



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

UNIVERSITE DE TLEMCCEN

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



Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoires de recherche :

Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

Valorisation des Actions de l'Homme pour la Protection de

L'Environnement et Application en Santé Publique.

THÈSE

Présentée par : **BEREKSI REGUIG Meryem**

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat LMD

En Ecologie et Environnement

Option : Ecologie Animale

Thème

**Etude phytoécologique de l'habitat de quelques caelifères
(orthoptères) suivie par une étude in silico de la lutte biologique
contre *Dociostaurus maroccanus* principale espèce rencontrée
dans la région Sud-Ouest de Tlemcen**

Soutenue le 04/12/2021 Devant le jury :

Président	Mr.KHELIL Mohamed Anouar	Professeur	Université de TLEMCCEN
Directeur de thèse	Mr.HASSANI Faïçal	Professeur	Université de TLEMCCEN
Examineurs	Mr.BOUCHIKHI TANI Zoheir	M.C.A	Université de TLEMCCEN
	Mr.MOULAI Riadh	Professeur	Université de BEDJAIA
	Mr. DJAZOULI Zahereddine	Professeur	Université de BLIDA 1

Année universitaire 2020/2021

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

SIX (6) PUBLICATIONS INTERNATIONALES

- Quatre (4) publications auteur principal

1. Impact Analysis of Anacardiaceae Family Against *Dociostaurus maroccanus* Locust in inventories of Algeria South West Region » (Revue : Indian Journal of Ecology 47 (3) 2020, pp 803-807.
2. Study Of Bio-Insecticidal Power Of Two Genus *Rhus Tripartitum* And *Rhus Pentaphylla* Of Family Anacardiacea In Western Algeria. (Revue : Plant archive ISSN : 0972-5210 ISSN : 2581-6063), 48(1): 102-107. February 2021).
3. Population Control of *Dociostaurus maroccanus* by *Pistacia lentiscus* and *P.vera*. (Revue : Indian Journal of Ecology 48(1): 102-107. February 2021).
4. Study of the Bio-Insecticidal Power of *Pistacia lentiscus* and *Pisatcia atlantica* From Tlemcen Region. (Revue Genetics and Biodiversity Journal *Special issue (Aromatic and Medicinal Plants)*, 39-48.

- Deux (2) Publications Co-auteur

1. The Impact Of Essential Oils Of The Lamiaceae Family Against *Tylenchulus sempenetrans* Using Molecular Modeling Methods, (Revue : Plant archive ISSN : 0972-5210 ISSN : 2581-6063), 21, No 1, 2021 pp. 1945-1952.
2. Impact of Essential Oils of Lamiaceae Family Against *Tylenchulus semipenetrans* :(Revue Indian Journal of Ecology (2021) 48(3): 716-721).

16 communications dont: 12 communications internationales et 4 communications nationales.



Impact Analysis of Anacardiaceae family against *Docioctaurus maroccanus* Locust in Inventories of Algeria South-West Region

M. Bereksi Reguig, I. Abdelli¹ and F. Hassani

Ecology and Management of Natural Ecosystems laboratory, Faculty SNV.STU- Tlemcen University

¹Higher Applied Sciences School-Laboratory (LASNABIO)-Tlemcen-Algeria

E-mail: meryem.bereksireguig@yahoo.fr

Abstract: Orthoptera are considered pests of agricultural production and pastoral. *Docioctaurus maroccanus* is a devastating species, where their distributions extend all around the semi-arid Mediterranean littoral. The phytoprotection method is the goal of this study which is based on essential oils of aromatic plants, taking as an example the Anacardiaceae family. The aim of the present study focuses on the molecular docking approach to inhibition of the enzyme α -amylase which is a digestive enzyme of *D. maroccanus* using phenolics compounds derived from essentials oil of aromatic plants: Elemol, Myrcène, Spathulenol, Terpinen-4-ol, Bornyl acetate. Elemol give the best docking score, its interactions with α -amylase has the lowest energy score compared to the other complexes. Elemol forms strong one H-donor interaction and one H-acceptor with residues of active site of α -amylase. This study revealed for the first time that Elemol from Anacardiaceae family is a functional inhibitor of α -amylase activities and it can be used as good bio-insecticide against *D. maroccanus* for the protection of environment and the human health.

