclaircissement .....	28
3.3. Taille de rajeunissement.....	28
3.4. Période de la taille.....	29

4. Fertilisation .....	29
4.1. Fertilisation du cactus .....	29
4.2. Recommandations.....	31
5. Floraison et fructification en hors saison .....	32
5.1. Scozzolatura :.....	32
6. La récolte.....	33

## **Chapitre III : Action du jus de raquette sur la conservation de yaourt**

### **Partie 1 : Valorisation et utilisation du jus de raquette..... 34**

1. Composition chimique des raquettes .....	34
2. Le jus à partir d'une Poudre de raquette .....	34
3. Jus de raquette .....	35
4. Jus de raquette et l'Eau potable .....	35

### **Partie 2 : Généralités sur le yaourt .....** 36

1) Historique .....	36
2) Définition .....	36
3) Composition microbiologique du yaourt.....	36
3.1. Caractéristique générale des bactéries lactiques .....	36
3.1.1. Bactéries lactiques spécifiques du yaourt .....	37
3.1.2. Streptococcus thermophilus .....	37
3.1.3. Lactobacillus bulgaricus .....	37
4) Différents types de yaourt .....	38
5) Activité antimicrobienne .....	39
6) Stimulation du système immunitaire.....	39

## **Partie expérimentale**

### **I. Matériels et méthodes .....** 40

#### **A. Les caractéristiques biométriques des écotypes**

1. L'objectif .....	40
2. Matériels.....	40
3. Méthodes .....	40
3.1. Protocole expérimental.....	41

#### **B. Action du jus des raquettes sur la conservation du yaourt**

1. L'objectif .....	41
2. Matériels .....	41
2.1. La récolte de la plante .....	41
2.2. Matière première .....	41
3. Méthodes .....	42
3.1. Préparation du matériel végétal.....	42
3.1.1. Extraction du jus de raquette .....	42
3.1.2. Préparation du mucilage .....	42
3.1.3. Calcul du rendement de l'extraction.....	42

3.2. Etude de l'effet inhibiteur des extraits de jus de raquette .....	43
3.2.1. Paramètres physicochimiques.....	43
3.2.1.1. Acidité Dornic .....	43
3.2.1.2. PH .....	43
3.3. Protocole expérimentale.....	44
<b>II. Les résultats .....</b>	<b>45</b>
<b>III. La discussion.....</b>	<b>58</b>
<b>IV. Conclusion.....</b>	<b>60</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>61</b>
<b>Annexe</b>	



## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Nombre de plants à l'hectare en fonction des interlignes (I) et des distances entre plants.

**Tableau 2** : Nombre de plants à l'hectare (en lignes jumelées) en fonction des distances entre deux lignes jumelées (I) entre les lignes jumelées(J) et entre les plants sur la ligne (i).

**Tableau 3** : Quelques règles de base nécessaires à la réussite d'une plantation de cactus.

**Tableau 4** : la composition des raquettes du Nopal.

**Tableau 5** : la composition chimique de 100 ml de jus de cladodes au Maroc.

**Tableau 6** : principaux caractères de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*

**Tableau 7** : Description morphologique de l'écotype 1 Sidi Fredj (EcS1).

**Tableau 8** : Mesures biométriques de l'écotype 1 Sidi Fredj (EcS1).

**Tableau 9**: Mesures biométriques de l'écotype 2 Sidi Fredj (EcS2).

**Tableau 10** : Description morphologique de l'écotype 2 Sidi Fredj (EcS2).

**Tableau 11**: Mesures biométriques de l'écotype 3 Sidi Fredj (EcS3).

**Tableau 12** : Description morphologique de l'écotype 3 Sidi Fredj (EcS3).

**Tableau 13** : Description morphologique de l'écotype 1 à Béjaia (EcB1).

**Tableau 14** : Mesures biométriques de l'écotype 1 à Béjaia (EcB1).

**Tableau 15** : Description morphologique de l'écotype 2 à Béjaia (EcB2).

**Tableau 16** : Mesures biométriques de l'écotype 2 à Béjaia (EcB2).

**Tableau 17** : Description morphologique de l'écotype 3 à Béjaia (EcB3).

**Tableau 18** : Mesures biométriques de l'écotype 3 à Béjaia (EcB3).

**Tableau 19** : Evolution de l'acidité Dornic des yaourts additionnés de jus de raquette au cours de la période de titrage.

**Tableau 20** : Evolution de PH des yaourts additionnés de jus de raquette.

## Liste des figures

**Figure 1** : Logo de la monnaie du Mexique

**Figure 2** : Organisation du monde végétal

**Figure 3** : Le figuier de barbarie : a) la plante, b) les cladodes, c) les fleurs, d) le fruit.

**Figure 4** : Cycle photosynthétique des plantes de type CAM

**Figure 5** : Répartition mondiale d'*Opuntia ficus indica*

**Figure 6** : Détail de l'*Opuntia Ficus-indica* Miller (Nopal)

**Figure 7** Schéma d'une coupe transversale de la raquette d'*Opuntia*.

**Figure 8** : Coupe de la fleur

**Figure 9**: Fleur vue de côté

**Figure 10** : schéma d'un fruit de figuier de barbarie

**Figure 11** : .les bactéries lactiques du yaourt

**Figure 12** : opération de mesure à l'aide d'une métreuse

**Figure 13** : Zone de distribution du cactus du genre *Opuntia* spp dans la wilaya de Souk

**Figure 14** : Plante de figuier de barbarie à Sidi Fredj (EcS1)

**Figure 15** : Plante de figuier de barbarie à Sidi Fredj (EcS2)

**Figure 16** : Plante de figuier de barbarie à Sidi Fredj (EcS3)

**Figure 17** : Zone de la distribution du cactus du genre *Opuntia* spp dans la wilaya de Béjaia

**Figure 18** : Plante de figuier de barbarie à Béjaia (Oued Ghir) EcB1

**Figure 19** : Plante de figuier de barbarie à Béjaia (Amizour) EcB2

**Figure 20** : Plante de figuier de barbarie à Béjaia (Sidi Idir) EcB3

**Figure 21** : Histogramme représentant les variables morphologiques obtenu à Béjaia et Sidi Fredj

**Figure 22** : Evolution de l'acidité Dornic du yaourt nature additionné d'extrait de jus de raquette au cours de la période d'incubation.

**Figure 23** : Evolution de PH du yaourt nature additionné d'extrait de jus de la raquette au cours de la période d'incubation.

# **INTRODUCTION**

### Introduction :

L'*Opuntia* est d'origine mexicaine. Il a été introduit en Espagne par les conquistadores et plus tard au 16<sup>ème</sup> siècle au Nord et au Sud de l'Afrique et au-delà à tout le bassin méditerranéen.

Bien qu'introduit depuis longtemps en Algérie, le cactus (figuier de barbarie) ou Nopal, ne suscitait par le passé que peu d'intérêt en dehors de la consommation du fruit et l'utilisation comme fourrage. La demande croissante sur le fruit et les recherches menées qui ont démontré les différents avantages et potentialités de cette culture désormais prometteuse et à forte valeur ajoutée.

Le cactus ou cactées appartiennent à la famille des plantes grasses, il existe près de 200 espèces de cactus qui sont classées en plusieurs groupes selon leurs formes.

Le cactus, *opuntia* spp, présente plusieurs avantages : d'ordre écologique, socioéconomique, alimentaire, cosmétique ou encore thérapeutique. En effet, en Algérie, c'est une espèce utilisée comme plante fourragère, pour l'amélioration des parcours, pour la préservation des sols contre l'érosion, la lutte contre la désertification et la conservation de la biodiversité, tout en contribuant à la régénération des espèces végétales spontanées et à la constitution d'un microclimat favorable au développement d'une faune et une flore très diversifiées.

Sur le plan économique, le cactus permet une rentabilité satisfaisante grâce aux ventes de fruit et aux potentialités de transformation offertes : extraction d'huile, confiture, jus...etc. sur le plan nutritionnel la figue de barbarie est l'un des aliments le plus complet et le plus riche en différents nutriments (sels minéraux, vitamines, fibres...). En effet les fruits peuvent être consommés à l'état frais, congelés, confits ou séchés ou encore transformés en jus, sirop, farine, confiture ou en huile alimentaire de graine.

Le Cactus (figues et raquettes) revêt aussi des vertus thérapeutiques et cosmétiques diverses, notamment sous forme de crèmes, de shampoings et d'assouplissants de cheveux. La culture de figue de barbarie dans la région Souk Ahras, occupe une superficie de 13000 hectares, qui augmente chaque année.

Ils sont aussi valorisés dans l'industrie chimique pour la préparation des adhésifs, du papier et du caoutchouc et comme source de bioénergie et de biogaz. Leur mucilage composé essentiellement de polysaccharides complexes peut être utilisé comme additif dans de nombreux produits industriels et alimentaires.

Cependant, le mucilage a montré une différence de composition significative selon les variétés. En outre, les jeunes cladodes ou "nopalitos" sont consommés comme légume dans certains pays d'Amérique du Sud, dont le Mexique. Ces cladodes qui contiennent différentes molécules bioactives et fonctionnelles dont les flavonoïdes, sont particulièrement riches en fibres et minéraux.

L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a lancé de son côté un réseau «Cactus net» qui réunit tous les pays producteurs. Peu exigeante en eau et plus rentable que les céréales, la culture du cactus est à l'origine d'une filière économique particulièrement active en Amérique latine et dans les pays méditerranéens.

La culture du figuier de Barbarie est parfaitement incorporée à l'agriculture locale et constitue pour les foyers une source de revenus. Les communes rurales de Kabylie et de Souk Ahras sont considérées à ce titre comme les capitales du cactus.

L'abondance de la matière première dans ces régions peut ouvrir le champ pour une industrialisation et ceci par la valorisation des fruits de figues de barbarie en plusieurs produits très appréciés par le consommateur.

Ce présent travail vise à caractériser morphologiquement les écotypes d'*Opuntia* spp dans nos agro systèmes( Béjaia ,souk ahras), d'autre part comparer les différents écotypes de l'*Opuntia* de l'étage bioclimatique sub humide (Bejaia) et l'étage bioclimatique semi-aride (commune de Sidi Fredj, Souk Ahras) et contrôler l'effet bactériostatique ou bactéricide des extraits de jus des jeunes cladodes de figue de barbaries (*Opuntia ficus indica*) sur les germes spécifique du yaourt à savoir *Streptococcus thermophilus* *Lactobacillus bulgaricus*.

# **Chapitre I :**

## **GENERALITES SUR LE FIGUE DE BARBARIE**

## 1. Histoire de la figue de barbarie

L'espèce est originaire du Mexique, où elle est appelée nopal et figure dans les armoires du drapeau mexicain, il était inconnu en Europe avant les voyages de Christophe Colomb, il fut décrit de façon précise pour première fois en 1535 par espagnol Gonzalo Fernandez de Oviedo y Valdés dans son (**histoire des indes occidentales**).

Nopal (Opuntia) est le nom mexicain, d'origine aztèque du Figuier de Barbarie. Il vient du mot Nochtli en nahuatl, langue classique des Aztèques. Opuntia, son appellation savante, vient du latin Opuntius, d'Oponthe.

L'Opuntia vulgaris Miller et l'Opuntia Ficus-indica Miller sont les deux espèces les plus répandues sur terre, mais la plante peut porter un nom différent selon la langue locale. Une même espèce de Nopal porte souvent des noms différents, selon la région, le pays où elle pousse. Il arrive aussi que plusieurs botanistes, croyant avoir affaire à un spécimen non répertorié, donnent un nouveau nom à une espèce déjà reconnue. De ce fait, on en compte plus de 400 espèces et d'innombrables variétés. ( **Malika T** )

Emmené en Espagne pour y être cultivé, le figuier de barbarie s'est rapidement répandu dans tout le bassin méditerranéen. Sa culture a gagné de royaume de Naples et de la Sicile, possessions de Charles-Quint et Philippe II les expéditions des pirates barbaresques l'ont fait passer en Afrique du nord : Lybie, Algérie, Maroc ou elle représente encore aujourd'hui un enjeu économique considérable.

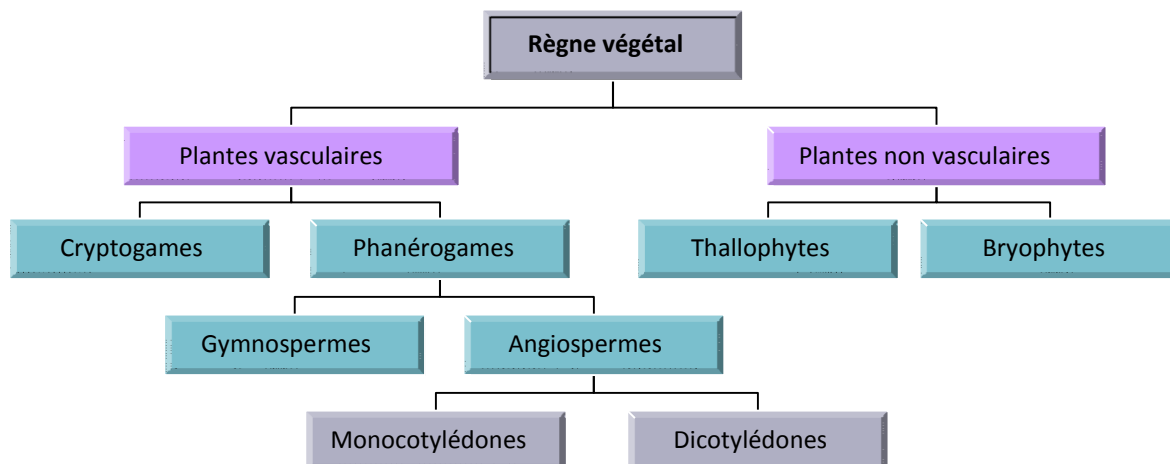


**Figure 1** : Logo de la monnaie du Mexique

## 2. Le figuier de barbarie dans le monde végétal

Le règne végétal, de par sa richesse et sa diversité, peut être classé en deux grandes catégories : les plantes vasculaires et les plantes non vasculaires. Les plantes vasculaires peuvent être, à leur tour, subdivisées en deux grands groupes : les cryptogames vasculaires (plantes sans fleurs) et les phanérogames (plantes à fleurs). Dans les phanérogames on distingue deux classes : les plantes gymnospermes (à graines nues comme le ginkgo, les conifères, etc.) et les angiospermes (à graines renfermées dans un fruit) (**Boullard, B, Marketing ed. 1988**).

Les angiospermes regroupent la majeure partie des plantes, soit environ 250 000 espèces répandues sur toute la terre, mais peu abondantes en milieu aquatique. Elles se divisent en monocotylédones (céréales, plantes bulbeuses, palmiers, orchidées, etc.) et dicotylédones, de loin les plus nombreuses, comprenant les arbres feuillus et la plupart des plantes potagères et industrielles (Figure 1) (**Guignard, J. LMasson ed. 1993**).



**Figure 2 :** Organisation du monde végétal

Les cactacées sont des angiospermes dicotylédones dialypétales caliciflores de l'ordre des caryophyllacées (**Wallace, R.S. ; Gibson Nobel Ed., 1997**).

Elles font partie des plantes xérophytes et succulentes. Les xérophytes sont des plantes qui ont réussi à développer une aptitude à se contenter de peu d'eau et qui peuvent donc survivre à de très longues périodes de sécheresse, telles que celles que l'on rencontre dans les régions arides et péri-désertiques. Ces adaptations se présentent sous diverses formes morphologiques et physiologiques. L'une d'entre elles réside dans la faculté d'emmagasiner de l'eau dans des tissus végétatifs qui prennent un aspect spongieux.

Ce phénomène est appelé succulence (succus = sève). Les cactacées se distinguent des autres plantes succulentes par l'absence de latex lors d'une blessure (**Salgado, T.T. ; Mauseth, J. D1997**).



Le genre *Opuntia* est le plus important et le plus répandu de la famille des cactacées. Il comprend environ 300 espèces réparties en quatre sous-genres,

L'*Opuntia ficus-indica*, plus connue sous le nom de figuier de barbarie, appartient au dernier sous genre de l'*Opuntia*.

### 3. Biologie du figuier de barbarie

Le figuier de barbarie est une plante originaire des régions arides et semi-arides du Mexique, qui a été introduite en Afrique du Nord vers le 16<sup>ème</sup> siècle. C'est une plante robuste qui peut mesurer jusqu'à 5 mètres de hauteur (Figure 3-a), avec un tronc épais et ligneux. Ses articles aplatis en forme de raquettes (cladodes) (Figure 3-b) de couleur vert mat, ayant une longueur de 30 à 50 cm et une largeur de 15 à 30 cm, sont couverts de petites aréoles, d'épines et de glucides blancs. Ses fleurs, marginales sur le sommet des cladodes, sont hermaphrodites, de couleur jaune et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante (Figure 3-c). Ses fruits sont des baies charnues ovoïdes ou piriformes pourvues d'épines (Figure 3-d). Ils sont généralement verdâtres ou jaunes à maturité. La pulpe est toujours juteuse, de couleur jaune-orangé, rouge ou pourpre, parsemée de nombreuses petites graines.



