

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Aboubekr Belkaid – Tlemcen

جامعة ابو بكر بلقايد تلمسان

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et l'Univers

كلية علوم الطبيعة، والحياة وعلوم الأرض والكون

Département de l'Écologie et l'Environnement

Laboratoire d'Écologie et Gestion des Écosystèmes Naturels



## MEMOIRE

Présenté par :

**SEDDIKI NASSIM**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER**

En Écologie Végétale et Environnement

**Thème :**

**Etude de la bioécologie d'*Opuntiae ficus indica L.* dans la région de Tlemcen et l'effet de la diatomite dans la lutte contre *Dactylopius opuntiae*, son principal ravageur**

Soutenu le : juin 2023.....devant le jury compose de :

Présidente	Dr Tabti Leila	MCA	Université ABB Tlemcen
Encadrante	Dr Tabti Nassima	MCA	Université ABB Tlemcen
Examinatrice	Dr Lachachi Souhila	MCB	Université ABB Tlemcen

## **Remerciements**

*Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers Mme **Tabti Nassima**, MCA au niveau de la faculté SNV/STU Université ABB Tlemcen, pour avoir accepté de superviser ce travail avec une grande compétence, collaboration et encouragement. Son engagement exceptionnel a été essentiel pour la réussite de ce mémoire, et les résultats obtenus sont largement attribuables à son soutien inestimable.*

*Je souhaite exprimer ma gratitude à Mme **Tabti Leila**, MCA au Département d'écologie et environnement de la Faculté SNV/STU de l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury. Je tiens également à vous exprimer ma sincère reconnaissance pour votre implication et votre soutien tout au long de la réalisation de ce travail. Votre accompagnement a été précieux et a grandement contribué à sa réussite.*

*Je tiens à adresser un sincère remerciement à Mme **Lachachi Souhila** MCB Université de Tlemcen pour avoir accepté de juger mon travail.*

*J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur **Morsli Mehdi**, doctorant en Ecologie Animal UABT Tlemcen, pour sa présence constante qui m'a grandement guidé, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion*

*Je tiens à présenter aussi toute ma gratitude à Melle **Tchouar Siham**, Doctorante au niveau du laboratoire LECGEN "Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels", pour sa précieuse collaboration.*

*Mes remerciements s'adressent aussi au Professeur **Gaouar Nassira** Cheffe de l'équipe n°03 du laboratoire LECGEN pour ses encouragements.*

## **Dédicaces :**

*Je dédie ce travail et cette expérience agréable à :*

Mes chers parents pour qui j'ai une gratitude infinie. Leur soutien inconditionnel, leur amour indéfectible et leurs conseils inestimables ont été des éléments essentiels de mon parcours académique, ils ont été des modèles inspirants, me poussant à donner le meilleur de moi-même et à croire en mes capacités, Je suis honoré d'avoir eu la chance de grandir dans leur amour et leurs enseignements. Leur présence et leur soutien ont été des piliers solides qui m'ont permis de persévérer et de progresser. Je vous aime infiniment

Mes deux frères ont été des rayons de lumière dans mes moments les plus sombres. Leur soutien indéfectible et leur croyance en moi ont été des sources d'encouragement lorsque je me sentais déconnecté de moi-même. Ils ont toujours été fiers de moi et ont eu confiance en mes capacités. Je souhaite sincèrement qu'ils connaissent tout le bonheur du monde, car ils le méritent amplement.

Mes précieux amis qui ont été mes compagnons de joie, de rire et de partage. Nos moments passés ensemble ont été des souvenirs précieux que je chérirai toujours. Leur soutien sans faille m'a donné la force de surmonter les obstacles et de me surpasser. Je suis reconnaissant envers mes amis pour leur honnêteté, leur loyauté et leur sincérité. Leur amitié m'a apporté un soutien inestimable et une confiance en moi renforcée. Je suis profondément reconnaissant d'avoir des amis aussi merveilleux à mes côtés.

## SOMMAIRE

Introduction.....	1
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
1. <i>Opuntia ficus indica</i> L. (plantes hôte).....	2
1. Définition .....	2
2 Bio-Taxonomie et sa composition .....	3
2.1. Taxonomie .....	3
2.2. Anatomie.....	4
3. Culture d' <i>Opuntia ficus indica</i> .....	5
4. Propriétés fonctionnelles de la figue de barbarie.....	6
5. Mucilage de la figue de barbarie.....	6
6. Utilisations de la figue de barbarie.....	6
6.1. Figue de barbarie comme fourrage.....	7
6.2. Utilisations comme revêtement gastrique.....	7
6.3. Utilisations dans l'industrie alimentaire.....	8
6.4. Utilisations comme film bio-comestible.....	8
6.5. Utilisations comme purificateur d'eau.....	8
6.6. Utilisations dans le domaine de la construction.....	8
II Généralités sur <i>Dactylopius opuntiae</i> (Ravageur)	
1. Généralités et origine .....	8
2. cycle de vie .....	10
3. Utilités de <i>Dactylopius Opuntiae</i> .....	12
4. Lutte contre les ravageurs de <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	14
4.1. Méthodes mécaniques et physiques.....	14
4.2. Méthodes de lutte biologique .....	14
4.3. Extraits naturels.....	16
4.4. Lutte chimique.....	16
<b>Chapitres II : Matériel Et Méthodes</b>	
1. Zone d'étude .....	19
1.1 Présentation de la zone d'étude.....	19

1.2 Ghazaouet a l'échelle de la wilaya de Tlemcen.....	19
1.3 Contexte géographique et topographique de la wilaya de Ghazaouet.....	20
1.3.1 Localisation de la zone d'étude.....	21
1.3.2 Contexte géologique.....	22
A. Situation géologique.....	22
B. Schéma géologique .....	22
C. Stratigraphie .....	22
1.4 Contexte climatique.....	24
1.4.1 Températures.....	24
1.4.2 Humidité.....	26
1.4.3 Pluviométrie.....	27
1.5 contexte hydrographique et hydrologique.....	28
2 Partie expérimentale.....	30
2.1 Etude sur la diatomite .....	30
2.2 Biologie des diatomées .....	30
2.3 Structure cellulaire.....	31
2.4 Etude entomologique .....	32
2.5 Activité insecticide de la diatomite contre <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	32
2.6 Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats .....	34
3 Etude sur Laurier.....	34
3.1 Préparation, extraction et conservation du matériel végétal .....	35
3.2 Mesure du rendement en huiles essentielles effectuée .....	37
3.3 Activité insecticide de Laurier en huile contre <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	37
4 Méthode de lutte par huile essentielle.....	38

### Chapitres III : Résultats et discussion

1 Activité insecticide de la diatomite sur <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	39
1.1 taux de mortalité de <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	39
2 Etude phytochimique .....	40
2.1 Rendement en huile essentielle .....	41
2.2 Activité insecticide de l'Huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> sur <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	42
2.3 Calculs des taux de mortalité de <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	42
2.4 Estimations de la dose létale .....	47
2.5 Discussion .....	59
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	52

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> figue de barbarie .....	2
<b>Figure 2 :</b> Schéma d'une fleur du genre <i>Opuntia</i> (Las Cactáceas de México, Bravo-Holis, 1978).....	5
<b>Figure 3:</b> Cladode de l' <i>opuntia</i> touché par <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	9
<b>Figure 4:</b> Femelles de <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	100
<b>Figure 5:</b> Males de <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	111
<b>Figure 6:</b> Cycle de vie de <i>Dactylopius opuntiae</i> de l'œuf à l'adulte.....	122
<b>Figure 7:</b> le carmin après l'extraction et la transformation en poudre .....	133
<b>Figure 8:</b> Utilisations de la faucille pour arracher les plantes touchées par <i>Dactylopius opuntiae</i> . .....	144
<b>Figure 9:</b> <i>Zagreus bimaculosus</i> , l'insecte qui se nourrit à la fois de <i>D. opuntiae</i> .....	16
<b>Figure 10:</b> Localisation de la ville de Ghazaouet.....	19
<b>Figure 11:</b> Image satellitaire de la zone d'étude (Google Map) .....	21
<b>Figure 12:</b> Grandes structures géologiques régionales.....	22
<b>Figure 13:</b> Evolution des températures moyennes mensuelles dans l'année (1994-2010).....	26
<b>Figure 14:</b> Evaluation de l'humidité mensuelle de l'année .....	277
<b>Figure 15 :</b> Carte pluviométrique de la région de Ghazaouet .....	27
<b>Figure 16:</b> Répartition mensuelle de la pluie .....	28
<b>Figure 17:</b> Situation générale du bassin de l'Oued Ghazouana .....	29
<b>Figure 18:</b> Réseau hydrographique de l'oued Ghazouana.....	32
<b>Figure 19: :</b> Les Gisements de diatomite dans la région de Bidér .....	31
<b>Figure 20:</b> Structure du frustule d'une diatomée ..	32
<b>Figure 21:</b> Bio-essais contre <i>Dactylopius opuntiae</i> .....	33
<b>Figure 22:</b> Feuilles de <i>L. nobilis</i> .....	355
<b>Figure 23:</b> Laurier en poudre .....	35
<b>Figure 24:</b> Montage d'hydro distillation type Clevenger .....	36
<b>Figure 25:</b> Matériels utilisés.....	388
<b>Figure 26:</b> Traitement par l'huile essentielle avec contact et avec inhalation .....	399
<b>Figure 27:</b> Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> par contact.....	444
<b>Figure 28:</b> Comparaison de l'effet insecticide de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> dans la lutte contre <i>Dactylopius opuntiae</i> par contact et par inhalation.....	47
<b>Figure 29:</b> courbes des points des Log des doses (Logiciel SPSS).....	49

## Listes des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Teneur en eau entre espèces et variétés de cactus fourragers à Saltillo, Coahuila Mexique (López et al., 2003).....	4
<b>Tableau 2:</b> données de température (°C) de la commune de Ghazaouet. (ONM, office national de météorologie) .....	25
<b>Tableau 3:</b> répartition mensuelle moyenne de l'humidité exprimée en millimètres .....	26
<b>Tableau 4:</b> informations recueillies par la station pluviométrique 040101 (Ghazaouet el Bor) .....	28
<b>Tableau 5:</b> Rendement en huile essentielle de la plante sèche .....	411
<b>Tableau 6:</b> : Les informations concernant l'effet toxique de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> sur le <i>Dactylopius opuntiae</i> par contact .....	422
<b>Tableau 7:</b> Les informations concernant l'effet toxique de l'huile essentielle de <i>Laurus nobilis</i> sur le <i>Dactylopius opuntiae</i> par inhalation .....	455
<b>Tableau 8:</b> Valeurs estimées des concentrations létales pour <i>Dactylopius opuntiae</i> de <i>Laurus nobilis</i> .....	488

# *Introduction*



## **Introduction :**

Le figuier de barbarie, connu scientifiquement sous le nom d'*Opuntia ficus-indica*, est une plante originaire des régions arides et semi-arides du Mexique. Il a été introduit en Afrique du Nord au 16ème siècle. Les figues sont les fruits du figuier de barbarie. Ces fruits sont à la fois très rafraîchissants et nutritifs. Ils sont riches en vitamine C et contiennent de l'albumine, du sucre non cristallisé et du mucilage, une substance végétale visqueuse qui peut former un gel lorsqu'elle est exposée à l'alcool (Bouzoubaâ *et al.*, 2014). Malheureusement, la culture de la figue de barbarie est souvent confrontée à une menace majeure : l'infestation du ravageur *Dactylopius opuntiae*. Ce ravageur, communément appelé la cochenille du figuier de barbarie, peut causer des dommages considérables aux plantes, compromettant ainsi leur santé et leur rendement.

*Dactylopius opuntiae*, connue également sous le nom de cochenille du figuier de Barbarie, est un insecte qui se nourrit de la sève des cactus, dont l'*Opuntia ficus indica*. Cette cochenille peut causer des dommages considérables aux cultures, entraînant une diminution de la productivité et de la qualité des figues de Barbarie (Gomez *et al.*, 2012). Il est donc essentiel de mettre au point des méthodes de lutte efficaces pour contrôler cette infestation et préserver la santé des plantes d'*Opuntia ficus indica*.

Le but de cette étude est d'évaluer les propriétés insecticides de la diatomite sur *Dactylopius opuntiae*, la cochenille du figuier de Barbarie. Nous examinerons les effets de différentes concentrations de diatomite sur la mortalité de *Dactylopius opuntiae*. L'objectif ultime est de déterminer l'efficacité de la diatomite en tant que méthode alternative de lutte contre *Dactylopius opuntiae* dans la culture de l'*Opuntia ficus indica* en Algérie. Nous avons également l'intention d'évaluer les propriétés insecticides de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur *Dactylopius opuntiae*. Nous examinerons les effets de différentes concentrations de cette huile essentielle sur la mortalité de *Dactylopius opuntiae* par contact et par inhalation.

*Chapitre I*

*Synthèse*

*bibliographique*

## I. Généralités sur l'*Opuntia ficus indica* L. (plantes hôte)

### I.1. Définition

*Opuntia ficus-indica* est une espèce qui appartient à la famille des Cactacées, communément appelée “figuier de barbarie indien”, “macaque de Barbarie” ou “cactus”. Le genre *Opuntia* est originaire du Mexique, puisque c’est là où se trouve le plus grand nombre de genres et d’individus (Granados, 1991).

Les cactus ont développé des adaptations remarquables à la sécheresse. Les feuilles sont tapissées d’épines ou d’écailles, les tiges sont assimilées à de nombreuses fonctions des feuilles, telles que la photosynthèse, en plus du stockage de l’eau (García, 2003).

Les adaptations les plus marquantes sont celles qui leur permettent de stocker et de conserver l’eau dans leurs tissus (BravoHollis, 1978).



**Figure 1** : figue de barbarie. (07/12/2022)

La figue de barbarie en tant qu'espèce fruitière est, actuellement, l'une des utilisations économiques les plus importantes dans le monde, étant cultivée dans différents pays comme le Mexique, les États-Unis, l'Italie, Chili, Afrique du Sud, Palestine, Maroc, Tunisie, Colombie et Pérou. L'utilisation des jeunes cladodes appelés « nopalitos », où les indigènes le consommaient comme nourriture et dont la consommation a également été enracinée par les conquérants et les métis, actuellement la consommation de nopalito est limitée uniquement au Mexique et aux populations du sud des États-Unis où il y a des populations d'origine mexicaine (Pimienta-Barrios, 1992). En tant qu'espèce fourragère, la figue de barbarie (*Opuntia* sp.) a été donnée comme nourriture au bétail lait et viande, bœufs, moutons et porcs en enlevant les épines au moyen de roussir, au cerfs, sangliers, lapins, lièvres, rats des champs, autres rongeurs et aussi des oiseaux comme les corbeaux et les pics (Vázquez-Alvarado *et al.*, 2007). Dans la figue de barbarie, il existe des composés fonctionnels précieux, ce qui contribue à son utilisation intégrale d'un grand intérêt pour l'agro-industrie, ces composés sont extraits et utilisés pour former ou enrichir de nouveaux aliments, ou comme additifs naturels dans le cas des gommes et colorants, à usage pharmaceutique ou cosmétique, pour le contrôle du diabète et cholestérol et même la valeur importante en tant que plante hôte pour la grana cochenille de carmin (Sáenz, 2006).

## 2. Bio-taxonomie et sa composition

### 2.1. Taxonomie

La classification taxonomique de la famille des *Cactaceae* (Flores *et al.*, 1995) est présentée ci-dessous

<b>Règne :</b>	Végétal
<b>Sous-règne :</b>	Embryophytes
<b>Division :</b>	Angiospermes
<b>Classe :</b>	Eudicots
<b>Sous-classe :</b>	Dialypétales
<b>Famille :</b>	Cactacées
<b>Sous-famille :</b>	Opuntioideae
<b>Genres :</b>	<i>Opuntia</i>

**Espèce :***Opuntia ficus indica* L. (Miller, 1768)

Il était impératif de connaître la valeur nutritionnelle du genre *Opuntia*, en raison de son utilisation chez l'homme et plus tard dans le bétail comme fourrage. La contribution nutritionnelle de tout aliment fournit des données qui permettent de connaître une approximation des nutriments offerts par chaque espèce de plantes aidant à la bonne inclusion de figue de barbarie dans n'importe quel régime humaine ou animale.

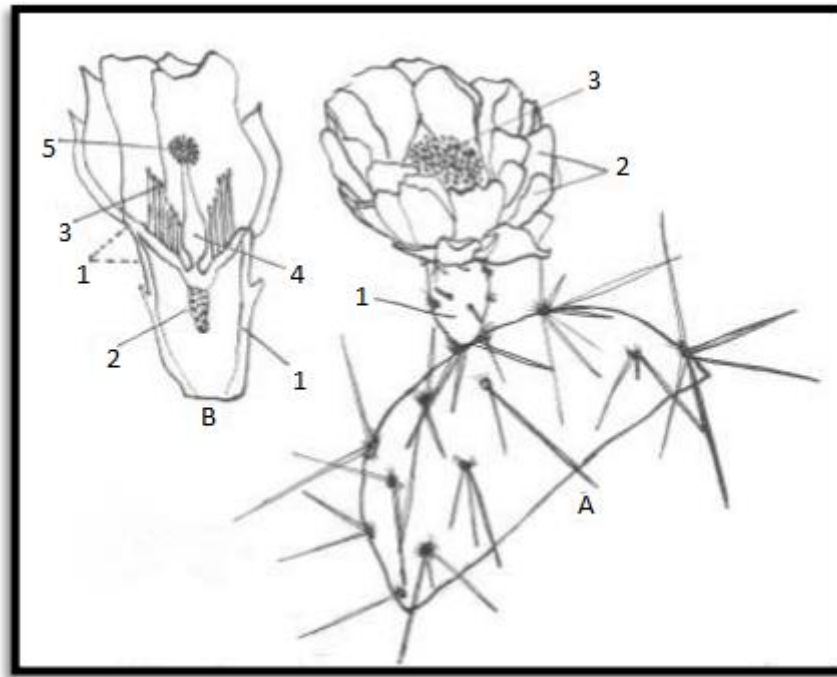
le tableau 1 mentionne les différences de teneur en eau et de contribution nutritionnelle.