Keywords: *Docioctaurus maroccanus*, Bio-pesticides, α -amylase, Essential oils, Anacardiaceae, Molecular modeling methods

The Moroccan locust or *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg 1815), is a species known as a pest in Morocco ranked as the second enemy after the Desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk. 1775, Bendjelloun et al 2014). Its existence extends all around the semi-arid Mediterranean littoral, in Europe, the Middle East, North Africa and the majority of Mediterranean islands as well as different Asian regions and is considered as key locust pests because of gregarious nature whose individuals, under the influence of a large group, are able to move from a solitary form harmless to a gregarious form that makes them dreadful considering the important damage they can cause (Louveaux et Benhalima 1987, El ghadraoui et al 2018). The economic and ecological impact of locusts on crops and pastures has been known for a long time. Currently, aromatic plants have a considerable advantage thanks to the progressive discovery of the applications of their essential oils in health care as well as their uses in other fields of economic interest. Their many uses mean that they are experiencing a growing demand on world markets. The popularity enjoyed by essential oils and aromatic plants in general for a long time remains linked to their medicinal properties as it is the case of the anti-inflammatory, antiseptic, antiviral, antifungal, bactericidal, antitoxic, insecticidal, toning, stimulating, and calming plants (Ouherre et Abidat 2018). To do so, with the development of computer tools, molecular modeling and more precisely

molecular docking quickly invested the field of biological research. Its main purpose is to predict the most favorable conformation (position and relative orientation) of the ligand within its receptor. In terms of area and bioclimatic diversity, Algeria is known for its richness in aromatic and medicinal plants (Bekkal briki 2019). The use of aromatic plants has a broad spectrum. The technique involves extracting ligands from the essential oils of these aromatic plants to control these pests. This inhibitory action is made by ligands from a series of plants of the family Anacardiaceae, to produce a bio-insecticide. For this, plant species: *Pistacia lentiscus*, *P. atlantica*, *P. terebenthus*, *P. vera* were evaluated. In present study attempts are made to identify the most coherent (Enzyme-Ligand) complex (s) that lead to the best inhibitors of the α -amylase enzyme in order to limit the population of *D. maroccanus*. The enzyme chosen for our study is a digestive hydrolase involved in the production of energy in insects. These enzymes are synthesized and secreted by the epithelial cells of the midgut of insects and play an essential role in digestion and their survival. This enzyme was purified from the midgut of *D. maroccanus* (Bahareh et al 2016).

MATERIAL AND METHODS

Ligand and protein preparation: The ligands used in this work are chosen according to the most important yield in each part of the plant (leaf and fruit) (Table 1). The chemical structure of these ligands was obtained from the database

"Pubchem" (Fig. 1), and ligands were drawn from the software "Chemdraw" version 12.0.2.1076; and recorded in format " Mol", and then optimized the ligands with the software "Hypercham" "version 8.0.10 and saved in "Mol" format, for molecular docking with the Molecular Operating Environment" MOE "software. Downloaded enzyme with 1CLV code from "RCSB" or "PDB" (Protein Data Bank) with a resolution of 2Å° (Table 3).

Molecular docking protocol: The method is based on molecular modeling. Docking basically consists of two steps:

- Molecular Docking is the step of the selection which consists of placing the ligand in the active site of the protein and sampling the positions, conformations and orientation (poses) possible to have the most stable complex (Mezhoud).
- Scoring is the ranking step, which consists in evaluating the affinity between the ligand and the protein and giving

Table 1. Molecules present in the essential oils of the plants

Plants species	Essential oil%	
	Leafs	Fruits
Pistacia lentiscus	- α -pinène 11 - limonène 10.3 - Myrcène 39.2 - Terpinèn .4.ol 29.9 - α -terpinéol 15	- α -pinène 22 - β- myrcène 54
Pistacia atlantica	- α -pinène 10.9 - Delta-3-carène 56 - Spathulenol 22 - Terpinèn-4-ol16 -β-pinène13 - Elemol 20	- Bornyl-acétate 21.5 - Myrcène 34 - Sabinène 19.5
Pistacia terebenthus	- Terpinèn-4-ol 33.7 - α -pinène 16.4	- Limonène 34.2
Pistacia vera	- α -pinène30 -Terpinolène17.6 - Bornyl acétate 11.3	- α -pinène 54.6 - Terpinolène 31.2

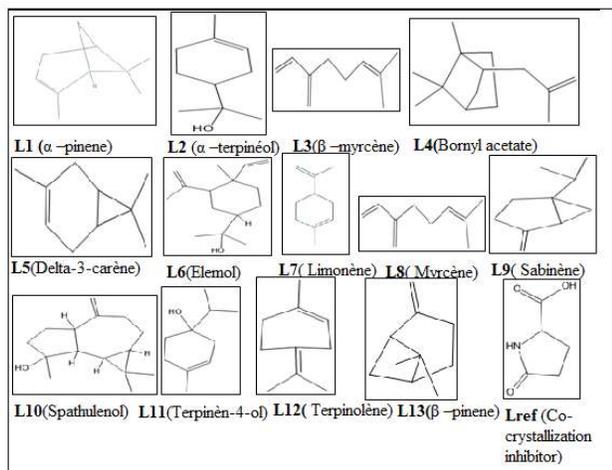


Fig. 1. Ligands structure

a score to poses obtained during the Docking phase. This score helps us to remember the best pose among all that proposed (Boucherit 2012).