**Figure 3 :** Le figuier de barbarie : a) la plante, b) les cladodes, c) les fleurs, d) le fruit.

Sur le plan physiologique, l'*Opuntia ficus-indica* est une plante de type CAM (Crassulacean Acide Métabolisme). Elle a la particularité de fixer le dioxyde de carbone et de libérer l'oxygène pendant la nuit et de fermer ses stomates pendant le jour. Ce dispositif permet une moindre perte d'eau par évapotranspiration pendant les heures les plus chaudes. La pénétration de l'air par les stomates ouverts s'effectue pendant la nuit, et c'est à ce moment-là, que le dioxyde de carbone est fixé dans les tissus de chloroplaste par le phosphoénolpyruvate (PEP), résultant du métabolisme des hydrates de carbone via la glycolyse, pour donner l'oxaloacétate. Cet élément est à son tour transformé en malate pour être stocké dans la vacuole. Pendant le jour, le malate se décompose en pyruvate et libère le dioxyde de carbone et l'eau directement au niveau des tissus chlorophylliens qui s'en servent pour la suite de la photosynthèse selon le cycle de Calvin (Figure 2.3). C'est une différence fondamentale avec les plantes ordinaires (mésophytes), pour qui la photosynthèse s'effectue le jour à partir du dioxyde de carbone fraîchement importé de l'atmosphère géographique (Sutton, B.G. ; Ting, I.P. ; Sutton, R., 1981). (Leuttge, U., *New Phytologist*, 1993)

Traditionnellement, le figuier de Barbarie est multiplié végétativement par bouturage de raquettes. Les jeunes plantes peuvent entrer en floraison à partir de la 2ème ou de la 3ème année. La durée et la période du cycle annuel dépendent de la variété et de la zone (Poupon, J.E 1975 : MAMVA).

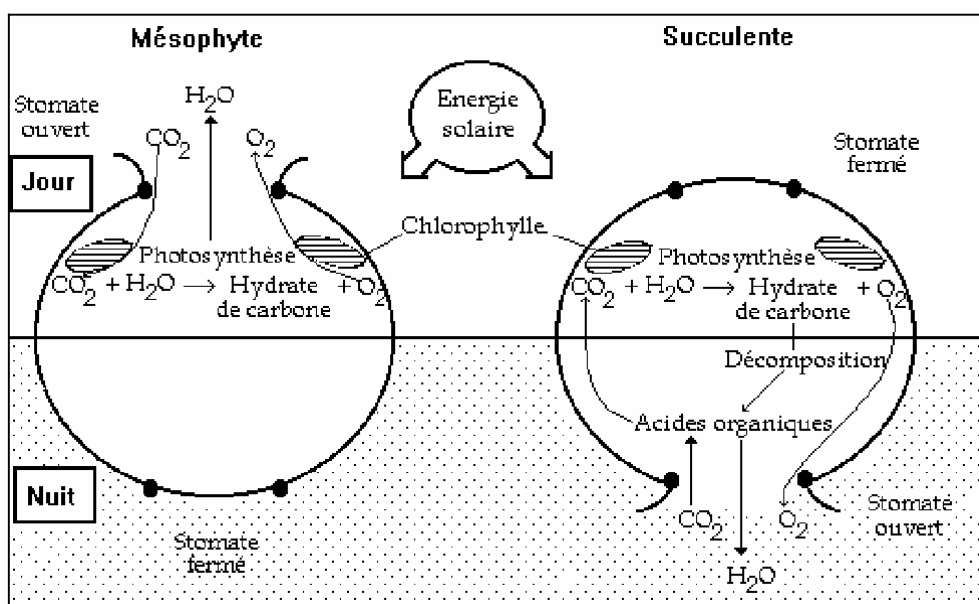


Figure 4 : Cycle photosynthétique des plantes de type CAM (Poupon, J.E 1975)

## 4. Aspects Botaniques

### 4.1. Position systématique

La position systématique du figuier de barbarie est la suivante :

**Règne :** *Plantae*

**Sous règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous-classe :** *Caryophyllidae*

**Ordre :** Caryophyllales

**Famille :** *Cactaceae*

**Sous-famille :** *Opuntioideae*

**Tribu :** *Opuntieae*

**Genre :** *Opuntia*

**Sous-genre :** *Platyopuntia*

**Espèce :** *Opuntia ficus indica*

**Nom commun :**

Figuier de Barbarie

**Nom latin :**

*Opuntia ficus-indica*

## 5. Exigences écologiques du figuier de barbarie

### 5.1. Facteurs édapho-climatiques

Le figuier de barbarie possède une grande adaptation aux conditions les plus hostiles (aridité du climat, salinité des sols, terrains de faible potentiel agricole). Son extension est limitée surtout par les basses températures hivernales, son seuil de tolérance étant de -10°C

Le cactus s'accommode mal des sols hydro morphes et asphyxiants. Les sols préférés sont les sols légers, sablonneux-limoneux. Il s'agit de sols légèrement pauvres en matière organique (0.1-1.8 %), ayant des pH légèrement acides (5.1-6.7). Pour plusieurs espèces *Opuntia* le pH du sol est un facteur limitant, mais l'*Opuntia ficus-indica* est rencontré même sur des sols calcaires (Nerd, A. ; Karadi, A. ; Mizhari, Y., *Plant soil*, 1991).

## 5.2. Facteurs biotiques

De nombreux parasites et maladies sont rencontrés dans le cactus (*Helmuth, G.Z. ; Granata, GNobel Ed., 1997*).

- La rouille (*Phyllostica opuntiae*): urédinée qui se manifeste par de petites taches de couleur jaune-rouille, circulaires, pouvant s'étendre en plaques irrégulières d'un blanc sale ou cendré. Ce sont surtout les cladodes de deux ans qui, une fois attaquées, n'émettent que peu de cladodes, et finissent par se dessécher. Maladie des zones humides, elle est efficacement combattue par des traitements à base de cuivre et l'ablation des raquettes parasitées.
- Le mildiou des cactus (*Phytophthora cactorum Schr., P. omnivera De Bary*) les symptômes de la maladie se présentent sous forme de cloques soulevant l'épiderme, d'état chlorotique prononcé et de taches brunâtres qui envahissent les fruits et les raquettes. La sensibilité à la maladie est variable en fonction des variétés.
- La cératite (*Ceratitis capitata Weid*) une mouche méditerranéenne des fruits qui peut occasionner des dégâts importants dans les plantations mal entretenues.
- Les cochenilles bien que généralement polyphagies, certaines espèces de cochenilles sont des parasites spécifiques et inféodées à l'espèce *Opuntia*. Certains cultivars inermes de cactées sont résistants aux cochenilles.

## 6. Répartition dans le monde

D'après Rose. 1958 on peut le trouver un peu partout dans le monde, grâce à sa résistance aux conditions de vie les plus dures, tel que les rigueurs du climat.

Aux années soixante-dix, peu d'intérêt a été accordé à cette espèce, avec le développement du marché des fruits exotiques en Europe et aux Etats Unis, les efforts se sont multipliés pour la domestiquer et en faire une culture industrielle, actuellement le figuier de barbarie est cultivé dans les régions arides et semi arides de plusieurs pays.

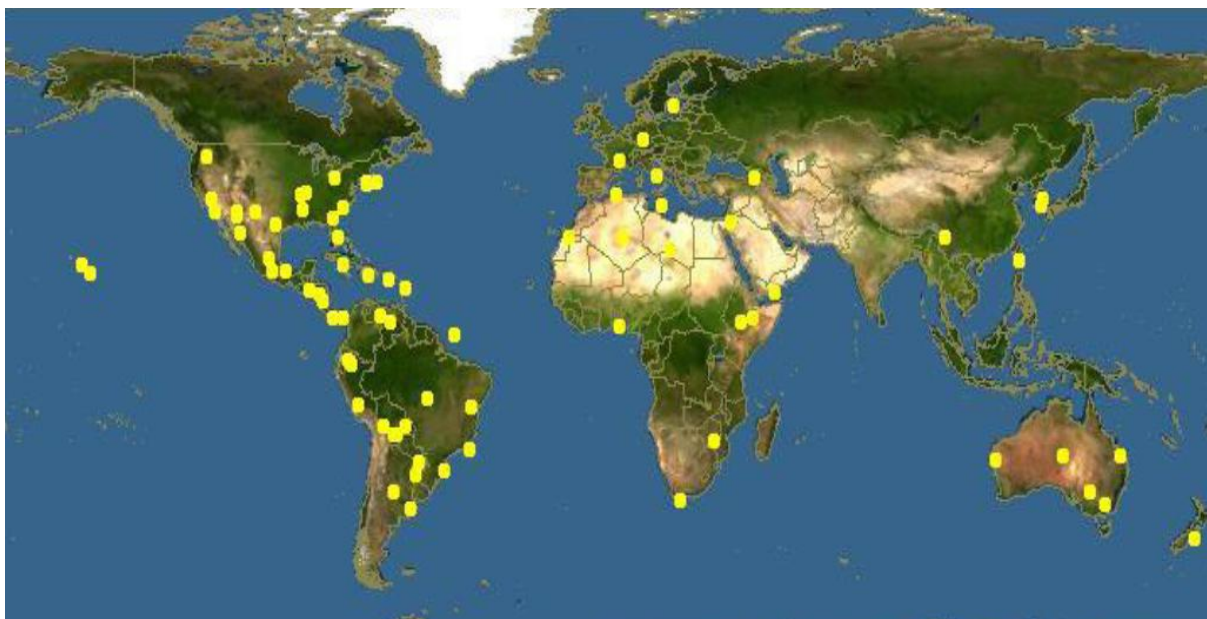
Au Mexique, sa culture s'étend sur une superficie de plus de 50.000 ha, en Italie, il est cultivé sur une superficie de 1000 ha avec des programmes de fertilisation et d'irrigation annuels.

En Afrique du sud la figue de barbarie a été sélectionnée et multipliée dans des zones arides (*Monjauze & Lehourou, 1966*).

En Afrique du nord, la figue de barbarie est plantée depuis des siècles par secteur

traditionnel, il est utilisé par les agriculteurs pour constituer des haies autour de leurs champs.

En Algérie, la figue de barbarie est répandue dans les milieux ruraux, c'est une plante familière du paysage algérien, il représente la clôture idéale dans certains zones rurales (**Baba. Aissa, 1991**). Au nord algérien, le cactus est utilisé pour la consommation de son fruit et comme étant un fourrage et généralement comme brise vent ou des haies autour des fermes et des petits villages.



**Figure 5** : Répartition mondiale d'*Opuntia ficus indica* ([www .map\\_of\\_opuntia ficus indica](http://www.map_of_opuntia_ficus_indica)).

## 7. Les variétés les plus connus

Dans le langage populaire, toutes ces cactacées à tiges aplaties portent le nom général de Nopal, et leurs fruits celui de Tuna.

Comme nous l'observons pour d'autres plantes, une même espèce de Nopal porte souvent des noms différents, selon la région, le pays où elle pousse, il arrive aussi que plusieurs botanistes, croyant avoir affaire à un spécimen non répertorié, donnent un nouveau nom à une espèce déjà reconnue.

Ainsi le botaniste anglais (**Philip Miller**) va-t-il d'abord baptisé *Opuntia vulgaris* le Nopal commun, puis appelé *Opuntia ficus indica* une de ses variétés les plus répandues, celle- la même que Linné appela *Cactus Opuntia*.

***L'Opuntia ficus- indica*** (figuier de barbarie.)

Il s'est naturalisé et prospère dans le monde entier. Cultivé, il est apprécié pour ses fleurs,

ses fruits et ses raquettes qui servent à la préparation de mets savoureux et de boissons rafraichissantes.

Il fut l'un des principaux partenaires des éleveurs de cochenille. On utilise toute la plante, y compris ses racines, à des fins médicinales.

*L'Opuntia Inermis (opuntia vulgaris balearica web)*, variété hybride dépourvue d'aiguillons obtenue par Burbank, est très prisé en Espagne, en Afrique du Nord et dans bien d'autre pays.

*O. Streptacantha* lem (**O. Cardona web**). Très apprécié par les laboratoires des Etats Unis qui l'utilisent en parapharmacie.

*O. Leucotricha DC.* Tous usages, notamment médicinal.

*O. Frutescens*, l'une des espèces fruitières préférées par les amateurs de Tuna, de melcoche, de colonche.

*O. Coccinellifera (Nopal à cochenilles)* appelé aussi *Nopalea coccinellifera*. Il est encore cultivé dans la région d'Oaxaca pour l'élevage des cochenilles femelles qui s'en nourrissent.

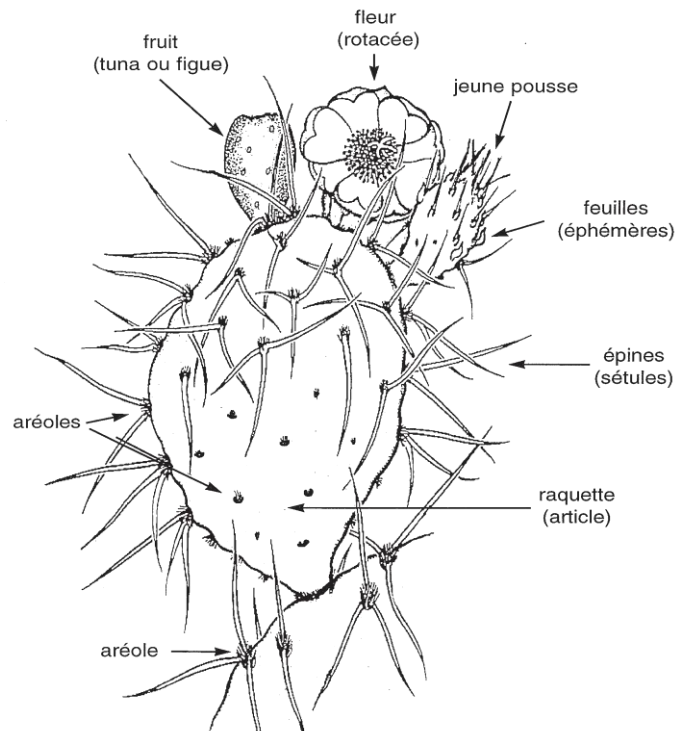
*Opuntia robusta wendl* : très prise à l'état sauvage par les herboristes et les guérisseurs. Cultivé au Mexique et au Costa-Rica.

*O. monacantha et O. dillenii* privilégiés en chine dans la préparation des vermifuges et des insecticides.

*Opuntia rafinesquei macrohiza*. Plante sauvage. Possède des racines, comme celles de la pomme de terre, développent un réseau de tubercules très recherchées pour leurs propriétés médicinales et magique.

*Opuntia subterranea*. Nopal sauvage encore mal connu, poussant en altitude.

## 8. Morphologie du figuier de barbarie :



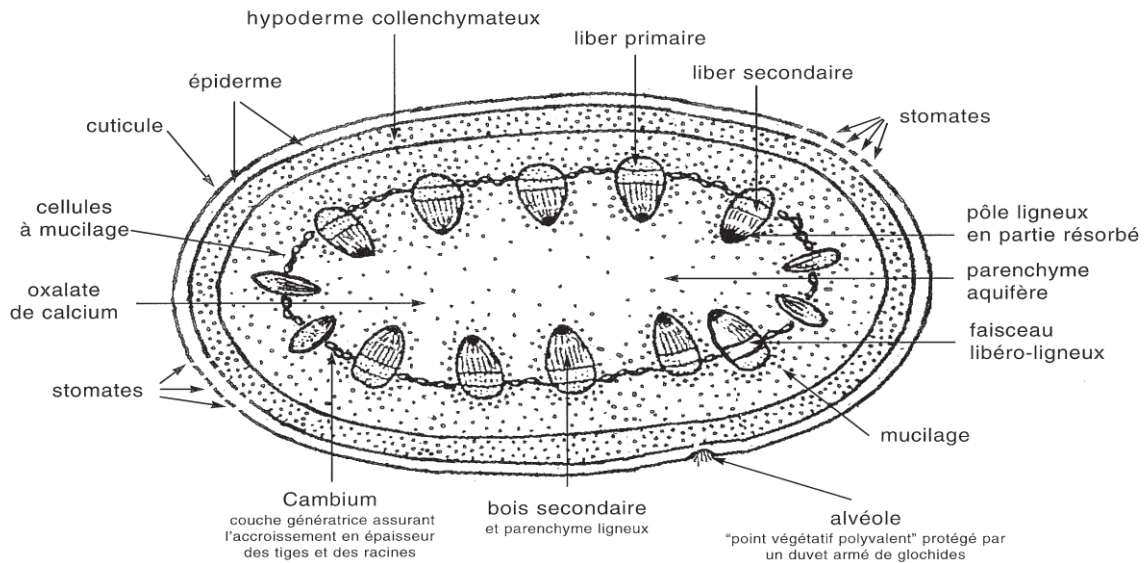
**Figure 6 :** Détail de l'*Opuntia Ficus-indica* Miller (Nopal)

(D'après Theodor Morgan Bock)

### a) La raquette :

Le figuier de barbarie c'est une plante arborescente qui peut atteindre de 3 à 5 mètres de haut. Son organisation en cladodes, couramment appelés « raquettes », est particulière. Les cladodes sont des tiges modifiées de forme aplatie, de 30 à 40 cm de long sur 15 à 25 cm de large et de 1,5 à 3 cm d'épaisseur. Unis les uns aux autres, ils tendent à former des branches. Ceux de la base se lignifient pour former au-delà de la quatrième année de croissance un véritable tronc. Ces cladodes assurent la fonction chlorophyllienne à la place des feuilles, et sont recouvertes d'une cuticule cérosee (la cutine), qui limite la transpiration et les protège contre les prédateurs. Les feuilles ont une forme conique et ont seulement quelques millimètres de long. Elles apparaissent sur les cladodes jeunes et sont éphémères.

Schéma d'une coupe transversale de la raquette d'Opuntia



*Document aimablement communiqué par le Dr Oskar Zimmermann*

**Figure7:** Schéma d'une coupe transversal de la raquette d'opuntia. (Dr Oskar zimmermann)

### b) La fleur :

A la base des feuilles se trouvent les aréoles (environ 150 par cladode) qui sont des bourgeons axillaires modifiés, typiques des Cactacées. Leur méristème, selon les cas, produit des épines et des glochides, ou bien émet des racines adventives, de nouveaux cladodes ou des fleurs. À noter que même l'ovaire et donc le fruit est couvert d'aréoles susceptibles d'émettre à nouveau des fleurs ou des racines.

Les épines proprement dites, blanchâtres, sclérifiées, solidement implantées, sont longues de 1 à 2 cm. Il existe des variétés inermes, sans épines. Les fleurs sont à ovaire infère, uniloculaire. Le pistil est surmonté d'un stigmate multiple. Les étamines sont très nombreuses. Les sépales peu apparents et les pétales bien visibles de couleur jaune orange.