**Tableau 1:** Teneur en eau entre espèces et variétés de cactus fourragers à Saltillo, Coahuila Mexique (López et al., 2003).

Espèce	Teneur en eau	
	maximum	minimum
<i>O. ficus indica</i>	93	88
<i>O. cantabrigienis</i>	84	68
<i>O. lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i>	86	72
<i>O. lindheimeri</i> var. <i>subarmata</i>	87	76
<i>O. imbricata</i>	84	70

## 2.2. Anatomie

La figue de barbarie appartient au genre *Opuntia*, les espèces de ce genre présentent des caractéristiques d'être arbustif, d'avoir un tronc bien défini ou rampant s'ils en manquent; le tronc est plus ou moins cylindrique, mais les branches auxquelles il donne naissance sont aplatis et discoïde en forme de raquette (Bravo-Hollis, 1978), ces tiges et les cladodes sont succulents et articulés, dans lesquels la photosynthèse a lieu, puisque les tiges modifiées remplacent les feuilles dans cette fonction, elles sont protégées par une cuticule épaisse, parfois recouverte de cire ou de poils, qui diminue la perte d'eau. Les cladodes ont une grande capacité à stocker l'eau, puisqu'ils possèdent un parenchyme abondant (Nobel *et al.*, 1992).



**Figure 2 :** Schéma d'une fleur du genre *Opuntia* (Bravo-Holis, 1978)

- A. 1 : péricarpe avec feuilles réduites – 2 : Segments du périanthe – 3 : étamines.  
 B. Coupe longitudinale de la fleur. 1 : large zone de réceptacle cratériforme – 2 : cavité ovarienne – 3 : étamines – 4 : style épais et évasé à la base – 5 : lobes de la stigmatisation

### 3. Culture d'*Opuntia ficus indica*

Le cactus *Opuntia ficus-indica* est l'espèce cultivée, sans épines, à gros fruits, comestibles, de différentes couleurs et même de saveurs, est le résultat d'une sélection par plusieurs milliers d'années au Mexique, ce n'est pas une plante trouvée à l'état sauvage (Kieslin, 2013). Peut-être, du diploïde sauvage, on considère que cette espèce, ou groupe d'espèces, est le résultat d'une sélection prolongée, avec croisements et rétro croisements qui ont produit ce niveau de ploïdie élevé et homogène, unique dans le genre (Kieslin, 1998).

Gallegos *et al.* (1994), soulignent que la disparition des cultivars et variantes de la figue de barbarie précieux (qui ont été développés au cours de milliers d'années d'agriculture), est causée par l'ouverture des terres à la culture d'espèces céréalières de base et le déclin des vergers familiaux de la figue de barbarie, qui ne sont pas encore représentés dans les banques de matériel génétique.

#### **4. Propriétés fonctionnelles de la figue de barbarie**

La figue de barbarie a une teneur élevée en composés fonctionnels tant dans les cladodes qui est une source importante de fibres, d'hydrocolloïdes (mucilage), de pigments (bétalaines, caroténoïdes), des minéraux (calcium, potassium) et certaines vitamines telles que vitamine C (Sáenz *et al.*, 2004). Les fibres alimentaires sont classées comme solubles et insolubles. Les fibres solubles sont constituées de mucilage, de pectine et d'hémicellulose. Les fibres insolubles sont constituées de cellulose, lignine et une grande partie de l'hémicellulose, les fibres alimentaires sont associées à plusieurs effets physiologiques, tels que la baisse du taux de cholestérol sanguin. Beaucoup de types de fibres alimentaires qui se sont révélées hypocholestérolémiantes chez l'homme augmentent la production d'acide biliaire fécal, cependant, l'augmentation de la production des acides biliaires fécaux dus aux fibres ne s'accompagne pas toujours d'une réduction dans le cholestérol plasmatique (Sáenz *et al.*, 2004).

#### **5. Mucilage de la figue de barbarie**

Les cladodes de la figue de barbarie sont consommés comme légumes dans certains pays comme le Mexique qui sécrètent un liquide épais qui est une gomme ou un hydrocolloïde composé de mucilage polysaccharidique (Sáenz *et al.*, 1992 ; Cárdenas *et al.*, 1997). Les mucilages sont contenus dans les grosses cellules vésiculaires du parenchyme. Une observation a été faite que le jus extrait des cladodes d'*Opuntia* varie dans sa viscosité en fonction de la quantité d'eau que la plante reçoit. La terre extrêmement sec produit un jus plus visqueux que celui des terres semi-arides. La plante montre une modification de la production de mucilage en fonction des précipitations de la zone où il pousse. Le jus est plus visqueux dans une plante cultivée dans des régions où il pleut rarement par rapport aux cultures qui se trouvent dans des zones pluvieuses. C'est un facteur comportemental important à prendre en compte lors de l'utilisation des cladodes comme source de mucilage.

#### **6. Utilisations de la figue de barbarie**

La figue de barbarie est utilisée de plusieurs manières, comme la commercialisation du fruit aussi bien en alimentation humaine, qu'en fourrage pour le bétail, dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique, ainsi pour la conservation des sols, en particulier ceux peu fertiles (Fleurs et Ramírez, 1995) et comme plante attractive pour la cochenille, source de coloration naturelle. Sans oublier que dans les communautés rurales des zones arides et semi-

arides de quelques pays, le légume nopal (*Opuntia ficus-indica*) constitue une source de revenus considérable (Flores et Olvera, 1995).

### **6.1. La figue de barbarie comme fourrage**

Le figuier de Barbarie (*Opuntia spp.*) est utilisé comme fourrage depuis la mise en place de différentes cultures au Mexique mais à la fin du 20e siècle, ils ont concevait son importance comme plante fourragère, car à partir de cette époque, un effort a été fait pour contrôler son utilisation en raison de l'inclusion excessive, soit comme complément dans les régimes alimentaires ou comme aliment pour le bétail en pâturage, pour éviter l'abattage irrationnel dont les nopaleras ont été soumis par partie des producteurs. Et depuis, sa plantation a été promue de l'industrialiser et de reboiser de vastes zones sans végétation, en contrôlant ainsi l'érosion des sols et son extinction (Anaya *et al.*, 2004). Pour la consommation de la figue de barbarie chez les ovins, il a été recommandé selon des investigations menées en tenant compte du fait que les besoins énergétiques pour la survie d'un mouton de 35 kg est d'environ 350 g de nutriments digestibles totaux (TDN) par jour, ce qui donne que pour satisfaire ce besoin le mouton doit ingérer 538 g de cactus sec, étant donné que les cladodes frais sans épines contiennent 90% d'eau que l'animal doit consommer 5 à 6 kg de cactus frais par jour, mais le mouton ne peut manger en moyenne que 4 kg par jour (Kock, 2003), mais dans des conditions extrêmes, il a été rapporté que les moutons adultes peuvent consommer entre 9 et 10 kg de la figue de barbarie sur une base réelle par jour comme portion individuelle (López, 2003). Dans le cas des bovins, ils ont besoin de 2,85 kg de TDN par jour pour satisfaire aux exigences d'un animal de 400 kg, pour cela l'animal nécessiterait de consommer 4,4 kg de cactus sec, ce qui représente une ingestion quotidienne de 44 à 45 kg de cladodes frais, cependant l'animal ne consomme généralement pas plus de 40 kg de cactus par jour (Kock, 2003).

### **6.2. Utilisations comme revêtement gastrique**

Le traitement avec *Opuntia ficus indica* stimulait une réponse protectrice de la muqueuse gastrique, qui empêche le développement d'ulcères induits par l'éthanol chez la souris. Le mucilage peut empêcher la pénétration de l'agent nécrosant dans la muqueuse gastrique, agissant probablement en synergie avec les facteurs de défense de la muqueuse gastrique.



### 6.3. Utilisations dans l'industrie alimentaire

Le mucilage, selon le degré de maturité de la figue de barbarie, peut se développer applications en tant qu'additifs naturels pour l'industrie alimentaire ; comme épaississants, substituts de graisse, stabilisateurs d'émulsion, films denrées alimentaires et revêtements pour prolonger la durée de conservation et améliorer la qualité des aliments frais, surgelés et transformés (Aguirre-Cárdenas *et al.*, 2011).

### 6.4. Utilisations comme film bio-comestible

Les caractéristiques du mucilage d'*Opuntia ficus-indica* ont suscité un grand intérêt dans la l'industrie alimentaire comme option pour la production d'enrobages comestibles à la surface de certains fruits. Aquino *et al.*, (2009), ont testé le mucilage de la figue de barbarie comme film comestible en tranches plantain, Del-Valle *et al.* (2005), ont utilisé le mucilage comme enrobage sur les fraises fraîches.

### 6.5. Utilisations comme purificateur d'eau

A Cuba, une étude a été menée dans laquelle la capacité du mucilage de la figue de barbarie a été comparée comme purificateur d'eau. L'auteur a rapporté que le mucilage d'*Opuntia ficus-indica* et d'*O. strictavar* La variété dillenii a un comportement similaire au sulfate d'aluminium pour clarifier l'eau. Ainsi, cette espèce peut éliminer les métaux lourds (Fe, Al, Mn) et les coliformes fécaux. Après le traitement, l'eau ne présentait aucune odeur désagréable (López, 2000).

### 6.6. Utilisations dans le domaine de la construction

Cardenas *et al.* (1998) ont utilisé du mucilage de la figue de barbarie ajouté aux mortiers, lors siècles, le jus de la figue de barbarie était utilisé comme adhésif organique à la chaux, afin de restaurer et protéger des bâtiments historiques au Mexique. (Cárdenas *et al.*, 1998).

## II Généralités sur *Dactylopius opuntiae* (Ravageur)

### 1. Généralités et origine

Après la découverte de l'Amérique, les conquistadors espagnols ont commencé à commercer avec le carmin, un colorant précieux extrait des femelles de *Dactylopius coccus* Costa (Barbera & Inglese, 1993). L'insecte lui-même et sa plante hôte, *Opuntia ficus-indica* (L.), ont été introduits dans le bassin méditerranéen (Donkin, 1977). En réalité, les interactions entre l'insecte et les *Cactaceae* remontent probablement à l'époque précolombienne (Casas &

Barbera, 2002 ; Chávez-Moreno *et al.*, 2009). Le climat méditerranéen était propice à la plante hôte, mais pas à la survie de *D. coccus*. Malgré les tentatives d'élevage de la cochenille dans des serres en Italie (Russo & Mazzeo, 1996 ; Mazzeo *et al.*, 1998 ; Russo *et al.*, 2001 ; Pellizzari *et al.*, 2016), aujourd'hui, dans l'Union européenne, le colorant carmin est produit uniquement aux îles Canaries (Espagne).

Le cactus figuier de Barbarie s'est acclimaté le long de la côte méditerranéenne et s'est intégré à la flore locale (Donkin, 1977), au point qu'il a été adopté comme emblème de la Sicile (sud de l'Italie), bien qu'il s'agisse d'une espèce exotique (Mazzeo *et al.*, 2017). Dans la plupart des pays méditerranéens, la plante est cultivée surtout pour ses fruits et aujourd'hui intensivement exploitée en Italie (notamment en Sicile), en Espagne, au Portugal, au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Égypte, en Turquie et en Grèce (Barbera *et al.*, 1999 ; Sáenz, 2013 ; Ochoa & Barbera, 2017). D'autres *Cactaceae* ont également suscité l'intérêt des colons et ont probablement été introduits, avec d'autres plantes exotiques et espèces animales, en Espagne (Barbera *et al.*, 1999), se répandant rapidement dans de nouvelles régions. Par conséquent, les *Cactaceae* se trouvent actuellement dans d'autres pays européens, en Afrique, en Asie et en Australie (Sáenz, 2013), devenant des mauvaises herbes dans des conditions favorables. Pour lutter biologiquement contre ces plantes envahissantes, la cochenille *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera : Dactylopiidae), fausse cochenille carmin, a été introduite en Australie (Dodd, 1940), en Inde, à Sri Lanka (Pérez Guerra & Kosztarab, 1992) et en Afrique du Sud (Petty, 1950 ; Annecke *et al.*, 1969), déterminant ainsi la répartition actuelle de l'insecte à l'échelle mondiale .



■ **Figure 3:** Cladode de l'*opuntia* touché par *Dactylopius opuntiae* (07/12/2022)

## 2. Cycle de vie

Le cycle de vie de *D.opuntiae* a été étudié à la fois en laboratoire et sur le terrain. Dans les observations en laboratoire, le cycle biologique complet a duré 77 jours pour les femelles et 43 jours pour les mâles, avec un ratio sexuel de 1:1 (Flores-Hernández *et al.*, 2006 ; Romero López *et al.*, 2006). Dans des conditions de serre, un rapport sexuel de descendance de 3,7:1 (femelles : mâles) a été trouvé (Palafox-Luna *et al.*, 2018). Sur le terrain, le cycle de vie des femelles a duré globalement de 40 à 180 jours, selon la période de l'année et les conditions climatiques, tandis que les mâles complètent généralement leur cycle de vie en 35 à 52 jours (Mann, 1969 ; Ochoa *et al.*, 2015).



**Figure 4:** Femelles de *Dactylopius opuntiae* (15/04/2023)

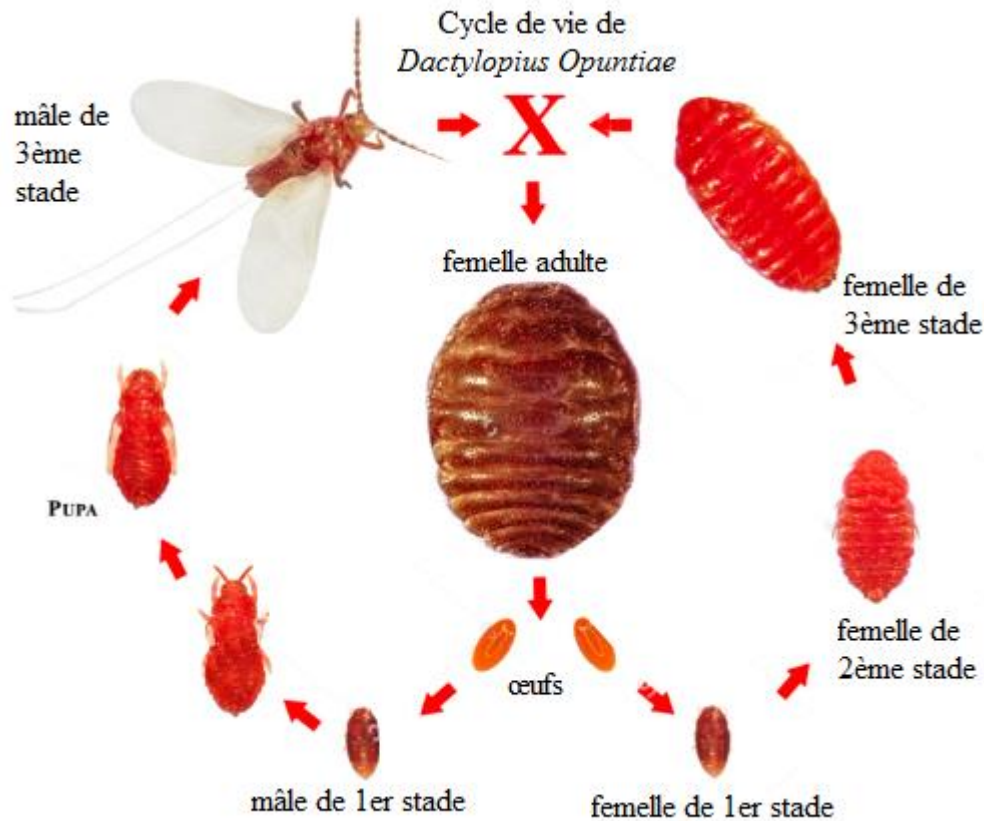


**Figure 5:** Males de *Dactylopius opuntiae* (15/04/2023)

En ce qui concerne le dimorphisme sexuel chez cette espèce, il y a des différences morphologiques distinctes entre les mâles et les femelles. Les mâles de *Dactylopius* sont des adultes de petite taille, agiles et munis d'ailes. En revanche, les femelles sont dépourvues d'ailes, ovales, mesurant environ 6,24 mm, et elles restent généralement immobiles. Elles sont recouvertes d'une fine couche de cire poudreuse. Étant donné que les mâles subissent une transformation complète, leur stade immature est considéré comme des larves. Par souci de simplicité, tous les stades immatures sont désignés sous le terme de nymphes, car les caractéristiques de dimorphisme ne sont pas visibles dans les premiers stades immatures et les corps des femelles sont utilisés pour extraire le pigment.