RESULTS AND DISCUSSION

Binding affinities of the ligands into α-amylase active site:

In order to find the residues forming the largest active amino-acid site of the enzyme to interact with the ligands, used the Site Finder module on the MOE software. It is observed that the enzyme 1CLV contains 20 enzymatic cavities whose largest active site is formed of 21 amino acids which are:

LEU 49-TRP 56-TRP 57-TYR 60-GLN 61-HIS 99-GLY 102-MET 103-LEU150-VAL151 LEU153-ARG183-ASP185-ALA186-GLU222-ILE224-HIS286-ASP287-ARG290-ASN331-ASP332.

After the preparation of the enzyme and the ligands, the next step is the positioning of these inhibitors in the active site of the enzyme 1CLV. For that used the docking module using the "MOE" software. Once the complex ligand receptor is formed (Figures 3-7), and will adapt the most stable

Table 2. Somme properties of tested molecules

Ligands	Weight (g/mol)	TPSA (Å ²)
L1	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L2	154,25	20,2 (1:don, 1:acc)
L3	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L4	196,29	26,3(0: don, 2: acc)
L5	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L6	222,37	20,2(1:don, 1:acc)
L7	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L8	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L9	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L10	220,35	20,2(0: don, 0: acc)
L11	154,25	20,2 (1:don, 1:acc)
L12	136,23	0 (0: don, 0: acc)
L13	136,23	0 (0: don, 0: acc)

Table 3. Some of the α-amylase enzyme properties

Protein	Classification	Method	Resolution	Number of chains	Chain length
1CLV	HYDROLASE	X-Ray diffraction	2 Å°	two chains	503

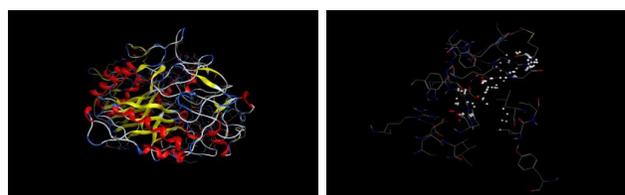


Fig. 2. α-amylase enzyme 3D structure

conformation with the lowest energy level. Once the complex is formed was analyze. In order to compare the stability of the ligands studied in the active site of the enzyme 1CLV, performed a molecular docking between the enzyme and the



Fig. 3. 1CLV co-cristallisation ligand-complex

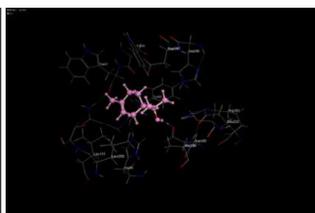


Fig.4. 1CLV complex-L2

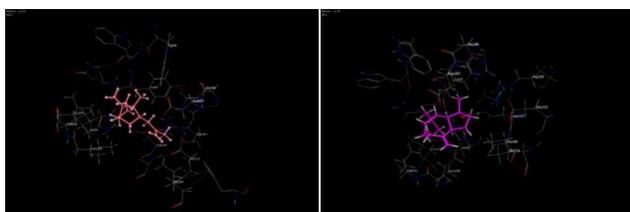


Fig. 5. 1CLV complex-L6

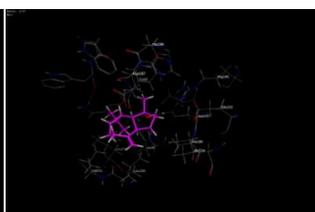


Fig. 6. 1CLV complex-L10

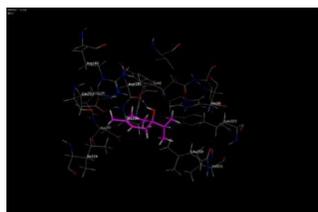


Fig. 7. 1CLV complex-L11

ligands. The obtained results for each ligand are classified and grouped in Table 4.

The best score obtained after docking is that of L6 with a score of $-4.9763 \text{ kcal mol}^{-1}$, followed by L10 with a score of $-4.9324 \text{ kcal mol}^{-1}$, the values other scores of ($-4.7707 \text{ kcal mol}^{-1}$) of L8, ($-4.6803 \text{ kcal mol}^{-1}$) of L3, ($-4.6694 \text{ kcal mol}^{-1}$) of L11, ($-4.6049 \text{ kcal mol}^{-1}$) of L4 and ($-4.5059 \text{ kcal mol}^{-1}$) of L2 are better compared to the reference ligand with a score of $-3.5513 \text{ kcal mol}^{-1}$. According to the results, L6 and L10 are considered to be better inhibitors for 1CLV by the obtained score after docking; moreover, the other ligands L8, L11, L4 and L2 can be considered as good inhibitors of 1CLV.

Enzyme-Ligands Interaction: Interactions between 2.5 \AA and 3.1 \AA are considered strong and those between 3.1 \AA and 3.55 \AA are assumed to be average. Interactions greater than 3.55 \AA are weak or absent (sai, Pintore et al 2006). The interactions present between the ligands and the enzyme are given in Figures 8 to 12. The distances measured between the ligands and the amino-acids of the active site vary between 2.99° and 3.26° .