Les fleurs se différencient en général sur des cladodes âgés d'un an, le plus souvent sur les aréoles situées au sommet du cladode ou sur la face la plus exposée au soleil. En principe, une seule fleur apparaît dans chaque aréole. Les jeunes fleurs portent des feuilles éphémères caractéristiques de l'espèce. Un cladode fertile peut porter jusqu'à une trentaine



de fleurs, mais ce nombre varie énormément selon la position du cladode sur la plante, son exposition, et aussi selon des facteurs physiologiques (nutrition).

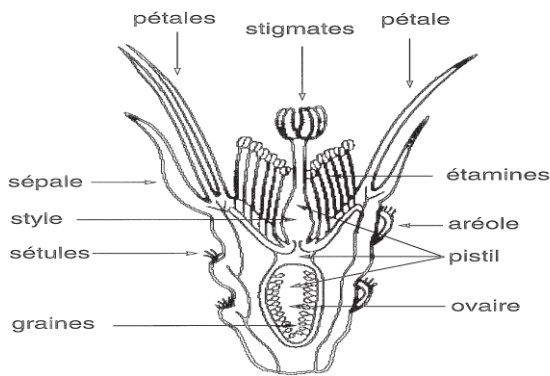


Figure 8: Coupe de la fleur

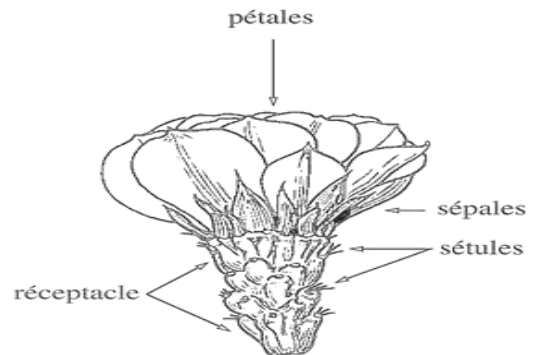


Figure 9 : Fleur vue de côté

**c) Fruit :**

Le fruit, ou figue de Barbarie, est une baie charnue, uniloculaire, à nombreuses graines (polyspermique) dont le poids peut varier de 150 à 400 g. Il dérive de l'ovaire infère adhérent au réceptacle floral. Certains auteurs le considèrent comme une fausse arille. Sa couleur est variable selon les variétés : jaune, rouge, blanc... La forme est également très variable, non seulement selon les variétés mais aussi selon l'époque de formation : les premiers sont arrondis, les plus tardifs ont davantage une forme allongée de pédoncule. Le nombre de graines est très élevé ; de l'ordre de 300 pour un fruit de 160 g.

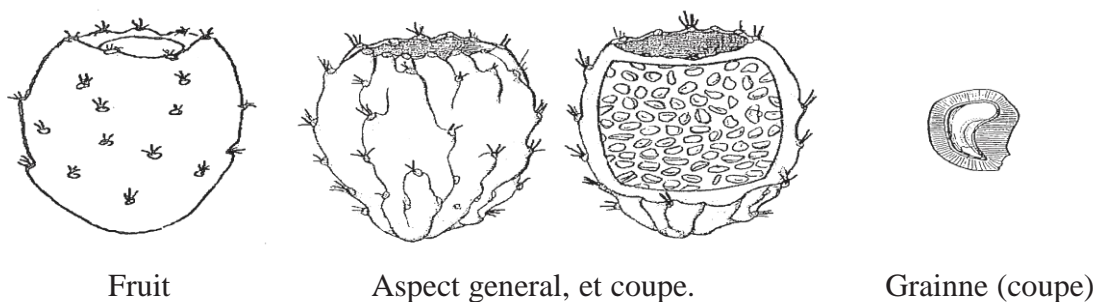


Figure10 : schéma d'un fruit de figuier de barbarie

## 9. Utilisation du figuier de barbarie :

Le figuier de Barbarie est une plante très utile pour les régions arides. Ses utilisations sont multiples :

### 9.1. Alimentation humaine

- Production de fruits (figues de Barbarie). Il existe plusieurs méthodes pour débarrasser le fruit des glochides en les frottant avec un balai, ou une brosse, à sec ou dans l'eau. Le fruit peut être pelé sans contact avec les doigts. **(site 1)**

- Produits dérivés: des huiles ou macérats très nourrissants à base de fleurs ou de fruits pour la peau, en Sicile on en fait une liqueur, le Ficodi.

- Les fruits sont gorgés de vitamine C (0,04 % du jus). Les fleurs aussi en contiennent une grande quantité. **(BS Maataoui, A Hmyene et S Hilali (2006))**

- Effet notoire de réduction des taux de glucose sanguin, de cholestérol et de triglycérides sanguins **(Le François P, Ruby F et Dionne JY)**

- Colorants alimentaires naturels : en effet 2 pigments ont été identifiés dans le figuier de Barbarie : un pigment jaune l'indicaxanthine **(Piattelli M, Minale L)** et un autre rouge-violet la bétanine (5-O-glucose bétanidine) **( Forni E, Polesello A )** Le jus obtenu à partir du fruit contient de 0,22 à 0,25 % d'indicaxanthine et de bétanine 0,027 % (fruit jaune orangé) à 0,3 % (fruit violacé). **(BS Maataoui, A Hmyene et S Hilali 2006)**

### 9.2. Alimentation animale

- Fruits
- Raquettes (à usage de fourrage)

### 9.3. Utilisation agricole

- Formation de haies défensives.
- Sert de barrière coupe feux.

### 9.4. Environnement

- Lutte contre l'érosion
- Conquête des sols

### 9.5. Usage industriel

- Colorants naturels extraits des fruits
- Production d'un colorant rouge par l'élevage d'une cochenille
- Production de mucilages (notamment pour les adhésifs)

### 9.6. Usage thérapeutique et cosmétique

- La figue de Barbarie est un puissant antidiarrhéique, et un constipant.
- Médecine populaire du Mexique.

La plante aurait de nombreuses propriétés cicatrisantes et anti-âges. Elle est Utilisée en crème de jour, après-soleil, anti-rides, anti-vergetures. En effet, l'huile de figue de Barbarie est riche en vitamines et minéraux, ainsi qu'en actifs réputés pour leurs propriétés anti-oxydantes, agissant ainsi contre le vieillissement cutané. Les pouvoirs de cette huile dépasseraient ceux de l'huile d'argan. Hydratante, nourrissante et adoucissante, l'huile de figues de Barbarie possède, entre autres, 65 % d'acides gras poly-insaturés (nourrissants) - contre 33 % pour l'argan, ainsi qu'un taux de vitamine E (anti-oxydante) supérieur à 100 mg / 100 g - contre 65 mg pour l'argan (**site2**).

- La poudre de la raquette du figuier de barbarie permettrait, en entrant en contact avec les lipides contenus dans l'estomac, de ralentir l'absorption de ces derniers par l'organisme.(**site 3**)

# **Chapitre II :**

## **CONDUITE TECHNIQUE DE LA CULTURE**

## 1. Mise en place de la culture

### 1.1. Travail du sol

Le cactus n'est pas très exigeant du point de vue sol. Cependant, conduit en verger, les meilleurs résultats sont obtenus dans des sols profonds, meubles, bien aérés, drainant bien et sans stagnation d'eau. Ainsi, pour constituer un verger de cactus irrigué, ou avec des irrigations d'appoints, le sol doit être travaillé à une profondeur de 60 à 70 cm, voire d'avantage, afin d'assurer un bon drainage, éliminer les mauvaises herbes et ameublir le sol pour qu'il puisse accumuler des réserves importantes en eau au cours de la saison des pluies.

Un labour profond en été suivi de deux couvertures croisées au début de l'automne, juste après les premières pluies, sont nécessaires. Si le sol est sableux ou sablonneux limoneux ces travaux peuvent se limiter à la préparation de trous ou à des rangs ou sillons suivant les lignes de plantations. La fumure de fond, qui dépend de la richesse initiale du sol, doit être apportée avant la plantation. Cependant, peu d'études existent sur le sujet. Les sols caillouteux ou sablonneux en cas d'alimentation en eau non régulière, engendrent une faible fructification, des petits fruits de qualité médiocre et entraînent une faible production. Dans de tels sols, un apport de matière organique est recommandé avant ou après l'implantation.

### 1.2. Multiplication végétative

Les cladodes sont le moyen le plus commun de multiplication des espèces du genre *Opuntia*. Même les cladodes de moins de 15 cm peuvent régénérer des tiges et des racines. Les aréoles des fruits après sensibilisation peuvent aussi être à l'origine de nouveaux plants. Ce sont les aréoles qui sont capables de générer des tiges nouvelles, des fleurs et des racines selon leur emplacement.

La bouture du Figuier de Barbarie est formée par un cladode de deux ans avec deux ou trois cladodes d'un an (**Barbera. 1991 cité par Mulas et al. 2004**).

Cette technique de multiplication est simple rapide économique et permet d'obtenir des plantes uniformes et identiques à la plante mère cela est particulièrement utile quand on souhaite maintenir les caractères favorables (**Pimienta. 1990 cité par Mulas et al. 2004**)

La multiplication est également possible en utilisant des rejets de racine ou les fleurs écloses. En effet chez ces dernières, les aréoles du réceptacle. Qui est un thalle modifié ont la capacité d'émettre des racines et des pousses végétatives (**Pimienta.1990 cité par Mulas et al. 2004**).

Les boutures peuvent aussi être préparées en partant de portions de cladodes (la moitié d'une cladode .1/4 .etc) ce qui permet une économie de matériel de propagation.

On peut en effet planter des boutures de différentes dimensions et avec nombre limité d'aréoles présentes à la surface du cladode . **Barbera et al ;(1993)** ont comparé à deux présentaient de 1 à 3 aréoles et aux dimensions variables qui atteignent jusqu'à  $\frac{1}{4}$  de cladode

L'utilisation des boutures de  $\frac{1}{4}$  de cladode implantés au printemps permet de réduire le temps de séjour des plants en pépinière les boutures plus petites permettent d'obtenir un grand nombre de plants . avec un minimum de matériel végétal .mais ils demandent plus de temps soins pour les préparer en pépinière.

### 1.3. Multiplication par semis de graines

La multiplication des Opuntias par les graines est moins courante par rapport à d'autres espèces arborescentes .les graines sont revêtues d'une tête recouverte d'une couche très dure qui constitue le faux arille issu du funicule qui enveloppe l'ovule et qui se lignifie à maturation de la graine. Cette couche protectrice ralentit l'imbibition et retarde la germination qui peut durer de 4 à 5 jours à 4 à 5 mois (**Mulas et al, 2004**).la présence de la lumière et d'une température optimale de 25-30 °C assurent une bonne germination (Gallo et al,2004).On peut aussi accélérer la germination et augmenter le pourcentage de graines germées par scarification chimique avec une solution d'acide chlorhydrique à 20% pendant 24 heures s'est révélée compromettante pour la germination (**Beltran et Rogelio,1981 cités Mulas et al ,2004**).

Seules les graines saines renfermant au moins un embryon viable sont sélectionnées.les graines avortées ne sont pas retenues . la moyenne des graines normales et anormales est indépendante du nombre de graines mais plutôt de l'espèce et des conditions environnementales (**Barbera et al ,1994 a**).la germination des graines quoiqu' issues du même fruit . Est très irrégulière. Les feuilles cotylédonaire peuvent apparaître généralement la quatrième semaine après semis (**Sanchez. 1992 cité par Mondragon et al ,1995**) Mais on peut accélérer la levée de la dormance par des traitements tels que la scarification mécanique ,le trempage dans l'eau chaude à 80°C ou dans une solution d'acide sulfurique diluée ou dans la gibbérelline (GA3).les graines peuvent être stockées pour de longues durées .Cependant , **Muratalla et al ,(1990)** cités par **Mondragon et al**

,(1995) ont signalé que le pouvoir germinatif des graines emmagasinées durant 9 ans diminue de 50%.

La multiplication asexuée à travers les graines présente cependant plusieurs inconvénients : la germination est lente car elle traverse d'abord une phase de latence les plantules ne sont pas uniformes du point de vue génétique et phénotypique : et elles traversent une phase juvénile très longue (Escobar et al.1986 ;Pimienta,1990 cité par Mulas et al ,2004). On peut aussi observer. lors de la multiplication par les graines, la formation de plusieurs embryons (polyembryonie). L'un d'eux, généralement d'origine sexuelle ,dérive de la fécondation du sac embryonnaire ou des tissus du nucelle (Pimienta,1990 cités par Mulas et al ,2004) .Cependant, cette technique n'est intéressante que dans des programmes de sélection. En effet, du fait que les parents sont hétérozygotes la ségrégation des caractères se produit dès la génération F<sub>1</sub> chaque plante F<sub>1</sub>. Constitue une source potentielle pour nouveau clone.

#### 1.4. Culture in vitro

En cas d'insuffisance de matériel végétal à multiplier, on peut recourir à la micro multiplication en utilisant les bourgeons axillaires ,Traités avec des solutions de benzyladénine ,cela permet, en partant d'un seul cladode , d'obtenir des milliers de plants .Escobar et al ,(1986) ont développé une méthode très efficace de micro propagation des espèces du genre *opuntia* . ils sont arrivés à produire à partir d'un seul cladode de 5cm , 25000 plants en 100 jours seulement en utilisant des concentrations différenciés.la technique de propagation par culture des tissus est largement pratiquée (Villalobos.1995).

## 2. Techniques de plantation

Les techniques de plantations revêtent une importance primordiale pour la réussite de la culture du cactus aussi bien en verger en culture fourragère qu'en simples plantation destinées à la lutte contre l'érosion ou à la réhabilitation des parcours. Elles englobent ;la méthode de plantation , la densité de plantation , l'orientation des lignes de plantation . le nombre de plants par emplacement et la date de plantation .

### 2.1. Méthodes de plantation

Le cactus peut être planté soit en plants espèces soit en lignes continues ou en lignes continues jumelées. En disposant les plants en carré légèrement aplati ou en triangle ou en plusieurs lignes juxtaposées. Le choix du type de plantation dépend de la superficie de la parcelle. Des conditions météorologiques. De l'intensité lumineuse. De la direction de la pente du terrain et surtout du type de culture (verger cactus, cactus fourrager , lutte contre l'érosion , ou réhabilitation des parcours).

On peut ainsi planter en lignes continues (un plant tous les 0.3 à 1cm) ou discontinues (un plant tous les 1.5 à 1m sur la ligne espacée de 0.8 à 1m entre les lignes jumelées et 5 à 8m entre deux lignes jumelées.

Dans les pays où l'irrigation goutte à goutte est couramment pratiquée l'espacement 1.5m entre les plants sur la ligne et 4m entre les lignes est généralement le plus utilisé, soit un peuplement de 1966 plants/ha (**Ingles,1995**).**Pimienta (1995)** cité par **Ingles(1995)** préconise pour des parcelles de moins de 5ha des peuplements de 1110 à 1966 plants/ha ,soit respectivement des distances de plantation de 2 à 3m entre plants et 3m entre les lignes .

Dans ces cas l'espacement entre plants sera occupé au bout de 2 à 3 ans surtout quand la taille n'est pas pratiquée annuellement . Les espacements serrés favorisent la formation de nouveaux cladodes. **Nerd et Mizrahi (1993)** cités par **inglese (1995)**,ont noté que les plantations serrées 4m entre les lignes et 1.5m entre les plants âgées de 2.5 ans peuvent produire jusqu'à 18 tonnes/ha de fruits et des cladodes très denses ce qui exige de nombreuses tailles.

Si on vise en même temps la lutte contre la dégradation et l'érosion du sol, la plantation peut être réalisée suivant la nature et l'inclinaison du terrain .Dans les endroits plats ,principalement dans les dépressions , où les eaux de pluie sont recueillies et leurs alluvions et détritiques sont accumulés , l'implantation sera réalisée en creusant des trous. Dans les terrains en pente on plantera en lignes, le long des courbes de niveau ,plus ou moins rapprochées suivant le degré de la pente , en disposant les boutures, distant de 0.5 à 1m , des tranchées de 30cm de profondeur .Des lignes ou des bandes de deux ou trois voire quatre rangs juxtaposées seront espacés en moyenne de 2 à 8 mètres , selon le degré de l'inclinaison et l'exposition, les plus fortes densités seront adaptées aux versants



exposés au Nord et les plus faibles densités aux versants opposés . En effet en cas de terrain en pente orientée vers le nord l'ensoleillement sera diminué sensiblement . Mais en limitant l'évaporation la végétation y sera plus luxuriante et inversement . Ce sujet sera traité avec beaucoup de détail au dernier chapitre de ce document.

## **2.2. Densité de plantation**

Les distances de plantation les plus pratiquées pour la culture du cactus varient de 0.4 m à 6m voire 8m entre les lignes et 0.40 à 4m sur la ligne ,Elles peuvent être choisies en fonction du mode de culture (pluviale ou irriguée) du type culture(vergers pour production de fruits, cultures fourragères ou cultures de nopals pour la consommation humaine , lutte contre l'érosion , etc) et du matériel agricole disponible pour la mécanisation des opérations agricoles (mise en place mécanique de paillage plastique , irrigation , désherbage , récolte , etc ). Les faibles distances sont utilisées essentiellement pour la culture fourragère et la production de nopals pour la consommation humaine, les grands écartements sont pratiqués en vergers pour la production de fruits.

Pour faciliter les calculs, le tableau 1 donne quelques peuplements à l'hectare en fonction des distances entre les lignes (interlignes) et entre les plants sur la ligne.

**Tableau 1** : Nombre de plants à l'hectare en fonction des interlignes (I) et des distances entre plants sur la ligne(i).