La nymphe I est le premier stade immature de la femelle de cette espèce, qui se décompose en deux sous-étapes : une mobile et une fixe. La première sous-étape, appelée également "baladeur", se caractérise par un mouvement rapide et l'absence de cire blanche. En moins de 24 heures, la nymphe doit trouver un endroit sur le figuier de Barbarie pour y insérer ses pièces buccales. Une fois fixée, elle passe à la deuxième sous-étape en sécrétant de grands filaments de cire sur son corps. Ces filaments disparaissent en quelques jours et sont remplacés par une fine couche de cire poudreuse. Après la première mue, la nymphe passe au stade II. À ce stade, elle prend une teinte rouge brillante et commence à être recouverte de cire en quelques heures. Il n'y a pas de différences visibles entre les mâles et les femelles aux stades de nymphe I et II.

Une fois parvenue à l'âge adulte, la cochenille femelle subit une mue supplémentaire, tout comme le mâle adulte, pour faciliter l'accouplement. Pendant cette étape, la femelle gagne en taille.



**Figure 6:** Cycle de vie de *Dactylopius opuntiae* de l'œuf à l'adulte

### 3. Utilités de *Dactylopius Opuntiae*

La cochenille, connue sous le nom scientifique de *Dactylopius*, a eu une double utilisation significative dans différentes régions du monde. Initialement, elle a été utilisée comme agent biologique pour contrôler les mauvaises herbes cactées, en particulier les *Opuntiaceae*, qui étaient devenues envahissantes dans de nombreux pays où elles avaient été introduites. En se nourrissant de la sève des *Opuntiaceae*, la cochenille a contribué à réduire leur propagation en limitant leur accès aux ressources nécessaires à leur croissance.

Cependant, la cochenille est également reconnue pour sa capacité à produire un colorant naturel de couleur rouge, connu sous le nom de carmin ou acide carminique. Ce colorant est extrait du corps des femelles de la cochenille, qui contiennent une grande quantité de pigment rouge intense. Le processus d'extraction du carmin implique généralement l'écrasement des femelles

pour libérer le pigment, qui est ensuite transformé en une poudre ou une pâte utilisée comme colorant.

Le carmin a été utilisé depuis des siècles comme colorant alimentaire, cosmétique et textile. Dans l'industrie alimentaire, il a été ajouté à divers produits pour leur donner une teinte rouge ou rose, allant des boissons aux confiseries en passant par les produits laitiers. En cosmétique, le carmin a été utilisé pour colorer les rouges à lèvres, les fards à joues, les ombres à paupières et les vernis à ongles, offrant des nuances attrayantes et intenses. Dans l'industrie textile, le carmin a été utilisé pour teindre les tissus et obtenir des couleurs vives et durables, ajoutant une touche de rouge ou de pourpre aux vêtements et aux textiles.

En plus de ses utilisations dans les domaines de l'alimentation, de la cosmétique et du textile, la cochenille a également été utilisée dans la médecine traditionnelle. Certaines cultures ont utilisé la cochenille et ses extraits pour traiter diverses affections, notamment les infections gastro-intestinales, les problèmes respiratoires et les affections cutanées. Cependant, il est important de noter que les utilisations médicinales de la cochenille ne sont pas aussi répandues ou scientifiquement validées que ses utilisations dans les autres industries.



**Figure 7:** le carmin après l'extraction et la transformation en poudre

#### 4. Lutte contre les ravageurs de *Dactylopius opuntiae*

Les dommages considérables causés par cet insecte nécessitent une approche de lutte intégrée contre les ravageurs qui tienne également compte des effets directs sur la biodiversité pouvant être affectée par l'introduction d'organismes exotiques (Santos *et al.*, 2006a). Cette approche comprend plusieurs techniques basées sur des méthodes mécaniques, physiques, biologiques, chimiques et autres (Cavalcanti *et al.*, 2001 ; Santos *et al.*, 2006a ; Lopes *et al.*, 2007), qui peuvent être combinées de différentes manières afin d'obtenir les meilleurs résultats dans le contrôle de ce ravageur.

##### 4.1. Méthodes mécaniques et physiques

Les méthodes mécaniques peuvent être cruciales dans les zones où les premiers signes d'infestation par la cochenille sont détectés, en particulier lorsque des inspections sur le terrain sont régulièrement effectuées. La méthode consiste principalement à récolter mécaniquement ou à nettoyer les cladodes ou les plantes infestés, qui peuvent être détruits (par exemple, par incinération) ou stockés pour être utilisés ultérieurement comme nourriture pour le bétail. Étant donné que les cladodes fortement infestés tombent souvent au sol en raison de l'abscission, les parties infestées qui pourraient propager l'infestation doivent être collectées et détruites dès que possible après leur première détection. Malheureusement, cette intervention mécanique efficace n'est applicable que lorsque quelques plantes sont infestées, car elle est coûteuse et prend du temps (Santos *et al.*, 2006a ; Torres & Giorgi, 2018).



**Figure 8:** Utilisations de la faucille pour arracher les plantes touchées par *Dactylopius opuntiae*. (07/12/2022)

##### 4.2. Méthodes de lutte biologique

L'acide carminique produit par la cochenille est toxique pour les autres insectes (Eisner *et al.*, 1980) et seuls quelques ennemis naturels sont capables de contourner ce système de protection

(Gilreath & Smith, 1988 ; Eisner *et al.*, 1994; Cruz-Rodríguez *et al.*, 2016). Plusieurs espèces de prédateurs (insectes et araignées) ont été enregistrées en association avec la cochenille (Torres & Giorgi, 2018) et certaines sont capables de la contrôler. Les espèces de coléoptères suivantes (Coleoptera) ont été recensées : *Hyperaspis trifurcata* Schaeffer, *Chilocorus cacti* (L.), *Coccidophilus citricola* Brèthes, *Zagreus bimaculosus* Mulsant, *Exochomus flavipes* (Thunberg), *Exochomus flaviventris* Mader et *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae) ainsi que *Cybocephalus* sp. (Nitidulidae) (Petty, 1950 ; Annecke *et al.*, 1969; Karny, 1972 ; Vanegas-Rico *et al.*, 2010b ; Lima *et al.*, 2011 ; Ramírez *et al.*, 2011).

*Hyperaspis trifurcata* s'est révélée être l'une des espèces les plus abondantes, fréquentes et, dans certains cas, les plus efficaces (Cruz-Rodríguez *et al.*, 2016 ; Protasov *et al.*, 2017), et est donc considérée comme un précieux agent de lutte biologique contre *D. opuntiae* dans les agroécosystèmes. Cette coccinelle est un prédateur actif, et chaque femelle est capable de consommer plus de 5 400 nymphes au cours de sa vie, améliorant ainsi son taux de développement proportionnellement à l'augmentation de la densité de proies (Vanegas-Rico, 2015 ; Vanegas-Rico *et al.*, 2016).

Les coléoptères *Cyrtophora citricola* , *Zagreus bimaculosus*, *Exochomus* sp. et *Cybocephalus* sp. ont été trouvés dans des colonies de *D. opuntiae* au Brésil (Lima *et al.*, 2011), mais une attention particulière est actuellement accordée à l'espèce native *Z. bimaculosus*, qui se nourrit à la fois de *D. echinocacti* et de *D. opuntiae* (Torres & Giorgi, 2018). En revanche, *Cryptolaemus montrouzieri* a réussi à contrôler efficacement la cochenille en Afrique du Sud (Petty, 1950 ; Annecke *et al.*, 1969 ; Karny, 1972). En laboratoire, *Cryptolaemus montrouzieri* s'est développé avec succès et a précédé sur *D. opuntiae*, ce qui en fait un agent potentiel de lutte biologique contre la cochenille. Cependant, sur le terrain, son efficacité est entravée par les températures élevées et d'autres facteurs environnementaux.





**Figure 9:** *Zagreus luttebimaculosus*, l'insect qui se nourrit à la fois de *D. opuntiae*

#### 4.3. Extraits naturels

En plus des extraits aqueux et hydroéthanoliques de *R. communis* et *P. pyramidalis*, plusieurs autres extraits de plantes ont été testés pour le contrôle de *D. opuntiae*. Le neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) et l'amidon de manioc (*Manihota esculenta* Crantz) (c'est-à-dire les déchets liquides générés dans le processus de pressage) ont été testés en serre et ont montré une réduction du taux d'infestation de *D. opuntiae* sur le figuier de Barbarie, bien que la préparation industrielle à base de manioc n'ait pas donné de bons résultats probablement en raison de l'écart de temps entre son extraction et son application sur le terrain (Borges *et al.*, 2013b).

#### 4.4. Lutte chimique

Selon Mena & Rosas (2004), la cochenille doit être contrôlée chimiquement lorsque 30% des plantes ont plus de 10 colonies. Au Mexique, la lutte antiparasitaire est essentiellement chimique et repose sur l'utilisation de malathion, de méthyl parathion, de chlorpyrifos (Aguilar, 2000 ; Badii & Flores, 2001 ; Cruz-Rodríguez *et al.*, 2016) et de trichlorfon (Badii & Flores, 2001). En Afrique du Sud, on a utilisé de la cyperméthrine, du carbaryl et du chlorpyrifos ; un mélange de cyperméthrine et de chlorpyrifos ou du chlorpyrifos seul a permis un contrôle satisfaisant de *D. opuntiae* (et de *C. cactorum*), tandis que le carbaryl avait peu d'effet (Pretorius & van Ark, 1992). L'huile minérale a provoqué une mortalité de 93 à 97 % (Brito *et al.*, 2008) et de 100 % (Borges *et al.*, 2013b), également lorsqu'elle était mélangée avec 2 % de sel (Araújo

De Lacerda *et al.*, 2011). Des tests en laboratoire ont évalué l'efficacité de produits biodégradables (comme le Rome et le Peak Plus) (Palacios-Mendoza *et al.*, 2004), et certains auteurs ont suggéré l'utilisation de détergents en cas d'infestations importantes, avec des doses allant de 1 à 5 % (Santos *et al.*, 2006a ; Carvalho & Lopes, 2007 ; Borges *et al.*, 2013b).

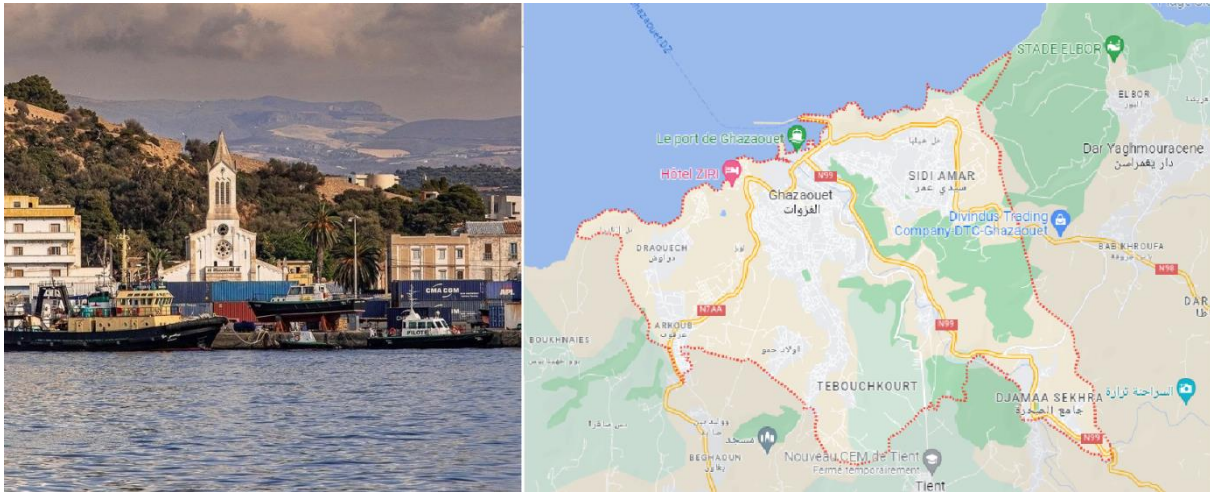
Le contrôle chimique a été sérieusement entravé par l'absence d'insecticides enregistrés pour le figuier de Barbarie, comme cela a été le cas au Brésil jusqu'en 2016 (Santos *et al.*, 2016). Le problème croissant a conduit le ministère brésilien de l'Agriculture, de l'élevage et de l'approvisionnement à accorder une autorisation spéciale pour l'utilisation de thiaméthoxam, d'imidaclopride (tous deux des néonicotinoïdes) et de bifenthrine (tous deux des pyréthri-noïdes) (Torres & Giorgi, 2018).

# *Chapitre II*

## *Matériel et méthodes*

## 1. Zone d'étude

### 1.1. présentation de la zone d'étude



**Figure 10:** Localisation de la ville de Ghazaouet

La ville de Ghazaouet se trouve à une distance de 80 km du chef-lieu de la wilaya, à 60 km de l'aéroport international Tlemcen-Zenata, à 170 km de la métropole d'Oran et à 50 km de la frontière marocaine (ANAT, 2003). La figure 10 dans le document permet de situer la localité de Ghazaouet à une échelle régionale.

La région de Ghazaouet fait partie intégrante des Monts des Traras, qui occupent la partie septentrionale de la wilaya de Tlemcen. Cette zone montagneuse se caractérise par des mouvements migratoires importants, une économie de montagne peu viable, ainsi qu'une urbanisation et une industrialisation considérables.

En raison de ces caractéristiques, cet espace a toujours joué un rôle particulier dans les orientations d'aménagement et de développement à l'échelle régionale et de la wilaya. Il est concerné par au moins trois options d'aménagement du territoire : le développement du littoral, le développement des zones frontalières et le développement des zones de montagne (ANAT, 2003 ).

### 1.2. Ghazaouet a l'échelle de la wilaya de Tlemcen

La Wilaya de Tlemcen est entourée par la mer Méditerranée au nord, la Wilaya de Ain Temouchent au nord-est, la Wilaya de Sidi Belabbes à l'est, le Maroc à l'ouest et la Wilaya de Naâma au sud ( MREE, 2016 ). Elle couvre une superficie de 9017 km<sup>2</sup> et compte une

population estimée à 949 135 habitants selon le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2008, qui a été estimée à 1 045 410 habitants au 31 décembre 2015. Malgré ses ressources économiques et un taux d'urbanisation de 59,6%, la Wilaya de Tlemcen se caractérise par une forte orientation vers le secteur agricole (DLC, MREE, 2004).

La côte est composée de 12 communes côtières, dont Ghazaouet (M.B.H M'Hidi, M'Sirdi Fouaga, Souk Tleta, Souahlia, Dar Yaghmouracene, Honaine, Beni Khellad, Sidi Djillali, Bouihi, El Aricha, El Gor) (DRE Tlemcen, 2006).

En ce qui concerne les ressources en eau (alimentation en eau potable et irrigation), la Wilaya de Tlemcen est confrontée à plusieurs difficultés, notamment dans la région ouest (Maghnia - Bab El Assa - Nedroma - Marsa - Ben M'Hidi et Ghazaouet), avec des interruptions de la distribution deux jours sur sept. La dotation moyenne en eau est de 150 litres par jour par habitant (DLC, MREE, 2004).

La Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPAT) de la Wilaya de Tlemcen recense différents types de sources de pollution qui contribuent à la dégradation de l'environnement :

Les eaux usées urbaines et industrielles,

Les déchets solides urbains et industriels,

Les rejets atmosphériques,

Les pollutions résultant des activités agricoles, telles que les produits phytosanitaires, les engrais et les déchets d'élevage.

La DPAT attire particulièrement l'attention sur les activités industrielles dans la zone de Ghazaouet et leur impact sur l'état du littoral et la qualité de l'air. Les déchets solides urbains générés dans la Wilaya sont estimés à près de 500 tonnes par jour, soit environ 180 000 tonnes par an. Le stock de déchets accumulés est estimé à 500 900 tonnes, dont 500 000 tonnes sont stockées en haut de la falaise à Ghazaouet (déchets de lixiviation de zinc produits par l'unité ALZINC). En plus de ces déchets industriels, on trouve des déchets spéciaux tels que des produits phytosanitaires périmés (109 000 kg), des huiles d'Askarels (167 000 kg) et des déchets hospitaliers (92 000 kg générés annuellement) (DLC, MREE, 2004). (DRE Tlemcen, 2006).

### **I.3. Contexte géographique et topographique de la wilaya de Ghazaouet**

### I.3.1 Localisation de la zone d'étude

Ghazaouet, une ville située sur la côte méditerranéenne, se trouve dans la partie nord-orientale des Traras, à une distance de 80 km de Tlemcen, la capitale de la wilaya. La daïra de Ghazaouet est composée de quatre communes :

La commune de Ghazaouet (chef-lieu de la daïra)

La commune de SOUAHLIA

La commune de TIENET

La commune de DAR YAGHMORACEN



**Figure 11:** Image satellitaire de la zone d'étude (Google Map)

Les coordonnées géographiques du chef-lieu de commune sont les suivantes :

Latitude : 35°06'00" N

Longitude : 01°52'00" W

Altitude : 10,00 m

La ville est située dans une zone accidentée, caractérisée par des pentes raides qui peuvent atteindre des valeurs allant de 7% à 15% (TOUIL M., 2003).

### I.3.2 Contexte géologique

#### A. Situation géologique

D'un point de vue géologique, la région de Ghazaouet se trouve à l'extrémité ouest du Tell méridional, qui est formé par le massif des Traras.