The average interactions between L6 and the active site of the enzyme α -amylase with a distance of 3.27 \AA this interaction is considered average because it is between 3.1 \AA and 3.55 \AA , this interaction is between NE 2 and the amino-acid HIS 286 present in the enzymatic cavity of our enzyme with an energy of -1.6 kcal / mol . In addition, interaction between L10 and the active site of the enzyme, with a distance of 3.15 \AA , was observed and it is between the OD1

Table 4. Docking score and distances bonds of the compounds into α -amylase

Ligands	Score	Interaction with residues	Interaction type	Distance (\AA)	Energy
L6	-4,9763	OD1- ASP18 NE2 – HIS286	H- donor H- acceptor	3,03 3,27	-2,1 -1,6
L10	-4,9324	OD1- ASP185	H-donor	3,15	-1,9
L8	-4,7707	/	/	/	/
L3	-4,6807	/	/	/	/
L11	-4,6694	OD1- ASP185	H- donor	3,26	-1,0
L4	-4,6049	/	/	/	/
L2	-4,5059	OD1 – ASP 185	H- donor	2,99	-1,9
L12	-4,4409	/	/	/	/
L7	-4,42	/	/	/	/
L1	-4,1707	/	/	/	/
L13	-4,0883	/	/	/	/
L5	-3,9983	/	/	/	/
Lref	-3,5513	OD1 – ASP185 NE2 - HIS286 ND1 – HIS99 NE2 – HIS99 NE2 - HIS99	H-donor H- acceptor ionic ionic ionic	3,41 3,04 3,87 3,23 3,83	-0,7 -4,4 -0,8 -3,1 -0,9

The ligands are ranked in ascending order, with the lowest score showing a better inhibitor.

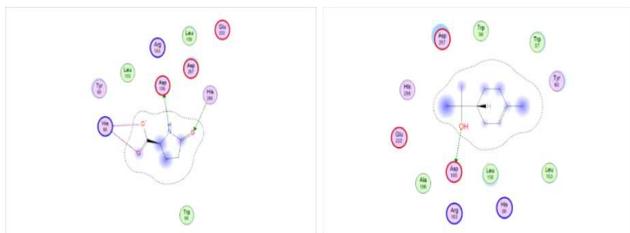


Fig. 8. 1CLV-reference ligand interaction **Fig. 9.** 1CLV-L2 interaction

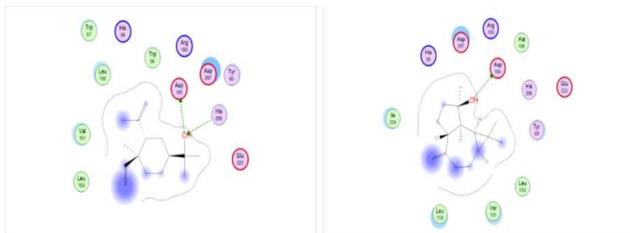


Fig. 10. 1CLV-L6 interaction **Fig. 11.** 1CLV-L10 interaction

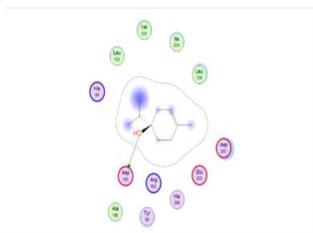


Fig. 12. 1CLV-L11 interaction

and the amino-acid ASP 185, this interaction are considered strong because it is between 2,5 Å and 3,1 Å. More than 2000 plant species with insecticidal properties have been identified (Regnault-Roger et al 2008). Therefore, the use of plant extracts as natural insecticides is of purely ecological interest and is not harmful to the environment (Hamid Oudjana 2017). Cricket damage poses a threat to the stability of agricultural areas. The damage and havoc attributed to these insects is as much a result of larval activity as that of adults (Acheuk 2012). Locust control remains one of the major concerns in the crop protection strategy of arid and semi-arid regions already subject to climatic hazards. The insecticides used are generally neurotoxic. This means that chemical control has adverse effects on human health and the environment, biological control remains the only way to eliminate them without drawbacks.

Several studies have highlighted the effectiveness of many essential oils applied as bio-insecticides. Among the works, Ould El Hadj et al (2003), observed the toxicity of the extracts of three acridifuge plants on the fifth instar larvae and adults of *Schistocerca gregaria*. Senouci (2016) confirmed through his study the power of essential oils medicinal plants of *Pistacia lentiscus* and *Marrubium vulgare* against the bio-

aggressors of the olive tree, that *Pistacia lentiscus* has an important role in biological control. According to the obtained results from molecular docking, sixteen "enzyme-ligand" complexes are formed. It has been found that there are several ligands that promote the inhibition of the enzyme 1CLV through their weakest scores. Compared to the score of the co-crystallization inhibitor (-3,5513 kcal / mol). According to the series of plants of the family Anacardiaceae, seven ligands have been determined, and those: elemol (L6), spathulenol (L10), myrcene (L8), beta-myrcene (L3), terpinen-4-ol (L11), bornyl-acetate (L4), α -terpineol (L2). According to the obtained scores, these ligands have a bio-insecticidal power towards the α -amylase enzyme of the digestive system of *D. marrocanus*. The following plants possess the best bio-insecticidal ability: L6 and L10 from *Pistacia atlantica*, L8 and L4 leaves from the fruit of *P. atlantica*, L8, L11 from leaves *P. lentiscus*, L3 from fruit of *P. lentiscus*, L11 from leaves of *P. terebenthus*, finally L4 from leaves of *P. vera*.