	Distances entre plants sur la ligne (i) en mètre								
I (m)	0.40	0.45	0.50	1	2	2.5	3	3.5	4
<b>0.40</b>	62500								
<b>0.45</b>	55555	49382							
<b>0.50</b>	<b>50000</b>	44444	<b>40000</b>						
<b>1.0</b>	<b>25000</b>	<b>22222</b>	<b>20000</b>	<b>10000</b>					
<b>1.5</b>	<b>16666</b>	<b>14814</b>	<b>13333</b>	<b>66666</b>	<b>3333</b>				
<b>2.0</b>	<b>12500</b>	<b>11111</b>	<b>10000</b>	<b>5000</b>	<b>2500</b>	<b>2000</b>			
<b>2.5</b>	<b>10000</b>	<b>8888</b>	<b>8000</b>	<b>4000</b>	<b>2000</b>	<b>1600</b>	<b>1333</b>		
<b>3.0</b>	<b>8333</b>	<b>7404</b>	<b>6666</b>	<b>3333</b>	<b>1666</b>	<b>1333</b>	<b>1111</b>	<b>952</b>	
<b>3.5</b>	<b>7142</b>	<b>6349</b>	<b>5714</b>	<b>2857</b>	<b>1428</b>	<b>1142</b>	<b>952</b>	<b>816</b>	<b>714</b>
<b>4.0</b>	<b>6250</b>	<b>5555</b>	<b>5000</b>	<b>2500</b>	<b>1250</b>	<b>1000</b>	<b>833</b>	<b>714</b>	<b>625</b>
<b>4.5</b>	<b>5555</b>	<b>4938</b>	<b>4444</b>	<b>2222</b>	<b>1111</b>	<b>888</b>	<b>740</b>	<b>634</b>	<b>555</b>
<b>5.0</b>	<b>5000</b>	<b>4444</b>	<b>4000</b>	<b>2000</b>	<b>1000</b>	<b>800</b>	<b>666</b>	<b>571</b>	<b>500</b>
<b>6.0</b>	<b>4166</b>	<b>3703</b>	<b>3333</b>	<b>1666</b>	<b>833</b>	<b>666</b>	<b>555</b>	<b>476</b>	<b>416</b>

Pour les distances de plantation qui ne figure pas sur ce tableau nous appliquerons la formule suivante :

$$P = 10000 / (I * i)$$

Avec P = peuplement en nombre de plans/ha

I = interlignes en mètre

i = distances entre plants sur la ligne en mètre

La culture du cactus peut aussi être pratiquée en jumelées. Dans ce cas les distances de plantation varieront de 0.45 m à 1m entre deux lignes jumelées. 3m à 6m (voire 8m) entre les lignes jumelées et 1m à 4m entre plants sur les lignes. Le tableau 2 donne quelques peuplements à l'hectare en lignes jumelées.

**Tableau 2 :** Nombre de plants à l'hectare (en lignes jumelées) en fonction des distances entre deux lignes jumelées (I) entre les lignes jumelées(J) et entre les plants sur la ligne (i).

		Distances entre les lignes jumelées ( j ) et entre plants sur la ligne (i) en mètre											
		J = 0.50m				J =0.60m				J = 1m			
I (m)	i	I=2m	i=3m	i=4m	i=1m	i=2m	i=3m	i=4m	i=1m	i=2m	i=3m	i=4m	
		=1m											
<b>2.50</b>	6666	3333			6451	3225			5714	2857			
<b>3.00</b>	5714	2857	1904		5555	2777	1851		5000	2500	1666		
<b>3.50</b>	5000	2500	1666		4878	2438	1626		4444	2222	1481		
<b>4.00</b>	4444	2222	1481	1111	4347	2173	1449	1086	4000	2000	1333	1000	
<b>4.50</b>	4000	2000	1333	1000	3921	1960	1307	980	3636	1818	1212	909	
<b>5.00</b>	3636	1818	1212	909	3571	1785	1190	892	3333	1666	1111	833	
<b>5.50</b>	3333	1666	1111	833	3278	1639	1092	819	3076	1538	1025	769	
<b>6.00</b>	3076	1538	1025	769	3030	1515	1010	757	2857	1428	952	714	

Pour les distances de plantation qui ne figurent pas sur ce tableau nous appliquerons la formule suivante :

$$P = [2 / ((I + J) \times i)] \times 10.000$$

Avec p = peuplement en nombre de plants/ha

I = distance entre deux lignes jumelées en mètre

J = distance entre les lignes jumelées en mètre

I = distance entre plants sur la ligne en mètre.

### 2.3. Modalités de plantation

L'utilisation des cladodes est la technique la plus pratiquée pour la plantation du cactus. Les cladodes simples, leur portion les plus grandes (1/2 voire 1/4 dans certains cas) ou leur portion plus petites élevées en pépinière jusqu'à émission d'un premier cladode, etc. Sont communément utilisées. Cependant, l'emploi d'un seul cladode est plus judicieux pour l'obtention d'un verger homogène.

L'application de l'auxine Acide Indolbutyrique(AIB). A la dose de 400ppm sur des cladodes avant la plantation, permet de favoriser la croissance des racines, la masse racinaire et le développement du plant avec une production importante de nouvelles pousses (cladodes) et une augmentation de leurs dimensions et leur poids (**Sedki et al,2006**). On peut aussi utiliser des cladodes composés de plusieurs cladodes, qui permettent une fructification plus précoce, mais il est difficile de procurer ce type de plants en quantités suffisantes pour emblaver de grandes superficies.

L'âge des cladodes utilisés comme plant importe beaucoup. Les cladodes âgés d'un an minimum donnent de meilleurs résultats que les cladodes plus jeunes (**Singh et Singh,2003**).

Il est important de laisser les cladodes sécher à l'ombre durant 1 à 4 semaines pour cicatriser les parties coupées et éviter les pourritures qui se produisent presque instantanément lors de leur plantation encore fraîches. Si on opte pour la plantation de cladodes fraîchement coupés il est conseillé de les traiter préalablement par une solution de Methridathion à 0.4 mg/litre d'eau ou d'Oxychlorure de cuivre à raison de 1mg/l pour stériliser les plants et éviter leur pourrissement (**Ingles,1995**).

Pour la production maraichère (nopal) ou fourragère, la plantation de deux cladodes juxtaposés en lignes jumelées, espacées de 40 à 50cm entre plans et 1 à 1.5m entre les emplacements, permet une croissance rapide et une production élevée de nouveaux cladodes. Cette technique pourrait être aussi utilisée en verger fruitier ou en culture mixte pour la production de fruits et de cladodes comme légume ou fourrage mais les distances de plantation entre plans, aussi bien sur la ligne qu'entre les lignes, devraient être suffisamment grandes dans le premier cas pour permettre d'élever les plants en arbre en formes de vases ouverts et relativement étroite dans le second cas. Les distances de

plantation peuvent ainsi varier de 1 à 4 voire 5m entre plants ou agglomération de plants sur la ligne et 6 à 8m entre les lignes..

#### 2.4. Date de plantation

En comparant le comportement de boutures plantées en automne, en hiver et au printemps dans les conditions de la Sardaigne, **Mulas et al., 1992** cités par **Mulas et al., 2004**, ont montré que, contrairement aux boutures plantées en hiver, les boutures plantées en automne présentent un faible pourcentage d'échecs, des racines plus nombreuses et plus lourdes par bouture. Cependant, le nombre de pousses par bouture est supérieur pour l'implantation printanière tandis que le nombre de fruits est meilleur à l'implantation hivernale. En tenant compte des températures et de la pluviosité des différentes périodes de l'année, ils concluent que l'automne est la meilleure période pour l'implantation du figuier de barbarie dans les conditions méditerranéennes.

En effet, en culture pluviale, la date de la plantation doit coïncider avec l'arrivée des premières précipitations automnales et hivernales. Les cladodes qui serviront de plants seront coupés et déposés dans endroit sec et aéré pour sécher pendant au moins une semaine. Ils ne seront ainsi coupés et préparés qu'au moment de la plantation pour être aussitôt plantés. Les premières pluies automnales suffiront aux plants à émettre suffisamment de racines et de jeunes cladodes. La croissance sera ralentie par les températures hivernales mais elle reprendra très vite au printemps. En années pluvieuses ou sous irrigations le nombre de cladodes formé en une saison peut atteindre 40 à 60 cladodes selon le clone utilisé. Si l'année est " sèche " le nombre de cladodes émis quoique faible (3 à 10) selon la quantité de pluie reçue, est suffisant pour emmagasiner suffisamment d'eau et pouvoir résister aux fortes chaleurs estivales.

En culture irriguée, il semble que toutes les périodes propices à la plantation surtout dans les zones côtières où les températures hivernales et estivales sont clémentes. Cependant, dans les régions continentales, il faut éviter les mois les plus froids (décembre et janvier) et les mois les plus chauds (juillet et août) qui stresseraient les jeunes plants et causeraient les pourritures des plants.

Si la plantation est effectuée durant une saison sèche et sans aucun apport d'eau, l'émission de racines est pratiquement nulle. Les cladodes utilisés comme plant perdent

l'eau qu'ils contiennent et flétrissent petit à petit. Certains jeunes cladodes voire de jeunes fruits peuvent même apparaître et croître convenablement, donnant l'impression d'une plantation réussie. En réalité, ces bourgeons ne se développent qu'au détriment des réserves prélevées dans leur cladodes mère ce qui contribue davantage à leur affaiblissement.

**Tableau 3 :** Quelques règles de base nécessaires à la réussite d'une plantation de cactus

PREPARATION DU SOL	
Recommandés	A éviter
<ul style="list-style-type: none"> <li>-un sol à structure grumeleuse fine et aérée favorisant la reprise des plants.</li> <li>-Un sol mouillé se compactant lors du travail du sol et de la récolte, ce qui réduit le déplacement de l'eau.</li> <li>- la préparation du sol avant l'hiver permet d'obtenir une structure stable.</li> <li>-le sol ne doit être travaillé que s'il est ressuyé sinon on risque son compactage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-le travail profond ou superficiel d'un sol mouillé crée une structure instable qui se ressuie mal.</li> <li>-Ne pas enfouir la matière organique trop profondément car elle a besoin d'oxygène pour se décomposer et risque de créer un milieu asphyxiant pour le jeune plant.</li> </ul>
PREPARATION DES PLANTS	
Recommandé	A éviter
<ul style="list-style-type: none"> <li>-laisser les plants sécher et cicatriser la zone coupée à un endroit sec et aéré pendant au moins 15 jours</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ne pas laisser les plants de cactus au soleil</li> </ul>
PLANTATION	
Recommandé	A éviter
<ul style="list-style-type: none"> <li>-l'idéal est de faire un trou assez grand, y placer les 2/3 basales du plant (cladodes) quand le cladode est grand et 1/3 à 1/2 quand celui-ci est petit. Irriguer aussitôt cela est fortement recommandé en sols lourds.</li> <li>-Planter à la pioche sans trop appuyer sur le sol car cela gênera l'émission des racines. Une irrigation est fortement recommandée après plantation même en terrains humides.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ne pas trop appuyer un sol mouillé car il se compacte et provoque l'asphyxie des racines.</li> <li>-Ne pas mettre d'engrais ou du terreau enrichi dans les trous de plantation car on risque de brûler les racines.</li> <li>-Eviter les plantations tardives en sols légers car les plants n'auraient pas le temps d'émettre suffisamment de racines pour supporter un été sec.</li> </ul>

---

La reprise d'un plant de cactus comme tout autre plant est totalement dépendante du développement de son système racinaire car la croissance des pousses, autrement dit nouveaux cladodes, sera proportionnelle au développement des racines. Pour un bon développement du système racinaire il faut respecter points suivant :

-Avoir un support stable , le sol , qui aura pour fonction de maintenir le plant et mettre à sa disposition l'eau et les éléments nutritifs, De ce fait , le jeune plant doit avoir u départ un bon contact avec le sol pour favoriser l'enracinement.

-Un milieu humide mais sans excès d'eau pour alimenter le plant et véhiculer les éléments nutritifs. Cependant , il ne faut pas planter dans un sol mouillé au départ Celui-ci sera légèrement humide et friable.

-Un milieu aéré , un point très important, mais parfois négligé lors de la plantation. Les racines du cactus ont un besoin indispensable d'oxygène pour se développer à l'instar des autres plantes.

Les problèmes de reprise des plantations effectuées lors de fortes précipitations auraient quasiment tous pour origine le manque d'air dans le sol, ce qui conduirait à l'asphyxie des racines et pour ainsi dire de la plante entière. Ce phénomène est d'autant plus marqué dans le cas des sols lourds. Pour que le sol soit bien aéré , il doit être capable d'évacuer l'eau en excès. Dans un sol bien travaillé, ce sont de très petits « canaux » qui évacuent l'eau vers le sous-sol par capillarité. Lors d'une forte pluie ou une irrigation, l'eau aspire l'air atmosphérique et crée une aération pour les racines. Dans le cas des jeunes plantations où les sols sont fraîchement travaillés ces petits canaux ne sont pas encore mis en place.

Le sol se comportant alors comme une éponge, n'évacuant pas les excès d'eau et n'aspirant pas d'air, seule l'évaporation par les rayons solaires peut alors évacuer les excès d'eau ce qui prend parfois plusieurs jours par temps humide.

Dans de nombreux cas on ne manquera pas de voir apparaître un grand nombre de bourgeons floraux sur les cladodes récemment plantés mais il est fortement conseillé de les supprimer aussitôt après leur apparition pour stimuler l'émission de nouvelles repousses et former en premier lieu la partie végétative.

Dans le cas de l'utilisation des portions de  $\frac{1}{2}$  cladode, surtout celles coupées dans le sens la longueur, il faut absolument enlever plus des  $\frac{2}{3}$  de leur longueur afin d'éviter les torsions de plants qui se produisent à cause de la forte charge et le poids de leurs propres repousses.

### 3. Types de taille

Les objectifs de la taille changent en fonction de l'âge de la plantation. On peut distinguer ainsi 3 types de taille : la taille de formation, la taille d'éclaircissement et la taille de rajeunissement.

#### 3.1. Taille de formation

Ce type de taille vise la formation de la charpente de l'arbre et le développement de la couronne, Elle se pratique à partir de la deuxième à la cinquième année de plantation, dès que les plants commencent à fructifier. L'objectif principal est de permettre une meilleure exposition des cladodes aux rayons solaires, de faciliter les opérations culturales (traitements phytosanitaires, taille, élimination d'excès de fruits, récoltes...) et la production de nouveaux cladodes fructifères.

La taille de formation consiste à orienter la croissance de jeunes plants de façon à avoir la forme de l'arbre souhaitée. Pour obtenir la forme de vase ouvert, (arbre ou d'arbuste), la plantation sera effectuée en utilisant un seul cladode ou un cladode formé de deux à trois cladodes ou voire plusieurs cladodes au même emplacement, disposés en triangle ou en carrée, plantés verticalement.

Durant la première année de plantation il est nécessaire d'enlever les jeunes cladodes émis à la base du cladode mère et ceux qui pendent vers le bas ou qui poussent horizontalement. Pour obtenir des arbres en forme de vases ouverts il ne faut pas laisser plus de deux cladodes au sommet du cladode mère. Les plants orientés en forme d'arbuste ne possèdent pas de tige principal mais tendent à grossir en volume et à produire énormément de cladodes «fertiles» répartis dans la partie extérieure dans un angle de 25 à 30°. Il est aussi conseillé d'éliminer, durant les premiers stades de développement du jeune plant, les cladodes et les fruits non sains pour éviter leur compétition (**Inglese, 1995**). Une taille réussie consiste le plus souvent à maintenir « la jupe de l'arbre » suffisamment surélevée par rapport au niveau du sol.



### 3.2. Taille d'éclaircissement

L'éclaircissage consiste en un dégagement sélectif des branches entières ou de simples cladodes pour augmenter la pénétration de la lumière et la bonne circulation de l'air à travers la ramure de l'arbre. Cependant, il ne faut pas dégager plus d'un quart de la ramure en une seule fois pour éviter un stress trop important et production excessive de nouveaux cladodes. S'il est nécessaire de pratiquer une taille plus importante, il faudra l'étaler sur au moins deux années.

Cette taille est indispensable afin d'obtenir une couronne bien structurée, facilitant le passage de l'air et de la lumière. Son but est de faire exposer un grand nombre de cladodes aux rayons solaires pour favoriser la croissance et la fructification. En effet, contrairement aux cladodes exposés au soleil très fertiles, les cladodes de la partie intérieure du plant, souvent ombrés, sont très peu productifs.

Pour ce faire, il faut tout d'abord tailler les branches qui poussent vers l'intérieur de la couronne et penser ensuite à éclaircir les branches verticales, concurrentes et latérales ainsi que les branchages faibles et trop serrés. Généralement, la grande superficie des cladodes ainsi que leur épaisseur exigent une taille sévère pour assurer une bonne répartition de la lumière à l'intérieur du plant. En outre, les cladodes cachés au milieu de la masse végétative du plant et les cladodes effleurant le sol, très vulnérables aux attaques d'insectes ou de maladies, seront traités difficilement.

La compétition entre les cladodes entrave leur développement. En règle générale, il ne faut pas laisser plus de deux cladodes sur le cladodes mère pour augmenter leur croissance et minimiser les effets du vent.

### 3.3. Taille de rajeunissement

Les plants âgés de 25 à 30 ans montrent généralement une forte diminution de la fructification et l'émission de nouveaux cladodes. Dans ce cas la taille de rajeunissement est souvent pratiquée comme méthode alternative à l'élimination de tout le verger. Elle consiste à rajeunir la plantation en effectuant une taille très sévère en éliminant toutes les cladodes jeunes jusqu'à atteindre ceux âgés de 4 à 5 ans (Mulas et D'hallewin, 1992). Pour ce faire on rabat les rameaux latéraux jusqu'à la branche latérale inférieure et on raccourcit la branche centrale de telle sorte à ce que l'ensemble forme différents triangles dont la branche centrale conserve la position dominante.

Généralement les plants ainsi taillés re-fructifient 2 à 3 ans après selon l'intensité de la taille pratiquée. Les effets de la taille peuvent être atténués en fertilisant les plants par l'urée à raison de 60 kg/ha (Inglese ,1995).

