

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN

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



**Département d'Ecologie et Environnement**

*Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels*



**MEMOIRE**

Présenté par

**M. BOUGACI Hamza**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En Ecologie et Environnement

**Thème**

**Etude écologique et phytochimique de *Psoralea bituminosa* (fabacée )  
dans la station de sidi idris honaine Tlemcen**

le jury composé de :

Président	M. BABALI Brahim	M.C.A	Univ de Tlemcen
Encadreur	M. HASSANI Faïçal	M.C.A	Univ de Tlemcen
Co-Encadreur	M <sup>me</sup> HASSANI née ABDELLI Imane	M.C.A	ESSA Tlemcen
Examineur	M.BOUKLI HACENE Ahmed Sofiane	M.M.A	Univ de Tlemcen

**Année 2019/2020**

# Remerciements

*Je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu, tout puissant et miséricordieux, qui m'a permis de mener à bien ce travail.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur **HASSANI Faïçal**, M.C.A à l'Université de Tlemcen, de m'avoir encadré, orienté et encouragé tout le long de ce travail.*

*pour ses judicieux conseils tout le long de mon parcours universitaire, en accordant sa confiance en moi et mes capacités.*

*Toute ma gratitude à mon co-encadreur Madame **HASSANI-ABDELLI Imane**, M.C.A à l'Ecole Supérieure en Sciences Appliquées Tlemcen, pour sa patience et sa disponibilité.*

*Je remercie à Monsieur **BOUKLI HACENE Ahmed Sofiane**, M.A.A à l'Université de Tlemcen, , d'avoir examiné ce travail, et de participer à ce jury.*

*Je tiens à remercier, Monsieur **Babali** Brahim M.C.A à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury.*

# **Dédicace**

*Je dédie ce travail*

*A ma très chère maman*

*A mon père*

*A mes sœurs et frères*

*A mes amis*

***Bougaci Hamza***

## ملخص

*Bituminaria bituminosa* L. هو نوع نباتي ينتمي إلى عائلة Fabacées، وهو بقول معمر جاف ومصدر للمركبات الصيدلانية، ينتشر على نطاق واسع في حوض البحر الأبيض المتوسط وباكرونيزيا.

في هذا السياق، تم تخصيص هذا العمل للدراسة البيئية والكيميائية النباتية *Bituminaria bituminosa* L. في محطة سيدي إدريس هونين تلمسان. والمكافحة البيولوجية تتمثل في استخدام الكائنات الحية أو منتجاتها لمحاربة الكائنات الحية الأخرى التي تسبب الضرر

باستخدام أساليب النمذجة الجزيئية، بما في ذلك الإرساء الجزيئي باستخدام برنامج "Molegro Virtual Docker"، الإصدار: 2012.5.5.0، قمنا باختبار فاعلية المبيدات العضوية لسبعة مثبطات.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جزيء "بيتا إيليمول" هو أفضل مثبط للبروتين الكيميائي الحاصل على درجة 88.4522-كيلو كالوري / مول.

**الكلمات المفتاحية:** *Bituminaria bituminosa*، *Trialeurodes vaporariorum*، البروتينات الكيميائية الحسية، النمذجة الجزيئية، مثبط، المبيدات العضوية.

## Résumé

*Bituminaria bituminosa* L. est une espèce végétale appartenant à la famille des Fabacées), et c'est une légumineuse éternelle de sécheresse et une source des composés pharmaceutiques, qui est largement distribuée dans le bassin méditerranéen et Macaronesia.

Dans ce contexte ce travail est consacré à l'étude écologique et phytochimique de *Bituminaria bituminosa* L. dans la station Sidi Idris Honaine Tlemcen. Et la lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour lutter contre d'autres organismes qui causent dommages

En faisant appel aux méthodes de modélisation moléculaire, et notamment le docking moléculaire à l'aide de logiciel « Molegro Virtual Docker, version : 2012.5.5.0 », nous avons testé le pouvoir bio-insecticide

Les résultats obtenus montrent que la molécule Germacrène est le meilleur inhibiteur de la protéine chimiosensorielle avec un score de -88.4522Kcal/mol.

**Mots clés :** *Bituminaria bituminosa*, *Trialeurodes vaporariorum*,, protéine chimiosensorielle, modélisation moléculaire, inhibiteur, bio-insecticide

*Abstract*

*Bituminaria bituminosa* L. is a plant species belonging to the Fabaceae family), and it is a perennial drought legume and a source of pharmaceutical compounds, which is widely distributed in the Mediterranean basin and Macaronesia.

In this context, this work is devoted to the ecological and phytochemical study of *Bituminaria bituminosa* L. in the Sidi idris Honaine Tlemcen station. And biological control is the use of living organisms or their products to control other organisms that cause damage

By using molecular modeling methods, including molecular docking using software "Molegro Virtual Docker, version: 2012.5.5.0", we tested the bio-insecticide

In this context, this work is devoted to the ecological and phytochemical study of *Bituminaria bituminosa* L. in the SidiIdrisHonaine Tlemcen station. And biological control is the use of living organisms or their products to control other organisms that cause damage

**Keywords:***Bituminaria bituminosa*,*Trialeurodes vaporariorum* ,chemosensory protein, molecular modeling, inhibitor, bio-insecticide.

## *Liste des figures :*

<b>Figure I. 1 :</b> Fleur de <i>Psoralea bituminosa</i> L.....	6
<b>Figure I. 2 :</b> Feuilles de <i>Psoralea bituminosa</i> L. ....	6
Figure II. 1 : Situation géographique de la zone d'étude ( Région de honaine).....	13
Figure II. 2 : Diagramme Ombrothermique de (Bagnouls et Gausson, 1953) : de la region de Ghazaouet pour la periode (1996-2010).....	18
Figure II. 3 : Climagramme d'Embargé. ....	19
Figure III. 1 : Composition floristique par famille de la station (Honaine). Fabacées14,74% Astéracées10,11% Liliacées6,74% Poacées 6,74%.....	26
Figure III. 2 : Type biologique : Honaine.....	27
Figure III. 3 : Types morphologiques de la station d'étude (Honaine). ....	27
Figure III. 4 : Pourcentage des types biogéographiques de la station (Honaine). ....	29
Figure IV. 1 : Structure tridimensionnelle de la CSP avec le code PDB 1N8U.....	34
Figure IV. 2 : Inhibiteurs après optimisation.....	35
Figure IV. 3 : Complexes formés après le docking moléculaire. ....	36

## *Liste des tableaux:*

Tableau II. 1 : Températures moyennes, minimales et maximales (en°C) de la région de Ghaz Ghazaouet pendant la période (1996-2010). .....	15
Tableau II. 2 : Moyennes mensuelles des précipitations exprimées en (mm) de la période (1996-2010) de la région de Ghazaouet. ....	16
Tableau III. 1 : Composition floristique par famille de la station d'étude avec pourcentage.....	24
Tableau III. 2 : Types biologiques de la station d'étude. ....	26
Tableau III. 3 : Types morphologiques des stations d'étude. ....	27
Tableau III. 4 : Indice de perturbation a la station de honaine .....	29
Tableau IV. 1 : Composés majoritaires des HE des feuilles, fleurs et graines (Zeroual S., 2016).....	32
Tableau IV. 2 : Structures chimiques des composés des huiles essentielles de la partie feuille et graine de Psoralée bitumineuse, <i>Bituminaria bituminosa</i> . ....	35
Tableau IV. 3 : Les résultats de l'optimisation: .....	36
Tableau IV. 4 : Résultats du score du docking moléculaire. ....	37



# Sommaire:

Remerciements	
Dédicace	
Introduction générale.....	01
<b>CHAPITRE I : Présentation de l'espèce <i>Psoralea bituminosa.L</i></b>	
I.1- Présentation des Fabacées.....	04
I.2- Caractéristiques des Fabacées.....	04
I.3- Position systématique .....	05
I.4- Présentation et caractérisation de <i>Psoralea bituminosa L.</i> .....	05
I.4.1- Genre Bituminaria .....	05
I.4.2- Position systématique .....	05
I.4.3- Description botanique de la plante .....	06
I.4.4- Usage et intérêt de la plante .....	07
I.4.4.1- Usage alimentaire .....	07
I.4.4.2- Usage industriel .....	07
I.4.4.3- Médecine .....	07
I.4.4.4- Ethnopharmacologie .....	07
I.4.4.5- Utilisations traditionnelles .....	07
I.5- Ecologie et habitat .....	08
I.5.1- Exigence pédo-climatique .....	09
I.5.2- Caractéristiques du sol .....	10
I.6- Conclusion .....	11
<b>CHAPITRE II : Milieu physique</b>	
II.1 Situation géographique des stations de Honaine .....	13
II.2- Milieu physique:.....	14
II.2.1- Situation géographique .....	14
II.2.2- Etude bioclimatique .....	14
II.2.3- Climatologie.....	15
II.3.1-Les paramètres étudiés .....	15
II.3.2-La température .....	15
II.3.3- Régime saisonnier.....	16
II.3.4- Les précipitations .....	16
II.3.5- Indice d'aridité DE MARTONNE .....	17

II.3.6- Diagramme Ombrothermique de (Bagnouls et Gausсен.1953) .....	17
II.3.7- Climagramme d'EMBERGER .....	18
II.4.1- Géologie:.....	19
II.4.2- Hydrologie .....	20
II.4.3- Pédologie: .....	21
II.5- Conclusion .....	21
<b>CHAPITRE III : Etude de la phytodiversité.</b>	
III.1- Matériel pour l'étude de la végétation .....	23
III.1.2- Méthodes d'étude de la végétation .....	23
III.2.1.1- Type biologique .....	26
III.2.1.2- Type morphologique .....	27
III.2.1.3- Types biogéographiques .....	28
III.3 Indice de perturbation de la station d'étude Honaine.....	29
III.4 Conclusion .....	30
<b>CHAPITRE IV : Utilisation de Psoralea bituminosa comme moyen de lutte biologique contre la mouche blanche</b>	
IV.1- Introduction .....	32
IV.2- Matériel et méthodes.....	32
IV.2.1- Matériel .....	32
IV.2.1.1- Présentation de la protéine .....	32
IV.2.1.2- Présentation des inhibiteurs .....	32
IV.2.1.3- Présentation des logiciels .....	33
IV.2.2- Méthodes .....	33
IV.3- Résultats et discussion .....	34
IV.3.1- Préparation de la protéine.....	34
IV.3.2- Présentation des inhibiteurs.....	34
IV.3.3- Structure chimique des inhibiteurs .....	35
IV.3.4- Optimisation de l'énergie .....	35
IV.4.4- Docking moléculaire .....	36
IV.5-Conclusion .....	37
Conclusion générale .....	38
Références bibliographiques .....	39

# **Introduction générale**

Depuis que le monde existe, l'homme tente toujours de combattre les insectes, les bactéries, les champignons et autres (**Lambert N., juillet 2010**).

La méthode la plus répandue pour lutter contre ces organismes considérés comme nuisibles est celle de l'utilisation des insecticides chimiques malgré leurs impacts négatifs et sur la santé humaine et sur l'environnement.

Le présent travail apporte une contribution à l'étude écologique et phytochimique de *Bituminaria bituminosa* L. dans la station Sidi Idris Honaine Tlemcen.

*Trialeurodes vaporariorum* est un insecte polyphage (**Malausa J. C., et al.**) de type piqueur-suceur de l'ordre des Hemiptères et de la famille des Aleyrodidées (**Bellmann H., 2006**).