CONCLUSION

Pest control requires the use of insecticide which represents a danger to human health and the environment for this we used a biological method through the phenolic compounds of aromatics plants, these compounds have been widely studied as α -amylase inhibitors, they are extracted from essential oil of aromatics plants of the Anacardiaceae family: Elemol, Myrcène, Spathulenol, Terpinen-4-ol, Bornyl acetate. Elemol give the best docking score, its interactions with α -amylase has the lowest energy score compared to the other complexes. Elemol forms strong one H-donor interaction and one H-acceptor with residues of active site of α -amylase. This study revealed that Elemol is a functional inhibitor of α -amylase activities and finally we can declare that the essential oil components of *Pistacia atlantica* Anacardiaceae family present a power as a bio insecticide against *Dosciostaurus marrocanus*.

REFERENCES

- Acheuk Fatma 2012. *Evaluation des effets du Teflubenzuron et de l'extrait méthanolique de la plante Haplophyllum tuberculatum (Rutacée) sur le développement et la reproduction du criquet migrateur : Locusta migratoria (Linné, 1758) (Orthoptera, oedipodinae)*. Thèse doctorat en science agronomique. Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach Alger.
- Anastasia Tsokou, Katerina Georgopoulou, Eleni Melliou, Prokopios Magiatis and Eugenia Tsitsa 2007. Composition and Enantiomeric Analysis of the Essential Oil of the Fruits and the Leaves of *Pistacia vera* from Greece. *Molecules* **12**: 1233-1239.
- Bahareh Rafiei, Mohammad Ghadamyari, Sohrab Imani, Vahid Hosseinaveh and Ali Ahadiyat 2016. Purification and characterization of α -amylase in Moroccan locust, *Dosciostaurus marrocanus* Thunberg (Orthoptera: Acrididae) and its inhibition by inhibitors from *Phaseolus vulgaris* L. *Toxin Reviews* **35**(3-4): 90-97

- Bekkal Brikci Sohayb 2019. Contrôle biologique du nématode des Citrus *Tylenchulus semipenetrans* (Cobb 1913) (Tylenchylidae) par des substances naturelles. Mémoire master en écologie. Université de Tlemcen.
- Bendjelloun M. El Ghadraoui, D. Essakhi, J. Alfiguigui and Errabhi N 2014. Contribution à l'étude de la diversité des orthoptères acridiens dans le Moyen Atlas (Maroc). Laboratoire EFE, FST, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès-Maroc. AFPP-Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier-22 et 23 octobre 2014.
- Boucherit H 2012. Etude théorique des interactions intervenant dans l'inhibition de la méthionine aminopeptidase de *Mycobacterium tuberculosis* par diverse molécules. Thèse de magister en biochimie. Constantine : Université Mentouri Constantine. Algérie 71 p
- Hamdan Imad and Afifi Fatma Ulku Ulku 2004. Studies on the in vitro and in vivo hypoglycemic activities of some medicinal plants used in treatment of diabetes in Jordanian traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology* **93**: 23-28.
- Hamid Oudjana Aicha 2017. *Cholinestérases et toxicité d'extraits de quelques plantes acridicides ou acridifuges chez Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Thèse doctorat science en biologie. Université Kasdi Merbah Ourgla.
- Hassan Amhamdi, Fatima Aouinti1, Jean Paul Wathelet and Ali Elbachiri 2009. Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Rec. Nat. Production* **3**(2): 90-95.
- Lahsen El ghadraoui, Daniel Petit and Jamal El yamani 2018. Le site Al-Azagh (Moyen-Atlas, Maroc): un foyer grégarigène du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* (Thunb., 1815). Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 2003, n°25, 81-86.
- Louveaux Alain. et Benhalima Thami 1987- Catalogue des Orthoptères Acridioidea d'Afrique du Nord-Ouest. *Bulletin Society Entomology, France* **3**(4): 73-87.
- Louveaux Alain, Mouhim Ahmed, Roux Geor Es, Gillon Yves and Barral Henri 1996. Influence du pastoralisme sur les populations acridiennes dans le massif de Siroua (Maroc). *Revue d'Ecologie* **51**(2):139-151.
- Mahbubeh Bozorgi, Zahra Memariani, Masumeh Mobli, Mohammad Hossein Salehi Surmaghi, Mohammad Reza Shams-Ardekani and Roja Rahimi 2013. Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. Hindawi Publishing Corporation The Scientific *World Journal* 2013, Article ID 219815, 33 pages.
- Marianna Usai, Giorgio Pintore, Bruno Tirillini and Mario Chessa 2006. Essential oil composition of different aerial parts of *Pistacia terebinthus* L. growing wild in Sardinia. *Journal of Essential Oil Research* **18** (July/August): 383-385.
- Mehmet Emin Duru, Ahmet Cakir, Saban Kordali and Huseyin Zengin, 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia* **74**: 170-176.
- Nadhir Gourine, Isabelle Bombarda, Mohamed Yousfi and Emile M Gaydou 2010. Chemotypes of *Pistacia atlantica* leaf essential oils from Algeria. *Natural Product Communication* **5**(1): 115-120.
- Ouherer Asmaa and Abidat Rabiaa 2018. Caractérisation et l'effet de l'époque de récolte sur la composition des huiles essentielles de *Schinus molle* L. mémoire de master in microbiology applied. Université Djillali Bounnama Khmisa meliana.
- Ould el hadj M, Tankari Dan-Badjo Abderahmen, Halouane F and Doumandji S 2003.- Etude comparative de la toxicité des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (*Orthoptera-Cyrtacanthacridinae*). *Courrier du Savoir* **3**: 81-86.
- Regnault-Roger Catherine and Hamraoui Abdelaziz 1997. control of phytophagous insects by aromatic plants and their allelochemical molecules. *Ed Acta Botnay Gallica* **28**: 401-412.
- Senouci Hanane 2016. Antiparasitic and antifungal activities of essential oils and hydrolates of two medicinal plants *Pistacia lentiscus* and *Marrubium vulgare* against the pests of the olive tree, Tlemcen, Abou Bekr Belkaid University.