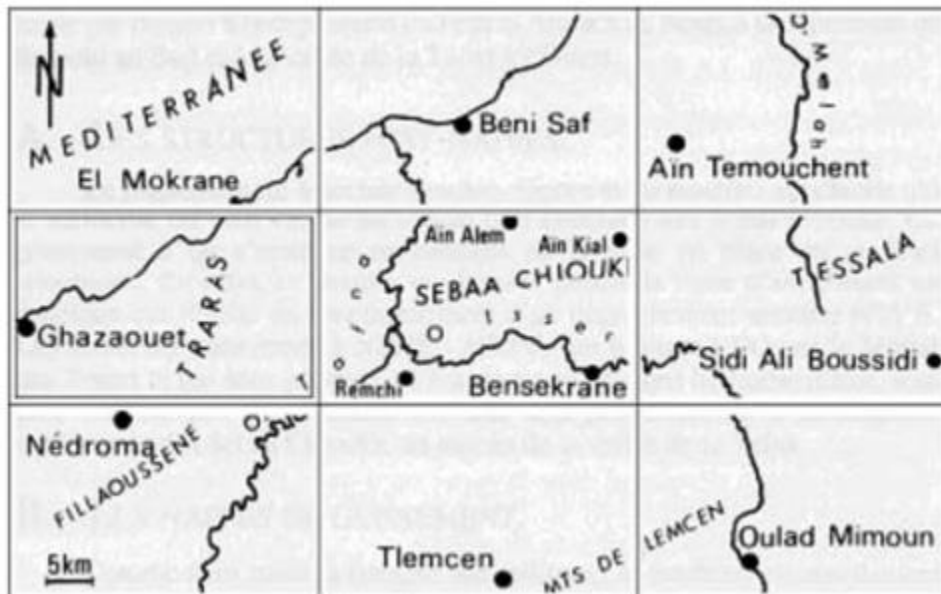


Figure 12: Grandes structures géologiques régionales

#### B. Schéma géologique

Les études géologiques menées dans la région, en particulier celles visant à définir les principales caractéristiques, ont permis de diviser la région en trois zones, orientées d'est en ouest, en fonction de la direction hydraulique de la wilaya (DHW-2006). Les seules roches perméables qui pourraient contenir une nappe souterraine sont les poudingues présents dans la zone centrale, les calcaires de la période géologique du Filloucéne et de la zone septentrionale, les basaltes, ainsi que les alluvions présentes dans les vallées.

#### C. Stratigraphie

La géologie de la région de Ghazaouet présente plusieurs formations rocheuses distinctes, comprenant :

- Le socle schisteux hercynien.

- Le Jurassique inférieur, qui se compose de calcaires ou de calcaréo-dolomites. Ces roches sont visibles au niveau du port de Ghazaouet, à un endroit appelé "la Grotte", et présentent de nombreux plissements.
- Les grès grossiers du Miocène, qui sont discordants par rapport au Jurassique. Ces grès, souvent argileux, mal stratifiés et plus ou moins consolidés, se trouvent de part et d'autre de la vallée de l'Oued Ghazouana, surplombant la ville de Ghazaouet.
- Les couches rouges, qui sont des alluvions continentales anciennes composées d'argiles plus ou moins sableuses, avec des niveaux de cailloutis roulés et de petits bancs marno-calcaires plus consolidés. Ces couches rouges peuvent évoluer latéralement vers des sables dunaires présentant des stratifications entrecroisées. Elles se situent généralement au-dessus des grès du Miocène.
- Les basaltes post-miocènes, qui se présentent sous forme de coulées situées au-dessus du Jurassique et des couches rouges. Ces basaltes sont visibles à la sortie de la ville.
- Les anciennes alluvions sableuses, qui forment des grès tendres, avec des couches de cinérites à leur base.

#### **D. Contexte hydrogéologique**

Les principaux systèmes aquifères de la région sont les suivants (SEMEP, 2004) :

- Les calcaires du Jurassique, qui sont drainés par l'oued Rezouana ou ses alluvions. En raison de fissurations favorisées par des accidents tectoniques, ils peuvent donner naissance à des résurgences telles que Ain Safara, Ain Kolla et Ain Oued Ziri. Ces sources ont un débit relativement faible, de l'ordre de quelques litres par seconde.
- Les poudingues de Béni Menir, qui sont une roche sédimentaire détritique. Ils contiennent probablement une nappe souterraine, comme en témoignent les nombreuses petites sources présentes dans les vallées. Ils contribuent, ainsi que les dépôts quaternaires et les basaltes du plateau de Khoriba, au régime hydrogéologique de l'Oued Tléta en fournissant un débit retardé.
- Les basaltes alimentés par les anciennes alluvions du plateau de Sidi Amar. Ces basaltes, fortement érodés, donnent naissance à la plupart des sources de la région. Les plus importantes sont Ain-Safra, qui a un débit d'environ 12 litres par seconde à la base des basaltes sur un affleurement de schistes primaires, Ain M'Sirda, qui a un débit d'environ 10 à 15 litres par seconde à la jonction des basaltes et des calcaires, et



la source de Tient, qui a un débit estimé à 5 litres par seconde et provient de calcaires karstiques surmontés de basaltes.

Toutes ces sources sont entièrement utilisées pour l'irrigation traditionnelle et il semble qu'aucun débit ne parvienne à la mer pendant l'été par les oueds, sauf en cas de crues exceptionnelles.

Les basaltes ont un bassin d'alimentation important près de Ghazaouet. Ils semblent généralement avoir une perméabilité supérieure à celle du calcaire, à moins que ce dernier ne présente des fissures importantes.

## **1.4 Contexte climatique**

Le climat de Ghazaouet est de nature méditerranéenne, caractérisé par des variations entre les conditions semi-arides et subhumides. Les étés y sont chauds et secs, tandis que les hivers sont relativement doux.

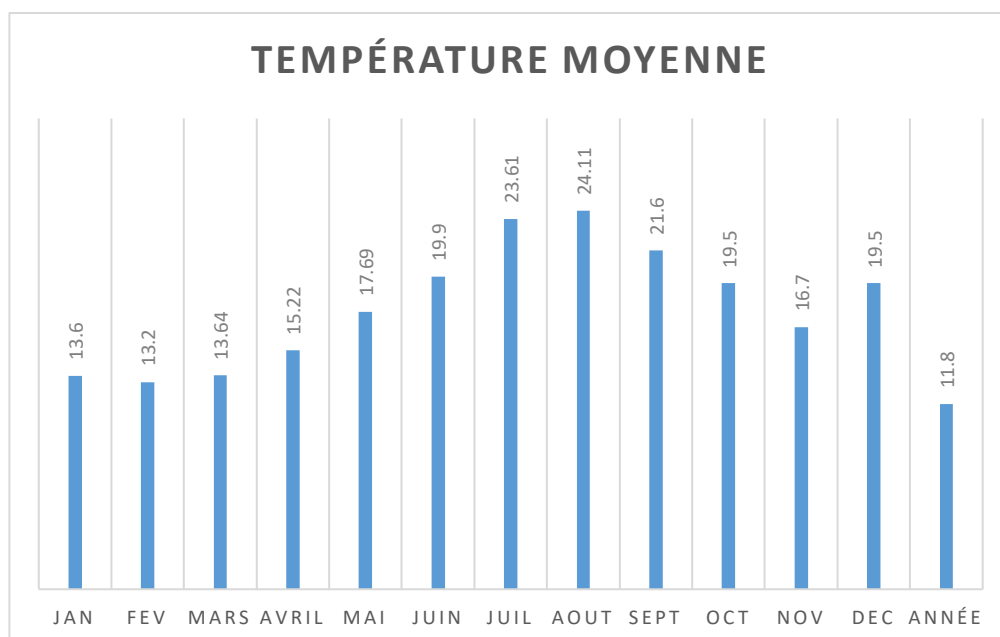
### **I.4.1 Températures**

Le tableau 2 présente les moyennes des températures mensuelles sur une période de 12 années consécutives.

**Tableau 2:** données de température (°C) de la commune de Ghazaouet. (ONM, office national de météorologie)

Année /mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
1994	12.8	13.8	15.2	15.8	19.4	12.7	25.9	26.9	22.0	19.0	16.2	13.8
1995	13.2	14.2	14.7	15.5	19.6	21.4	24.5	26.1	22.4	20.5	17.3	14.2
1996	15.9	13.6	14.5	16.9	18.5	22.2	24.3	25.2	22.2	20.6	18.5	16.5
1997	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	21.9
2002-2003	12.7	12.8	15.8	16.4	19.4	24.2	26.9	27.8	**	20.3	18.0	15.5
2004	14.0	14.4	14.5	15.6	17.7	23.0	25.5	26.4	23.8	21.4	16.7	14.3
2005	10.6	10.9	14.4	16.3	20.4	22.9	26.3	25.8	24.7	21.7	15.4	13.7
2006	12.4	12.8	14.8	18.0	20.3	22.4	26.2	26.0	26.5	20.4	16.0	13.3
2007	13.0	15.3	14.5	16.1	19.6	22.3	25.6	25.5	24.4	21.8	19.0	14.4
2008	13.7	14.3	15.3	19.0	19.0	22.5	26.1	26.7	23.8	20.6	16.3	13.9
2009	13.3	13.1	14.8	16.1	19.4	23.2	26.7	26.7	24.1	20.7	15.3	12.8
2010	14.7	16.1	15.2	17.0	19.0	22.1	25.4	26.3	23.4	21.4	18.4	16.3
Temp moy	13,6	13,2	13,64	15,22	17,69	19,9	23,61	24,11	21,6	19,5	16,7	15,3

Les mois les plus chauds correspondent à l'été, à savoir juillet, août et septembre. Pendant les autres mois de l'année, les températures moyennes ne descendent pas en dessous de 10 à 12°C, avec le mois de février étant le plus froid.



**Figure 13:** Evolution des températures moyenne mensuelle dans l'année (1994-2010)

La température moyenne de la région est de 17,8°C, avec un pic enregistré au mois d'août à 24,11°C et un creux au mois de février à 13,2°C.

#### 1.4.2 Humidité

Le tableau 3 présente la répartition mensuelle moyenne de l'humidité exprimée en millimètres (valeurs de tension de vapeur). Il est important de souligner que l'humidité est mesurée en fonction de la température de l'air sec en conjonction avec celle fournie par le thermomètre mouillé (psychromètre).

**Tableau 3:** répartition mensuelle moyenne de l'humidité exprimée en millimètres

Mois	Jan	Fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Humidité abs (mm)	8	7.6	9	9.9	11.1	13.3	16.4	17.8	15.4	15.2	10	8.7	11.8

Le niveau le plus bas de la tension de vapeur ou de l'humidité absolue est enregistré en janvier et février. Pendant l'été, la tension de vapeur atteint des valeurs élevées, avec un pic en août, comme le montre la figure 14

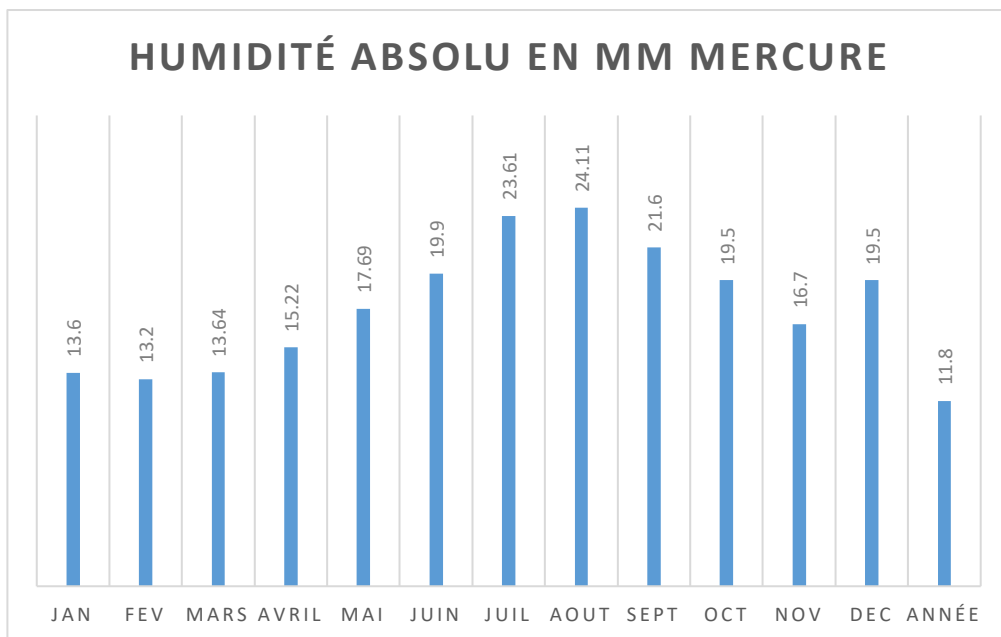


Figure 14: Evaluation de l’humidité mensuelle de l’année

### I.4.3. Pluviométrie

D’après la carte pluviométrique établie par l’ANRH, la région de Ghazaouet se situe dans une zone où les isoyètes varient entre 300 mm et 500 mm de précipitations.

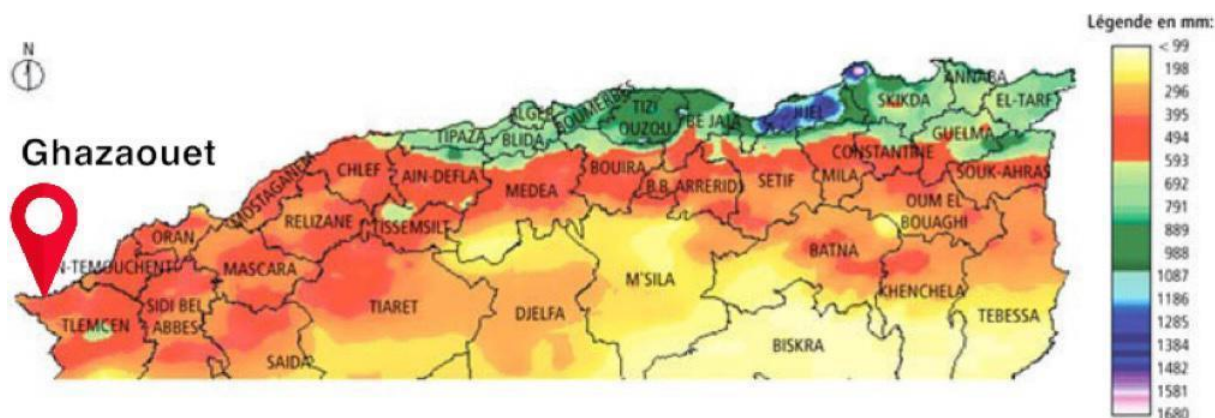


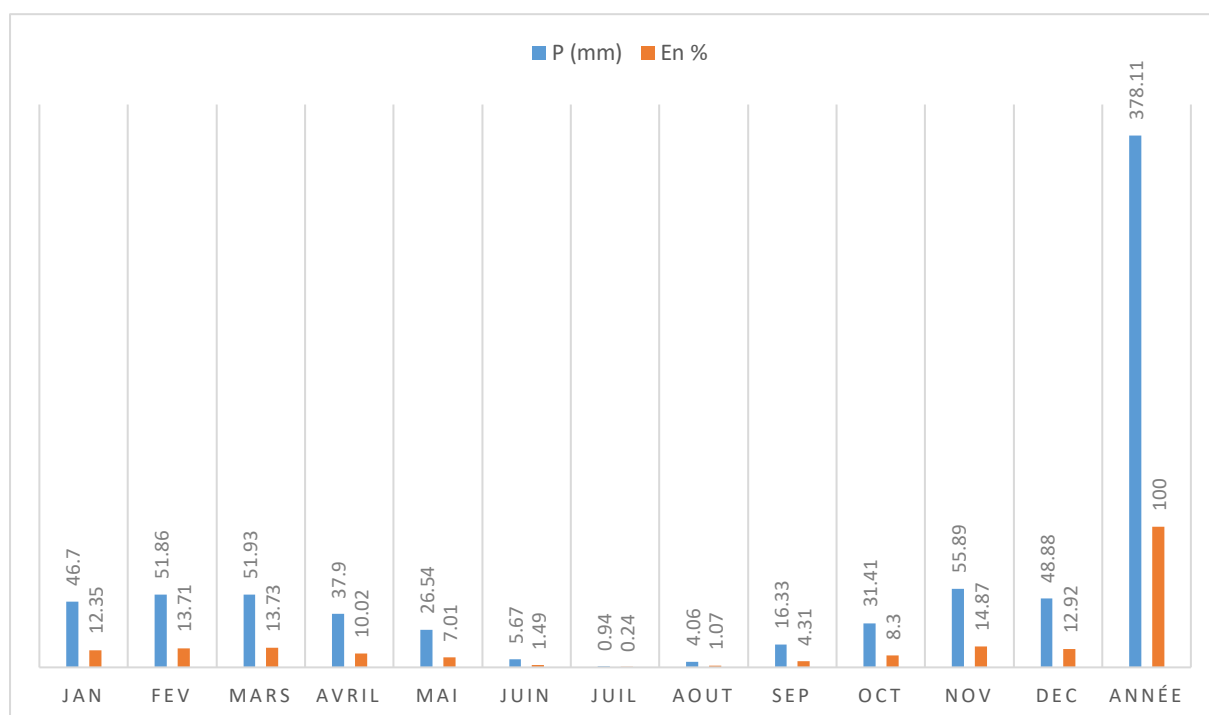
Figure 15 : Carte pluviométrique de la région de Ghazaouet

Les informations recueillies par la station pluviométrique 040101 (Ghazaouet el Bor) entre 1950 et 2014 sont présentées à la fois sous forme d’un histogramme dans la figure 15 et dans le Tableau .