### **3.4. Période de la taille**

Comme toute méthode de traitement ou d'intervention technique, la taille du cactus ne doit pas être confiée à une personne non seulement de manière à favoriser le développement des plants mis aussi de contribuer à leur meilleure santé. En effet, il arrive le plus souvent que le résultat obtenu soit à l'inverse de celui escompté. Car une taille veut dire des blessures que l'on cause à la plante. Ces blessures provoquent un stress auquel la plante doit réagir. Ainsi si cette taille est pratiquée de façon non conforme (comme c'est souvent le cas pour les arbres fruitiers) et à une mauvaise période, de sérieux problèmes peuvent en découler, surtout lorsqu'on cherche à donner une forme artificielle à l'arbre en voulant réduire anormalement sa taille.

La taille ne doit pas être pratiquée durant la saison des pluies ou durant les périodes froides pour éviter le pourrissement des cladodes. Elle sera effectuée à la fin de l'automne et jusqu'au début de l'hiver, mais pas plus tard car il faut que la cicatrisation soit complète lors de la remontée de la sève au printemps. Dans cette période de l'année les températures seront suffisamment élevées pour faciliter la cicatrisation des blessures. Cependant, si la taille vise l'éclaircissage des cladodes et des fruits émis au cours de la même année, elle sera effectuée au printemps et au début de l'été en éliminant les cladodes non fructifères et les fruits en surcharges sur chaque cladode pour éviter leur compétition. Par ailleurs au moment de la taille certaines maladies peuvent être véhiculées par les outils. Pour éviter des contaminations il est recommandé de désinfecter les outils après chaque ligne opérée voire même si possible après chaque plant traité.

## **4. Fertilisation**

### **4.1.Fertilisation du cactus**

L'objectif de la fertilisation est de maintenir ou d'améliorer le pouvoir nutritionnel d'un sol en vue de satisfaire les exigences des cultures et d'atteindre ou d'approcher le meilleur rendement avec une qualité tout en préservant l'environnement dans des conditions économiquement acceptables. Pour une agriculture raisonnée il s'agit d'effectuer un bilan dont l'objectif est d'équilibrer les besoins des cultures avec les éléments déjà présents dans le sol (reliquat et minéralisation) et les fertilisants ajoutés. Afin d'éviter que les sols ne les sols ne s'appauvrissent

pas, il est nécessaire de compenser les éléments nutritifs par la récolte précédente ou ceux lessivés par les pluies ou les irrigations.

Les espèces du genre *Opuntia* présentent une productivité très basse souvent en raison des conditions environnementales dans lesquelles se développent ; sols pauvres en matières organiques et en éléments fertilisants, faibles précipitations, etc. Ces facteurs, fortement limitant, ne leur permettent pas d'exprimer pleinement leurs potentialités génétiques. Rien qu'en comparant, en mode traditionnel, les cultures de cactus qui ne reçoivent habituellement aucun apport d'éléments fertilisants avec les plantations luxuriantes des arrières cours des maisons, qui bénéficient des apports en fumier, en cendre, en ordures ménagères et en eaux usées des habitations, on remarque une nette différence.

En comparaison avec d'autres cultures, telle que le maïs, le haricot, le soja, la pomme de terre, etc. ; relativement peu d'études ont été effectuées sur la fertilisation et la nutrition du cactus, genre *Opuntia* cultivée (**Valdez-Cepeda et al, 2002 cités par Murillo-Amador et al, 2005**). Cependant, vu l'importance des prix des fruits offerts aux marchés locaux et l'exportation, cette culture a suscité ces dernières années un regain d'intérêt (plantation en verger, fertilisation voire fertigation, etc.) généralement, les doses de fertilisation, N-P-K appliquées dans les plantations du figuier de barbarie sont très différentes les uns des autres :160-0-0(Nobel et al.1987) :20-0-0 et 40-0-0(Mondragon et Pimenta, 1990 cités par Murillo-Amador et al,2005 );30-0-0,60-0-0,120-0-0,et 60-20-35(Nerd et Mizrahi,1992 cités par Murillo-Amador et al ,2005),224-112-00(González et Everitt, 1990 cités par Murillo-Amador et al,2005),et 80-40-40(**Aguilar,1999 cité par Murillo-Amador et al,2005**).

Cependant, il faut faire très attention à l'égard de la fertilisation azotée car les espèces du genre *Opuntia* ont la particularité d'absorber et d'accumuler des nitrates facilement dans leurs cladodes ce qui peut les rendre toxiques pour les personnes et les animaux qui les consomment (**Valdez-Cepeda et Blanco-Macias,cités par Murillo-Amador et al.2005**).

Quant à l'effet du potassium et du phosphore les résultats obtenus ont été quelques peu contradictoires. Pour **Murillo-Amador et al. (2005)** les doses et les sources du potassium et du phosphore ne présentent aucun effet sur la production de jeunes cladodes du figuier de barbarie. Pour **Nerd et Mizrahi (1992)** l'apport du phosphore et du potassium aux d'*O. Ficus indica* n'ont pas affecté de manière significative la production des bourgeons floraux aux fertilisations par le N, le P et le K (**Nerd et al, 1991a**). enfin Murillo-Amador et al.(2005) ont émis la recommandation de réduire sinon d'éliminer carrément la fertilisation des sols calcaires et salins

par du phosphore. La même recommandation a été énoncée par Auquino et Barcenas.(1999) cités par Murillo-Amador et al. (2005) pour l'azote en sols à forte salinité.

Sachant que les espèces du genre *Opuntia* présentent une interaction élevée avec les conditions environnementales dans lesquelles ils se développent, l'absorption des éléments fertilisants et la croissance végétative dépendent beaucoup du génotype (**Murillo-Amador et al.2005**). De ce fait, la fertilisation du cactus doit tenir compte non seulement de l'espèce, voire de la variété au sein de même espèce, mais aussi du type de culture et de production (fourrage, jeunes cladodes pour la consommation humaine, fruits, production mixte, etc.). A titre d'exemple pour une culture de cactus destinée à des fins fourragères la teneur en phosphore dans les plants non fertilisé est généralement très faible en cet élément.

## 4.2.Recommandations

La fertilisation ne s'avère profitable que si elle est justifiée par des données sur la fertilité du sol et sur l'apport en éléments fertilisants du fumier, des résidus de cultures et d'autres sources de matière organique. Sur les sols très pauvres, on a parfois avantage à remettre dans le sol autant et même plus azote, de phosphore et de potassium que ce qui est enlevé par la culture. Inversement, toute fertilisation des sols déjà très fertiles ou ayant bénéficié peu auparavant d'un apport important de fumier n'entraînera aucun profit additionnel et pourrait même nuire à la culture et à l'environnement.

Une fertilité optimale favorise l'obtention de rendements optimaux tout en maximisant la rentabilité de la culture. Elle contribue aussi à maintenir l'équilibre de la fertilité et à éviter l'apparition de différents problèmes culturaux ; les carences ou la croissance excessive des mauvaises herbes. Fertiliser sans excès permet aussi de réduire les risques de contamination des eaux par les éléments nutritifs notamment l'azote et phosphore.

Les analyses de sol constituent le meilleur moyen pour déterminer les quantités précises de phosphore, de potassium, de magnésium, d'oligo-éléments et de chaux nécessaires à la culture, Elles permettent aussi de prendre en compte la variabilité existante entre les différents types de sols quant à leur capacité à satisfaire les besoins de la plante en élément fertilisants pour éviter des déficits ou surplus. Il est également nécessaire de définir les besoins en éléments fertilisants en se basant sur la composition chimique des jeunes cladodes de différents âges.

La fertilisation du cactus doit aussi tenir compte du système de production et du type de production (irriguée ou non, production de fruits, production de « nopals » pour la

consommation humaine ou de cladodes pour l'alimentation animale, etc.). En effet, les apports azotés, par exemple, seraient inférieurs pour culture fruitière en comparaison avec la production de nopals ou de cladodes fourragers (**Valdez-Cepeda et al, 2002 cités par Murillo-Amador et al, 2005**).

## 5. Floraison et fructification en hors saison

### 5.1. Scozzolatura

La floraison et la fructification du cactus. *Opuntia ficus indica* (L) Miller, se produit habituellement une seule fois, en une seule vague, par an. Le flux de bourgeons (floraux et jeunes cladodes) est étalé sur une période de plusieurs semaines voire plusieurs mois. Le plant peut ainsi porter en même temps des bourgeons floraux, des fleurs, de jeunes cladodes et fruits mûrs (**Nerd et al, 1989 et Wessels et Swart 1990**). Par contre, dans certaines régions du globe, notamment au Chili et aux Etats Unis, deux vagues de floraison successives se produisent naturellement (**Curtis, 1979, Nerd et al 1991 a et Sudzuki et al ,1993**). Ainsi, afin d'exploiter cette propriété ou particularité du cactus (*Opuntia ficus indica* (L) Miller) dans le pourtour méditerranéen plusieurs chercheurs ont réussi non pas à avoir une deuxième vague de floraison mais à induire une seconde floraison en hors saison artificiellement en supprimant la totalité des bourgeons floraux et des jeunes cladodes formés au printemps (Planche 3a et 3b).

En effet, en éliminant, entre fin mai et juin, selon les années, tous les bourgeons floraux et les jeunes cladodes émis au printemps (Planche 3a et 3b), une seconde vague de floraison réapparaît (Planche 4a comparée à la Planche 4b) 30 à 40 jours après leur ablation (**Barbera et al. 1991, Brutsch et Scott, 1991 et Nerd et Mizrahi, 1994**). En pratiquant cette technique, connue sous le nom ; « Scozzolatura » (**Coppoler, 1827 cité par Barbera et al ; 1991**), les fruits obtenus en hors saison (septembre à décembre). Particulièrement plus gros et savoureux et renfermant moins de grains et plus de chairs, sont de meilleure qualité que les fruits produits en été à partir de la deuxième décade du mois d'août (**Barbera et inglese, 1993, Mulas, 1997 et Neiddu et al ; 1997**). Dans les conditions marocaines du Sud-ouest, les fruits obtenus en hors saison par la Scozzolatura, en mûrissant en octobre à fin novembre, auraient une valeur commerciale largement supérieure aux fruits de saison (**Boujghagh, 2010b**).

Cette extraordinaire particularité est désormais utilisée en Italie pour la production de fruits de cactus en hors saison à grande échelle (**Barbera et al ; 1992**). Ainsi dans une perspective de production de fruits en hors saison, la maîtrise de la technique « Scozzolatura » serait d'une grande utilité. Cependant, le choix de la variété apte à refleurir (**Barbera et al ; 1991 et**

**Boujghagh et Taoufiq, 2007)** et le moment propice pour effectuer les ablations (**Barbera et al ; 1991, Brutsh et Scott, 1991 et Boujghagh, 2010b**) sont d'une importance primordiale.

Le stade plein floraison est le moment propice pour pratiquer la technique « Scozzolatura » avec succès. En effet, la période d'élimination des repousses printanières (fleurs et jeunes cladodes) influe beaucoup sur le taux de fleurs réapparues, le développement des fruits et l'époque de leur maturité (Barbura et al ; 1991, Brutsch et al ; 1991 et Boujghagh 2010b). Leur prélèvement après la chute des corolles réduit ce taux de 50 à 70%. Leur ablation avant l'ouverture des fleurs raccourcit la durée du développement des fruits et provoque une précocité de leur maturité ; de 15 à 20 jours par rapport au prélèvement effectué en pleine floraison et 30 à 40 jours par rapport au prélèvement effectué au stade fin floraison.

## **6. La récolte**

La récolte des figues de barbarie est une opération très importante pour préserver leur qualité durant le stockage et la commercialisation. Elle doit être effectuée très délicatement et avec beaucoup de soin pour éviter les pourritures des fruits qui peuvent survenir aussitôt après leur récolte. Les figues de barbarie, très sensibles aux outils utilisés pour la récolte et surtout a leurs propres glochides qu'il portent, requièrent des précautions particulières lors de leur récolte et leur manutention. Ils ont porté les cladodes mères d'une manière articulée ce qui permet par un léger fléchissement ou une légère torsion de les récolter facilement. Cependant, l'expérience du cueilleur, le type de variétés et le stade de maturation sont des facteurs déterminants permettant d'éviter de causer des dommages et des blessures non seulement sur les fruits mais aussi particulièrement à leur base d'insertion sur les cladodes.

Traditionnellement la récolte des fruits s'effectue manuellement en se protégeant les doigts contre les glochides par un torchon, un morceau de tissu ou de carton ou une touffe d'herbe verte ou sèche. Les fruits hors de portée de main sont récoltés en utilisant un bâton le plus souvent un roseau de 3 à 4m de long aménagé à son extrémité en crochet à 3 ou 4 pointes non aiguisées ou entourées d'un fil pour éviter les blessures des fruits. Cet outil correctement bien préparé, est utilisé pour la récolte durant plusieurs campagnes. En effet, une fois la récolte terminée un bon outil est souvent accroché horizontalement contre un mur jusqu'à la récolte prochaine. Il est souvent choisi par les cueilleurs en fonction de son agilité, sa maniabilité et surtout aptitude ne pas provoquer de blessures sur les fruits.

# **Chapitre III :**

## **ACTION DU JUS DE RAQUETTE SUR LA CONSERVATION DE YAOURT**

## Partie 1 : Valorisation et utilisation du jus de raquette

Le figuier de Barbarie est une plante très utile pour les régions arides. Rien ne se perd de cette plante, de la racine jusqu'aux épines. Ce qui demeure aussi la solution à presque à tout, en n'exigeant rien en contrepartie. On peut la voir comme étant un don du ciel qui soigne presque tout.

On dénombre une quantité inimaginable de dérivés à partir de cette simple plante. Nous tenterons ici d'énumérer le plus clairement possible tous les usages possibles avec leurs propriétés.

Les raquettes, contiennent une sève permettant de produire un jus très intéressant.

Qui peut utiliser dans l'industrie agroalimentaire, dans le domaine pharmaceutique et cosmétique.

### 1. Composition chimique des raquettes

Des chercheurs ont signalé dans la composition du Nopal la présence d'un tannin, des traces de berbérine\* et d'un autre alcaloïde indéterminé.

La substance mucilagineuse qui fait la richesse de l'*Opuntia* c'est la pectine (1 kg de tiges fraîches fournit 7,5 grammes de pectate calcomagnésien).

Ses cendres sont riches en fer (**PRO VERA (Belgique)**).

**Tableau N°4** : la composition des raquettes du Nopal (**PRO VERA (Belgique)**).

Eau	Glucides	Cellulose	Protéines	Matière Gr	Cendres
92%	4,3%	1,2%	0,6%	0,15%	1,5%

### 2. Le jus à partir d'une Poudre de raquette :

Une de la quasi-totalité de l'eau contenue dans les cladodes : avec 10 kg nous produisons 01 kg de poudre que l'on retrouve en complément alimentaire. Déshydraté, 15% de son poids est composé de fibres, en plus d'une quantité élevée de pectine et une grande variété de minéraux et de vitamines, notamment B et C.

La déshydratation à basse température permet l'évaporation de nopal avec les mêmes qualités organoleptiques. C'est un coupe-faim naturel, Anti-sucre, Anti-graisse, Anti-inflammatoire, Facilite le transit intestinal.



### 3. Jus de raquette

Le jus frais, obtenu par centrifugation de ces grosses feuilles épaisses (les raquettes), possède un pouvoir régénérant sans égal dans le monde végétal. Plus actif que le jus d'Aloès Vera, que le jus d'herbe verte, que le jus de pousses de céréales. Très efficace pour drainer le foie, stimuler le pancréas, réguler le transit intestinal, avoir une meilleure digestion, ou encore purifier la peau. Le jus de raquette rénove les cellules.

**Tableau 5 :** la composition chimique de 100 ml de jus de cladodes au Maroc

Polyphénols	455,65 – 542,70 µg EGA
Acide ascorbique	1,760 – 2,288
potassium	4,423 – 40,935
sucre	0,66 – 1,45 g

### 4. Le jus de la raquette et l'Eau potable : (des cactus pour la purifier)

Comme le souligne **Norma Alcantar** Les États-Unis - Alors que 20 % de la population n'a aujourd'hui toujours pas accès à l'eau potable, des chercheurs américains ont étudié la façon dont un cactus, le figuier de Barbarie, élimine les impuretés et une très grande partie des bactéries de l'eau, il améliore considérablement la qualité des eaux de boisson et pourrait faciliter l'accès à l'eau potable.

Armés de ces arguments, nous avons émis l'hypothèse que le jus de cladode du figuier de barbarie pourrait avoir un pouvoir bactériostatique ou bactéricide et donc assimilé à un conservateur d'origine naturel.

Nous avons choisi le yaourt pour deux raisons

- Très consommé en Algérie
- L'effet d'un conservateur peut être vérifié rapidement.

Car le suivi du yaourt dans les conditions d'entreposage en Algérie répond rapidement pour le ralentissement ou l'arrêt de sa fermentation.

Sorti d'usine, le yaourt a une acidité de 80°D (degré Dornic), néanmoins l'activité des microorganismes qu'il contient peuvent continuer s'il n'y a pas un conservateur ou pas de froid

En plus de ses activités antibactériennes, le jus de cladode peut apporter un plus au point de vue nutritionnel.

---

## Partie 2 : Généralités sur le yaourt

### 1. Historique :

L'origine des produits fermentés remonte à des temps immémoriaux ; probablement à l'époque où l'homme a commencé à domestiquer les espèces laitières et à utiliser leurs laits. Les bactéries lactiques du sol ou des plantes avaient dû contaminer le lait et s'y étaient développées. De même, elle avait dû se répandre et s'installer dans les récipients servant à recueillir et conserver le lait qu'ils soient en bois , pierre ou peau. Cette contamination accidentelle ne permettait sûrement pas d'avoir des produits ayant des saveurs définies et stables mais elle avait indéniablement l'avantage (par le développement de l'acidité) de prévenir le développement de la flore pathogène. (Luquet 1990).