Remerciment

*J'adresse mes profond remerciements à mes encadreurs Monsieur **HASSANI Faïçal**, Professeur à l'Université de Tlemcen, département d'Ecologie et Environnement, et Mme **HASSANI-ABDELLI Imane** Maître de Conférence « A » à l'Ecole Supérieure en Sciences Appliquées « ESSA », pour leur disponibilité tout au long de la réalisation de cette thèse leurs orientation éclairée, la confiance, les conseils précieux, la patience et le temps qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port .*

*Je tiens à remercier tout particulièrement Mr le Professeur **KHELIL Mohamed Anwar** à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur qu'il m'a fait d'accepter de présider ce jury.*

*Je remercie Mr **BOUCHIKHI TANI Zoheir** Maître de Conférences « A » à l'université de Tlemcen, pour m'avoir honoré en acceptant d'examiner mon travail de doctorat.*

*Je tiens à remercier M. le Professeur **MOULEY Ryad**, de l'Université de Bejaïa et M. le Professeur **DJAZOULI Zahereddine** de l'Université de Blida de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être examinateurs de cette thèse, me permettant ainsi de bénéficier de leur expertise. Je les remercie pour le temps qu'ils ont consacré à juger ce travail et je tiens à leur exprimer ma respectueuse considération.*

*J'exprime ma reconnaissance et mes remerciements à Monsieur le professeur **GHALEM Saïd**, pour m'avoir accueilli dans « LASNABIO », pour faire les calculs de modélisation moléculaire au sein du laboratoire.*

*Je tiens à exprimer également toute ma reconnaissance à Monsieur le Professeur **MESLI Lotfi**, à l'université de Tlemcen pour ces précieux conseils depuis le début de la formation.*

*Je remercie ainsi Mr **ZETTAM** pour son aide dans la partie de la cartographie.*

Enfin, je remercie tous mes honorables Enseignants qui m'ont suivi avec beaucoup d'attention tout au long de mon cursus universitaire et particulièrement pour la réalisation de cette thèse.

Dédicaces

Tout d'abord, Il est primordial de remercier « ALLAH » le Tout-Puissant pour m'avoir donné la force, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail.

Je dédie cette thèse, à mes très chers parents qui m'ont soutenu depuis le tout début de mes travaux ; qui ont cru en moi, et à la réussite de ce projet qui au début fut un rêve que je suis en train de vivre pleinement avec des êtres si chers à mon cœur et en qui je serai éternellement reconnaissante.

A mes très chers frères.

A mon mari à qui je lui dois tout les mots de remerciement, de courage et le respect, la reconnaissance, la gratitude et les sacrifices et qui n'a jamais cessé de me soutenir pour pouvoir mettre ce projet à terme. A mon enfant que dieu le garde.

A ma très chère belle famille pour leurs indéfectibles soutiens et leurs patiences infinies.