**Tableau 4:** informations recueillies par la station pluviométrique 040101 (Ghazaouet el Bor)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
P (mm)	46.70	51.86	51.93	37.90	26.54	5.67	0.94	4.06	16.33	31.41	55.89	48.88	378.11

Au cours de la période de 64 ans (1950-2014), les précipitations ont montré une irrégularité marquée, avec un pic maximal en hiver, plus précisément en février et mars, et un minimum notable en juillet, où la pluviométrie est pratiquement nulle.

**Figure 16:** Répartition mensuelle des précipitations

### 1.5 contexte hydrographique et hydrologique :

Plus de la moitié du bassin hydrographique est composée de roches peu ou non perméables telles que le granite, la marne et le schiste. Le faible couvert végétal combiné aux pentes abruptes favorise le ruissellement, ce qui entraîne plusieurs conséquences directes :

- Une quantité considérable d'eau douce est perdue car elle s'écoule rapidement vers la mer lors de chaque crue.
- La recharge des nappes souterraines concerne principalement la nappe alluviale.
- Le ruissellement important entraîne un risque élevé d'érosion et d'inondation, avec un fort risque de saturation des réseaux lors des fortes précipitations.





**Figure 18:** Réseau hydrographique de l'oued Ghazouana

La région de Ghazaouet est située au confluent de trois bassins versants adjacents, chacun étant drainé par un oued portant le même nom (Figure 18):

- L'oued Ghazouana (anciennement appelé Oued El Marsa)
- L'oued Abdellah à l'ouest de Ghazaouet
- L'oued El Kelba à l'est de la ville

## 2. partie expérimentale

### 2.1 Etude sur la diatomite

Nous nous concentrons sur l'étude d'un matériau local abondant en Algérie, connu sous le nom de diatomite ou kieselguhr. La diatomite est une roche sédimentaire constituée principalement, voire entièrement, de "squelettes" de diatomées, et elle présente des propriétés de porosité et de friabilité en raison de sa composition siliceuse.

Les échantillons de diatomite ont été collectés dans la région de Bider le 9 décembre 2022, située à Tlemcen en Algérie. Une analyse de la composition de ce matériau réalisée par Kheroua (2008) a révélé qu'il contient les éléments suivants : 55,47 % de **SiO<sub>2</sub>**, 6,17 % d'**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, 13,34 % de **CaO**, 0,87 % de **K<sub>2</sub>O**, 2,3 % de **MgO**, 3,29 % de **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, 15,73 % de **PF** (perte au feu), 0,82 % de **Na<sub>2</sub>O**, 0,18 % de **SO<sub>3</sub>** et 0,45 % de **TiO<sub>2</sub>**.



**Figure 19:** : Gisements de diatomite dans la region de Bidér (07/12/2022)

## 2.2 Biologie des diatomées

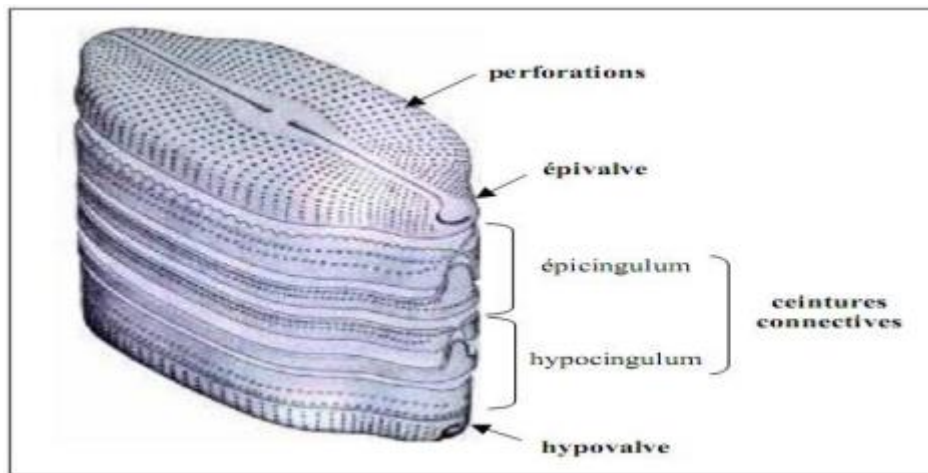
Les diatomées, appartenant à la famille des algues brunes (Chromophytes), sont des micro-algues unicellulaires présentes dans les plans d'eau douce et salée. Leur taille varie de quelques micromètres à plus de 500 micromètres pour les plus grandes. Constituant une part importante du phytoplancton, ces organismes sont omniprésents et existent depuis le début du Jurassique, colonisant divers substrats dans des conditions et des environnements très variés, allant des eaux pures aux plus polluées.

## 2.3 Structure cellulaire

Les diatomées se distinguent par une structure cellulaire qui se caractérise par la présence d'une paroi extrêmement spécialisée principalement constituée de silice, connue sous le nom de frustule. Ce frustule externe est formé de deux valves encadrées, l'épivalve et l'hypovalve de plus petite taille, reliées entre elles par des ceintures connectives, l'épicingulum et l'hypocingulum. Les diatomées produisent des substances extracellulaires polymériques, connues sous le nom d'Extracellular Polymeric Substances (EPS), qui peuvent se présenter sous forme de tubes, de pédoncules, de fibrilles ou former une enveloppe adhésive autour du frustule (Hoagland *et al.*, 1993).

Ces substances mucilagineuses sont excrétées par la cellule à travers les perforations réparties sur toute la surface du frustule (Round *et al.*, 1990) (Figure 20). Le rôle des diatomées dans leur succès biologique est essentiel, car elles contribuent à leur mobilité, à leur adhésion au substrat, à la formation de colonies et à la protection contre la dessiccation de manière cruciale. (Hoagland *et al.*, 1993).





**Figure 20:** Structure du frustule d'une diatomée (*Navicula* sp.) (Round et al., 1990)

Le protoplasme sous-jacent des diatomées ne présente aucune caractéristique distinctive particulière. Il contient les mêmes organites que les autres algues eucaryotes, tels que le noyau, les mitochondries, les dictyosomes, les chloroplastes, les vacuoles, etc. (Figure 20). Les chloroplastes des diatomées affichent une teinte jaune pâle à brune, ce qui les a classées parmi les "algues brunes". Cette coloration est attribuée aux pigments caroténoïdes tels que le  $\beta$ -carotène, la diatoxanthine, la diadinoxanthine et la fucoxanthine, qui masquent la couleur des chlorophylles (chlorophylles a et c).

## 2.4 Etude entomologique

Cette étude vise à approfondir nos connaissances sur l'utilisation de la diatomite en tant qu'insecticide pour lutter contre la cochenille, un ravageur redouté en agriculture. La cochenille est connue pour attaquer les plantes de figue de Barbarie, ce qui entraîne des dommages importants aux cultures et une diminution de la productivité. Face à ce problème, il est essentiel de trouver des méthodes de lutte efficaces et respectueuses de l'environnement.

## 2.5 Activité insecticide de la diatomite contre *Dactylopius opuntiae*

Nous avons opté pour l'étude du ravageur *Dactylopius opuntiae* en raison de son impact significatif sur les cultures fruitières, notamment dans la Wilaya de Tlemcen. Les cladodes de la figue de Barbarie ont été sélectionnés comme modèle biologique pour cette étude. Les

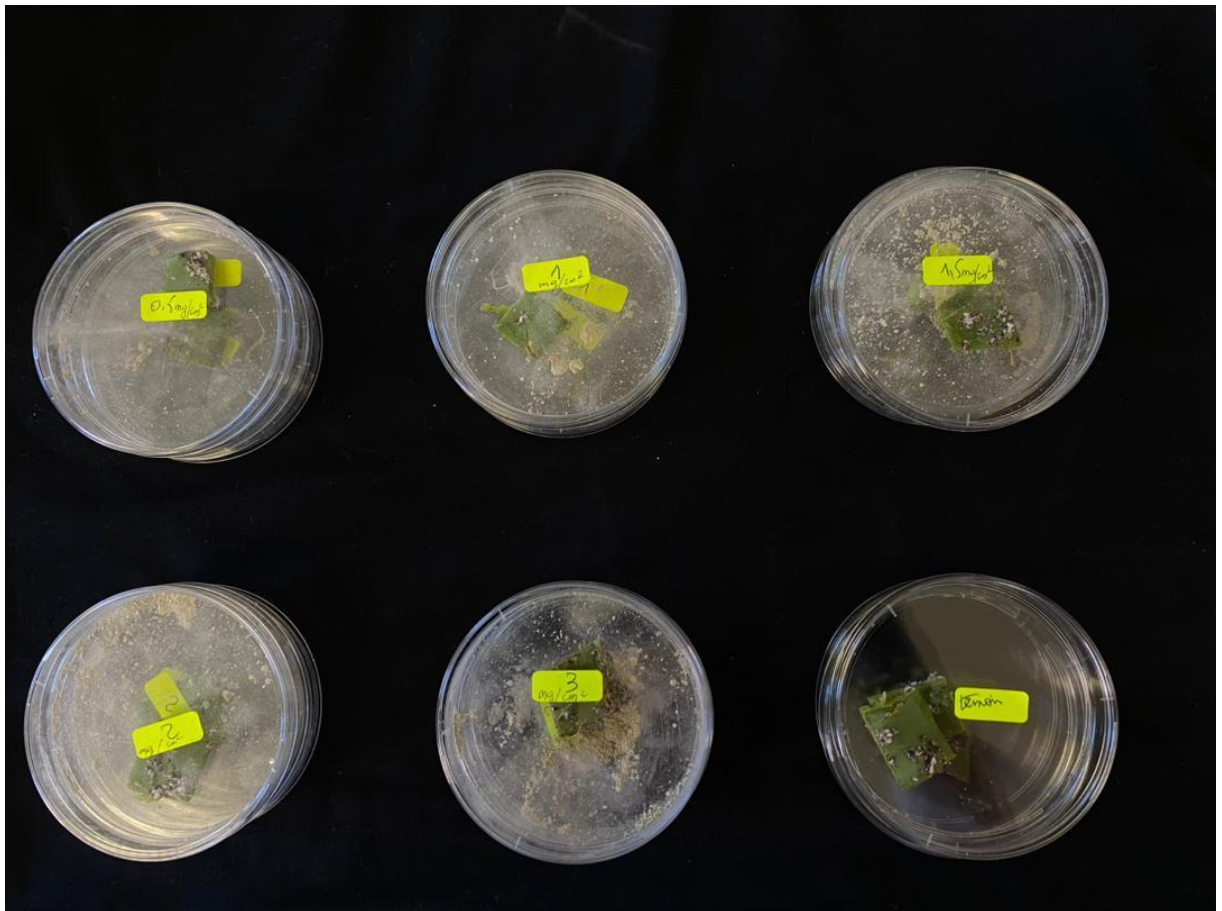
principaux paramètres étudiés sont les taux d'infestation des cladodes par *Dactylopius opuntiae*, qui ont été estimés en se basant sur les fruits tombés.

- Bio-essais de l'activité insecticide :

Afin d'évaluer l'efficacité insecticide de la diatomite contre les différentes étapes de développement de *Dactylopius opuntiae*, les essais ont été réalisés au sein du laboratoire d'écologie et de gestion des écosystèmes naturels.

- Pour adultes et larves :

Les insectes ont été exposés à la terre de diatomée à différentes concentrations 0.0 mg ; 0.5mg ; 1mg ; 1.5mg ; 2mg et 3mg/cm<sup>2</sup> sur du papier filtre dans des boîtes de plastique (Fig. 4). Toutes les ravageurs expérimentales ont été mises en laboratoire à  $24^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ , nous avons contrôlé leur taux de mortalité toutes les 12h jusqu'à 96h d'exposition.



**Figure 21:** Bio-essais contre *Dactylopius opuntiae* (15/04/2023)

## 2.6 Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats

Une expérience biologique est une procédure scientifique où une action est délibérément réalisée sur un organisme vivant ou une partie de celui-ci. Cette action est généralement partiellement contrôlée, ce qui signifie que certaines variables sont maintenues constantes tandis que d'autres sont manipulées ou observées. L'objectif principal d'une telle expérience est d'obtenir des résultats quantitatifs ou numériques qui peuvent être analysés et interprétés.

En ce qui concerne les résultats spécifiques de cette étude, il a été constaté que la mortalité était nulle. Cela signifie qu'aucun décès n'a été enregistré parmi les organismes vivants utilisés dans l'expérience. Cette information est importante car elle indique que les conditions expérimentales ou les substances testées n'ont pas provoqué de décès chez les organismes étudiés. Cela peut être un résultat favorable, démontrant une absence d'effets nocifs ou toxiques dans le cadre de l'expérience biologique menée.

## 3 Etude sur Laurier

Le terme « Laurier » est une adaptation en français du mot latin *Laurus*, qui désignait chez les Romains le Laurier noble ou Laurier sauce, connu scientifiquement sous le nom de *Laurus nobilis*. L'épithète « noble » témoigne de la grande estime accordée à cet arbre, dont les feuilles étaient utilisées pour couronner les vainqueurs.

Le Laurier est un arbre qui peut atteindre jusqu'à 15 mètres de hauteur. Il possède des feuilles allongées, coriaces et brillantes, ainsi que des fleurs de couleur vert blanchâtre. Dans la Rome antique, cet arbre symbolisait la gloire, et les généraux triomphants et les athlètes se voyaient offrir une couronne de Laurier en signe de reconnaissance.

Le Laurier vrai, également appelé Laurier romain, est largement répandu dans la région méditerranéenne et en Europe. Il s'agit d'une plante caractéristique de ces régions, appréciée pour sa beauté et ses utilisations culinaires et médicinales.



**Figure 22:** Feuilles de *L. nobilis* (08/06/2023)

### 3.1 Préparation, extraction et conservation du matériel végétal

Dans cette section, notre objectif était de présenter quelques activités biologiques étudiées concernant la plante *Laurus nobilis*, en se basant sur l'analyse d'articles pertinents dans ce domaine.

Au cours de nos recherches pour cette étude, nous avons observé que la méthode d'échantillonnage des plantes varie en fonction de divers facteurs tels que la période, le lieu et le mois de croissance. De plus, elle peut différer en fonction du type d'étude réalisée. Certains chercheurs utilisent la plante sous forme de poudre tout comme nous l'avons fait dans notre expérience, tandis que d'autres l'utilisent dans son état naturel.

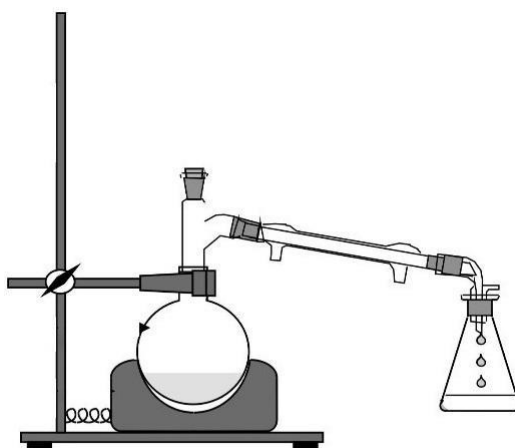


**Figure 23:** Laurier en poudre

Les méthodes d'extraction utilisées varient et nous mentionnerons ci-dessous les plus importantes pour extraire l'huile essentielle de la plante "*Laurus nobilis*" :

- Macération
- à solvant organique.
- Ultrason
- hydrodistillation.

Pour l'extraction de l'huile essentielle dans le cadre de notre expérience, nous avons opté pour la méthode d'hydrodistillation.



**Figure 24:** Montage d'hydro distillation type Clevenger

Pour notre extraction, nous avons placé 400 g de feuilles de laurier dans un alambic rempli aux trois quarts d'eau distillée. Nous avons veillé à maintenir la température de l'eau en dessous de 100°C tout au long de l'opération. Après environ une heure, la plante a commencé à bouillir, et nous avons poursuivi le processus d'extraction pendant une durée de 5 à 6 heures.

Les échantillons ont été entreposés dans des flacons en verre, dans un environnement qui était maintenu à une température fraîche et stable, avec une faible humidité relative. Des précautions ont été prises pour éviter toute exposition à une chaleur excessive, ce qui aurait pu altérer la composition des échantillons. De plus, ils ont été soigneusement éloignés de toute source d'humidité, afin de prévenir toute détérioration due à l'humidité. Ainsi, les conditions de stockage garantissaient la préservation optimale des échantillons pour des analyses ultérieures ou leur utilisation dans d'autres études.