Les aleurodes des serres attaquent les cultures sous serres. Nous les retrouvons sur la face foliaire inférieure des fruits, légumes, plantes d'ornements et des adventices ; notant ainsi qu'ils sont résistants aux insecticides chimiques (**Alford D. V., 2013**).

De nos jours, une méthode alternative donc a été prise en considération : la lutte biologique.

La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour lutter contre d'autres organismes qui causent dommages (**Rochefort S., et al., 2006**).

La Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* L. plante de l'ordre des Fabales et de la famille des Fabacées distribuée dans toute l'Algérie mais plus dans le Tell et le littoral (**Gisbert C., et al. , octobre 2015**).

Cette plante a de multiples utilisations telles que dans le domaine médical, culinaire, cosmétique, ainsi comme fourrage pour nourrir les chèvres et le bétail. La Psoralée bitumineuse est caractérisée par sa forte odeur de goudron (**Zeroual S., 2016**).

L'objectif de notre travail est de d'établir une étude écologique et de tester théoriquement la bioefficacité des composées majoritaires de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* sur les aleurodes des serres, *trialeurodes vaporariorum* l'aide des méthodes de modélisation moléculaire.

Ce travail consiste à traiter les chapitres suivants :

Chapitre I : Présentation de la plante *Psoralea bituminosa* .

Chapitre II : Milieu physique.

Chapitre III : Etude de la phytodiversité.

Chapitre IV : Utilisation de *Psoralea bituminosa* comme moyen de lutte biologique contre la mouche blanche

Conclusion générale.

# **CHAPITRE I**

**Présentation de l'espèce *Psoralea bituminosa*.L**

### **I.1- Présentation des Fabacées**

La famille des *Fabaceae* ou légumineuses est une très grande famille qui comprendrait 12000 espèces réparties en plus de 650 genres

Ce sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. La famille est cosmopolite des zones froides à tropicales

De nombreuses plantes de cette famille ont une grande importance économique pour les humains qui ont appris très tôt à les cultiver et à en exploiter les ressources

La famille de *Fabaceae* a une grande importance économique. Les graines de ces espèces constituent une source protéique végétale pour l'alimentation animale et humaine ; leur culture ne nécessite pas d'engrais azotés.

Cette famille produit également des essences d'exploitation, des plantes ornementales, médicinales. Certaines espèces constituent les hôtes des chenilles alimentaires

### **I.2- Caractéristiques des Fabacées**

Elles peuvent être : herbacées, ligneuses et il en existe même sous forme de lianes.

Les feuilles sont à phyllotaxie alterne le plus souvent et revêtissent différentes formes : simples, composées, épineuses.

Les feuilles sont généralement stipulées, quelques fois les stipules se sont transformées en épine.

Fleurs des Fabacées : Les nombreuses représentantes des Fabacées montrent divers types d'inflorescences : en grappe le plus souvent, en corymbe, en ombelle (*Anthyllis Coronilla*) ou encore en fleurs solitaires. Les fleurs sont hermaphrodites et régulières. L'architecture des fleurs est caractéristique de la Famille. La structure des fleurs est semblable à toutes les espèces, on dit qu'elles sont Papilionacées. Les pièces florales sont toujours disposées de la même façon mais peuvent avoir des dimensions différentes.

La corolle possède cinq pétales plus ou moins libres et colorés par différentes teintes.

Fruits des Fabacées : Fruit en gousse, caractéristique de la famille.

### **I.3- Position systématique**

La famille des *Fabaceae* appartient au:

- Embranchement: *Spermaphytes*
- Sous-embranchement: *Angiospermes*.
- Classe : Eudicots (*Rosopsida*).
- Sous-classe: *Rosidaeae*.
- Ordre: *Fabales* (APG,2003; Guignard et Dupont, 2005).

### **I.4- Présentation et caractérisation de *Psoralea bituminosa* L.**

#### **I.4.1- Genre *Bituminaria***

Le genre *Bituminaria* est connu également sous le nom de *Psoralea*, et compte environ 120 espèces

Très présent dans le bassin méditerranéen et Asie occidentale ainsi en Afrique du nord  
Alors qu'on Algérie se trouve généralement dans le Tell

*Bituminaria bituminosa* L. (Psoralée à odeur de bitume) est une espèce végétale appartenant à la famille des Fabacées (sous-famille des Faboïdées, tribu des Psoralées), et c'est une légumineuse éternelle de sécheresse de pâturage et une source des composés pharmaceutiques, largement distribuée dans le bassin méditerranéen et Macaronesia. Une grande diversité existe en Îles Canaries avec trois variétés botaniques décrites et d'autres écotypes à l'étude

#### **I.4.2- Position systématique**

La famille des *Fabaceae* appartient au:

- Embranchement: *Spermaphytes*.
- Sous-embranchement: *Angiospermes*.
- Classe : Eudicots (*Rosopsida*).



- Sous-classe: *Rosidaeae*.

- Ordre: *Fabales* (APG,2003; Guignard et Dupont, 2005)

-Famille : Fabaceae

-Genre : *Bituminaria* est connu également sous le nom de *Psoralea*

-G/Esp :*Bituminaria bituminosa*(L.) C. H. Stirt., 1981

Nom scientifique : *Psoralea bituminosa*L ,*Butiminaria bituminosa*

Origine du nom : du latin « *Bituminaria*» qui désigne le bitume et son odeur.

### I.4.3- Description botanique de la plante

**Tige** : ressemble à une luzerne mais avec de grandes feuilles, plante vivace.

**Hauteur**: de 20 à 100 cm.

**Feuillage**: feuilles longuement pétiolées composées de 3 folioles (petites parties de la feuille) allongés, ovales de 1 à 6 cm, et 0.5 à 3 cm de large. Le bord des folioles est blanchâtre et l'extrémité lancéolée. Les petites feuilles à l'attache de la feuille ou stipules sont très petites au contraire d'autres fabacées.

L'odeur de bitume des feuilles est très marquée. Les glandes sécrétrices de ces substances odorantes, sont jaunâtres et visibles à la loupe d'autres fabacées.



**Figure I. 1** : Fleur de *Psoralea bituminosa* L.



**Figure I. 2** : Feuilles de *Psoralea bituminosa* L.

## **I.4.4- Usage et intérêt de la plante**

### **I.4.4.1- Usage alimentaire**

Difficile à avaler vu son odeur. Elle provient de la combinaison de substances contenues dans ses cellules : phénols, terpènes et glucosides, sucres spéciaux. La Psoralée contient des flavanoïdes spécifiques des Fabacées des ptérocarpènes, bitucarpène A et B noms barbares qui désignent des molécules inédites présentes dans cette plante.

### **I.4.4.2- Usage industriel**

Plante pouvant être utilisée pour faire de la rémédiation- épuration de sols pollués par des métaux lourds comme le plomb le chrome, le nickel... toujours toxiques La Psoralée bitumineuse pourrait aussi servir de matière de base de médicaments avec ses furanocoumarines (Psoralène 1 et angelicine 2) pour des synthèses de matières actives très recherchées.

### **I.4.4.3- Médecine**

Autrefois elle était utilisée pour guérir l'épilepsie, diminuer les spasmes et la fièvre. Des plantes cousines sont utilisées en Inde et Chine pour guérir des maladies de peau très graves comme la lèpre.

Des travaux montrent que cette plante a une réelle activité antibactérienne mais peu d'activités antioxydantes contre les radicaux libres

### **I.4.4.4- Ethnopharmacologie**

La décoction avec de l'alcool et de l'iode est appliquée extérieurement comme un complément capillaire pour les cheveux. L'infusion de feuilles fraîches est également utilisée pour le traitement de la fièvre et des infections urinaires

### **I.4.4.5- Utilisations traditionnelles**

La psoralée est une plante médicinale employée dans les différentes pharmacopées traditionnelles : L'herbe à bitume était utilisée en médecine populaire, contre les affections cutanées : gale, psoriasis (dépigmentation de la peau se traduisant par des taches blanches), par une application renouvelée, elle finit par estomper les taches blanches

Elle a des propriétés : anti-inflammatoire, anti microbienne, antiseptique externe, et photo-sensibilisatrice. Pour ce faire dans leur pharmacopée, elle est utilisée pour tonifier les reins et fortifier le yang, elle préserve l'essence et elle réchauffe la rate et freine les diarrhées. Cela se traduit par une tonification du système rénal ainsi que de l'organisme en générale, elle est d'une grande efficacité pour aider à la guérison des fractures des os et elle permet de soulager les douleurs de la carie dentaire. Les feuilles fraîches sont utilisées dans la médecine traditionnelle comme vulnéraire, cicatrisante et désinfectante

Ainsi ses feuilles sentent le bitume, sont diurétique et très bonne contre le cancer et l'huile de ses graines estimées comme anti paralytique

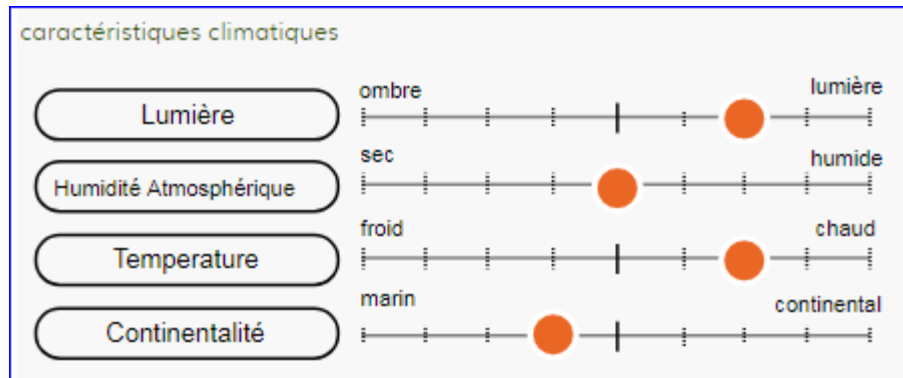
Elle était et l'est encore préconisé pour traiter toutes sortes de bactéries et d'infections fongiques de l'organisme, de plus elle traite également les troubles de la constipation.

Autres usages: *Psoralea bituminosa* L. est utilisé comme fourrage pour nourrir les chèvres et le bétail. En effet, c'est le foin à l'état frais qui est traditionnellement utilisé. La psoralée sert également en tant qu'additif alimentaire pour conserver des cornichons cuisinés comme ils font au japon par exemple, comme on peut en extraire aussi une huile parfumée pour s'en enduire les cheveux en cosmétologie.

### **I.5- Ecologie et habitat**

Cette plante est largement distribuée dans toute l'Algérie mais surtout dans le Tell et sur le littoral.