Liste des figures :

Figure 1:Photo d'une espèce ensifère *Tettigonia veridissima*(source : la galerie de quel est cet animal)..... 7

Figure 2:photo d'une espèce de Grillidae: *Acheta domestica* 8

Figure 3: photo d'une espèce de Tettigonidae (*Tettigonia cantans*)..... 8

Figure 4: photo d'une espèce de Stenopelmatidae (*Stenopelmatus fuscus*) 9

Figure 5 : Photo d'une espèce caelifère..... 9

Figure 6: photo de la tête d'un acridien montrant les sutures et les régions crâniennes (source : www.entomologic.jimdo.com)..... 11

Figure 7: morphologie externe d'un acridien (source : Michelle Lecoq 2010)..... 11

Figure 8:Exemple d'une espèce appartenant à la super famille des Tridactylidae 12

Figure 9:Exemple d'une espèce appartenant à la super famille des Tetrigoidea 13

Figure 10:Exemple d'une espèce appartenant à la super famille des Acrididae 13

Figure 11:cycle biologique du criquet pèlerin. La durée de vie du criquet pèlerin est d'environ trois mois, mais elle peut aller jusqu'à six mois si le temps est froid. 15

Figure 12:Les différentes étapes du développement épigé du Criquet pèlerin. La flèche sur les larves des stades 3 à 5 indique le développement des ébauches alaires. (source FAO)..... 16

Figure 13:Différentes formes morphologiques de *Schistocerca gregaria*. A : forme solitaire, B : forme grégaire mature, C : forme grégaire immature (source : magazine en ligne passion entomologie)..... 17

Figure 14: ction de la température sur l'attitude au repos de *Schistocerca gregaria* (modifié d'après Z. WALOFF, 1963) in BRAHIMI 2015. A : position blottie, lorsque le sol est plus chaud que l'air ambiant, B : position semi-surélevée, lorsque le sol commence à devenir trop chaud. C : position surélevée, lorsque le sol exposé au soleil est vraiment trop chaud pour l'acridien. 19

Figure 15:Limite des aires de rémission du criquet pèlerin. Source: directive FAO 2001 in (kayalto mathias, ABDELGHANI Bouachi) 22

Figure 16:Carte prévisionnel de l'avancée du criquet pèlerin pour la période jusqu'en juillet 2020 (source : fournie par l'observatoire acridien de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture (FAO) le 4juin 2020)..... 22

Figure 17:carte des différentes régions en Algérie..... 27

Figure 18:Délimitation des steppes algériennes. Source (BEDRANI ET NEDRAOUI 2008) 28

Figure 19:Situation géographique de la wilaya de Tlemcen (source Bilem Amel) 29

Figure 20:situation géographique de la zone steppique de la wilaya de Tlemcen (source : BENSENANE 2016).....	29
Figure 21:réseaux hydrographiques et bassins versants. (Source : MEROUANE 2014)	32
Figure 22:Précipitations moyennes mensuelles durant les deux périodes	42
Figure 23:Températures moyennes mensuelles des stations choisies	45
Figure 24:: Courbe ombrothermique de la station d'Ain Sefra.....	48
Figure 25:Courbe ombrothermique de la station de Zenata	50
Figure 26:Courbe ombrothermique de la station de Ras El Ma	51
Figure 27:: Indice d'aridité de DE Martonne	52
Figure 28: une projection de la region d'etude sur le climatogramme d'emberger	55
Figure 29:Situation géographique de la région de Sebdou.....	59
Figure 30:situation géographique de la région El Aricha	61
Figure 31:situation géographique de la region Aonedj	62
Figure 32:Composition floristique par famille de la station SebdouPoacées 20,89%, Fabacées11, 94%, Lamiacées10,44%	89
Figure 33:Composition floristique par famille de la station El GorAstéracées 12,82%, Lamiacées 12,82%, Poacées 10,25%, Fabacée 7,69%	89
Figure 34:: Composition floristique par famille de la station Kasdir Astéracée 24,3% Amaranthacée Poacée 10,81% Zygothyllacée 8,1% Brassicacée 8,1%	90
Figure 35:Composition floristique par famille de la station Sidi Mokhfi Asteracée 21,1% Poacée 9,17%Brassicacée 8,26% Lamiacée 7,34%	90
Figure 36:Composition floristique par famille de la station Sidi Yahia Asteracée 20% Lamiacée 12,22% Poacée 7,78%	91
Figure 37:Composition floristique par famille de la station Aricha Asteracée 15,04% Fabacée 9,73% Poacée 7,96% Lamiacée 7,08%	91
Figure 38:Composition floristique par famille de la station Abdelmoula Amarantacée 25,6%, Cistacée 21,02%, Brassicacée 12,8%, poacée 15,4%	92
Figure 39:Composition floristique par famille de la station Magoura Poacée 21,42%, Brassicacée 14,28%, Amaranthacée 14,3%	92
Figure 40:Composition floristique par famille de la station El Aouedj Poacée 25% Astéracée 14,28%.....	93
Figure 41: Schéma de différentes formes biologiques de Raunkiaer 1934 (source : foyerlaique-carnac.info)	95
Figure 42: les types biologiques des stations d'études.....	98