### 3.2 La mesure du rendement en huiles essentielles effectuée

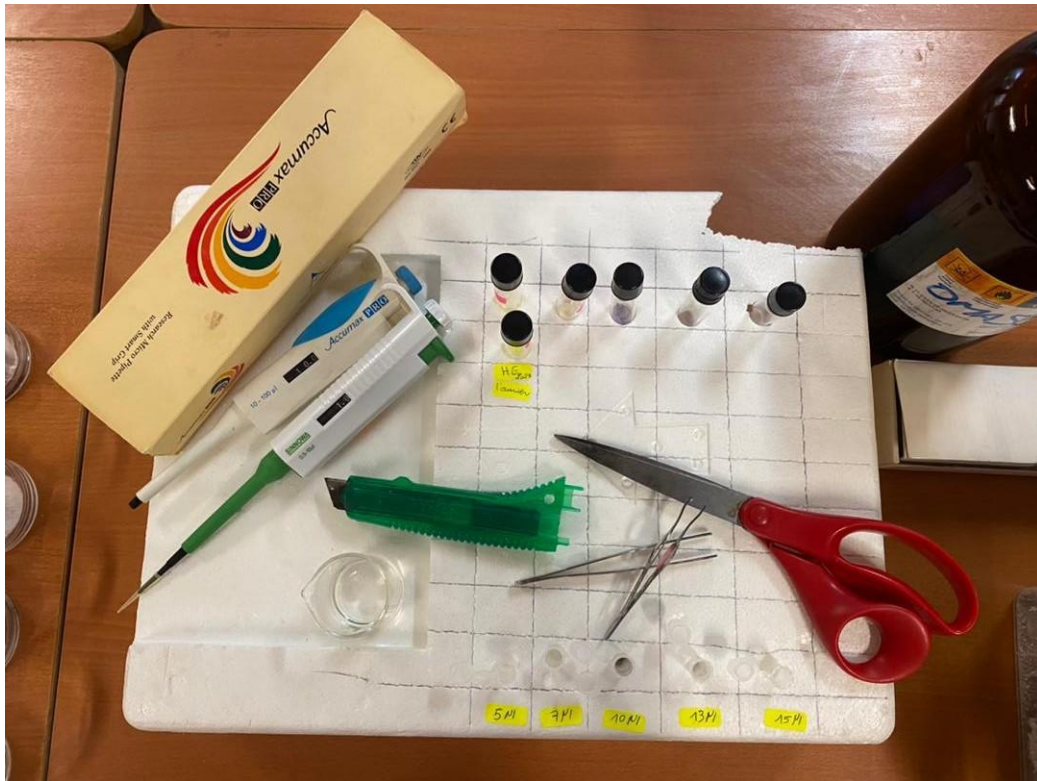
Le rendement en huiles essentielles peut varier en fonction de divers facteurs tels que la plante spécifique utilisée, la méthode d'extraction employée et les conditions de l'extraction. Il est important de noter que la qualité de la matière végétale utilisée peut également avoir une influence sur le rendement obtenu. Le rendement est généralement calculé en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{Masse d'huile essentielle (g)} / \text{Masse de matière végétale à traiter (g)}) \times 100$$

Cette formule permet de déterminer le pourcentage de rendement en huiles essentielles par rapport à la quantité de matière végétale initiale utilisée.

### 3.3 Activité insecticide de Laurier en huile contre *Dactylopius opuntiae*

- Matières végétales : Huiles essentielles de *Laurus nobilis*
- Produit chimique : Le Dimethyl Sulfoxyde (DMSO)
- Matériels utilisés : une micropipette de 10/100 µl, une micropipette de 0,5/10 µl, des tubes en verre, des tubes Eppendorf, un bécher, des étiquettes, des verrines, des filtres, des élastiques en ruban, des pinces, des ciseaux, des cuillères, des couteaux, des lames de scalpel, des boîtes de Petri, un microscope et une loupe binoculaire.



**Figure 25:** Matériels utilisés (18/05/2023)

#### **4. Méthode de lutte par huile essentielle**

Pour combattre les insectes, nous avons employé deux méthodes : le contact et l'inhalation, en utilisant de l'huile essentielle de laurier. Nous avons préparé huit doses différentes d'huile essentielle diluée à 50 % avec du DMSO : 5  $\mu$ l, 7  $\mu$ l, 10  $\mu$ l, 13  $\mu$ l, 15  $\mu$ l, 20  $\mu$ l, 25  $\mu$ l et 30  $\mu$ l. De plus, nous avons utilisé une dose de 30  $\mu$ l sans dilution. Une expérience témoin a également été réalisée. Chaque expérience a été répétée trois fois.

Les échantillons traités, y compris le groupe témoin, ont été placés dans des verrines en verre recouvertes d'un filtre permettant la respiration des insectes. Dans la méthode par contact, les doses d'huile essentielle diluée ont été directement appliquées sur les insectes. En revanche, pour la méthode par inhalation, les insectes ont été exposés à l'huile essentielle injectée dans des morceaux de coton.

L'observation a été réalisée sur une période de 96 heures, pendant laquelle nous avons consigné les effets de l'huile essentielle de laurier sur les insectes, tels que les changements de comportement, la mortalité ou toute autre réaction. Les observations ont été comparées entre les différentes doses d'huile essentielle et le groupe témoin traité uniquement avec du DMSO.

En analysant les résultats, nous avons pu évaluer l'efficacité de l'huile essentielle de laurier dans la lutte contre les insectes, en utilisant les deux méthodes d'application : le contact et l'inhalation.



**Figure 26:** Traitement par l'huile essentiel avec contacte et avec inhalation (18/05/2023)



# *Chapitre III*

## *Résultats et discussion*

Notre étude s'est principalement concentrée sur la lutte biologique contre le *Dactylopius opuntiae*, un ravageur qui menace l'*Opuntia ficus indica*. Pour ce faire, nous avons évalué et comparé l'efficacité de différents produits : la diatomite, ainsi que l'huile essentielle de *Laurus nobilis*.

Notre objectif principal était d'évaluer l'efficacité de ces produits dans la lutte contre le *Dactylopius opuntiae* en les comparant les uns aux autres. Pour ce faire, nous avons mené des tests en laboratoire et sur le terrain afin de déterminer leur capacité à repousser ce ravageur, à réduire sa population et à minimiser les dommages qu'il cause aux cultures d'*Opuntia ficus indica*.

Les résultats de notre étude fournissent des informations précieuses sur l'utilisation de la diatomite et de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* en tant que méthodes potentielles de lutte biologique contre le *Dactylopius opuntiae*. Ces résultats contribuent à une meilleure compréhension des options de lutte disponibles pour les agriculteurs et les experts en agriculture, et ouvrent la voie à de nouvelles approches durables pour gérer ce ravageur dans les cultures d'*Opuntia ficus indica*.

### **1. Activité insecticide de la diatomite sur *Dactylopius opuntiae***

Notre étude s'est focalisée sur un matériau local connu sous le nom de diatomite, qui est assez répandu en Algérie. Les propriétés intéressantes de la diatomite sont directement liées à sa structure physique, formée par un assemblage de fines particules perforées qui suivent un motif régulier de petits pores, créant ainsi une structure semblable à une ruche d'abeilles, bien que légèrement irrégulière.

#### **1.1 taux de mortalité de *Dactylopius opuntiae***

- Les informations concernant l'effet toxique de la diatomite sur le *Dactylopius opuntiae* par contact sont présentées dans le tableau suivant :
- 0.5mg ; 1mg ; 1.5mg ; 2mg et 3mg/cm<sup>2</sup>

Les résultats de cette étude ont mis en évidence que la diatomite ne présente pas d'efficacité dans la lutte contre *Dactylopius opuntiae*. Les tests et les analyses réalisés ont démontré qu'elle ne parvient pas à contrôler efficacement cette espèce nuisible. Ces conclusions suggèrent que d'autres méthodes ou traitements pourraient être nécessaires pour lutter efficacement contre *Dactylopius opuntiae*, étant donné que la diatomite ne semble pas être une solution efficace dans ce cas précis. Ces résultats soulignent l'importance de poursuivre les recherches et d'explorer d'autres alternatives pour la gestion de cette espèce nuisible.

## 2. Etude phytochimique

Les feuilles de *Laurus nobilis* L sont très répandues en tant qu'assaisonnement dans de nombreux pays. Elles sont largement utilisées comme épices dans la cuisine, ajoutées aux potages, ragoûts, sauces, etc. De plus, elles servent d'aromatisant dans l'industrie alimentaire. Cette plante présente également des utilisations importantes en médecine traditionnelle et suscite récemment un intérêt croissant dans la recherche scientifique (Simi *et al.*, 2003). Le laurier est principalement utilisé par voie orale pour traiter les symptômes des troubles de l'appareil digestif supérieur, tels que les ballonnements épigastriques, la lenteur de la digestion, les éructations et les flatulences (Iserin, 2001).

Dans la médecine traditionnelle turque, l'extrait aqueux de laurier noble est utilisé comme antihémorroïdal, antirhumatismal, diurétique et comme antidote en cas de morsures de serpent. Il est également utilisé pour traiter les problèmes d'estomac (Kivçak et Mert, 2002). Dans la médecine traditionnelle iranienne, les feuilles de cette plante ont été utilisées pour traiter l'épilepsie et le parkinsonisme (AqiliKhorasani, 1992). L'huile essentielle dérivée des feuilles de laurier est couramment employée pour atténuer les symptômes des hémorroïdes et des douleurs rhumatismales (Sayyah *et al.*, 2002).. De plus, cette huile essentielle est utilisée dans l'industrie cosmétique pour la parfumerie et la fabrication de savons. Elle est également reconnue comme un excellent répulsif contre les insectes indésirables (Demir *et al.*, 2004).

Par ailleurs, une infusion aqueuse obtenue à partir des feuilles de laurier noble a été utilisée depuis de nombreuses années par les femmes européennes pour soulager les douleurs liées au placenta. De plus, le laurier favorise l'apparition des règles et soulage les règles douloureuses (Bouchaale *et al.*, 2015).

## 2.1 Rendement en huile essentielle

Les données relatives au rendement en huile essentielle obtenues par la méthode d'hydrodistillation en utilisant de la matière végétale séchée sont résumées dans le tableau suivant.

**Tableau 5:** Rendement en huile essentielle de la plante sèche

Essaie	1	2	3
<b>Masse végétale (g)</b>	166	166	166
<b>Masse de huile (g)</b>	0.82	1,42	1.34
<b>Rendement (%)</b>	0.49	0.85	0.80

Dans le cas du laurier, les résultats indiquent que le rendement le plus élevé en huile essentielle est observé pour les feuilles séchées, atteignant 0,85%. Cette augmentation du rendement peut être attribuée à la concentration de l'huile essentielle après élimination de l'eau lors du processus de séchage. Cette observation est cohérente avec les résultats mentionnés par V. Demir *et al.* dans leur étude portant sur l'effet du séchage sur le rendement en huile essentielle des feuilles de laurier.

Le séchage des feuilles de laurier peut entraîner une évaporation de l'eau présente dans la plante, ce qui augmente la concentration des composés volatils et aromatiques, y compris l'huile essentielle. Par conséquent, les feuilles séchées peuvent présenter un rendement supérieur en huile essentielle par rapport aux feuilles fraîches.

Il est important de noter que les résultats peuvent varier en fonction des conditions spécifiques de séchage utilisées dans l'étude, notamment la température, la durée et les méthodes de séchage appliquées. Il convient également de souligner que d'autres facteurs, tels que la variété de la plante, l'environnement de croissance et les pratiques agronomiques, peuvent également influencer le rendement en huile essentielle du laurier.

## 2.2 Activité insecticide de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur *Dactylopius opuntiae*

récentement, l'utilisation des huiles essentielles s'est révélée être une méthode efficace dans le cadre de la lutte biologique, en tirant parti notamment de la disponibilité de l'arbre de *Laurus nobilis* en Algérie. Cette approche offre une solution pour combattre biologiquement le ravageur *Dactylopius opuntia*.

## 2.3 Calculs des taux de mortalité de *Dactylopius opuntiae*

- Les informations concernant l'effet toxique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur le *Dactylopius opuntiae* par contact sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 6 :** Les informations concernant l'effet toxique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur le *Dactylopius opuntiae* par contact

Essais	Concentrations	Nombre d'individus décédés ( sur 10 )				Taux de mortalité %			
		6h	12h	24h	48h	6h	12h	24h	48h
<b>1</b>	<b>5 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>7 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>10 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>13 µl</b>	0	1	2	2	0%	10%	20%	20%
	<b>15 µl</b>	0	2	3	4	0%	20%	30%	40%
	<b>20 µl</b>	7	8	8	10	70%	80%	80%	100%
	<b>25 µl</b>	8	9	10	10	80%	90%	100%	100%
	<b>30 µl</b>	10	10	10	10	100%	100%	100%	100%
<b>2</b>	<b>5 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>7 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%

	<b>10 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>13 µl</b>	0	0	2	2	0%	0%	20%	20%
	<b>15 µl</b>	1	3	4	4	10%	30%	40%	40%
	<b>20 µl</b>	8	8	10	10	80%	80%	100%	100%
	<b>25 µl</b>	8	10	10	10	80%	100%	100%	100%
	<b>30 µl</b>	9	10	10	10	90%	100%	100%	100%
<b>3</b>	<b>5 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>7 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>10 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>13 µl</b>	0	1	3	3	0%	10%	30%	30%
	<b>15 µl</b>	0	0	2	4	0%	0%	20%	40%
<b>Témoins</b>		0				0%			

Ces études ont révélé que l'efficacité de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* dans la lutte contre *Dactylopius opuntiae* dépend de sa concentration.

Les concentrations de 5,7 µl et 10 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* n'ont entraîné aucune mortalité chez *Dactylopius opuntiae*, indiquant l'absence de toxicité à ces niveaux de concentration.

Une concentration de 13 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* a conduit à un taux de mortalité de 30 % chez *Dactylopius opuntiae* après une période d'observation de 48 heures.

Après 48 heures d'observation, l'application d'une concentration de 15 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* a entraîné un taux de mortalité de 40 % chez *Dactylopius opuntiae*.

Une concentration de 20 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* a provoqué une mortalité de 100 % chez *Dactylopius opuntiae* en seulement 24 heures de traitement. Cela souligne l'efficacité significative de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* à cette concentration spécifique.

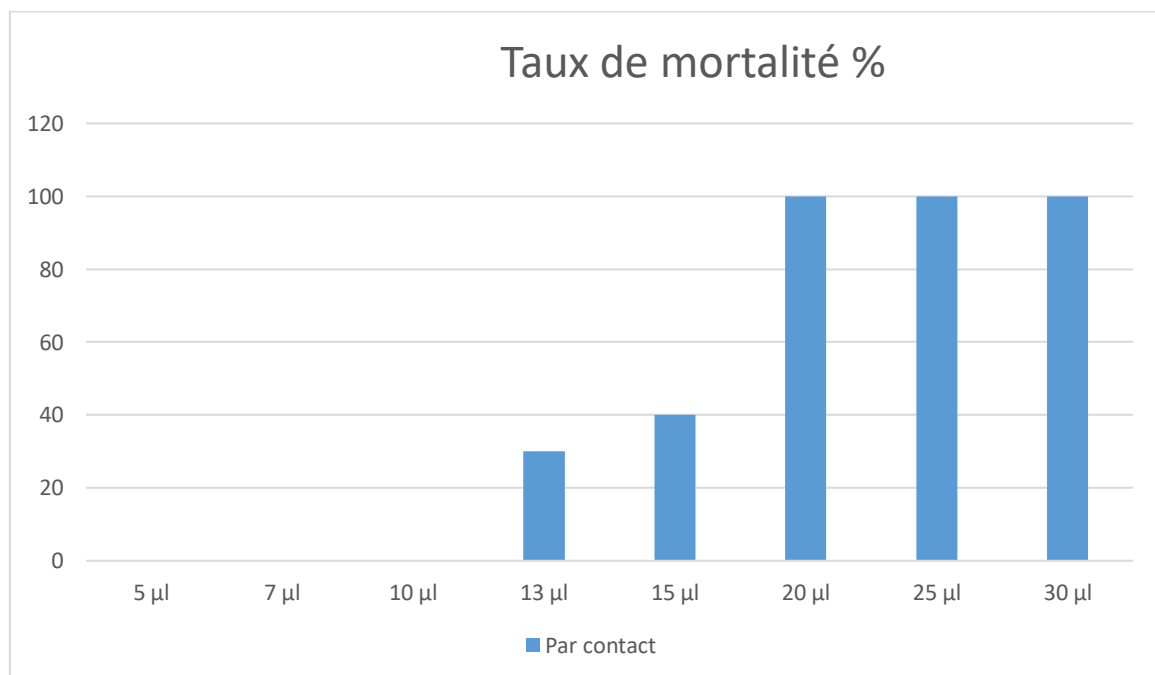
L'application d'une concentration de 25  $\mu\text{l}$  d'huile essentielle de *Laurus nobilis* a entraîné un taux de mortalité de *Dactylopius opuntiae* variant entre 80 % et 100 % après 48 heures d'observation.

À une concentration de 30  $\mu\text{l}$  d'huile essentielle de *Laurus nobilis*, un taux de mortalité de *Dactylopius opuntiae* variant entre 90 % et 100 % a été observé après une période d'observation de 48 heures.

On a même utilisé une concentration pure de l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, sans mélange avec du DMSO, ça a conduit à un taux de mortalité de 100% chez *Dactylopius opuntiae* au cours des 6 premières heures d'observation.

Ces résultats mettent en évidence une relation entre l'augmentation de la concentration d'huile essentielle de *Laurus nobilis* et l'efficacité de la lutte contre *Dactylopius opuntiae*. Les concentrations plus élevées sont associées à des taux de mortalité plus élevés et à une action plus rapide sur le ravageur.

En résumé, les résultats obtenus avec différentes concentrations d'huile essentielle de *Laurus nobilis* démontrent une augmentation progressive de l'efficacité contre *Dactylopius opuntiae*, allant de taux de mortalité modérés à élevés. Ces observations soulignent le potentiel de cette huile essentielle dans la lutte biologique contre ce ravageur.