### I.5.1- Exigence pédo-climatique



#### Lumière

1 : hypersciaphiles (10 lux) 2 : persciaphiles (50 lux) 3 : sciaphiles (100 lux) 4 : hémisciaphiles (1000 lux) 5 : hélioclines à sciaclines (5 000 lux) 6 : hémihéliophiles (10 000 lux) 7 : héliophiles (50 000 lux) 8 : perhéliophiles (75 000 lux) 9 : hyperhéliophiles (100 000 lux)

#### Température

1: alpines à nivales, altiméditerranéennes ( $T \approx 0^{\circ}\text{C}$ ) 2 : subalpines, oroméditerranéennes ( $T \approx 5^{\circ}\text{C}$ ) 3 : montagnardes ( $T \approx 7^{\circ}\text{C}$ ) 4 : collinéennes, planitiales psychrophiles (psychro-atlantiques, psychrocentro-européennes) ( $T \approx 9^{\circ}\text{C}$ ) 5 : planitiales à montagnardes ( $T \approx 7\text{-}10^{\circ}\text{C}$ ) 6 : planitiales thermophiles (thermo-atlantiques, thermocentro-européennes) et sub- à supraméditerranéennes ( $T \approx 12^{\circ}\text{C}$ ) 7 : euryméditerranéennes, méditerranéo-atlantiques ( $T \approx 13^{\circ}\text{C}$ ) 8 : mésoméditerranéennes ( $T \approx 15^{\circ}\text{C}$ ) 9 : thermoméditerranéennes à subdésertiques (inframéditerranéennes) ( $T \approx 18^{\circ}\text{C}$ )

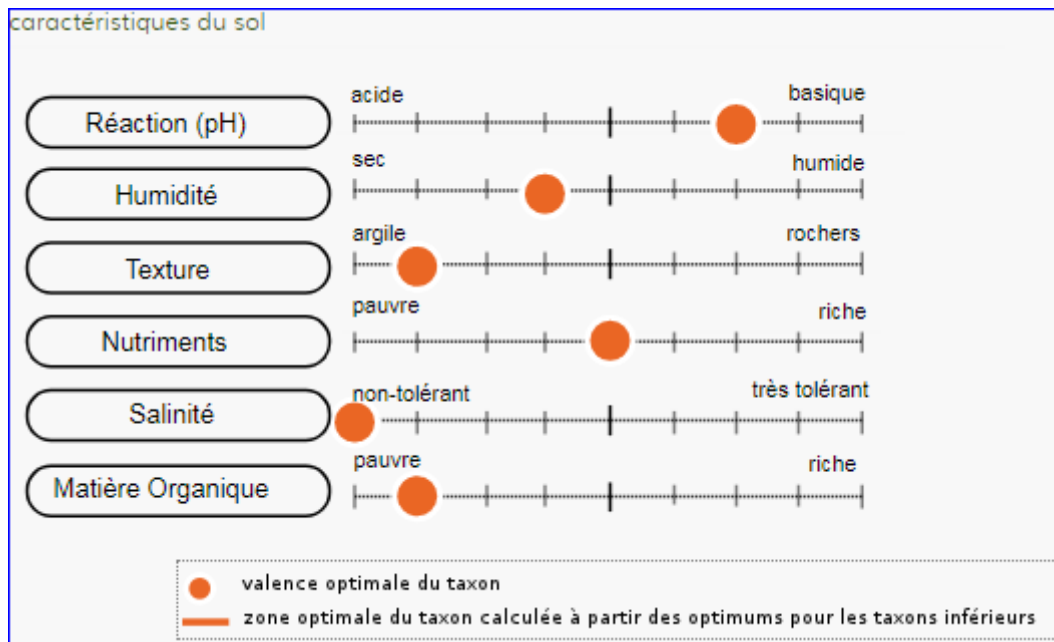
#### Humidité atmosphérique

1 : aéroxérophiles (10%) 2 : intermédiaires (20%) 3 : aéromésoxérophiles (30%) 4 : intermédiaires (40%) 5 : aéromésohydriques (50%) 6 : intermédiaires (60%) 7 : aéromésohygrophiles (70%) 8 : intermédiaires (80%) 9 : aérohydrophiles (90%)

#### Continentalité

1 : marines à maritimes ( $AT \approx 8^{\circ}\text{C}$ ) 2 : hyperocéaniques ( $AT \approx 10^{\circ}\text{C}$ ) 3 : océaniques ( $AT \approx 17^{\circ}\text{C}$ ) 4 : subocéaniques ( $AT \approx 19^{\circ}\text{C}$ ) 5 : intermédiaires ( $AT \approx 21^{\circ}\text{C}$ ) 6 : précontinentales ( $AT \approx 23^{\circ}\text{C}$ ) 7 : subcontinentales ( $AT \approx 25^{\circ}\text{C}$ ) 8 : continentales ( $AT \approx 30^{\circ}\text{C}$ ) 9 : hypercontinentales ( $AT \approx 40^{\circ}\text{C}$ )

### I.5.2- Caractéristiques du sol



**Réaction (pH)**

1 : hyperacidophiles (3,0 < pH < 4,0) 2 : peracidophiles (4,0 < pH < 4,5) 3 : acidophiles (4,5 < pH < 5,0) 4 : acidoclines (5,0 < pH < 5,5) 5 : neutroclines (5,5 < pH < 6,5) 6 : basoclines (6,5 < pH < 7,0) 7 : basophiles (7,0 < pH < 7,5) 8 : perbasophiles (7,5 < pH < 8,0) 9 : hyperbasophiles (8,0 < pH < 9,0)

**Humidité**

1 : hyperxérophiles (sclérophiles, ligneuses microphylls, réviscentes) 2 : perxérophiles (caulocrassulescentessubaphyls, coussinets) 3 : xérophiles (velues, aiguillonnées, cuticule épaisse) 4 : mésoxérophiles 5 : mésohydriques (jamais inondé, feuilles malacophyls) 6 : mésohygroclines, mésohygrophiles 7 : hygrophiles (durée d'inondation en quelques semaines) 8 : hydrophiles (durée d'inondation en plusieurs mois) 9 : amphibies saisonnières (hélrophytes exondés une partie minoritaire de l'année) 10 : amphibies permanentes (hélrophytes semi-émergés à base toujours noyée) 11 : aquatiques superficielles (0-50 cm) ou flottantes 12 : aquatiques profondes (1-3 m) ou intra-aquatiques

**Texture**

1 : argile 2 : intermédiaire 3 : limon 4 : sable fin 5 : sable grossier 6 : graviers 7 : galets, rocailles 8 : blocs, dalles, replats rocheux 9 : fissures verticales des parois

**Nutriments**

hyperoligotrophiles ( $\approx 100 \mu\text{g N/l}$ ) 2 : peroligotrophiles ( $\approx 200 \mu\text{g N/l}$ ) 3 : oligotrophiles ( $\approx 300 \mu\text{g N/l}$ ) 4 : méso-oligotrophiles ( $\approx 400 \mu\text{g N/l}$ ) 5 : mésotrophiles ( $\approx 500 \mu\text{g N/l}$ ) 6 : méso-eutrophiles ( $\approx 750 \mu\text{g N/l}$ ) 7 :

eutrophiles ( $\approx 1000 \mu\text{g N/l}$ ) 8 : pereutrophiles ( $\approx 1250 \mu\text{g N/l}$ ) 9 :  
hypereutrophiles ( $\approx 1500 \mu\text{g N/l}$ )

**Salinité**

0 : ne supportant pas le sel 1 : hyperoligohalines, [0-0,1% Cl-] 2 :  
peroligohalines, [0,1-0,3% Cl-] 3 : oligohalines, [0,3-0,5% Cl-] 4 :  
meso-oligohalines, [0,5-0,7% Cl-] 5 : mesohalines, [0,7-0,9% Cl-] 6 :  
meso-euhalines, [0,9-1,2% Cl-] 7 : euhalines, [1,2-1,6% Cl-] 8 :  
polyhalines, [1,6-2,3% Cl-] 9 : hyperhalines, [ $>2,3\%$  Cl-]

1 : lithosol, peyrosol, régosol 2 : mull carbonaté 3 : mull actif 4 :  
**Matière Organique** mull acide 5 : moder 6 : mor, hydromor, xéromor 7 : ranker, tangel 8 :  
anmoor, gyttja 9 : tourbe

**I.6- Conclusion**

Nous avons abordé dans le premier chapitre les caractéristiques généraux des la famille des Fabacées et du genre *Bituminaria*.

*Bituminaria bituminosa* L. est très présent dans le bassin méditerranéen ayant des usages multiples dans les différents domaines.

**CHAPITRE II**  
**Milieu physique**

Dans ce chapitre, nous présentons l'ensemble des informations qui permettent de situer et de décrire les observations géographiques et édaphiques d'une part et, d'autre part, la méthode pratiquée dans cet inventaire floristique et les techniques de l'échantillonnage dans la zone d'étude.

### II.1 Situation géographique des stations de Honaine

Honaine se trouve sur la côte occidentale de l'Oranie avec une altitude de 15m et dont les coordonnées Lambert sont :

1°39'13 longitude Ouest

35°10'38 de latitude Nord. (Encarta, 2009).

La région d'Honaine se trouve entre les sites portuaires de Beni Saf et Gazaouet à 40Km de la frontière marocaine et à 60Km au Nord-Ouest de Tlemcen. Elle est située au centre de la bordure côtière du massif des Traras, limitée au :

Nord par la mer méditerranée,

Ouest par les daïras de Nedroma et Gazaouet,

Sud par la daïra de Remchi,

Est Ain Témouchent

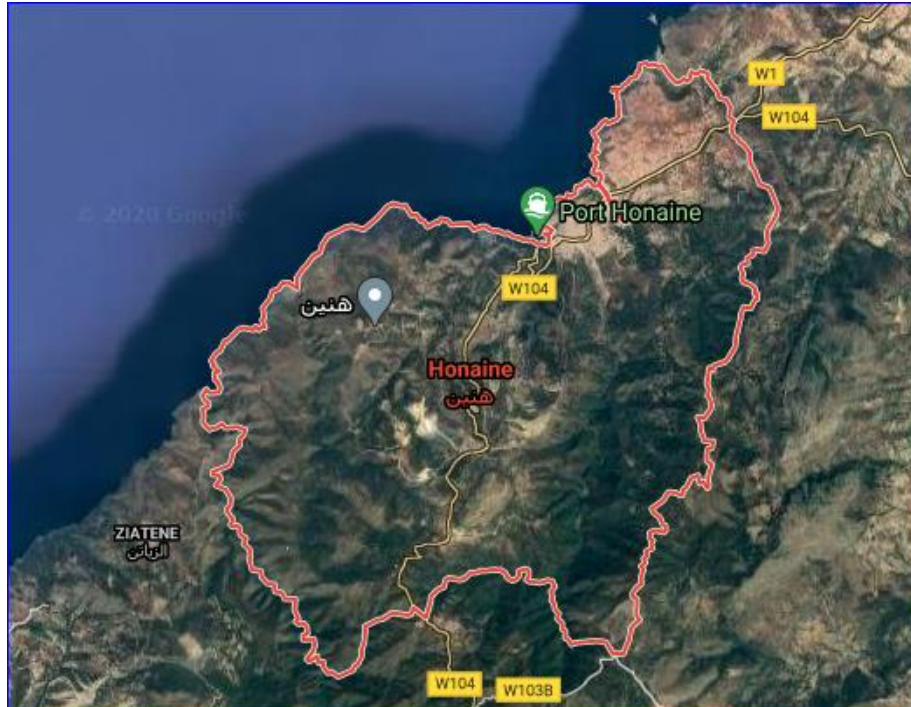


Figure II. 1 : Situation géographique de la zone d'étude ( Région de honaine).



## **II.2- Milieu physique:**

### **II.2.1- Situation géographique**

La zone d'étude est localisée dans la partie occidentale du Nord-Ouest algérien. Cette région (région de Tlemcen) couvre en grande partie la wilaya de Tlemcen (station de Zarifet) et une station dans les Monts de Traras (Honaine). La région étudiée est située entre 34°47' et 35°20' de latitude Nord et 1°25' et 1°27' de longitude Ouest, d'une superficie de 9017,69 Km<sup>2</sup>.