### 2. Définition

D'après le Codex Alimentarius (norme N°A-11(a) 1975) « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus delbrueicki* sous espèce *bulgaricus* *Lb bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* sous espèce *thermophilus* *St thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait écrémé les protéines lactosériques...).

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. D'autres pays admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contienne plus de bactéries vivantes. (Anonyme ; 1995)

### 3. Composition microbiologique du yaourt

Le yaourt est un écosystème simple dont la production repose sur les interactions entre *S.thermophilus* et *L.bulgaricus* .l'importance technologique de l'évolution de cet écosystème a suscité bien des intérêts. Lors de la fermentation du yaourt, le métabolisme de *S.thermophilus* *L.bulgaricus* est le principal responsable de la qualité organoleptique du produit fini (Bourlioux et all ; 2011).

#### 3.1. Caractéristique générale des bactéries lactiques

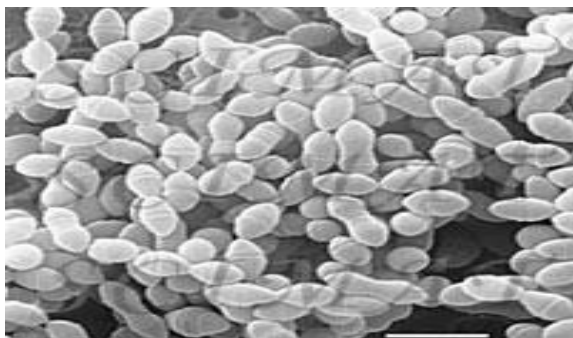
Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram positif regroupant douze genres dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus*. Ces bactéries peuvent avoir des formes en bâtonnet ou en coques, sont immobiles et ne sporulent pas. Elles ont également un métabolisme aérobie facultatif et ne produisent pas de

catalase. Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique. Les bactéries lactiques sont ubiquistes. On les trouve dans différentes niches écologiques comme le lait et les produits laitiers fermentés. (Pissangt. D ; 1992)

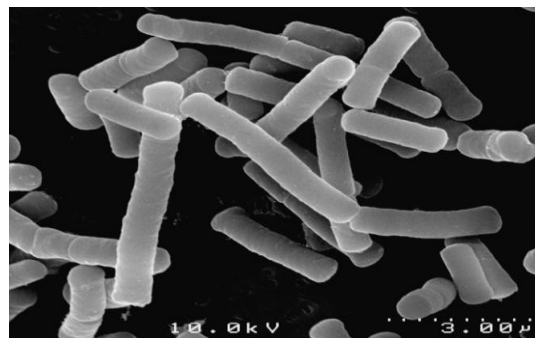
### 3.1.1. Bactéries lactiques spécifiques du yaourt

La fermentation du yaourt résulte de l'activité de deux ferments lactiques associés : *Lactococcus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Les deux genres sont micro aérophiles et supportent très bien les milieux acides pH de 4 à 5. Dans le yaourt ils vivent en symbiose étroite (Pette et Lokema; 1950) La culture associée des deux bactéries permet de produire d'avantage d'acide lactique.

### 3.1.2. *Streptococcus thermophilus*



*Streptococcus thermophilus*



*Lactobacillus*

**Figure 11** .les bactéries lactiques du yaourt (Bourlioux et al ; 2011)

*St thermophilus* est une *cocci* gram positif anaérobie facultatif, non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et le fromage. (Roussel et al ; 1994) C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D thermorésistante sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes. (Dellaglio et al., 1994)

Le rôle principal de *St thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant ; elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. (Bergamaier ; 2002).

### 3.1.3. *Lactobacillus bulgaricus*

*Lb bulgaricus* est un bacille gram positif immobile a sporulé ; micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets de chainettes. il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide. *Lb bulgaricus* est une bactérie thermophile

très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42°C cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptique et hygiénique du yaourt (Marty-Teyssset et al ; 2000) .

**Tableau 6** : principaux caractères de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (CORVI ,1997).

<i>Streptococcus salivarius subsp thermophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance optimale (37- 42°C)</li> <li>- Ne se développe pas au-dessus de 20 °C</li> <li>- SE développe encore à 50 °C</li> <li>- supporte un chauffage de (30 min à 65 °C)</li> <li>- Homofermentaire, produit très peu de composés contribuant à l'arôme du yaourt (diacetyl, acétoine, acétaldéhyde)</li> <li>- Production d'acide lactique L (+) jusqu'à une concentration de (0.7- 0.8 %)</li> <li>- Supporte un milieu acide PH = (4- 4.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- - Croissance optimale (42 – 47 °C)</li> <li>- - limites de développement (15 – 52 °C)</li> <li>- -Homofermentaire, mais produit un peu d'acétaldéhyde responsable de l'arôme du yaourt.</li> <li>- -Production d'acide lactique D (-), jusqu'à une concentration de 1 ,7 %.</li> <li>- -Supporte sans difficulté un milieu acide PH (4-4 .5).</li> </ul>

#### 4. Différents types du yaourt

Il existe deux types de yaourts

Selon la technologie de fabrication :

- Yaourt ferme ou traditionnel, dont la fermentation se fait après conditionnement en pots; ce sont généralement les yaourts naturels, aromatisés. (Pacikora; 2004).
- Yaourt brassé, dont la fermentation se fait en cuve avant brassage et conditionnement .c'est le cas des yaourts peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3.5% ; 1.00% ; 00%de MG) .ici l'ajout des fruits ou d'arômes est réalisé après refroidissement du lait fermenté (Assche ; 1996).

Selon la teneur en matière grasse :

- Yaourt entiers : au minimum il contient 3% en poids de MG ; en pratique industrielle, il renferme 3 à 4 %de MG.
- Yaourt partiellement écrémé : c'est un produit qui renferme au moins 3 % (en poids) de MG. (Guyot ; 1992).

- Yaourt écrémé (maigre) : le produit contient au minimum 0.5% (en poids) de MG et de 0.05 à 0.1 % de protéine.

**5. Activité antimicrobienne :**

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreuses auteures. En dehors de l'acide lactique. Les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des prébiotiques ; notamment des oligosaccharides.

**6. Stimulation du système immunitaire :**

L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué à *Lb. Bulgaricus*.

**PARTIE EXPERIMENTALE :**  
**MATERIELS ET METHODES**

## I. Matériels et méthodes :

### A. Les caractéristiques biométriques des écotypes :

#### 1) L'objectif :

L'objectif de cette étude est, d'une part caractériser morphologiquement les écotypes d'opuntia spp dans nos agro systèmes, d'autre part comparer les différents écotypes de l'opuntia de l'étage bioclimatique sub humide (Bejaia) et l'étage bioclimatique semi-aride (commune de Sidi Fredj, Souk ahras).

#### 2) Matériels:

Les différents écotypes du genre opuntia spp sont sélectionnés sur la base de la qualité de leurs fruits. Nous avons procédé par la suite au choix aléatoires des plants représentatifs sur les deux sites d'études.

L'opération de mesure est effectuée en utilisant une règle afin d'obtenir les dimensions des cladodes de port de Lépine **figure (12)**.



**Figure12** : Opération de mesure a l'aide d'un mètre .

#### 3) Méthodes :

La méthode adoptée dans ce travail consiste à mesurer et à décrire morphologiquement les différentes composantes des plantes. Pour cela ; nous avons choisi la fiche de description de l'UPOV de l'Union Internationale Pour l'Obtention des Variétés Végétales (voir / annexes).

### 3.1. Protocole expérimental :

Cette expérimentation consiste à étudier les caractéristiques biométriques des écotypes des différentes variétés des figues de barbarie (*opuntia ficus indica* spp) où stade de réveille végétative ; on collectant les données dans quatre régions en Algérie dont trois situées à la wilaya de Bejaia (Sidi Idir, Amizour et Oued Ghir) avec un climat sub humide est l'autre située à Souk Ahras (Sidi Fredj) avec un climat semi-aride.

Tout d'abord on a obtenu les mesures des écotypes (port, cladode et épine) selon la norme UPOV (voir annexe).

L'opération de mesure s'applique en suivant les étapes suivantes :

- Choix de la variété (dépend de la qualité du fruit) ;
- Mesures des échantillons (12 échantillons pour chaque variété) ;
- Traitement statistique des mesures ;
- Prélèvement des jeunes cladodes pour la valorisation.

## B. Action du jus des raquettes sur la conservation du yaourt :

### 1. L'objectif :

Notre expérimentation vise déterminer l'effet bactériostatique ou bactéricide des extraits de jus des jeunes cladodes de figue de barbarie (*opuntia ficus indica*) sur les germes spécifiques du yaourt à savoir *streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus*.

### 2. Matériels :

#### 2.1. La récolte de la plante

Les raquettes de la plante *opuntia ficus indica* utilisées dans cette étude ont été récoltées de la région d'Akbou, une localité située à une 60 km de la wilaya de Bejaia.

#### 2.2. Matière première

Les matières premières qu'on a utilisé pour cette expérience sont « 2 »

- Extrait de Jus du jeune cladode
- Yaourt nature commercialisé et acheter à Mostaganem





### 3. Méthodes :

#### 3.1. Préparation du matériel végétal :

##### 3.1.1. Extraction de jus de raquette :

Les cladodes sont nettoyées, découpées et leur jus est extrait et séparé. Le jus recueilli représente 35 à 37% du poids frais.

L'extraction de jus contenus dans des raquettes de figue de barbarie a été effectuée par une méthode au broyage et filtration, le broyage est fait à l'aide d'un mortier, ensuite la filtration à l'aide d'une pompe à vide.

##### 3.1.2. Préparation du mucilage :

Le mucilage est préparé à partir du jus de jeunes cladodes fraîches de poids compris entre 80 et 120g par précipitation à l'éthanol, ce dernier récupéré par un rota vapeur.

##### 3.1.3. Calcul du rendement de l'extraction :

Le rendement de jus, et le rapport entre le poids de jus extrait et le poids du matériel végétal utilisé, le rendement est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante :



$$R = (PJ / Pv) \times 100$$

**R** : rendement de jus en %

**PJ** : poids de jus en g

**Pv** : poids de matériel végétal en g

### 3.2. Etude de l'effet inhibiteur des extraits de jus de raquette :

Notre étude concerne les germes spécifiques du yaourt à savoir :

-*Streptococcus thermophilus*

-*Lactobacillus bulgaricus*

#### 3.2.1. Paramètres physicochimiques :

##### 3.2.1.1. Acidité Dornic :

###### a) Définition :

On entend par acidité titrable du yaourt, l'acidité déterminée dans les conditions décrites par la présente méthode, elle est exprimée conventionnellement en grammes d'acide lactique pour 10 ml de yaourt.

###### b) Principe

Titration de l'acidité par NaOH : N/9, en présence de phénolphtaléine comme indicateur

###### c) Réactifs :

**Solution soude :** Solution titrée 1/9 N, 1ml de cette solution correspond 0,01g d'acide lactique.

**Phénolphtaléine :** solution à 1g dans 100 ml d'éthanol à 95- 96% (en volume)

##### 3.2.1.2. PH :

La mesure du pH est réalisée par un PH mètre étalonné par deux solutions, l'une acide et l'autre basique.

###### a) Principe :

La mesure de PH acido-basique par un PH mètre pour confirmer les résultats de l'acidité



### 3.3. Protocole expérimentale :

Notre étude consiste d'abord à extraire le jus des raquettes de figue de barbarie et à suivre leurs effets antimicrobiens sur deux germes lactiques spécifique de yaourt dont *streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus*.

Vu que les Mexicains utilisent l'extrait de jus des jeunes cladodes pour désinfecter l'eau, nous avons décidé de vérifier si l'extrait du jus de cladodes a un effet de conservation sur le yaourt ou non.

Nous avons choisis le yaourt par ce qu'il donne des résultats dans un temps réduit et aussi par ce que c'est un produit consommé en grande quantité.

Les extraits de jus de raquette ont été incorporés dans le yaourt nature (0% de sucre) à des taux de 0.25- 0.5- 0.75- et 1% par rapport à la quantité de notre yaourt respectivement un témoin et ils additionné et incubé dans une étuve de température de 37°C, chaque paramètre et étudié et représenté en différents temps

Enfin la stabilité physicochimique (acidité Dornic – PH) des échantillons expérimentaux a été suivie chaque 2 heures par titrage pour l'acidité et le PH mètre pour mesurer le PH.

L'acidité est déterminée d'une façon précise par titration de 10 ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude caustique NaOH préparée à 1/9 N en présence de 4 à 5 gouttes de phénophtaléine.

# **PARTIE EXPERIMENTALE :**

## **RESULTATS**

## II. les résultats :

### A. Les caractéristiques biométriques des écotypes :

#### 1. Les écotypes de Sidi Fredj (Souk Ahras) :



**Figure 13** : Zone de distribution du cactus du genre *Opuntia* spp dans la wilaya de Souk ahras

-Coordonné géographiques : X : 36°11'49.1"N    Y : 8°10'11.6"E

- Altitude : 805m

#### a) L'écotype 1 (EcS1) :



**Figure 14** : Plante de figuier de barbarie à Sidi Fredj (EcS1)

**Tableau 7** : Description morphologique de l'écotype 1 Sidi Fredj (EcS1). (UPOV)

Plante	Port	Etale
Cladode	Forme	elliptique moyenne
	Epaisseur	moyenne
	Couleur	verte jaunâtre
	Pruine	faible
	Pilosité de la surface	présent
	Ondulation du bord	absente
	Nombre d'aréoles dans la rangé centrale	Faible
	Couleur des aréoles	Grise
	Nombre des épines par aréole	aucune ou très rare

**Tableau 8** : Mesures biométriques de l'écotype 1 Sidi Fredj (EcS1). (UPOV)

écotype	port	Port (cm)		Cladode (cm)		
		hauteur	largeur	longueur	largeur	rapport L/l
EcS1	p1	250	236	30	18	1,66
EcS1	p2	240	185	33	18	1,83
EcS1	p3	220	135	34	20	1,7
EcS1	p4	195	235	31	18	1,72
EcS1	p5	200	170	32	16	2
EcS1	p6	230	150	37	20	1,85
EcS1	p7	200	155	34	18	1,88
EcS1	p8	220	140	36	19	1,89
EcS1	p9	200	180	36	20	1,8
EcS1	p10	190	175	40	20	2
EcS1	p11	125	190	38	19	2,11
EcS1	p12	130	120	48	23	2,08
	<b>MOY</b>	<b>200,00</b>	<b>172,58</b>	<b>35,75</b>	<b>19,08</b>	<b>1,88</b>

## b) L'écotype 2 (EcS2) :



Figure 15 : Plante de figuier de barbarie à Sidi Fredj (EcS2)

Tableau 9: Mesures biométriques de l'écotype 2 Sidi Fredj (EcS2). (UPOV)

Ecotype	port	Port (cm)		Cladode (cm)			Epine (cm)
		Hauteur	Largeur	Longueur	Largeur	Rapport L/l	Longueur de l'épine
EcS2	p1	220	190	40	22	1,81	2,2
EcS2	p2	195	160	31	20	1,55	2
EcS2	p3	170	145	39	19	2,05	2,4
EcS2	p4	260	200	40	21	1,9	2,8
EcS2	p5	150	110	35	18	1,94	3,1
EcS2	p6	225	185	30	19	1,57	2
EcS2	p7	280	200	31	17	1,82	1,9
EcS2	p8	220	165	40	20	2	1,8
EcS2	p9	240	155	44	20	2,2	2,2
EcS2	p10	265	210	47	26	1,8	2,9
EcS2	p11	185	125	32	18	1,77	3
EcS2	p12	190	125	35	19	1,84	2,7
	<b>MOY</b>	<b>216,67</b>	<b>164,17</b>	<b>37,00</b>	<b>19,92</b>	<b>1,85</b>	<b>2,42</b>

**Tableau 10** : Description morphologique de l'écotype 2 Sidi fredj (EcS2). (UPOV)

Plante	Port	Etale
Cladode	Forme	Losangique
	Epaisseur	Moyenne
	Couleur	Verte moyenne
	Pruine	Moyenne
	Pilosité de la surface	Présent
	Ondulation du bord	Absente
	Nombre d'aréoles dans la rangé centrale	Importante
	Couleur des aréoles	Grise
	Nombre des épines par aréole	Très nombreuse
Epine	Couleur principale	Blanche
	Nombre de couleur	Deux
	Surface	Lisse
Aiguillon centrale	Port	Demi érigé
	Flexibilité	Ferme
	Couleur (sauf la base)	Présent
	Torsion	Présent
	Forme en vue dorsale	En forme d'aiguille
	Forme en vue transversale	Elliptique