**Figure 27:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* par contact

- Les informations concernant l'effet toxique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur le *Dactylopius opuntiae* par inhalation sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 7:** Les informations concernant l'effet toxique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur le *Dactylopius opuntiae* par inhalation

Essais	Concentrations	Nombre d'individus décédés (sur 10 )				Taux de mortalité %			
		6h	12h	24h	48h	6h	12h	24h	48h
<b>1</b>	<b>5 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>7 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>10 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>13 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>15 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>20 µl</b>	0	0	0	1	0%	0%	0%	10%
	<b>25 µl</b>	0	0	0	1	0%	0%	0%	10%
	<b>30 µl</b>	0	0	1	2	0%	0%	10%	20%
<b>2</b>	<b>5 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>7 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>10 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>13 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>15 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%



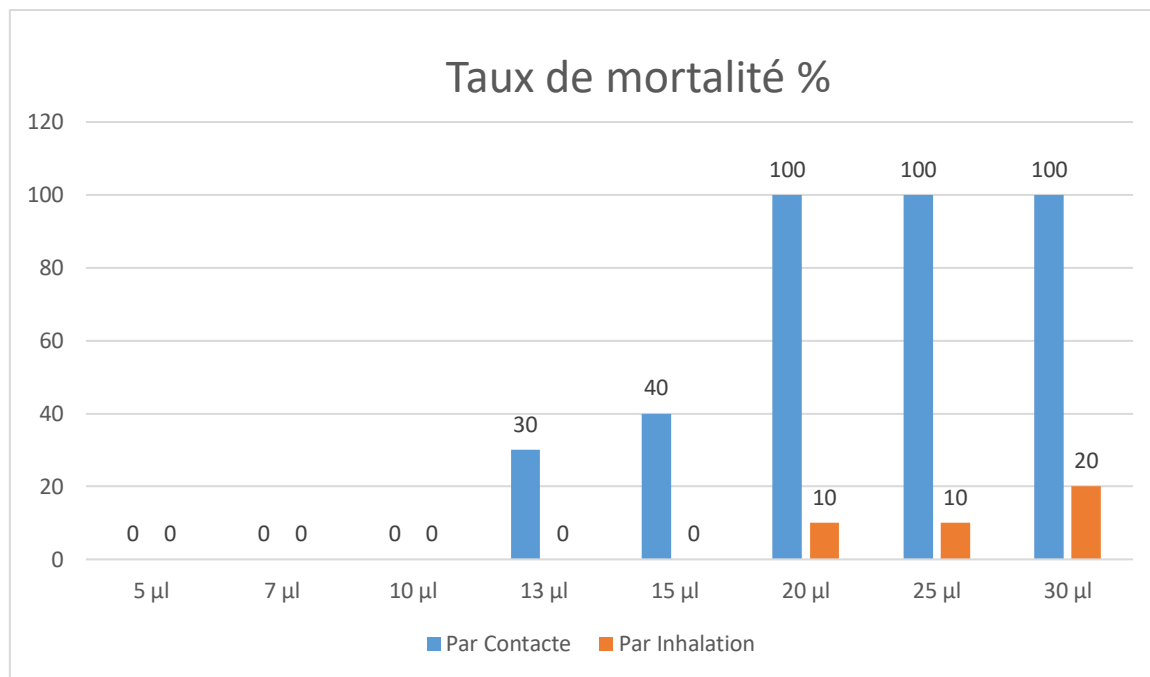
	<b>20 µl</b>	0	0	0	1	0%	0%	0%	10%
	<b>25 µl</b>	0	0	1	1	0%	0%	10%	10%
	<b>30 µl</b>	0	0	1	2	0%	0%	10%	20%
<b>3</b>	<b>5 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>7 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>10 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>13 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	<b>15 µl</b>	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
<b>Témoins</b>		0				0%			

Les concentrations de 5,7 µl, 10 µl, 13 µl et 15 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* n'ont produit aucun effet toxique sur *Dactylopius opuntiae*, car aucune mortalité n'a été observée à ces niveaux de concentration.

Les concentrations de 20 µl et 25 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* ont entraîné un taux de mortalité de *Dactylopius opuntiae* compris entre 0 % et 10 %, ce qui indique l'absence de toxicité à ces niveaux de concentration.

À une concentration de 30 µl, après une période d'observation de 48 heures, le taux de mortalité de *Dactylopius opuntiae* variait entre 10 % et 20 %.

Ces résultats démontrent que les concentrations de 5,7 µl, 10 µl, 13 µl, 15 µl, 20 µl et 25 µl d'huile essentielle de *Laurus nobilis* ne présentent pas de toxicité significative pour *Dactylopius opuntiae*, tandis qu'une concentration de 30 µl montre une toxicité légère à modérée.



**Figure 28:** Comparaison de l'effet insecticide de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* dans la lutte contre *Dactylopius opuntiae* par contact et par inhalation

Les résultats obtenus suggèrent que l'efficacité de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* est plus notable lorsqu'elle est utilisée par contact plutôt que par inhalation. Lorsqu'elle est appliquée par contact, l'huile essentielle de *Laurus nobilis* a démontré un effet plus marqué sur la mortalité des insectes *Dactylopius opuntia*, avec des taux de mortalité atteignant jusqu'à 100 % selon les doses. Cela suggère que le contact direct avec l'huile essentielle peut induire des effets insecticides plus significatifs.

En revanche, lorsqu'elle est utilisée par inhalation, les résultats ont révélé des taux de mortalité relativement faibles, allant de 0 % pour les doses de 5, 7, 10, 13 et 15  $\mu\text{l}$ , de 10 % pour les deux doses de 20 et 25  $\mu\text{l}$ , et de 10 % à 20 % pour la dose de 30  $\mu\text{l}$ . Ces résultats indiquent que l'application par inhalation ne semble pas aussi efficace que l'application par contact direct.

Ces observations suggèrent que les propriétés insecticides de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* peuvent être mieux exploitées lorsqu'elle est utilisée directement, permettant ainsi un contact prolongé avec les insectes cibles.

#### 2.4. Estimations de la dose létale

Des expériences ont été menées afin de déterminer les concentrations létales de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* lorsqu'elle est appliquée par contact sur les insectes *Dactylopius opuntiae*. Les calculs nécessaires ont été effectués à l'aide du logiciel SPSS. Les résultats obtenus ont permis de déterminer les niveaux de concentration requis pour provoquer la mortalité des insectes. Ces concentrations létales jouent un rôle crucial dans la détermination de la quantité optimale d'huile essentielle à utiliser pour contrôler l'infestation de cochenilles.

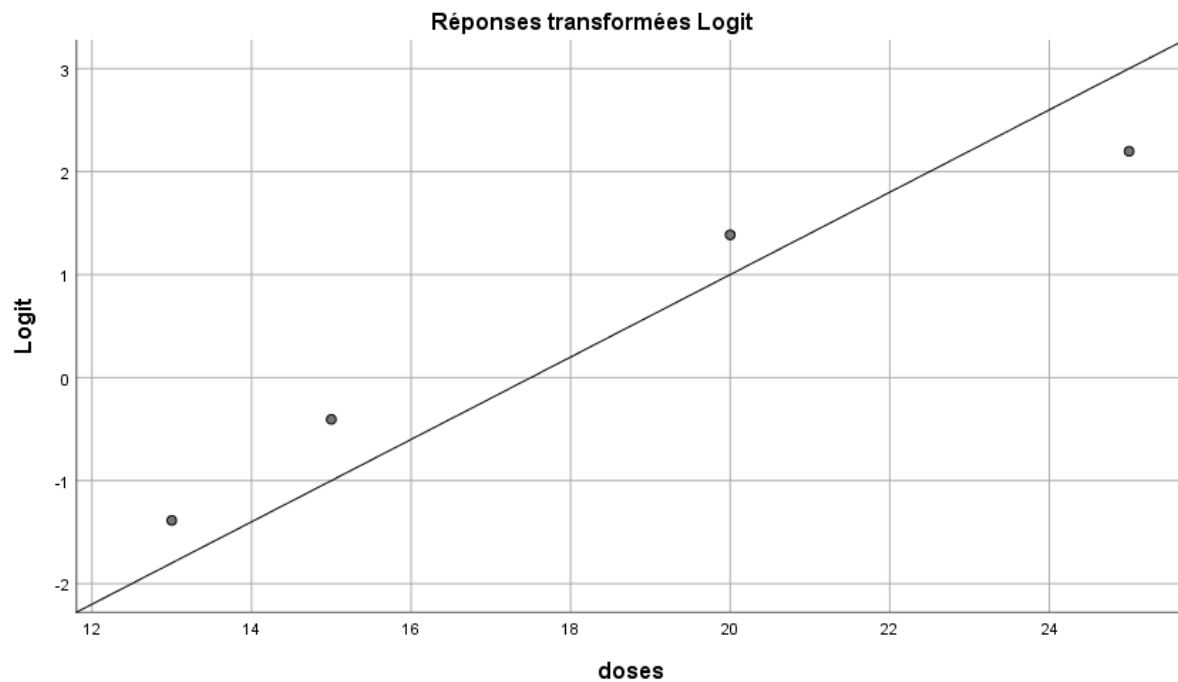
Le tableau ci-dessous présente les doses létales allant de 10 à 99, et répertorie les pourcentages correspondants de doses létales pour différentes concentrations de substances ou traitements. Ces doses létales indiquent les niveaux de concentration auxquels un pourcentage spécifique de l'organisme cible est susceptible de mourir en conséquence du traitement.

**Tableau 8:** Valeurs estimées des concentrations létales pour *Dactylopius opuntiae* de *Laurus nobilis*

#### Limites de confiance

Limites de confiance à 95 % pour doses

Probabilité	Estimation	Borne inférieure	Borne supérieure
10	11,509	7,369	13,633
20	13,509	10,523	15,416
30	14,839	12,436	16,784
40	15,929	13,845	18,066
50	16,929	14,997	19,382
60	17,930	16,028	20,819
70	19,020	17,046	22,491
80	20,349	18,188	24,631
90	22,350	19,783	27,973
99	28,265	24,164	38,191



**Figure 29:** courbes des points des Log des doses (Logiciel SPSS)

les données du tableau confirment l'efficacité de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* en termes de toxicité contre le ravageur *Dactylopius opuntiae*. La concentration létale médiane (DL50) de l'huile essentielle s'est révélée être de 16,929  $\mu\text{l}$ , tandis que la concentration létale à 90 % (DL90) était de 22,350  $\mu\text{l}$ . Ces résultats indiquent les niveaux de concentration auxquels 50 % et 90 % respectivement de l'organisme cible sont susceptibles de succomber au traitement avec l'huile essentielle.

## 2.5 Discussion

Nous avons observé que l'utilisation de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* en traitement par contact est plus efficace que son utilisation par inhalation pour traiter *Dactylopius opuntiae*. Cela signifie que l'application directe de l'huile essentielle sur le ravageur ou sur les surfaces où il se trouve est plus toxique pour *Dactylopius opuntiae* que l'inhalation de l'huile.

Cette constatation souligne que les propriétés biocides de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sont plus efficaces lorsqu'elles sont en contact direct avec le ravageur. Lorsque le ravageur entre en contact avec l'huile essentielle, ses composés actifs agissent rapidement et provoquent une

toxicité plus élevée, ce qui peut entraîner une réduction significative de la population de *Dactylopius opuntiae*.

La concentration létale (DL50) mesurée était de 16,929  $\mu$ l, ce qui démontre la grande toxicité de notre huile essentielle envers ce ravageur. Ces résultats confirment que notre huile essentielle possède des propriétés biocides remarquables et constitue une solution efficace pour lutter contre *Dactylopius opunti*.

# *Conclusion*

En conclusion, les résultats obtenus suggèrent que la diatomite n'a pas d'effet insecticide significatif sur *Dactylopius opuntiae*. Les tests réalisés ont montré que l'application de la diatomite n'a pas entraîné de diminution significative de la population de *Dactylopius opuntiae* ni une augmentation de la mortalité des insectes.

Il est important de noter que cette conclusion est basée sur les résultats spécifiques obtenus dans les conditions expérimentales de l'étude. Il est possible que d'autres facteurs, tels que la concentration ou la formulation de la diatomite, puissent potentiellement avoir un effet insecticide sur *Dactylopius opuntiae* dans d'autres circonstances.

Il convient également de souligner que l'efficacité des insecticides peut varier en fonction des espèces cibles. Il est donc possible que la diatomite puisse être efficace contre d'autres insectes, mais pas spécifiquement contre *Dactylopius opuntiae*.

En somme, bien que les résultats de cette étude indiquent que la diatomite n'a pas d'effet insecticide sur *Dactylopius opuntiae* dans les conditions testées, des recherches supplémentaires pourraient être nécessaires pour évaluer son efficacité potentielle dans d'autres situations ou contre d'autres espèces d'insectes.

On voit aussi que les résultats de l'étude indiquent que l'huile essentielle de *Laurus nobilis* par contact direct a démontré la plus grande efficacité en termes de réduction de la population de *Dactylopius opuntiae*. Les concentrations croissantes d'huile essentielle ont montré une augmentation progressive du taux de mortalité de ces insectes.

Pour l'huile essentielle de *Laurus nobilis*, après l'avoir mis au contact des individus, on a constaté qu'une concentration de 20 µl a entraîné un taux de mortalité de 100 % chez *Dactylopius opuntiae* après seulement 12 heures. Les concentrations inférieures ont conduit à des taux de mortalité allant de 20 % à 40 % après 48 heures. Une concentration de 30 µl a provoqué un taux de mortalité de 90 % à 100 % après 48 heures.

Après avoir utilisé l'huile essentielle de *Laurus nobilis* par inhalation : Les doses de 5 µl, 7 µl, 10 µl, 13 µl, 15 µl, 20 µl, 25 µl et 30 µl n'ont pas entraîné de taux de mortalité significatifs, atteignant seulement jusqu'à 20 % après 72 heures d'observation.

Pour finir, on peut dire que l'huile essentielle de *Laurus nobilis* par contact direct s'est avérée être la méthode la plus efficace pour lutter contre *Dactylopius opuntiae* dans le cadre de cette étude. Cependant, il est recommandé de poursuivre les recherches pour optimiser les concentrations et les méthodes d'application de l'huile essentielle, ainsi que pour étudier son efficacité combinée avec d'autres substances ou techniques de lutte intégrée, afin d'améliorer encore son efficacité dans la gestion des ravageurs.

*Références  
bibliographiques*



- 1- **Bouzoubaâ Z., Essoukrati Y., Tahrouch S., Hatimi A., Gharby S., Harhar H., (2014).** Etude physico-chimique de deux variétés de figuier de barbarie ('Achefri' et 'Amouslem') du Sud marocain. *Les Technologies De Laboratoire*, 8(34) ,137-138.
- 2- **Gomez, F., & Oyama, K. (2012).** Effect of temperature and humidity on life history of the cochineal insect *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae). *Journal of insect science*, 13(1), 71.
- 3- **Granados, S.D., y P.A.D. Castañeda. (1991).** El Nopal: Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. México: Trillas. Pp. 227.
- 4- **García, A. M. (2003).** La familia de las cactáceas: Alternativa para la agricultura en zonas áridas en el siglo XXI. Editorial Trillas. México pp. 3-4.
- 5- **(BravoHollis, 1978).** Las Cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma, 1978
- 6- **Pimienta-Barrios E, Zañudo J, Yopez E, Pimienta-Barrios En, Nobel PS (1992).** Seasonal variation of net CO<sub>2</sub> uptake for cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) and pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) in a semiarid environment. *Journal of Arid Environments*
- 7- **Flores, V., C.A. y J. Olvera. 1995.** La producción de nopal verdura en México. Memorias del VI Congreso Nacional y IV Congreso Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- 8- **López, J.J. 2003.** Uso y manejo del nopal forrajero en el noreste de México. IX Simposium-Taller Nacional y II Internacional de producción del nopal y el maguey. Escobedo, Nuevo León, México.
- 9- **Nobel, P.S. 1992.** Ecophysiology of *Opuntia Ficus indica*. In: Mondragon J., C., G. Pérez G. (Eds.). *Cactu (Opuntia spp.) as forage* FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- 10- **Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., González-Laredo, R. F., Reynoso Camacho, R., Medina-Torres, L., & Cervantes-Cardozo, V. (1994).** Effect of air flow rate on the polyphenols content and antioxidant capacity of convective dried cactus pear cladodes (*Opuntia ficus indica*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup2), 80-87.
- 11- **Vázquez, V. P. Cyras. (2007).** Extracción de celulosa y obtención a partir de fibra Sisal- Caracterización. Tesis maestría. Universidad de Chile. Santiago de Chile. pp. 6.
- 12- **Saenz, C., Sepulveda, E., Matsuhira, B. 2004.** *Opuntia* spp mucilage's a functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environments*. 57: 275-290
- 13- **(Sáenz et al., 1992; Cárdenas et al., 1997)** *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives Volume 57, Issue 3, May 2004, Pages 275
- 14- **Anaya, M., R. Bautista. 2004.** El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp. 169.
- 15- **Kock, G. 2003.** El uso del nopal como forraje en las zonas áridas de Sudáfrica. Estudio FAO producción y protección vegetal. *Revista Salud Pública y Nutrición*. Monterrey, Nuevo León. pp. 126.