Elle est limitée géographiquement :

- Au Nord par la mer Méditerranée
- Au Nord-est par la wilaya d'AïnTémouchent
- A l'Est par la wilaya de Sidi Bel-Abbès
- A l'Ouest par la frontière algéro-marocaine
- Au Sud par la wilaya de Naâma

### **II.2.2- Etude bioclimatique**

D'après THINTHOIN (1948), Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu. C'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et les vents. Le climat se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques. C'est un facteur déterminant pour le développement des plantes de la formation et de révolution des sols, agit aussi a tous les stades du développement des oiseaux en limitant l'habitat de l'espèce (BOURLIERE 1950).

Selon BELGHERBI (2002), le climat méditerranéen est caractérisé par deux Points importants:

- un régime pluviométrique, plus ou moins régulier avec un maximum en hiver et un minimum en été Les précipitations sont inversement proportionnelles aux températures
- un été sec, avec des pluies qui se font rares pendant 04 a 06 mois en Afrique du Nord

D'après SELTZER (1946), le climat de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par une période pluvieuse allant en moyenne de Septembre à Mai et un été sec et ensoleillé.

### II.2.3- Climatologie

Le tell Orano-tlemcenien se trouve à la convergence de plusieurs influences climatiques, entre la méditerranée occidentale et le désert du Sahara entre l'atlantique oriental tropical et l'Europe du sud ouest. La région d'Honaine présente un caractère méditerranéen sera aride qui se dégrade un fur et à mesure que l'on quitte la côte. Par sa position et son orientation sud-ouest, nord-est de son relief, la ville d'Honaine comprend plusieurs petites variantes bioclimatiques. Dans l'ensemble le climat est généralement doux : l'influence de la mer, rafraîchissante en été, adoucissante en hiver est déterminée.

#### II.3.1-Les paramètres étudiés

#### II.3.2-La température

La température est considérée comme une facteur écologique fondamentale par association directe de son action sur les êtres vivants et leur environnement. Elle dépend de la nébulosité, de la latitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau ainsi que des courants marins, du et des formations végétales en place.

Dans le tableau 01 nous avons pris en considération trois types de température : la minimale (m), la moyenne (moy) et la maximale (M).

Vu qu'il n'y a pas de station météorologique à Honaine, nous nous sommes référés aux données climatiques de Ghazaouet.

**Tableau II. 1** : Températures moyennes, minimales et maximales (en°C) de la région de Ghazaouet pendant la période (1996-2010).

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M	10.99	9.88	11.6	13.29	16.8	20.83	24.03	24.64	21.35	18.01	13.65	10.95
M	19.82	20.96	20.92	22.01	25.1	27.69	30.67	31.71	30.02	26.07	22.14	20.13
Moy	15.19	15.34	16.27	17.7	20.9	24.33	27.34	28.01	25.74	22.01	17.84	15.49

Les maximal d'été dépassent 31°C par ailleurs, les maxima d'hiver oscillent autour de (20°C), les minimas d'été varient de 20.83 à 24.34 °C, et celle d'hiver varient de 9.8 à 11.64°C.

### II.3.3- Régime saisonnier

C'est la répartition de la hauteur des précipitations annuelles entre les diverses périodes le plus souvent entre les mois de l'année. Selon CHAABANE (1993), le régime saisonnier permet de classer les saisons par ordre de pluviosité décroissante on se basant sur les critères suivants :

A :Automne : Septembre. Octobre. Novembre

H :Hiver : Décembre. Janvier, Février.

P :Printemps : Mars. Avril. Mai.

E :Eté : Juin.. Juillet Août.

$$\text{Crs} = \text{Ps.4} / \text{Pa.}$$

Crs Coefficient relatif saisonnier de MUSSET

Ps : Précipitation saisonnières

Pa : Précipitation annuelles

### II.3.4- Les précipitations

En générale les précipitations de l'ouest algérien sont nettement atténuées par rapport a celle de l'est, et sont caractérisés par une irrégularité spatiale temporelle, qui reçoit en moyenne 300 à 500 mm/an

**Tableau II. 2 :** Moyennes mensuelles des précipitations exprimées en (mm) de la période (1996-2010) de la région de Ghazaouet.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moy	45.56	43.36	33.44	32.80	23.61	1.13	10.53	4.10	17.46	42.53	73.81	45.63

Les précipitations diminuent régulièrement du mois de janvier jusqu'au mois de juillet avec un minimum de 1.13 mm pour augmenter de façon régulière jusqu'au mois de novembre ou nous avons noté le maximum avec une valeur de 73.81 mm.

### **II.3.5- Indice d'aridité DE MARTONNE**

Pour évaluer l'intensité de la sécheresse, l'indice de Martonne, calculé pour la station étudiée, nous offre plus de facilité et d'efficacité dans les calculs

$$I = P / (T + 10)$$

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm)

T : Température moyenne annuelle (°c)

I : est supérieur a 20 lorsque le climat est plus humide

I : est inférieur a 20 lorsque le climat est plus aride

### **II.3.6- Diagramme Ombrothermique de (Bagnouls et Gausse.1953)**

Cediagramme Ombrothermique (fig4.) permet de définir la période de sécheresse pour une station donnée.

En abscisse on porte les mois de l'année en ordonnée a gauche les précipitations : P exprimée en mm et a droite celle de temperature en degré C°. L échelle préconisée est :  $P = 2T$ .

Une période est considérée comme sèche lorsque la pluviosité est inférieure au double de la température.

Quand la courbe des précipitations passe au dessous de celle des températures, la période qui s'étend entre les abscisses des points d'intersection des deux courbes y- entre les deux courbes pendant cette période.

Notre zone d'étude présente une saison sèche allant du mois d'Avril jusqu'au mois d'octobre (une période de six mois).

Le mois de Juin étant le mois le plus sec.

Les précipitations atteignent leur maximum au mois de novembre.

Reprenant les travaux de MARTONNE (1927), BAGNOULS ET GAUSSEN (1953) Considèrent qu'un mois est sec si la moyenne des précipitations est inférieure ou égale à double de la moyenne des températures  $P < 2T$ . Et selon DAJOZ 1996, le diagramme ombrothermique permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité.

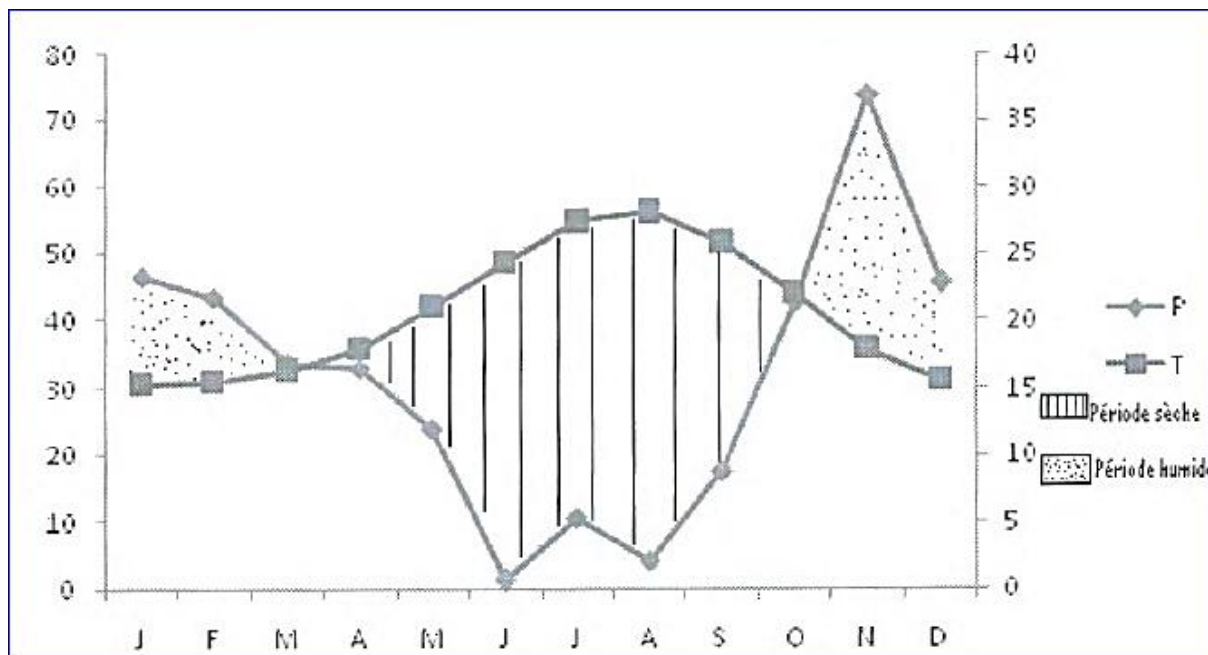


Figure II. 2 : Diagramme Ombrothermique de (Bagnouls et Gausсен, 1953) : de la région de Ghazaouet pour la période (1996-2010).

### II.3.7- Climagramme d'EMBERGER

#### Le quotient Q2 :

Ce quotient est très utilisé et strictement applicable dans le climat méditerranéen.

Il permet de classer les différents bioclimats méditerranéens et de déterminer l'ambiance bioclimatique.

Le quotient pluviométrique d'Emberger (1955) se calcule par la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / (M2 - m2)$$

M : la température maximale moyenne du mois le plus chaud exprime en C°.

m : la température minimale moyenne du mois le plus froid exprime en C°.

P : la pluviométrie moyenne annuelle exprimée en mm.

La valeur de Q2 est d'autant plus élevée que le climat est plus humide

Q2= 40.41

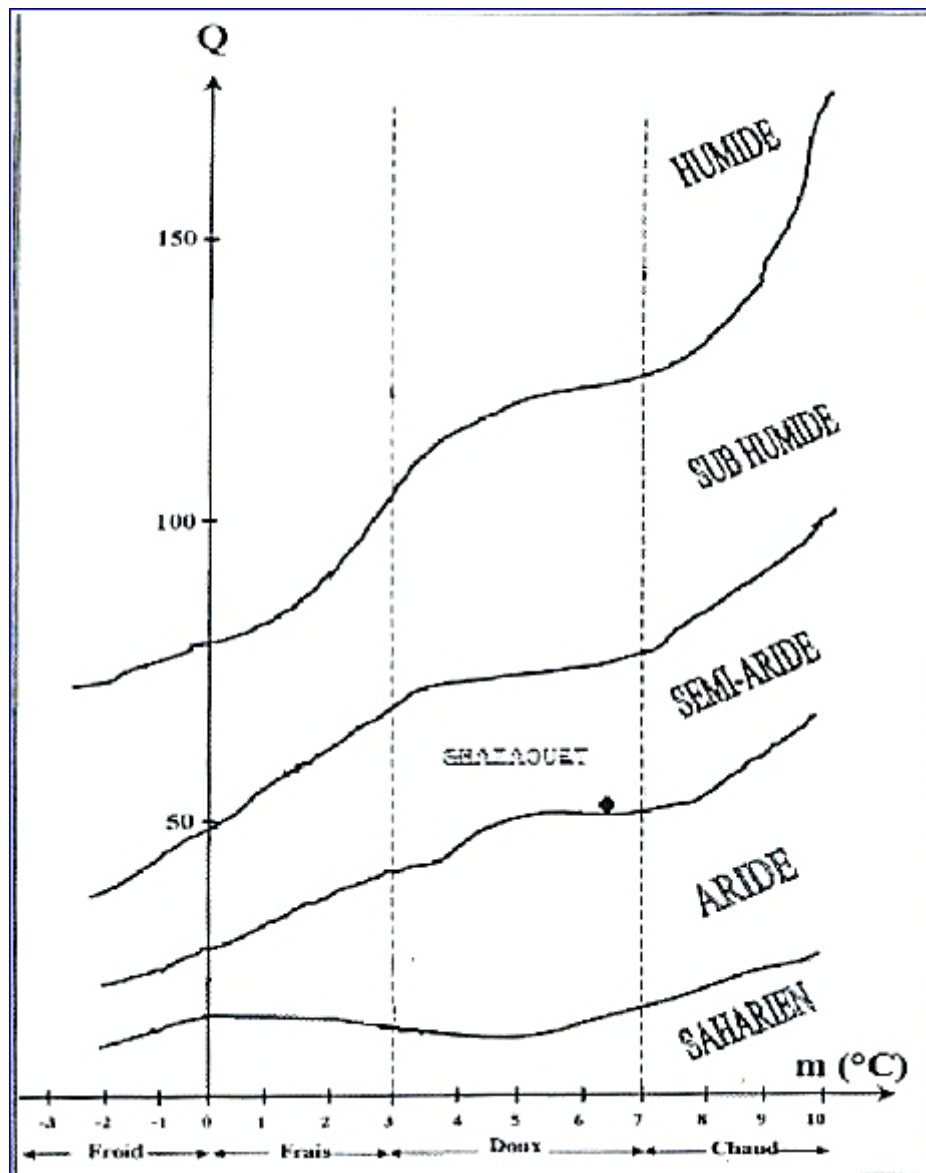


Figure II. 3 : Climagramme d'Embargé.