## c) L'écotype 3 (EcS3) :



**Figure 16:** Plante de figuier de barbarie à Sidi Fredj (EcS3)

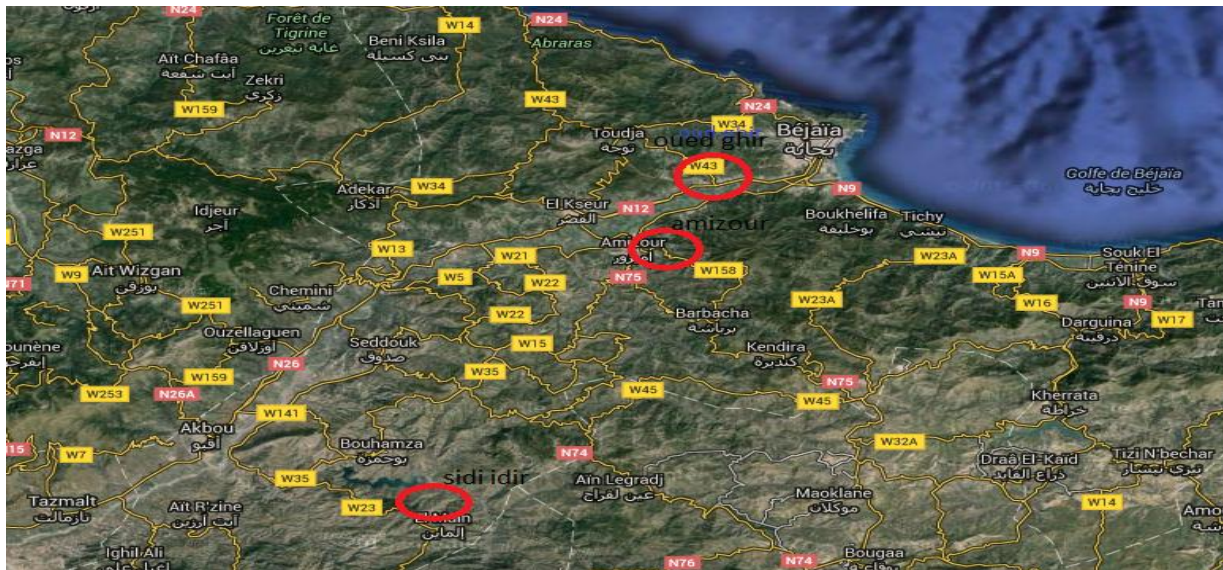
**Tableau 11:** Mesures biométriques de l'écotype 3 Sidi Fredj (EcS3). (UPOV)

écotype	Port	Port (cm)		Cladode (cm)			Epine (cm)
		hauteur	largeur	longueur C	largeur	Rapport L/l	Longueur de l'épine
EcS3	p1	190	110	31	18	1,72	2,8
EcS3	p2	140	80	40	22	1,81	3,1
EcS3	p3	140	80	38	24	1,58	3,1
EcS3	p4	170	120	37	19	1,94	2,8
EcS3	p5	190	130	35	19	1,84	2,6
EcS3	p6	200	140	39	24	1,62	3,2
EcS3	p7	180	120	40	24	1,66	1,9
EcS3	p8	260	190	35	21	1,66	2,2
EcS3	p9	210	120	34	21	1,61	3,1
EcS3	p10	140	90	38	19	2,05	3
EcS3	p11	290	200	30	17	1,76	2,9
EcS3	p12	270	180	41	23	1,78	3,2
	MOY	<b>198,33</b>	<b>130,00</b>	<b>36,50</b>	<b>20,92</b>	<b>1,75</b>	<b>2,83</b>

**Tableau 12** : Description morphologique de l'écotype 3 Sidi fredj (EcS3). (UPOV)

Plante	Port	Etale
Cladode	Forme	Elliptique large
	Epaisseur	Moyenne
	Couleur	Verte jaunâtre
	Pruine	Moyenne
	Pilosité de la surface	Présent
	Ondulation du bord	Absente
	Nombre d'aréoles dans la rangé centrale	Importante
	Couleur des aréoles	Grise
	Nombre des épines par aréole	Très nombreuse
Epine	Couleur principale	Blanche
	Nombre de couleur	Deux
	Surface	Lisse
Aiguillon centrale	Port	Demi érigé
	Flexibilité	Ferme
	Couleur (sauf la base)	Présent
	Torsion	Absent
	Forme en vue dorsale	En forme d'aiguille
	Forme en vue transversale	Elliptique

## 2. Les écotypes de la wilaya de Béjaïa :



**Figure 17 :** Zone de la distribution du cactus du genre *Opuntia* spp dans la wilaya de Béjaïa

### a) L'écotype 1 (EcB1) :

- Les coordonnées géographiques : X : 36°43'08.7"N      Y : 4°58'51.2"E
- Altitude: 99 m
- Localité : oued Ghir (Béjaïa )



**Figure 18:** Plante de figuier de barbarie a Béjaïa (Oued Ghir) EcB1

**Tableau13** : Description morphologique de l'écotype 1 à Bèjaia (EcB1). (UPOV)

Plante	Port	Etale
Cladode	Forme	Obovale étroite
	Epaisseur	Epaisse
	Couleur	Verte jaunâtre
	Pruine	Moyenne
	Pilosité de la surface	Présent
	Ondulation du bord	Absente
	Nombre d'aréoles dans la rangé centrale	Importante
	Couleur des aréoles	Marron jaune
	Nombre des épines par aréole	Nombreuses
Epine	Couleur principale	Blanche
	Nombre de couleur	Deux
	Surface	Lisse
Aiguillon centrale	Port	Horizontale
	Flexibilité	Ferme
	Couleur (sauf la base)	Présent
	Torsion	Présent
	Forme en vue dorsale	En forme d'aiguille
	Forme en vue transversale	Elliptique

**Tableau 14** : Mesures biométriques de l'écotype 1 à Bèjaia (EcB1). (UPOV)

écotype	port	Port (cm)		Cladode (cm)			Epine (cm)
		hauteur	largeur	longueur	largeur	rapport L/l	L de l'épine
EcB1	p1	240	155	37	20	1,85	3,5
EcB1	p2	225	120	35	19	1,84	3
EcB1	p3	190	140	42	27	1,55	2,9
EcB1	p4	193	160	48	27	1,77	2,8
EcB1	p5	120	190	43	25	1,72	3
EcB1	p6	200	130	50	24	2,08	3
EcB1	p7	150	190	42	29	1,44	3,2
EcB1	p8	220	150	53	21	2,52	2,9
EcB1	p9	230	145	34	21	1,61	3,1
EcB1	p10	170	150	38	22	1,72	3
EcB1	p11	210	120	30	17	1,76	2,8
EcB1	p12	190	110	38	19	2	3,2
	<b>MOY</b>	<b>194,83</b>	<b>146,67</b>	<b>40,83</b>	<b>22,58</b>	<b>1,82</b>	<b>3,03</b>

**b) l'écotype 2 (EcB2) :**

-Les coordonné géographiques : X : 36°38'54.3"N

Y : 4°55'57.0"E

- Altitude : 350 m

- Localité : Alhama (Amizour)

**Figure 19** : Plante de figuier de barbarie a Béjaia (Amizour) EcB2

**Tableau 15** : Description morphologique de l'écotype 2 à Bèjaia (EcB2). (UPOV)

Plante	port	Dressé
Cladode	Forme	Obovale étroite
	Epaisseur	Epaisse
	Couleur	Verte moyenne
	Pruine	Moyenne
	Pilosité de la surface	Présent
	Ondulation du bord	Absente
	Nombre d'aréoles dans la rangé centrale	Moyenne
	Couleur des aréoles	Noirs
	Nombre des épines par aréole	Moyenne
Epine	Couleur principale	Blanche
	Nombre de couleur	Deux
	Surface	Lisse
Aiguillon centrale	Port	Demi érigé
	Flexibilité	Ferme
	Couleur (sauf la base)	Présent
	Torsion	Absent
	Forme en vue dorsale	En forme d'aiguille
	Forme en vue transversale	Elliptique

**Tableau 16** : Mesures biométriques de l'écotype 2 à Béjaia (EcB2). (UPOV)

écotype	Port	Port (cm)		Cladode (cm)			Epine (cm)
		hauteur	largeur	longueur	largeur	rapport L/l	L de l'épine
EcB2	p1	300	210	36,5	18,5	1,97	2,4
EcB2	p2	180	110	49	22,5	2,17	2
EcB2	p3	160	130	34,5	20	1,72	2,1
EcB2	p4	150	90	41	23	1,78	2,9
EcB2	p5	190	140	28	16	1,75	3,4
EcB2	p6	140	150	40	20	2	3,1
EcB2	p7	230	175	38	18	2,11	2,6
EcB2	p8	200	110	32	16	2	2,2
EcB2	p9	195	110	28	19	1,47	2,7
EcB2	p10	180	120	34	16,5	2,06	2,7
EcB2	p11	190	180	38	18,5	2,05	2
EcB2	p12	200	190	42	19	2,21	3
	<b>MOY</b>	<b>192,92</b>	<b>142,92</b>	<b>36,75</b>	<b>18,92</b>	<b>1,94</b>	<b>2,59</b>

## c) L'écotype 3 (EcB3) :

- Les coordonnées géographiques : X : 36°23'41.2"N      Y : 4°44'00.5"E
- Altitude : 800m
- Localité : Sidi Idir

**Figure 20** : Plante de figuier de barbarie a Béjaia (Sidi Idir) EcB3

**Tableau 17** : Description morphologique de l'écotype 3 à Béjaia (EcB3). (UPOV)

Plante	Port	Dressé
Cladode	Forme	Elliptique moyenne
	Epaisseur	Moyenne
	Couleur	Verte foncé
	Pruine	Moyenne
	Pilosité de la surface	Présent
	Ondulation du bord	Absente
	Nombre d'aréoles dans la rangé centrale	Importante
	Couleur des aréoles	Grise
	Nombre des épines par aréole	Aucune ou très rare

**Tableau 18** : Mesures biométriques de l'écotype 3 à Béjaia (EcB3). (UPOV)

Ecotype	Port	Port (cm)		Cladode (cm)		
		hauteur	largeur	longueur	largeur	rapport L/l
EcB3	p1	250	155	43	22	1,95
EcB3	p2	180	110	38	21	1,8
EcB3	p3	200	140	37	22	1,68
EcB3	p4	230	140	41	23	1,87
EcB3	p5	200	120	35	18	1,94
EcB3	p6	170	100	37	17	2,17
EcB3	p7	190	110	43	19	2,26
EcB3	p8	220	180	30	18	1,66
EcB3	p9	220	160	42	20	2,1
EcB3	p10	190	130	33	18	1,83
EcB3	p11	190	120	44	17	2,44
EcB3	p12	230	130	43	17	2,52
	<b>MOY</b>	<b>205,83</b>	<b>132,92</b>	<b>38,83</b>	<b>19,33</b>	<b>2,02</b>



## B. Action du jus des raquettes sur la conservation du yaourt :

### 1. Rendement d'extraction :

Le rendement d'extraction du jus de raquette a avoisiné 18.5%



### 2. Paramètres physicochimiques du yaourt additionné de jus de raquette :

#### 2.1. Acidité Dornic :

**Tableau 19 :** Evolution de l'acidité Dornic des yaourts additionnés de jus de raquette au cours de l'entreposage à 37°C.

Ech Heure (H)	0,00%	0.25%	0.5%	0.75%	1%
0	81	82	81	83	83
2	85	86	83	85	86
4	94	95	87	84	85
6	98	92	84	83	82

#### 2.2. Ph :

En général, en fin de toute la période de dosage, les valeurs du ph marquent une évolution légèrement décroissante de 4.56 avant l'incubation (0h) jusqu'à 4.4 au six heures plus tard de conservation. Durant la période de post-acidification, les valeurs moyennes en pH des produit additionnés de jus de raquette diminuent remarquablement ceci pour les doses de jus variable de 0, 0.25, 0.5, 0.75 à 1% respectivement.

Les valeurs de PH enregistré s'avèrent donc inverse proportionnelle au pourcentage d'acidité Dornic dans les yaourts, plus le pourcentage de jus n'augmente plus le ph augmente.

**Tableau 20 :** Evolution de PH des yaourts additionnés de jus de raquette

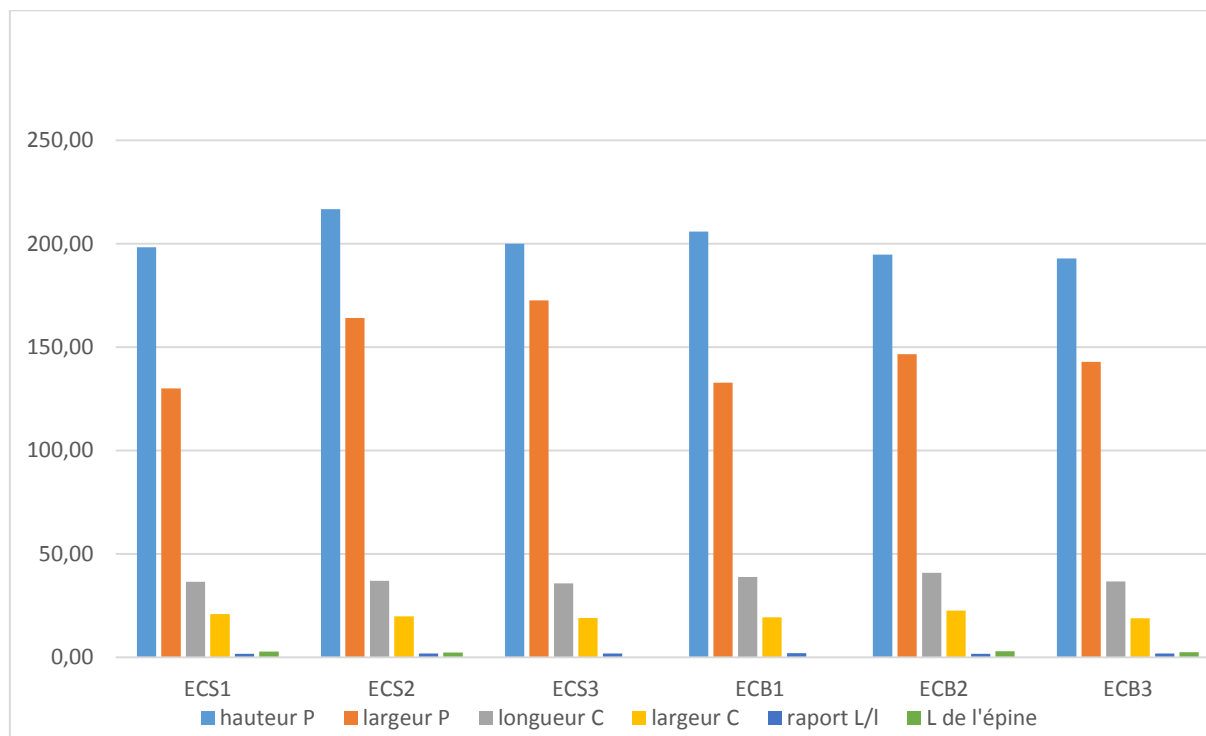
Ech	0%	0,25%	0,50%	0,75%	1%
0	4,62	4,45	4,6	4,56	4,57
2	4,51	4,48	4,48	4,4	4,46
4	4,46	4,41	4,45	4,4	4,5
6	4,28	4,36	4,41	4,42	4,53

**PARTIE EXPERIMENTALE :**

**DISCUSSION**

### III. Discussion des résultats :

#### A. Les caractéristiques biométriques des écotypes :



EcS : écotype Sidi fredj

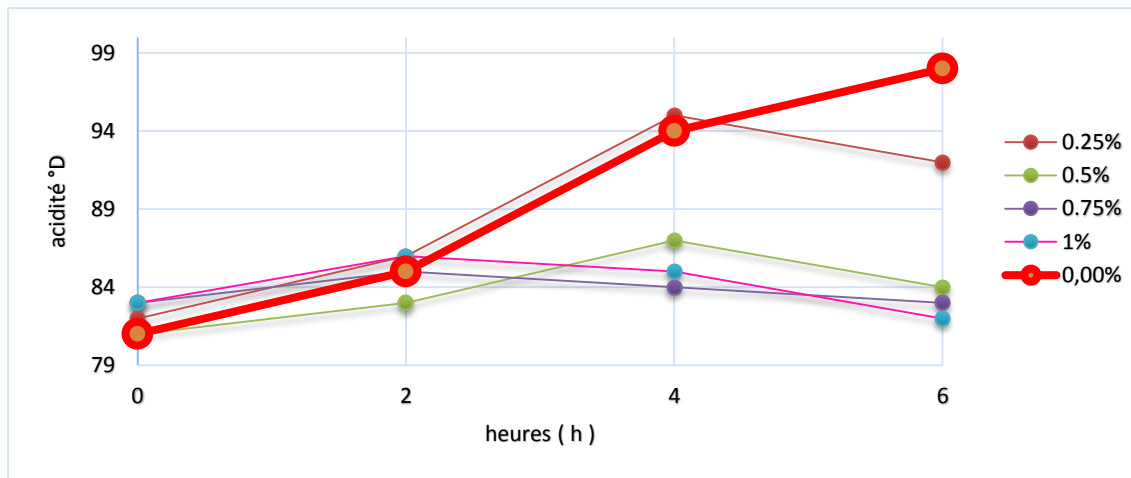
EcB : écotype Béjaia

**Figure 21** : Histogramme représentant les variables morphologiques obtenu à Béjaia et Sidi Fredj

D'après l'histogramme ci-dessus, les variables morphologiques sont relativement égales malgré que les écotypes du milieu subhumide (pluviométrie annuelle : 800mm/an) bénéficient de beaucoup d'eau par rapport aux écotypes du milieu semi-aride (pluviométrie : 250 à 300mm /an). Nous avons observé que les écotypes irrigués à Sidi Fredj ont une hauteur avoisinant de 5 à 6 m, les cladodes de l'opuntia du milieu semi-aride sont plus épaisses et plus arrondies par rapport à celles du milieu subhumide, de même que le fruit est plus gros et sucré. Les milieux semi-arides sont l'endroit idéal pour la production de fruits de qualité. Ceci explique la grande variabilité génétique du genre opuntia spp et son adaptation aux conditions des milieux les plus extrêmes. De plus le métabolisme particulier, dit CAM (Métabolisme Acide des Crassulacées), qui permet aux cactacées de fixer le gaz carbonique pendant la nuit, à l'inverse des plantes ordinaires, est le principal mécanisme d'adaptation à la sécheresse. Ce métabolisme particulièrement économe en énergie, associé à une énorme capacité de stockage, est le secret de l'incroyable résistance de ce type de plantes à la sécheresse. En effet les plantes CAM, qui n'ouvrent leurs stomates que pendant la nuit pour absorber le gaz carbonique, ne perdent que très peu d'eau par transpiration.

Cette déduction est d'une importance capitale pour endiguer le phénomène de désertification et l'érosion des sols dans l'environnement aride et semi-aride et constitue aussi une forte valeur ajoutée sur le plan économique et permet ainsi d'améliorer les moyens d'existence des populations.