- 16- Aguirre-Cárdenas et al., 2011.**, R.D. Valdez C., F. Blanco M., J. Urista T., M. Reveles H. y F. Rubio Aguirre. 2007. El Nopal en la producción animal. Ed. Universidad Autónoma de Zacatecas, México pp. 15-31.
- 17- Aquino, R., Caires, P., Furtado, F., et al. (2009)** Applying Joint Mobilization at Different Cervical Vertebral Levels Does Not Influence Immediate Pain Reduction in Patients with Chronic Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 17, 95-100. <http://dx.doi.org/10.1179/106698109790824686>
- 18- Del-Valle V, Hernández-Muñoz P, Guarda A and Galotto MJ. 2005.** Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry* 91(4): 751–756. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.07.002.
- 19- López, G., J. J., J. M. Rodríguez F., and A. Rodríguez G. 2000.** Production and use of opuntia as forage in northern Mexico In: Mondragón J., C., and Pérez G. (Eds.) *Cactus (Opuntia spp.) as forage* FAO Plant Production and Protection Paper 169. Rome, Italy.
- 20- Cardenas Martinez Sumaya Martínez, M.T., Cruz Jaime, S., Marigal Santillàn, E., García Paredes, J.D., Cariño Cortés, R., Cruz Cansino, N., Valadez Vega, C., L. & Alanís Carcia, E. 1998.** Betalain, acid ascorbic, phenolic contents and antioxidant properties of purple, red, yellow and white cactus pears. *Int. J. Mol. Sci.*, 12: 6452–6468.
- 21- Contreras-Padilla, E. Pérez-Torrero, M. Hernández-Urbiola, G. Hernández-Quevedo, A. del Real, ..., M.E (2011).** Rodriguez-Garcia Evaluation of oxalates and calcium in nopal pads (*Opuntia Ficus Indica* var. redonda) at different maturity stages.
- 22- Barbera G & Inglese P (1993)** *La Coltura del Ficodindia*. Edagricole, Bologna, Italy.
- 23- Casas A & Barbera G (2002)** Mesoamerican domestication and diffusion. *Cacti: Biology and Uses* (ed. by PS Nobel), pp. 143– 162. University of California Press, Los Angeles, CA, USA.
- 24- Chávez-Moreno CK, Tecante A & Casas A (2009)** The *Opuntia* (Cactaceae) and *Dactylopius* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: a historical perspective of use, interaction and distribution. *Biodiversity and Conservation* 18: 3337– 3355.
- 25- Russo A & Mazzeo G (1996)** *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera, Coccoidea): la cocciniglia del carminio. *Informatore Fitopatologico* 46: 10– 13.
- 26- Mazzeo G, Russo A & Suma P (1998)** Rilievi sulla biologia della cocciniglia del carminio in ambiente protetto. *Rendiconti Accademia Nazionale di Entomologia, Suppl. Atti XVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia* 46: 137.
- 27- Russo A, Mazzeo G, Suma P & Longo S (2001)** Bionomics of *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera Coccoidea) in a greenhouse in Sicily. *Entomologica* 33: 333– 338.
- 28- Pellizzari G, Mazzeo G & Porcelli P (2016)** Storia della Cocciniglia del carminio *Dactylopius coccus* (Costa) (Hemiptera, Dactylopiidae). *Atti del XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia* (ed. by M Faccoli, L Mazzon & E Petrucco-Toffolo), p. 87. DAFNAE, Padova, Italy.
- 29- Mazzeo G, Russo A, Suma P & Longo S (2017)** The history of *Dactylopius coccus* (Modeer) (Hemiptera: Dactylopiidae) in the Mediterranean basin: the Sicilian episode. *Entomologica* 47: 55.
- 30- Barbera G, Inglese P & Pimienta Barrios E (1999)** *Agro-Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection Paper 132, FAO, Rome, Italy.

- 31- Sáenz C (2013)** *Opuntias as Natural Resource. Agro-Industrial Utilization of Cactus Pear*. FAO, Rome, Italy.
- 32- Ochoa MJ & Barbera G (2017)** History and economic and agro-ecological importance. *Crop Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear* (ed. by P Inglese, C Mondragon, A Nefzaoui & C Sáenz), pp. 1– 11. FAO, Rome, Italy.
- 33- Pérez Guerra G & Kosztarab M (1992)** Biosystematics of the family Dactylopiidae (Homoptera: Coccinea) with emphasis on the life cycle of *Dactylopius coccus* Costa. *Bulletin of the Virginia Agricultural Experiment Station* **92**: 1– 90.
- 34- Annecke DP, Karny M & Burger WA (1969)** Improved biological control of the prickly pear, *Opuntia megachanta* Salm-Dyck, in South Africa through the use of an insecticide. *Phytophylactica* **1**: 9– 13.
- 35- Flores-Hernández A, Murillo-Amador B, Rueda-Puente EO, Salazar-Torres JC, García-Hernández JL & Troyo-Diéguez E (2006)** Reproducción de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* **77**: 97– 102.
- 36- Romero López BE, Flores Hernández A, Santamaría César E, Salazar Torres JC, Ramírez Delgado M & Pedroza Sandoval A (2006)** Identificación, biología y adaptación de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae) a las condiciones ambientales de Bermejillo, Durango. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* **5**: 41– 48.
- 37- Palafox-Luna A, Rodríguez-Leyva E, Lomelí-Flores JR, Viguera-Guzmán AL & Vanegas-Rico JM (2018)** Ciclo de vida y fecundidad de *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) en *Opuntia ficus-indica* (Caryophyllales: Cactaceae). *Agrociencia* **52**: 103– 114.
- 38- Ochoa MJ, Lobos E, Portillo L & Viguera AL (2015)** Importance of biotic factors and impact on cactus pear production systems. *Acta Horticulture* **1067**: 327– 333.
- 39- Santos DC, Farias I, Lira MA, Santos MVF, Arruda GP et al. (2006a)** *Manejo e Utilização da Palma Forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco*. IPA, Recife, Brazil.
- 40- Cavalcanti VALB, Sena RC, Coutinho JLB, Arruda GP & Rodrigues FB (2001)** Controle das cochonilhas da palma forrageira. *Boletim IPA Responde* **39**: 1– 2.
- 41- Lopes EB, Batista JL, Brito CH & Santos DC (2007)** Pragas da palma. *Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semi-Árido Nordestino* (ed. by EB Lopes), pp. 34– 40. EMEPA/FAEPA, João Pessoa – Paraíba, Brazil.
- 42- Torres JB & Giorgi JA (2018)** Management of the false carmine cochineal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell): perspective from Pernambuco state, Brazil. *Phytoparasitica* **46**: 331– 340.
- 43- Eisner T, Nowicki S, Goetz M & Meinwald J (1980)** Red cochineal dye (carmine acid). *Science* **208**: 1039– 1042.
- 44- Gilreath ME & Smith SM (1988)** Natural enemies of *Dactylopius confusus* (Homoptera: Dactylopiidae): exclusion and subsequent impact on *Opuntia* (Cactaceae). *Environmental Entomology* **17**: 730– 738.
- 45- Eisner T, Ziegler R, McCormick JL, Eisner M, Hoebeke ER & Meinwald J (1994)** Defensive use of an acquired substance (carmine acid) by predaceous insect larvae. *Experientia* **50**: 610– 615.
- 46- Cruz-Rodríguez JA, González-Machorro E, Villegas González AA, Rodríguez Ramírez ML & Mejía Lara F (2016)** Autonomous biological control of *Dactylopius*

- opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in a prickly pear plantation with ecological management. *Environmental Entomology* **45**: 642– 648.
- 47- Karny M (1972)** Comparative studies on three *Dactylopius* species (Homoptera: Dactylopiidae) attacking introduced opuntias in South Africa. *Entomology Memoir* **26**: 1– 19.
- 48- Vanegas-Rico JM, Lomelí-Flores JR, Rodríguez-Leyva E, Mora-Aguilera G & Valdez JM (2010b)** Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el centro de México. *Acta Zoologica Mexicana* **26**: 415– 433.
- 49- Lima MS, Da Silva DMP, Falcão HM, Ferreira WM, Silva LD & Paranhos BAJ (2011)** Predadores associados á *Dactylopius Opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) em palma forrageira no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Chilena de Entomología* **36**: 51– 54.
- 50- Ramírez SO, Cruz-Rodríguez JA & Gamero AM (2011)** Enemigos naturales de la cochinilla silvestre, *Dactylopius* spp. (Hemiptera: Dactylopiidae), en una huerta organica de nopal tunero, en México. *Workshop, Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* (ed. by A Bento, JA Pereira & MA Rodrigues), pp. 5– 13. Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, Portugal.
- 51- Protasov A, Mendel Z, Spodek M & Carvalho CJ (2017)** Management of the *Opuntia* cochineal scale insect, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) in Israel. *Alon Hanotea* **71**: 48– 51.
- 52- Vanegas-Rico JM (2015)** *Hyperaspis trifurcata*: Biología, Respuesta Funcional y Dinamica Poblacional de Sus Parasitoides. PhD Dissertation, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mexico.
- 53- Vanegas-Rico JM, Rodríguez-Leyva E, Lomeli-Flores JR, González-Hernández H, Pérez-Panduro A & Mora-Aguilera G (2016)** Biology and life history of *Hyperaspis trifurcata* feeding on *Dactylopius opuntiae*. *BioControl* **61**: 691– 701.
- 54- Borges LR, Santos DC, Gomes EWF, Cavalcanti VALB, Silva IMM et al. (2013b)** Use of biodegradable products for the control of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in cactus pear. *Acta Horticulturae* **995**: 379– 386.
- 55- Mena C & Rosas JYS (2004)** *Guía Para el Manejo Integral de las Plagas de Nopal Tunero*. Publicación Especial no. 14, SAGARPA/INIFAP, Zacatecas, Mexico.
- 56- Aguilar Zamora AA (2000)** *Control de la Grana Cochinilla en el Nopal Verdura en el Distrito Federal*. Desplegable Técnica1, INIFAP, Chapingo, Mexico.
- 57- Badii MH & Flores AE (2001)** Prickly pear cacti pests and their control in Mexico. *Florida Entomologist* **84**: 503– 505.
- 58- Pretorius MW & van Ark H (1992)** Further insecticide trials for the control of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) as well as *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) on spineless cactus. *Phytophylactica* **24**: 229– 233.
- 59- Brito CH, Lopes EB, Albuquerque IC & Luna Batista J (2008)** Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochinilha-do-carmim na Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* **8**: 1– 5.
- 60- Araújo De Lacerda C, Santos VF, Rolim Borges L, Santos EA, Soares Luz Da Costa EK et al. (2011)** The use of alternative products for the control of cochineal-carmine *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) on prickly pears. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife* **16**: 31– 41.
- 61- Palacios-Mendoza C, Nieto-Hernández R, Llanderal-Cazares C & González-Hernández H (2004)** Efectividad biológica de productos biodegradables para el control

- de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Homoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana* **20**: 99– 106.
- 62- Carvalho RA & Lopes EB (2007)** Alternative control methods of the cochineal *Dactylopius opuntiae* in northeastern Brazil. *International Plant Protection Congress* **16**: 752– 753.
- 63- Santos ACS, Oliveira RLS, Costa AF, Tiago PV & Oliveira NT (2016)** Controlling *Dactylopius opuntiae* with *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex and extracts of *Ricinus communis* and *Poincianella pyramidalis*. *Journal of Pest Science* **89**: 539– 547.
- 64- ANAT, 2003**, étude de la zone franche de Ghazaouet
- 65- MREE « Ministère des Ressource en Eau et de l'Environnement », 2016**, étude d'aménagement du littoral de la wilaya de Tlemcen, rapport 2 : bilan diagnostic et état des lieux,
- 66- DLC, MREE « Direction De L'urbanisme Et La Construction, ministère des ressources en eau et de l'environnement », 2004**, Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tlemcen (PATW), Phase1 évaluation Territoriale
- 67- DRE Tlemcen, 2006**, Rapport de présentation sur l'état de l'Environnement de la zone côtière du Golfe de Ghazaouet
- 68- TOUIL M., 2003**, Mémoire technique du Bureau d'Etudes, Techniques Etude de Protection de la ville de Ghazaouet contre les eaux pluviales
- 69- Document du service de SEMEP, 2004**, Recensement des points d'eau par commune du secteur sanitaire de Ghazaouet
- 70- Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R et Roemer, S.C. 1993.** Diatom extracellular polymeric substances: function, fine structure, chemistry and physiology. *Journal of Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R Phycology* - 29: 537-566.
- 71- Round, F.E., Crawford, R.M. et Mann, D.G. 1990.** The Diatoms. Biology & morphology of the genera. - Cambridge Univ. Press Ed.
- 72- BELOUED 2009** .Plantes médicinales d'algerie.éd. office des publications universitaires, Alger, PP. 56-74
- 73- Simic M, Kundakovic T, Kovacevic N. (2003).** Preliminary assay on the antioxidative activity of *Laurus nobilis* extracts. *Fitoterapia*, Vol 4, p613–616.
- 74- Iserin P. (2001).** Larousse Encyclopédie des plantesmédicinales. Edition. Paris : de Larousse.P10-335
- 75- Kivçak B, Mert T. (2002)** Preliminary evaluation of cytotoxic properties of *Laurusnobilis* leaf extracts. *Fitoterapia*, Vol. 73, p 242-243.
- 76- Aqilikhorasani MS. (1992).** Collection of drugs (Materia media). Enqelab-e-Eslami Publishing and Educational Organization, Tehran, p624–630.
- 77- Sayyah M, Valizadeh J, Kamalinejad M. (2002).** Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* again stpentylen et etrazole- and maximal electroshockinduced seizures. *Phytomedicine*, Vol. 9, n°3, p 212-216.
- 78- Demir V, Guhan T, Yagcioglu AK, Degirmencioglu A. (2004).** Mathematical modeling and the Determination of some Quality Paramaters of Air dried Bay leaves. *Biosystems Engineering*, Vol .88, n° 3, p325-335.
- 79- Bouchaale I, Kahalerras A, Zouaoui S. (2015).** Etude comparative de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Laurus nobilis* de deux régions (Algérie et Tunisie). Diplôme de la fine étude : Science de la nature et de la vie : Université 08 mai 1945 de Guelma.P17..

**الملخص :** مآخرًا، لوحظ انتشار الحشرة القرمزية *Dactylopius opuntiae* في ولاية تلمسان، مما سبب خسائر لنبته صبير التين الهندي *Opuntia ficus indica* L. في هذه الدراسة، تطرقنا إلى معرفة أثر تربة الدياتوميت و زيت ورق الغار *Laurus nobilis* كمبيد حشرة ضد الحشرة القرمزية *Dactylopius opuntiae*. النتائج التي تحصلنا عليها تشير أن تربة الدياتوميت لم يكن لها تأثير موجب ضد الحشرة القرمزية *Dactylopius opuntiae* خلافا عن زيت ورق الغار *Laurus nobilis* الذي كان له تأثير فعال عند ملامسته للحشرة، حيث كان التركيز المميت 22.350 ميكرو ليتر، نسبة الوفاة بلغت 100% خلال مدة 48 ساعة. متوسط التركيز المميت كان 16.929 ميكرو لتر مما يعني أن زيت ورق الغار *Laurus nobilis* يحتوي على سم عالي ضد الحشرة القرمزية *Dactylopius opuntiae*. مقارنة مع تربة الدياتوميت، فإن زيت ورق الغار *Laurus nobilis* كان له تأثير عالي كمبيد حشرات ضد الحشرة القرمزية *Dactylopius opuntiae*.  
**الكلمات المفتاحية :** *Opuntia ficus indica* L - *Laurus nobilis* - *Dactylopius opuntiae* - المقاومة الطبيعية - التربة الدياتومية - تلمسان

**Résumé :** Récemment, la propagation de l'insecte *Dactylopius opuntiae* a été observée dans la région de Tlemcen, causant des dommages à la plante de figue de Barbarie *Opuntia ficus indica* L. Dans cette étude, nous avons examiné l'effet de la diatomite et de l'huile essentielle des feuilles de laurier *Laurus nobilis* en tant qu'insecticides contre l'insecte cochenille *Dactylopius opuntiae*.

Les résultats que nous avons obtenus indiquent que la diatomite n'avait aucun effet sur *Dactylopius opuntiae*, contrairement à l'huile essentielle des feuilles de laurier *Laurus nobilis* qui avait une activité insecticide remarquable. La dose létale est de 22,350 microlitres et les taux de mortalité ont atteint 100% en 48 heures. La dose létale (DL50) était de 16,929 microlitres, ce qui indique que l'huile essentielle des feuilles de laurier *Laurus nobilis* contient une forte toxicité contre l'insecte.

**Mots clés :** *Opuntia ficus indica* L. - *Dactylopius opuntiae* – Lutte naturelle – Diatomite – *Laurus nobilis* – Tlemcen.

**Summary:** Recently, the spread of the cochineal insect *Dactylopius opuntiae* has been observed in the Tlemcen region, causing damage to the prickly pear plant *Opuntia ficus indica* L. In this study, we examined the effect of diatomite and bay leaf oil *Laurus nobilis* as insecticides against the cochineal insect *Dactylopius opuntiae*. The results we obtained indicate that diatomite had no positive effect on the *Dactylopius opuntiae* insect, unlike bay leaf oil *Laurus nobilis*, which had an effective impact when in contact with the insect. The lethal concentration was 22,350 microliters, and the mortality rate reached 100% within 48 hours. The median lethal concentration was 16,929 microliters, indicating that bay leaf oil *Laurus nobilis* contains a strong toxin against the insect. Compared to diatomite, bay leaf oil *Laurus nobilis* had a powerful insecticidal effect against the cochineal insect.

**Key words :** *Opuntia ficus indica* L. - *Dactylopius opuntiae* – Lutte naturelle – Diatomite – *Laurus nobilis* – Tlemcen.