#### II.4.1- Géologie :

Du point de vue géologique, ce massif a été étudié durant la période de la colonisation. Ils ont commencé à mettre en place un réseau d'urbanisation et d'exploitation du pays.

Ce vieux massif doit son originalité est due au fait qu'il est constitué par une énorme accumulation de éruptives et volcaniques.

Le massif de Traras est constitué de schistes primaires qui forment le noyau principal.

Les calcaires compact du secondaire (trias) reposent en discordance sur le noyau paléozoïque et forment ainsi des escarpent et des pics que l'on voit au Cap Noé, au Djebel Sofien.

On peut constater sur le terrain de nombreuses discordances, le lias chevauche des terrains plus récents (miocène) de la région des Beni-Abed (Djebel Tadjra).

Il fait remarquer l'incidence économique qui découle de la présence de nappe de chainage qui a touché différents sorts de roches : argiles et calcaires métamorphosés. La région recèle de nombreuses carrières de phosphates et de la chaux ou de l'apatite.

#### **II.4.2- Hydrologie :**

Cette commune compte un nombre relativement important d'oueds pouvant faire l'objet de travaux de régulation et de mobilisation des eaux superficielles en vue de leur utilisation pour l'agriculture et le développement de la faune et de l'avifaune. On compte principalement d'oued en Est :

- Oued Seftar qui matérialise la limite ouest de la commune.
- Oued Labkirienne qui se jette dans l'oued Kioutna.
- Oued Kiouma.
- Les oueds Defla et Ivleknassi affluent de l'oued Amelak.
- Oued Amelak.
- Oued Menzel nommé Oued Reggou qui se jette à la mer au niveau de la plage de honaine (coté gauche).
- Oued Mezirine affluent de l'Oued Honaine.
- Oued Honaine qui traverse la ville et se jette à la mer au niveau de la plage de Honaine (coté driot).
- OuedSafsaf

### **II.4.3- Pédologie :**

La carte pédologique n'a pas été dressée certes, mais la morphologie du terrain, la nature du sol visité, l'occupation du sol et les rendements par zone sont des paramètres d'estimation et d'approche non négligeables qui, ensemble, nous permettant de déterminer la valeur agronomique des sols :

- Pour la vallée : les terrains de formation alluviale et ont un sol à texture Argilo-Sableuse légèrement acide (PH = 6,8) et contient 9,5% de calcaire ;

- Dans la zone montagneuse : le sol est pauvre en humus légèrement acide (PH = 6,7) et marqué par une carence de calcaire.

- Le plateau de l'Ouest : est un sol neutre (PH = 7,1) une texture argileuse et un fort pourcentage de calcaire (10%).

- Le plateau de l'Est : les croutes et encroutement calcaire sont importants dans la zone, ils constituent le support essentiel d'une couche pédologique à profondeur variable d'un endroit à l'autre et sont à l'origine de la rubéfaction des sols (Anonyme, 1996).

### **II.5- Conclusion**

D'après l'analyse des paramètres physiques de notre zone d'étude nous arrivons à décrire un été chaud avec des maximal qui dépassent 31°C, et un hiver doux avec des maximales qui oscillent autour de 20°C.

Le régime des précipitations diminuent régulièrement du mois de janvier jusqu'au mois de juillet avec un minimum de 1.13 mm pour augmenter de façon régulière jusqu'au mois de novembre.

D'après le Diagramme Ombrothermique de (Bagnouls et Gaussen, 1953) de la zone d'étude la période de sécheresse s'étant du mois de Mars jusqu'au mois d'Août.

D'après le climagramme d'EMBERGER, notre zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-humide à hiver doux.



## **CHAPITRE III**

### **Etude de la phytodiversité.**

Dans le présent chapitre nous allons effectué une étude de la phytodiversité de notre zone d'étude.

### **III.1- Matériel pour l'étude de la végétation**

- Une corde de 100m
- Des piquets en fer
- S cateur
- Sachet en plastique
- Papier journal pour le séchage, l'étalement et la conservation des espèces végétales→

### **III.1.2- Méthodes d'étude de la végétation**

Pour l'étude de la biodiversité floristique, on a procédé à un échantillonnage exhaustif afin d'inventorier toutes les espèces végétales qui existent dans la station de Sididi Idriss

Notre objectif étant la caractérisation floristique de la végétation la station étudiée, de point de vu biologique, morphologique et géographique.

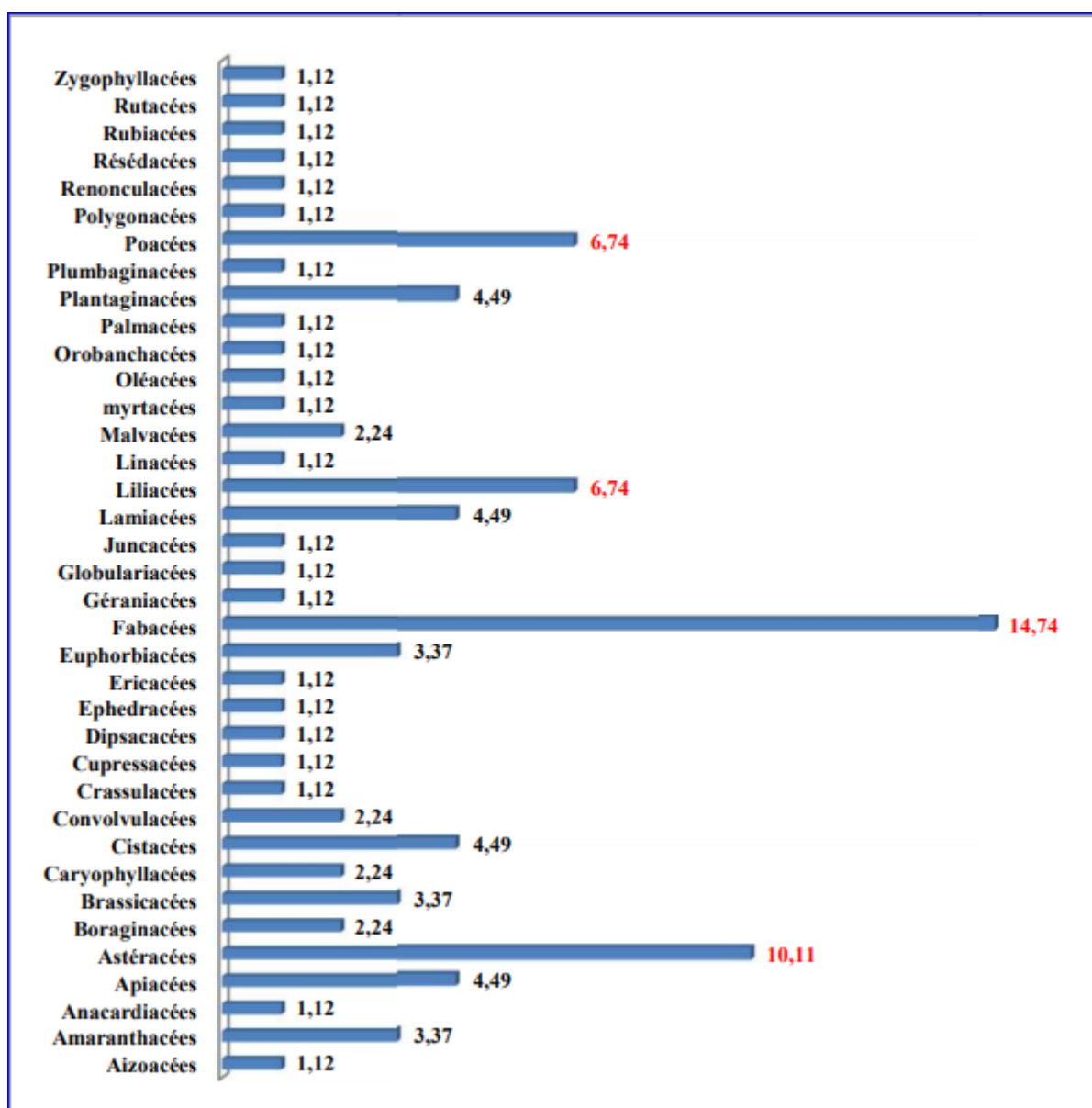
**Tableau III. 1 :** Composition floristique par famille de la station d'étude avec pourcentage

Famille	Honaine	
	Nombre d'espèces par station	Pourcentage(%)
Aizoacées	1	1,12
Amaranthacées	3	3.37
Amaryllidacées	0	0
Anacardiacees	1	1.12
Apiacées	4	4.49
Aracées	0	0
Aristolochiacées	0	0
Asclépiadacées	0	0
Astéracées	9	10.11
Boraginacées	2	2.24
Brassicacées	3	3.37
Campanulacées	0	0
Caprifoliacées	0	0
Caryophyllacées	2	2.24
Cistacées	4	4.49
Convolvulacées	2	2.24
Crassulacées	1	1.12
Cucurbitacées	0	0
Cupressacées	1	1.12
Dioscoriacées	0	0
Dipsacacées	1	1.12
Ephedracées	1	1.12
Ericacées	1	1.12
Euphorbiacées	3	3.37
Fabacées	13	14.74
Fagacées	0	0
Géraniacées	1	1.12
Globulariacées	1	1.12
Iridacées	0	0
Juncacées	1	1.12
Lamiacées	4	4.49
Liliacées	6	6.74
Linacées	1	1.12
Malvacées	2	2.24
Myrtacées	1	1.12

### CHAPITRE III Etude de la phytodiversité

---

Oléacées	1	1.12
Orchidacées	0	0
Orobanchacées	1	1.12
Oxalidacées	0	0
Palmacées	1	1.12
Papavéracées	0	0
Pinacées	0	0
Plantaginacées	4	4.49
Plumbaginacées	1	1.12
Poacées	6	6.74
Polygonacées	1	1.12
Primulacées	0	0
Renonculacées	1	1.12
Résédacées	1	1.12
Rhamnacées	0	0
Rosacées	0	0
Rubiacées	1	1.12
Rutacées	1	1.12
Scrophulariacées	0	0
Solanacées	0	0
Tamaricacées	0	0
Thymelécées	0	0
Vallerianacées	0	0
Zygophylacées	1	1.12
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>100</b>