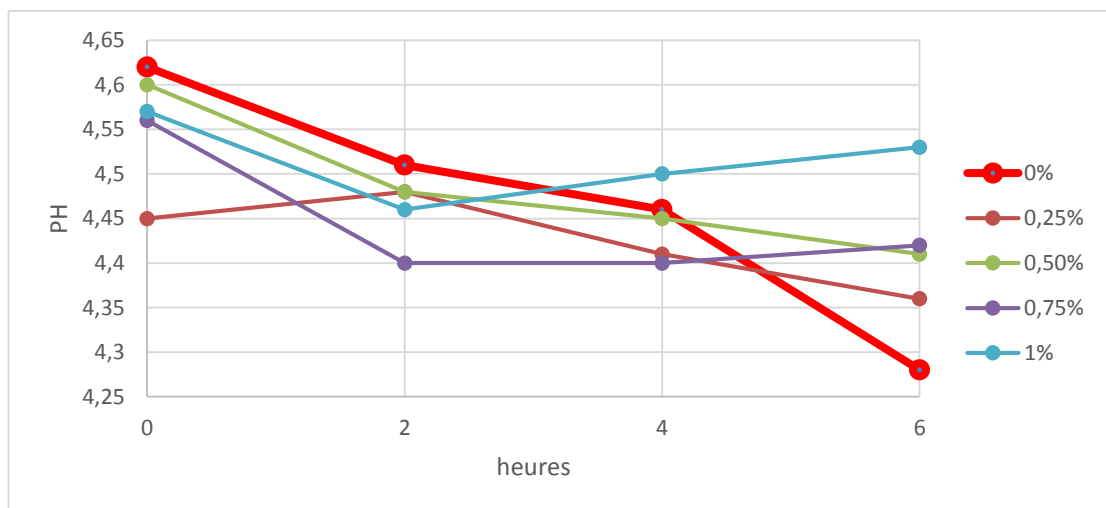
## B. Action du jus des raquettes sur la conservation du yaourt :



**Figure 22 :** Evolution de l'acidité Dornic du yaourt nature additionné d'extrait de jus de la raquette au cours de la période d'incubation.

Durant la période d'entreposage, les valeurs de l'acidité des échantillons de yaourt ont connu une augmentation croissante beaucoup plus marquée pour notre témoin, de 81°D avant l'étuvage des échantillons (0 heures) à 98 °D, Cette évolution est d'autant plus faible que la dose de jus est élevée.

### Ph :



**Figure 23 :** Evolution de PH du yaourt nature additionné d'extrait de jus de la raquette au cours de la période d'incubation.

La même remarque est faite pour le Ph, qui évolue vers la baisse mais avec une intensité de plus en plus faible, selon la dose du jus.

Nous pouvons avancer que l'hypothèse émise d'un pouvoir bactériostatique des jus de raquettes est vérifiée.

# **CONCLUSION GENERALE**

### **Conclusion :**

La plante de figuier de barbarie est parfaitement adaptée aux conditions d'aridité de la région de Souk Ahras, surtout pour ce qui est de l'eau, avec une pluviosité annuelle qui ne dépasse pas les 100 mm, la plante végète et fructifie normalement.

Le figuier de barbarie est un arbre très peu exigeant en eau, il dispose de mécanismes physiologiques qui permettent d'optimiser l'utilisation de l'eau dans les conditions difficiles.

D'après la coopérative agricole NOPALTEC, avec une pluviométrie de 100mm/an, on arrive à récolter 30-50 fruits/arbre, en années pluvieuses (200 à 250mm), le rendement par arbre est le triple.

Le ficus indica peut acquérir une grande variabilité de gène en s'adaptant aisément dans différents climats et régions, particulièrement les milieux semi-aride, ces derniers sont l'idéal pour fruit bien sucré et une teneur en eau moyenne.

La consommation de yaourt dans notre pays marque son grand record cette dernière décennie, les principes de conservation sont divers mais à savoir à quel prix, les conservateurs synthétiques et autres additifs font polémique. Le jus des raquettes est à notre disposition pour nous offrir un produit essentiel dans la régulation et la maintenance de l'acidité permettant une consommation bio et saine.

D'après notre étude, l'extrait des jeunes cladodes qui est incorporé à différentes doses respectivement 0.25, 0.5, 0.75, 1% montre un effet bactériostatique sur les bactéries lactiques spécifique du yaourt (*streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus*).

# Références

**Références bibliographiques :**

- Acevedo E ., Badilla I., et Noble P.S., 1983.** Water relation diurnal acidity changes and productivity of a cultivated cactus, *Opuntia ficus indica* .Plant Physiol. 72: 775-780.
- Ait Hammou A.,1998.** La culture de cactus dans la zone de DPA d'El Kelaà des Sraghna.1<sup>er</sup> journée Nat Cult. Cact. DPA EL Kelaà , Avril 1998. Page 6.
- ALAIS (C.).** 1975 Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Ed. Sepaic, PARIS-F.  
Ed : Tec et Doc – Lavoisier. Paris P (42-65)
- Allen M.F., 1991** The ecology of mycorrhizae. Cambridge Univ. Press, New York.
- Anonyme, 1978.** Monographie. Zone DPA. Agadir ,Tiznit, Tan Tan, Tata. 25 pages .
- Anonyme, 1998.**La culture du cactus ; situation actuelle et perspectives de son développement. MADRPM\_DPV\_Rebat.12 pages.
- Arba M.,Benismail M .C. et Mimoun M.,2002.**The Cactus Pear (*Opuntia* spp.) In Marocco: Main Species and Cultivares Characterization. Acta Hort. 581: 103-109.
- Arba M., El Aich A. Sarti B., Belbahri LL., Boubkraoui A., Zemmouri A., et Arba M.,2000.** Les Opuntias à fruit comestibles dans certains régions du Maroc. Actes 11<sup>ème</sup> journée Nat .Culture du cactus. El Kelaa des Sraghna. 30 mais 2000. Maroc. Pages 8.
- Barbera D. et Saint-Arnaud M., 1996.** Cactus et autres plantes grasses. Rev. Quatre-temps ,vol. 20(3).
- Barbera G , et inglese P ,1993 .** la coltura de ficodindia .Edagricole ,Bologna (Italie) : 116-120.
- Barbera G ,Carimi F ,Inglese P. et Panno M .1992a** ;physical ,morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear *Opuntia ficus indica* (L) Miller ).J. Hort . Sci . 67 : 307 6312 .
- Barbera G ,Carimi F ,et Inglese P ,1993 .** influenza dell'epoca d'impianto e del tipo di talea sulla radicazione e sullo sviluppo di barbatelle di *opuntia ficus –indica* Mill . Frutticoltura , 55 (10) : 67 – 71 .
- Barbera G ,primienta –barrios E ,et inglese P ,1993 .** Cactus pear *Opuntia* spp,Cactaceae ). Interne .Network .Aneffort . for prod . Succulent Journ .U.S 65 : 225 – 229 .
- Barbera G,Carimi F,et inglese P,1992a** past and presentrole of the Indian –fig prickly-pear ( *Opuntia ficus indica* (L) Miller .J.Hort . Sci 67 : 307 -312 .
- Barbera G. Carimi F. Inglese P . et Panno M . 1992b.** Past and presentrole of the Indian – fig prickly –pear ( *Opuntia ficus indica* (L) Milller cactaceae) in the agriculture of Sicily . Econ . Bot . 16 : 10-22
- Barbera G., Carimi F., et Inglese P., 1991.** The reflowering pf prickly pear *opuntia ficus indica* (L) Miller :influence of removal time and cladodes load on yield and fruit ripening. Adv.Hort.Sci. 5: 77-80.



- Barbera G., Inglese, P. et La Mantia, T . 1994b.** Seed content and fruit characteristics in cactus pear *Opuntia ficus indica*(L.) Miller.Sci. Hort.58: 161-165.
- Barbera G., Inglese, P. et La Mantia, T. 1994.** Influence of seed on the some characteristics of the fruit of cactus pear,(*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Scientia Hort.* 58:161-165.
- Barbera G.1991.** Utilizzazione economica delle Opunzie in Messico.*Frutticoltura*, 53(2):41-48
- Beavers W.B., Sams C.E., Conway W.S., et Brown G.A .,1994.** Calcium source affects calcium content , firmness ,and degree of injury of apples during storage.*HortScience* 29:1520-1523.
- Berger H., Mitrovic A., Galletti L., 2000.**Effect of hot water and wax application on storage life of cactus pear ( *Opuntia ficus indica* (L)Mill. )fruit. *Acta Hort.* 581: 211-220.
- Boujghagh M ., 2005a.** Stratégies de recherche adoptées pour promouvoir le cactus dans le sud ouest marocain comme alternative au développement durable des zones de montagnes séminaire (Développement durable de la montagne marocaine ) organisé par AMAECO Rabat.1-2 décembre 2005.
- Boujghagh M., 2006.**L'amélioration génétique du cactus :une alternative au développement durable des Zones arides et de semi –arides marocaines. revue *Terre et Vie.* Septembre 2006.
- Boujghagh M., et Chajia L., 2000.**Genetic variation within different cactus ecotypes of Moroccan origin. IV the internat . Congr.Cact. Pear and cochineal and the IV th gen. Meet. FAO\_CACTUSNET. 22-28 Oct. 2000 Tunisia. Pages.24.
- Boujghagh M., et Chajia L., 2001.**Le cactus : Outil de gestion de la sécheresse dans le sud ouest marocain. *Terre et Vie* .N°52 Nov .Déc.2001.Pages 1-7.
- Boujghagh M., et Toufik A., 2007.** Effet de la fertilisation azotée sur la floraison hors saison du cactus *Opuntia ficus indica* (L.)Miller.Rap.Activ.2006-07.INRA.CRRRAA.100p.
- Boullard, B.** *Dictionnaire de Botanique.* Marketing ed. 1988.
- BS Maataoui, A Hmyene et S Hilali** (2006) Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruit du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). (<http://www.cnrs.edu.lb/info/LSJ2006/No1/maataoui.pdf>) *Lebanese Science Journal*, Vol. 7, No. 1
- Forni E, Polesello A, Montefiori D, Maestrelli A.** High-performance liquid chromatographic analysis of the pigments of blood-red prickly pear (*Opuntia ficus indica*). *J Chromatogr* 1992;593:177-83.
- Guignard, J.L.** *Abrégé de botanique.* Masson ed. 1993.
- Helmuth, G.Z. ; Granata, G.** Insect Pests and Diseases. Dans *Cacti Biology and Uses* ; P.S. Nobel Ed., 1997 ; pp. 235-254.

- Lefrançois P, Ruby F et Dionne JY**, « Nopal ». ([http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=nopal\\_ps](http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=nopal_ps)) », PasseportSanté, Mars 2007. Consulté le 17/01/2008
- Lemonnier, D.** et al. (Mission Scientifique). 1989. Les laits fermentés. Actualité de la recherche. Paris, Syndifrais, John Libbey Eurotext, 285 pages.
- Leuttge, U.**, *New Phytologist*, **1993**, 125 (1), 59-71.
- M. LUQUET**, 1980 : Les produits laitiers
- MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G., SCHUCK P.** (2000) Les produits industriels laitiers. Editions Tec et Docs, Paris, 173 pages.
- Malika T** : (Pour plus de détail sur les variétés cf. dossier variétés du cactus nopal de. en cours de finition).
- MICHALE.M ; ROMAIN.J ; GERARD.B et PIERRE.S**, 2000 : Les produits industriels laitiers. Ed. Tec & Doc, rue Lavoisier F-75008. Paris. P (27-34).
- Piattelli M, Minale L.** Pigments of centrospermae I. betacyanins from *Phyllocactus hybridus hort.* and *Opuntia ficus-indica Mill.* *Phytochemistry* 1964;3:307-11.
- Poupon, J.E.** *Cactus et ressources fourragères.* Dans *Amélioration et aménagement des parcours forestiers.* 1975 : MAMVA.
- Sbaa H., 2000.** Valorisation du figuier de barbarie en élevage. Bull. Liaison du PNTTA. MADRPM/DERD. 68 : 1-4.
- Site 1** : [http://olharfeliz.typepad.com/cuisine/2006/10/peler\\_une\\_figue.html](http://olharfeliz.typepad.com/cuisine/2006/10/peler_une_figue.html)
- Site 2** : Expertise mademoiselle bio (<http://expertise.mademoiselle-bio.com/index/2009/06/11/1141>)
- Site 3** : Figuier de barbarie (<http://www.commentmaigrirvite.org/proactol-figuier-barbarie>)
- Stintzing FC, Schieber A, Carle R.** Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris L.*) and cactus pear [*Opuntia ficus-indica (L.) Mill.*] by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 2002;50:2302-7. PMID 11929288
- Sutton, B.G. ; Ting, I.P. ; Sutton, R.**, *Plant Physiol.*, **1981**, 68 (3), 784-787.
- VEISSEYRE R**, 1979 : Constituant, récolte, traitement et transformation du lait Ed, Apria. P (02-18)
- Wallace, R.S. ; Gibson, A.C.** Evolution and systematics. Dans *Cacti : Biology and uses ;* P.S. Nobel Ed., 1997 ; pp. 1-21.
- ZZIRIN et MOUEDDEN N, 2002** : Essai de substitution de l'eau par le lactosérum doux non modifié dans la composition d'un lait ferment (type yaourt).

# **Annexe**



TGP/10/1  
ORIGINAL :  
Anglais

**UNION INTERNATIONALE POUR LA  
PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES**  
GENÈVE

Document connexe

À

L'Introduction générale à l'examen de la  
Distinction, de l'homogénéité et de la stabilité  
Et à l'harmonisation des descriptions des obtentions végétales

**DOCUMENT TGP/10  
“EXAMEN DE L’HOMOGENÉITÉ”**

Adopté par le Conseil  
À sa quarante-deuxième session ordinaire  
Le 30 octobre 2008





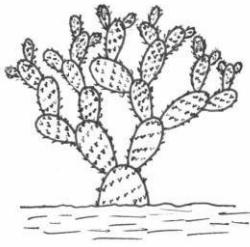




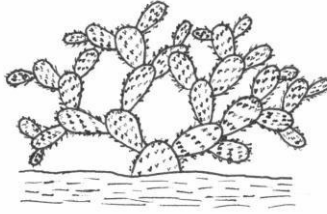


*Exemple d'individu caractéristique*

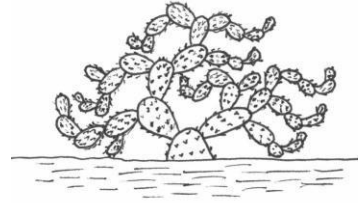
. 1 Plante : Porte



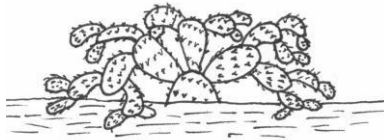
1  
Dressé



2  
étale

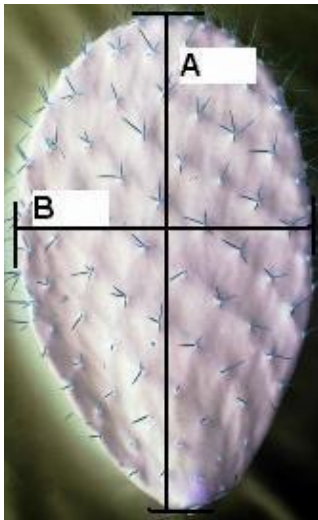


3  
décombrât



4  
retombât

. 4 : Cladode : longueur 5 : Cladode : largeur



A= longueur  
B= largeur

Ad. 7: Cladode: form



1

Elliptique étroite



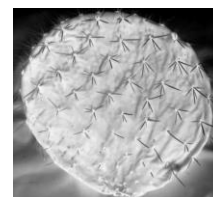
2

elliptique moyenne



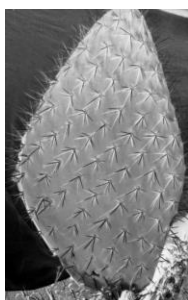
3

elliptique large



4

circulaire



5

Losangique



6

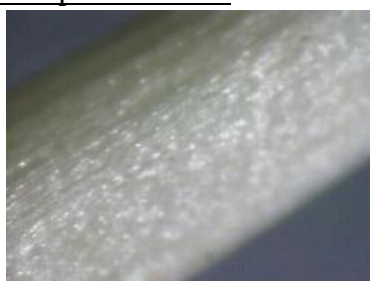
obovale étroite



7

obovale large

3: épine : surface



1

Lisse



2

cannelée



3

épineuse

. 5: Central spine: attitude



1

Erigé



3

demi érigé



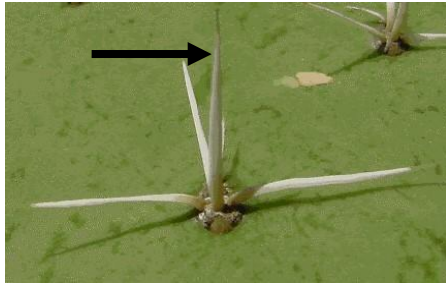
5

horizontal

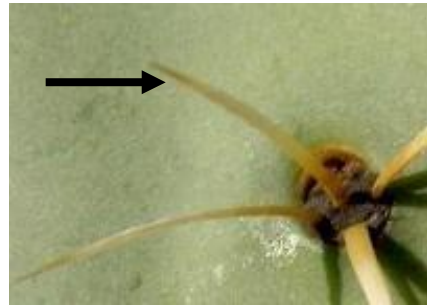
## Annex

---

### 7: aiguillon Centrale : courbure (sauf la base )

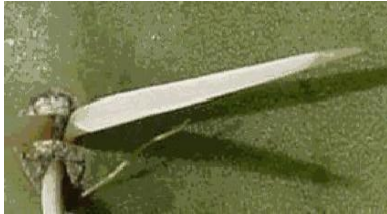


1  
Absent



9  
Présent

### 9: aiguillon Centrale : torsion



1  
absent



9  
present