**Figure III. 1 :** Composition floristique par famille de la station (Honaine). Fabacées14,74%  
Astéracées10,11% Liliacées6,74% Poacées 6,74%

### III.2.1.1- Type biologique

**Tableau III. 2 :** Types biologiques de la station d'étude.

Types biologiques		Ph	Ch	He	Ge	Th	Total
Sidi Idrisse	Nb	4	30	12	8	35	89
	%	4.49	33.7	13.48	8.98	39.35	

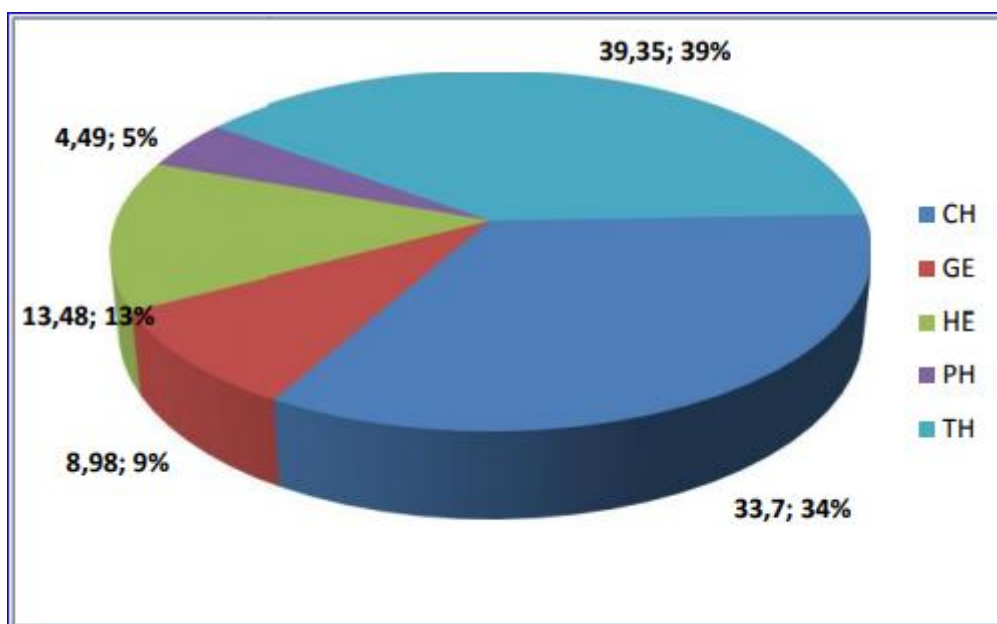


Figure III. 2 : Type biologique : Honaine.

### III.2.1.2- Type morphologique

Tableau III. 3 : Types morphologiques des stations d'étude.

Types morphologiques		LV	HV	HA	Total
Honaine	Nb	18	28	43	89
	%	20.22	31.46	48.32	

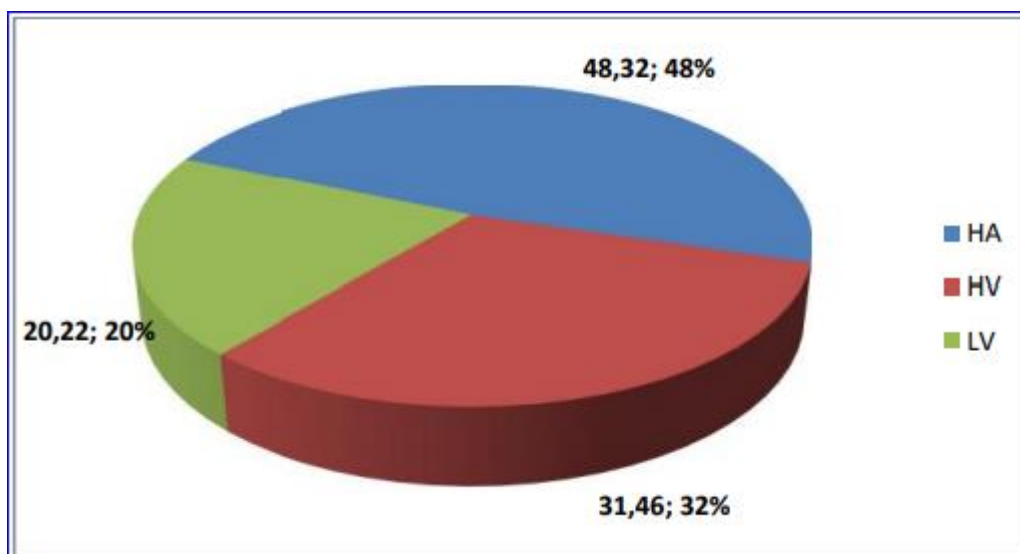


Figure III. 3 : Types morphologiques de la station d'étude (Honaine).

### **III.2.1.3- Types biogéographiques**

La biogéographie se définit comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et des processus présent et passé, HENGEVELD, 1990.

L'étude biogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression. OLIVIER et al., 1995.

L'analyse biogéographique des flores actuelles est susceptible de fournir de précieux renseignements sur les modalités de leur mise en place dans la région d'étude.

Sur le plan biogéographique, la végétation des zones d'étude est constituée par un ensemble hétérogène d'éléments de diverses origines méditerranéennes.

La répartition des taxons inventoriés est déterminée à partir de la flore de l'Algérie. QUEZEL et SANTA, 1962-1963. Sur le plan phytogéographique, la végétation de la zone étudiée est constituée par un ensemble hétérogène de la diverses origines (méditerranéenne, septentrionale et méridionale).

L'analyse de la figure 09 montre la prédominance des espèces de type biogéographique méditerranéen avec un pourcentage variable pour la station d'étude :

-Honaine : 40.55%

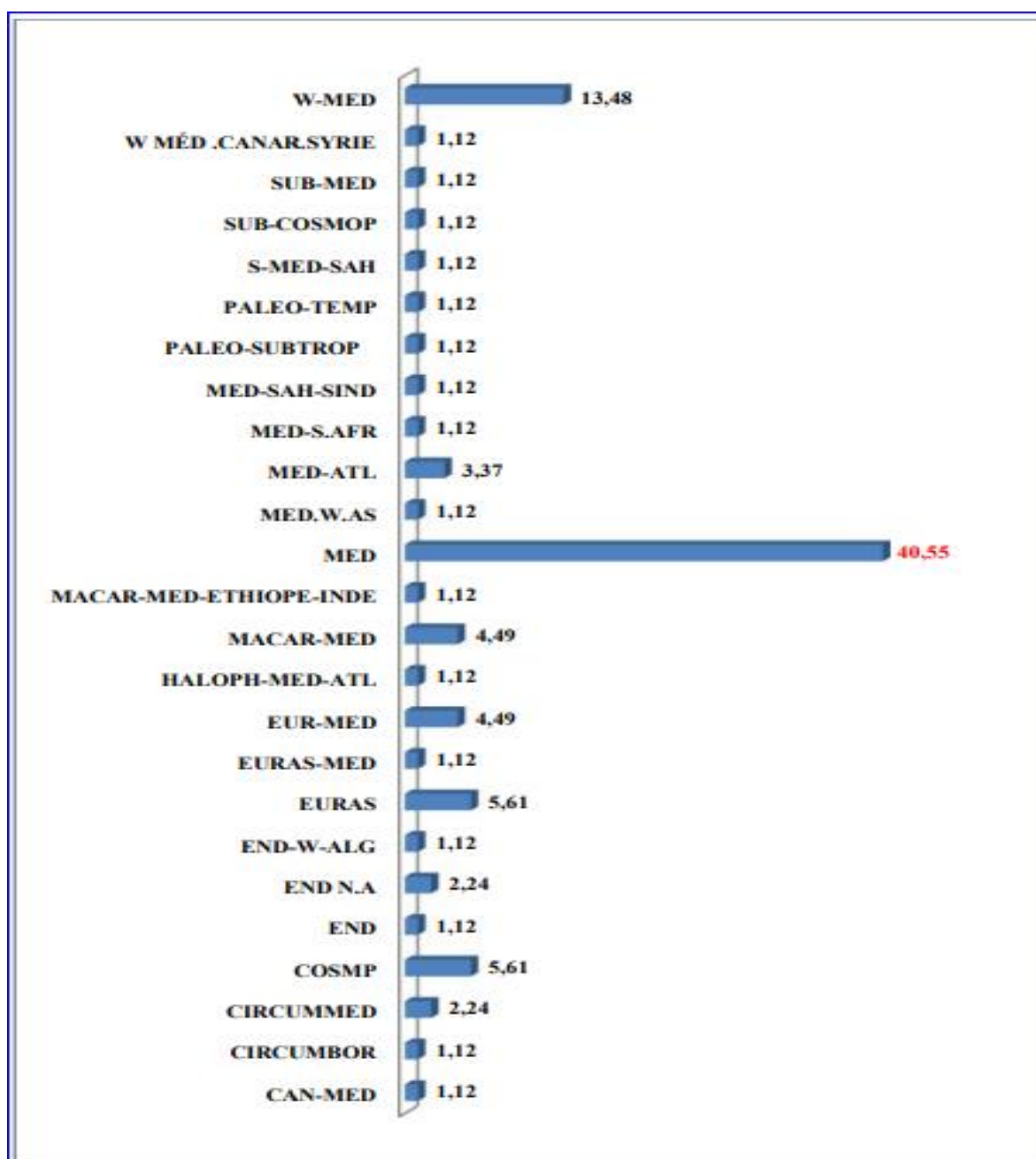


Figure III. 4 : Pourcentage des types biogéographiques de la station (Honaine).

### III.3 Indice de perturbation de la station d'étude Honaine:

Tableau III. 4 : Indice de perturbation a la station de honaine

Station	Indice de perturbation
Honaine	70.78%

L'importance de l'indice de perturbation est proportionnelle à la dominance des thérophytes qui trouvent ici leur milieu favorable pour leur développement (pauvreté en



matière organique) ; ce qui reflète aussi un milieu plus ouvert. Cet indice montre la thérophytisation de la zone suite à une steppisation qui est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces sub-nitrophiles liées aux surpâturages (BARBERO et al., 1990).

### **III.4 Conclusion**

L'inventaire exhaustif effectué au niveau des stations d'étude, nous a permis de réaliser les caractérisations biologique, morphologique, biogéographique et de faire ressortir les Le type biologique "Thérophyte" c'est-à-dire les espèces herbacées annuelles domine

-Les Astéracées et Poacées, domine le terrain dans la majorité de la station.

-Résultats suivants:

L'importance des Thérophytes confirme le phénomène de Thérophytisation.

Ce brassage d'éléments donne une végétation de type :

HONAIN TH > CH > He > GE > PH

## **CHAPITRE IV**

**Utilisation de *Psoralea bituminosa* comme moyen de lutte  
biologique contre la mouche blanche**

**IV.1- Introduction**

L'objectif de ce chapitre est de tester théoriquement la bio-efficacité des composées majoritaires de *Psoralée bitumineuse*, *Bituminaria bituminosa* sur les aleurodes des serres, *Trialeurodes vaporariorum* à l'aide des méthodes de modélisation moléculaire.

Dans ce cadre, nous présentons dans ce chapitre le matériel utilisé et les méthodes exploitées afin de proposer un inhibiteur qui désactive cette insecte.

**IV.2- Matériel et méthodes****IV.2.1- Matériel****IV.2.1.1- Présentation de la protéine**

Nous avons sélectionné dans le présent travail la protéine chimiosensorielles chez les aleurodes des serres, *Trialeurodes vaporariorum*.

Nous retrouvons la protéine chimiosensorielle dans la lymphe sensorielle d'organes chimiosensoriels de l'insecte (**Regnault-Roger C., et al., 2008**) et ont comme rôle principal la capture des odorants extérieurs et de nombreuses substances chimique et de les transmettre aux récepteurs sensoriels, qui sont primordiaux pour la survie et la reproduction des aleurodes des serres (**Picimbon J.F., novembre 2002**) (**Tan J., 29 avril 2018**).

**IV.2.1.2- Présentation des inhibiteurs**

Le présent travail vise à étudier l'interaction de la protéine chimiosensorielle avec les composées majoritaires des huiles essentielles de la partie feuille, fleur et graine de *Psoralée bitumineuse*, *Bituminaria bituminosa* par les méthodes de modélisation moléculaire.

**Tableau IV. 1** : Composés majoritaires des HE des feuilles, fleurs et graines (Zeroual S., 2016).

<b>Composés majoritaires</b>	<b>Feuilles</b>	<b>Fleurs</b>	<b>Graines</b>
<b>Caryophyllene</b>	23%	18%	/
<b><math>\beta</math>-farnesene</b>	15%	6%	/
<b>Germacrène</b>	<b>24%</b>	18%	/
<b>Tricyclène</b>	/	/	11%
<b><math>\alpha</math>-pinene</b>	/	/	<b>50%</b>

---

Nous avons choisi deux inhibiteurs qui ont le rendement le plus important : Germacène et  $\alpha$ -pinène.

#### IV.2.1.3- Présentation des logiciels

Les logiciels utilisés dans notre étude sont les suivants :

✓ ChemDraw, version : 12.0.2.1076, niveau : Ultra. C'est un logiciel qui permet de dessiner la structure chimique des molécules sur une interface graphique à l'aide d'une barre d'outils et les enregistrer sous différents formats.

✓ HyperChemprofessional, version : 8.0.10. C'est un logiciel de modélisation moléculaire 3D qui permet d'effectuer des calculs quantiques, de dynamique moléculaire et de mécanique moléculaire dont l'optimisation de géométrie.

✓ Molegro Virtual Docker, version: 2012.5.5.0. C'est un logiciel de docking moléculaire qui permet de prédire les interactions des complexes formés. Ces interactions sont examinées grâce à des outils de visualisation et d'analyse.

Les banques de données utilisées dans notre étude sont les suivantes :

✓ PROTEIN DATA BANK : Téléchargement de la structure 3D des protéines.

✓ PubChem : Détermination des propriétés et des structures chimiques des molécules.

#### IV.2.2- Méthodes

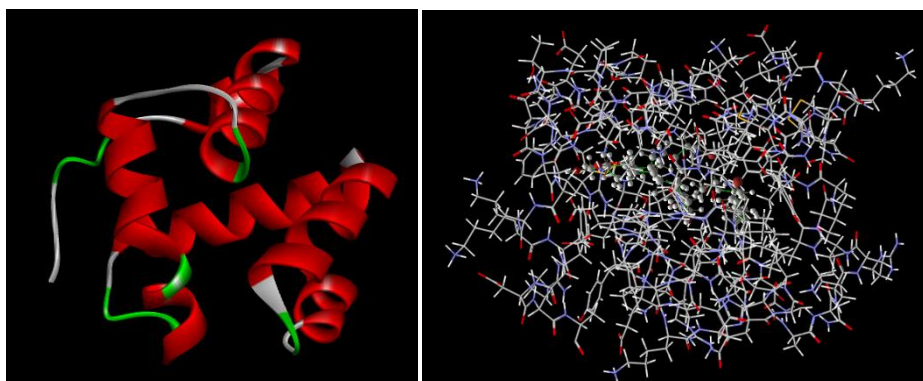
La modélisation est un outil bioinformatique qui permet l'étude des phénomènes biologiques à l'échelle atomique. Elle a pour but de prévoir la structure et la réactivité des molécules (**Hercend C., 2012**).

Le principe de la modélisation moléculaire consiste à préciser, à partir des calculs, la position des atomes dans l'espace et de calculer l'énergie de la structure engendrée. La représentation la plus proche possible de la réalité correspondra à une structure de plus basse énergie (**Paugam R., octobre 2008**).

### IV.3- Résultats et discussion

#### IV.3.1- Préparation de la protéine

Dans notre étude, nous avons téléchargé la protéine chimiosensorielle sous le code d'accès 1N8U à partir de la banque de données *Protein data bank* avec une résolution de 1.8 Å qui fait partie de l'intervalle [1.5-2.5] Å.



**Figure IV. 1 :** Structure tridimensionnelle de la CSP avec le code PDB 1N8U.

#### IV.3.2- Présentation des inhibiteurs

Nous avons obtenus la structure chimique des deux inhibiteurs à partir de la banque de données « PubChem ».

Nous avons dessiné les deux inhibiteurs avec le logiciel « ChemDraw, version 12.0.2.1076 » puis nous les avons enregistré sous format « .mol ».

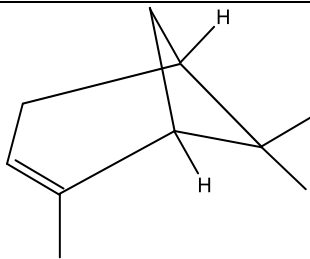
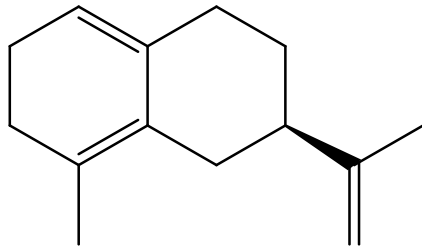
Ensuite, nous avons optimisé ces inhibiteurs avec le logiciel « HyperChem, version 8.0.10 » et les enregistrer sous format « .mol ».

Enfin, nous avons effectué le docking moléculaire à l'aide de logiciel « Molegro Virtual Docker, version 2012.5.5.0 » dans le but de la recherche de la meilleure conformation entre la protéine chimiosensorielle 1N8U et les sept inhibiteurs ; c'est-à-dire la recherche du complexe protéine – inhibiteur le plus stable avec le niveau énergétique le plus bas.

**IV.3.3- Structure chimique des inhibiteurs**

Le tableau ci-dessous représente les structures chimiques des deux inhibiteurs présents dans la partie feuille et graine de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* ; dessinées avec le logiciel « ChemDraw version 12.0.2.1076 » :

**Tableau IV. 2 :** Structures chimiques des composés des huiles essentielles de la partie feuille et graine de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa*.

Composés chimiques	Structures chimiques
Alpha pinène	
Germacrène	

**IV.3.4- Optimisation de l'énergie**

Nous avons utilisé dans notre étude le logiciel « HyperChem, version 8.0.10 » pour l'optimisation des inhibiteurs selon la méthode semi-empirique AM1. L'énergie de l'optimisation est exprimée en Kcal/mol.



Alpha pinène optimisé

Germacrène optimisé

**Figure IV. 2 :** Inhibiteurs après optimisation.

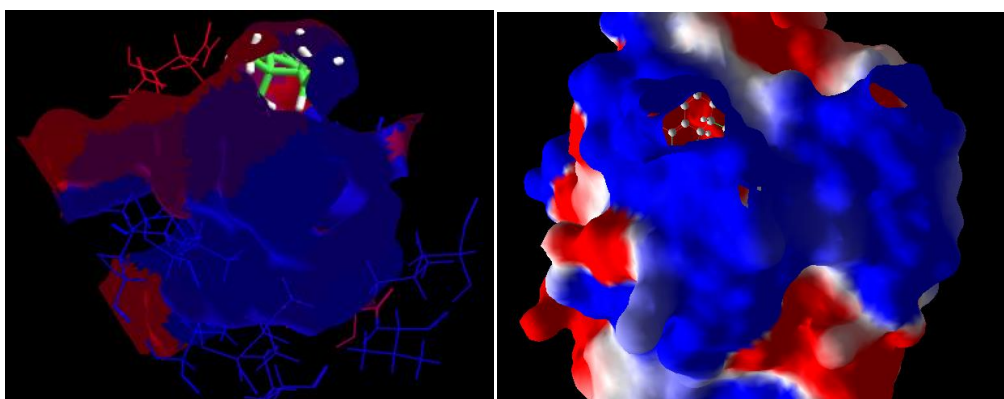
**Tableau IV. 3** : Les résultats de l'optimisation:

Inhibiteurs	Energie d'optimisation (Kcal/mol)
Alpha pinène	-3225.3249
Germacrène	-33431.4407

#### IV.4.4- Docking moléculaire

Nous avons effectué le docking moléculaire à l'aide de logiciel « Molegro Virtual Docker, version 2012.5.5.0 » entre la protéine chimiosensorielle sous le code d'accès 1N8U avec les deux inhibiteurs au sein de la cavité 1 qui a le volume et la surface les plus grands afin de comparer la stabilité des complexes formés.

Les complexes formés sont représentés dans **la figure 03** :



Le complexe 1N8U-alpha pinène

Le complexe 1N8U-Germacrène

**Figure IV. 3** : Complexes formés après le docking moléculaire.

Les valeurs du score des premières poses qui désignent les conformations qui représentent le mieux possible nos deux inhibiteurs sont données dans le **tableau 04** :

**Tableau IV. 4 :** Résultats du score du docking moléculaire.

<b>Inhibiteurs</b>	<b>Score (Kcal/mol)</b>
<b>Alpha pinène</b>	-60.4802
<b>Germacrène</b>	-88.4522

En se basant sur le rendement des inhibiteurs de la partie feuille, fleur et graine de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* et sur les résultats du score du docking moléculaire nous concluons que le complexe 1N8U-Germacrène est le plus stable vue qu'il représente une meilleure affinité avec le niveau énergétique le plus bas par rapport au complexe 1N8U-alpha pinène.

#### **IV.5-Conclusion**

L'objectif de notre travail est de tester théoriquement par les méthodes de modélisation moléculaire l'activité inhibitrice de deux composés majoritaires de la partie feuille et graine de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* (Fabacées) avec la protéine chimiosensorielle chez les aleurodes des serres, *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidées).

Le docking moléculaire avec « Molegro Virtual Docker, version: 2012.5.5.0 » nous a permis de juger la molécule Germacrène comme étant le meilleur inhibiteur de la protéine chimiosensorielle car présentant le meilleur score qui égal à -88.4522Kcal/mol.



## **Conclusion générale**

L'objectif de notre travail est d'établir une étude écologique et de tester théoriquement la bioefficacité des composées majoritaires de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* sur les aleurodes des serres, *Trialeurodes vaporariorum* à l'aide des méthodes de modélisation moléculaire.

Nous avons abordé dans le premier chapitre les caractéristiques généraux des familles des Fabacées et du genre *Bituminaria*.

Dans le deuxième chapitre nous avons effectué une étude physique du milieu d'étude.

Dans le troisième chapitre nous avons effectué une étude de la phytodiversité de notre zone d'étude.

Nous avons testé dans le quatrième chapitre théoriquement la bioefficacité des composées majoritaires de Psoralée bitumineuse, *Bituminaria bituminosa* sur les aleurodes des serres, *Trialeurodes vaporariorum* à l'aide des méthodes de modélisation moléculaire.

Le docking moléculaire avec « Molegro Virtual Docker, version: 2012.5.5.0 » nous a permis de juger la molécule Germacrène comme étant le meilleur inhibiteur de la protéine chimiosensorielle car présentant le meilleur score qui égal à -88.4522Kcal/mol.

## Références bibliographiques

1. **D. K. K. BelesiKatula, 2009** “Inventaire et description des fabaceae arbres (mimosoidae et faboidae ) de Kinshasa et ses environs,” thèse, université Kinshasa RDC, Graduat,.
2. **C. Gisbert, M. Dabauza, E. Correal, R. Swennen, and B. Panis, 2015**“Cryopreservation of Bituminariabituminosa varieties and hybrids,,” Cryobiology, vol. 71, no. 2, pp. 279–285, Oct.
3. **Lim, K. T., Hu, C., Kitts, D. D., 2001.**Antioxydant activity of a Rhusvernificflua stokes ethanol extract. Food and Chemical Toxicology. 39, 229- 237.
4. **Song, Y. S., Kim, S. H., Sa, J. H., Changbae, J., Limd, C. J., Park, E. H., 2003.** Anti-angiogenic, antioxidant and xanthine oxidase inhibition activities of the mushroom Phellinuslinteus. Journal of Ethnopharmacol. 88, 113-116.
5. **Tapiaa, A., Rodriguezb, J., Theodulozb, C., Lopezd, S., Feresinc, EG.,Hirschmanna, GS., 2004.** Free radical scavengers and antioxidantsfrom
6. **Llorent-Martinez E. J., Spinola V., Gouveia S., Castilho P. C., HPLC-ESI-MS , 2015,** characterization of phenolic compounds, terpenoidsaponins, and other minor compounds in Bituminariabituminosa, Industrial Crops and Products, 69: 80-90
7. **Beniston W. S., Fleurs d’Algerie, 1984,** Ed. Ise Nationale du livre Alger, p. 223
8. **Noccioli C., Bertoli A., Agus E., De Logu A.,Pestelli L., 2014,** Chemistry of Naural compounds, HPLC-DAD-MS Analysis and antiviral activity of different extracts and isolated constituents from Bituminariabituminosa, 50(4): 726-729.
9. **Histoire naturelle des médicaments,** des aliments et des poisons, tires des trois règnes de la nature 1820 p 280. Par Julien Joseph Virey
10. **Ventura M. R., Castanon J. I. R, 2009.,** Mendez P., Effect of season on tедера (Bituminariabituminosa) intake by goats, Animal Feed Science and Technology, 153: 314-319.
11. **BARBERO R., 1995** - Les essences arborées des iles méditerranéens. Leur roles écologiqueet paysages.Ecologiamediterranea. XXI (1/2)pp.
12. **BARBERO R., 1989** - ScierophyllusQuercusforet of the medeterranan area: Ecologia and ethological significance Bielefelder, 4 :1-23.
13. **BARBAULT R., 1995** -Ecologie des peuplements, structure et dynamique de la biodiversité.Ed.Masson, Paris.273p.
14. **OZENDA P., 1964** - Biogéographie végétale. Ed.Doni.Paris.374p.

15. **QUEZEL P et SANTA., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1 et 2, Edition CNRS Paris p 3989.
16. **OLIVER 1995.,-** premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée Etat des connaissances et observation Diagnostiques et proposition relatifs aux flores insulaires de Méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5-8 Octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions, p3 56-358.
17. **QUEZEL P et SANTA., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1 et 2, Edition CNRS Paris p 3989.
18. **DADOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Edit Dunod, Paris.P434.
19. **DADOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Edit Dunod, Paris.P324
20. **DADOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Edit Gauthiersvillars,Paris.P503
21. **DADOZ R., 1996** - Précis d'écologie. Edit Dunod, Paris.P396.
22. **MESLI L, 2007-** Contribution à l'étude bioécologique et régime alimentaire des principales espèces dans la wilaya de Tlemcen. Thèse Doc.Univ.Tlemcen 102 p.
23. **OLIVER et al, 1995.-** premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée Etat des connaissances et observation Diagnostiques et proposition relatifs aux flores insulaires de Méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5-8 Octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions. p356-358.
24. **ONM** Office National de la Météorologie de Tlemcen.
25. **OZENDA P., 1964** – Biogéographie végétale. Ed.Doni.Paris.374p.
26. **OZENDA P., 1986** - La cartographie écologique et ses applications/Ecological Mapping and Its Applications. Paris, Masson (Coll. Écologie appliquée et sciences de l'environnement, 7).160 p.
27. **RAMADE F, 1984** – Elément d'écologie – Ecologie fondamentale. Edit. Mac.Graw.Hill, Paris.P397.
28. **RAUNKIAER C, 1904.-** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. In RAUNKIAER C, 1934.pp 1-2.
29. **RAUNKIAER C, 1907** –The live forms of plants and their bearing on geography.InRaunkiaer, 1934.Pp 2- 104.
30. **RAUNKIAER C, 1918** – Recherches statistiques sur les formations végétales. Del. Klg. Danske. Vidensk. Selskab.Bio.Pp 3 – 80.
31. **RAUNKIAER C, 1934.** - The life forms of plants and statistical plant Geography clardonpress, Oxford, 632p.

32. **RIVAS-MARTINEZ S., 1982** – définition et localisation des écosystèmes Méditerranéenne. Coll. De l'OTAN. *EcologiaMediterranea*, 7 pp : 275 – 288.
33. **RIVAS-MARTINEZ S., 1994** –Bioclimates classification system of the Earth. *FoliaBotanicaMadritensis* 12.
34. **SAUVAGE CH. ET DAGET P., 1963**-Le quotient pluviométrique d'EMBERGER .Son utilisation et la représentation de ses variations au Maroc. *Ann. Serv. Phys.Gl.Meteorol.*20 :11-23
35. **SELTZER P., 1946** – Le climat de l'Algérie. *Inst. Météor. Et de Phys- Du globe.* Univ. Alger. 219 P.
36. **STEWART P; 1969**-Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59, pp.23-36.
37. **TETEFORT J. P. et WINTREBERT D., 1963**-Eléments d'acridologie pratique à Madagascar. *L'agronomie tropicale*, 9(sept.), 875-932.
38. **TETEFORT J. P. et WINTREBERT D., 1967**- Ecologie et comportements du criquet nomade sud-ouest Malgache. *Annale de la société entomologique de France*, 3(N.S.) :3-30
39. **THINTHOIN R., 1948.** – Les aspects physiques du Tell oranais, essai demorphologie de pays semi-arides. Ouvrage publié avec le concours du C.N.R.S. Ed. L. Fouqué : 639P.
40. **DAGET PH., 1977**-Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34 :1-20 P
41. **DAGET P. & POISSONET J, 1978.**- Le statut thérophytique des pelouses méditerranéennes du Languedoc. *Coll. Phytos*, VI.
42. **DAHMANI-MEGROUCHE M., 1984** - Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des Monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologiques et phyto - écologique. Thèse. Doct.3<sup>e</sup> cycle. Univ. H.Boumediène, Alger, 238p+annexes.
43. **DAHMANI -MEGROUCHE M., 1997** - Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse doct. Es-sciences. UnivHouariBoumediene. Alger.383P.
44. **DAJOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, paris, 434p.
45. **DAJOZ R., 1974**- Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris, 301p.
46. **DAJOZ R., 1982**- Précis d'écologie. Ed. Gautier-Villars, Paris, 503 p.
47. **DAJOZ R., 1985**-Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris. 505p.

48. **DAMERDJI A., 2008-** Systématique et bio-écologie de différent groupes faunistiques notamment les Gastéropodes et les Orthoptères selon un transect nord-sud Ghazaouet, El Aricha. Thèse de Doct. Inst. Nat. Agro., El Harrach. 263p.

    dans la région de Tlemcen (Oranie – Algérie).Thèse de magistère Inst .sci

49. **DE GREGORIO R. & BRUNEL J.F., 1977.-** Quelques observations nouvelles sur le régime alimentaire du Criquet puant, *Zonocerusvariegatus*(L.) (Orthoptera

**SITE WEB :**

<https://www.google.dz/#q=%E2%80%9CPsoral%C3%A9+bitumineuse+%E2%80%94+Wikip%C3%A9dia.html>.

## ملخص

*Bituminariabituminosa* L. هو نوع نباتي ينتمي إلى عائلة Fabacées ، وهو بقول معمر جاف ومصدر للمركبات الصيدلانية ، ينتشر على نطاق واسع في حوض البحر الأبيض المتوسط و ماكرونيزيا .

في هذا السياق ، تم تخصيص هذا العمل للدراسة البيئية والكيميائية النباتية *Bituminariabituminosa* L. في محطة سيدي إدريس هونين تلمسان. والمكافحة البيولوجية تتمثل باستخدام الكائنات الحية أو منتجاتها لمحاربة الكائنات الحية الأخرى التي تسبب الضرر

باستخدام أساليب النمذجة الجزيئية، بما في ذلك الإرساء الجزيئي باستخدام برنامج "Molegro Virtual Docker"، الإصدار: 2012.5.5.0" ، قمنا باختبار فاعلية المبيدات العضوية لسبعة مثبطات.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جزيء "بيتا إيليمول" هو أفضل مثبط للبروتين الكيميائي الحاصل على درجة -88.4522 كيلو كالوري / مول

**الكلمات المفتاحية:** *Bituminariabituminosa*، البروتين الكيميائي الحسي، النمذجة الجزيئية، مثبط، المبيدات العضوية.

## Résumé

*Bituminariabituminosa* L. est une espèce végétale appartenant à la famille des Fabacées), et c'est une légumineuse éternelle de sécheresse et une source des composés pharmaceutiques, qui est largement distribuée dans le bassin méditerranéen et Macaronesia.

Dans ce contexte ce travail est consacré à l'étude écologique et phytochimique de *Bituminariabituminosa* L. dans la station Sidi Idris Honaine Tlemcen. Et la lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour lutter contre d'autres organismes qui causent dommages

En faisant appel aux méthodes de modélisation moléculaire, et notamment le docking moléculaire à l'aide de logiciel « Molegro Virtual Docker, version : 2012.5.5.0 », nous avons testé le pouvoir bio-insecticide

Les résultats obtenus montrent que la molécule Germacrène est le meilleur inhibiteur de la protéine chimiosensorielle avec un score de -88.4522Kcal/mol.

**Mots clés :** *Bituminariabituminosa*, *Trialeurodesvaporariorum*, , protéine chimiosensorielle, modélisation moléculaire, inhibiteur, bio-insecticide

## Abstract

*Bituminariabituminosa* L. is a plant species belonging to the Fabaceae family), and it is a perennial drought legume and a source of pharmaceutical compounds, which is widely distributed in the Mediterranean basin and Macaronesia.

In this context, this work is devoted to the ecological and phytochemical study of *Bituminariabituminosa* L. in the Sidi Idris Honaine Tlemcen station. And biological control is the use of living organisms or their products to control other organisms that cause damage

By using molecular modeling methods, including molecular docking using software "Molegro Virtual Docker, version: 2012.5.5.0", we tested the bioinsecticide

In this context, this work is devoted to the ecological and phytochemical study of *Bituminariabituminosa* L. in the Sidi Idris Honaine Tlemcen station. And biological control is the use of living organisms or their products to control other organisms that cause damage

**Key words:** *Bituminariabituminosa*, *Trialeurodesvaporariorum* , chemosensory protein, molecular modeling, inhibitor, bioinsecticide.