Figure 43: Types morphologiques des stations d'étude	105
Figure 44: : Pourcentage des types biogéographiques de la station Sebdou	107
Figure 45: Pourcentage des types biogéographiques de la station El Gor	107
Figure 46: Pourcentage des types biogéographiques de la station Kasdir	108
Figure 47: Pourcentage des types biogéographiques de la station Kasdir	108
Figure 48: Pourcentage des types biogéographiques de la station sidi Yahia.....	109
Figure 49: Pourcentage des types biogéographiques de la station Aricha	110
Figure 50: Pourcentage des types biogéographiques de la station Abdelmoula	110
Figure 515: Carte représentative de l'inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations des monts de Sabaa Chioukh.....	144
Figure 526: Carte représentative de l'inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations des monts de Tlemcen	145
Figure 537: Carte représentative de l'inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations des hautes plaines	146
Figure 79 : structure de l'enzyme α -amylase	189
Figure 92 : Complexe 1CLV-L11	202
Figure 94: Complexe 1CLV-L13	203
Figure 102: Interaction 1CLV-L4	209
Figure 108: Interaction 1CLV-L9	212
Figure 110: Intercation 1CLV-L12	213

Liste des tableaux :

Tableau 1:donnée géographiques des stations météorologiques 40

Tableau 2:Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) des stations
météorologiques de référence pour l’ancienne et la nouvelle période. 41

Tableau 3:Régime saisonnier des stations météorologiques 43

Tableau 4:Températures moyennes mensuelles et annuelles des stations météorologiques.... 44

Tableau 5:Tableau 5 : Indice de continentalité de DEBRACH J 1959 (Ancienne et Nouvelle
périodes). 46

Tableau 6:précipitations et températures moyennes mensuelles d’Ain sefra pour les deux
périodes 48

Tableau 7:précipitations et températures moyennes mensuelles de Zenata pour les deux
périodes 49

Tableau 8:précipitations et températures moyennes mensuelles de Ras El Ma pour les deux
périodes 50

Tableau 9:Indice d’aridité de De Martonne 51

Tableau 10: Indice de sécheresse 53

Tableau 11:Quotient pluviométrique d’EMERGER 54

Tableau 12:composition floristique de la station de Sebdou..... 69

Tableau 13:composition floristique de la station El Gor..... 71

Tableau 14:Tableau 14: composition floristique de la station Kasdir..... 72

Tableau 15:composition floristique de la station Sidi Mokhfi 73

Tableau 16:composition floristique de la station Sidi yahia 75

Tableau 17:composition floristique de la station Aricha..... 77

Tableau 18: composition floristique de la station Abdelmoula..... 83

Tableau 19:composition floristique de la station Magoura 84

Tableau 20:composition floristique de la station El Aouedj 84

Tableau 21:composition floristique par familles des stations d’études..... 86

Tableau 22: Types biologique des stations 95

Tableau 23: : Indice de perturbation des stations étudiées..... 99

Tableau 24: : types morphologiques des stations d’étude..... 101

Tableau 25: le calcul de l’indice de Shannon et l’equitabilité pour la station de Sebdou..... 112

Tableau 26: le calcul de l’indice de Shannon et l’equitabilité pour la station El Gor..... 113

Tableau 27: : le calcul de l’indice de Shannon et l’equitabilité pour la station Kasdir..... 114

Liste des tableaux

Tableau 28: : le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Sidi Mokhfi.	115
Tableau 29: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Sidi Yahia	116
Tableau 30: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station El Aricha	117
Tableau 31: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Abdelmoula.....	118
Tableau 32: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Magoura	119
Tableau 33: : le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station El Aouedj	119
Tableau 34: résultats du calcul de l'indice de Simpson	120
Tableau 35: : Liste des abréviations des orthoptères.....	124
Tableau 36: Liste des espèces d'orthoptères recensées dans les stations d'étude.....	124
Tableau 37: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station de Sebdou.....	126
Tableau 38: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station El Gor.....	126
Tableau 39: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Kasdir.....	127
Tableau 40: : Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Sidi Mokhfi.....	127
Tableau 41: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Sidi Yahia	127
Tableau 42: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Aricha	127
Tableau 43: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Abdelmoula.....	128
Tableau 44: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Magoura.....	128
Tableau 45: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station El Aouedj.....	128
Tableau 46: représentation de la richesse totale et moyenne des espèces capturées dans les stations.....	129
Tableau 47: Fréquences centésimales des espèces Caelifères des stations	132
Tableau 48: : Résultats de l'indice de SHANNON WAEVER.....	134
Tableau 49: Resultat du calcul de l'équitabilité	134
Tableau 50 : coordonnées géographiques des stations.....	147
Tableau 51: la liste des espèces de caelifères capturées suivants les stations.....	154
Tableau 52: : Caractéristiques des plantes utilisées dans l'extraction des huiles essentielles	177
Tableau 53: : Structures des ligands.....	192
Tableau 54: les propriétés de molécules testées	196
Tableau 55: Résultats obtenus après le docking.....	206

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : recherche bibliographique	4
I- Introduction :.....	5
I-1.Présentation des orthoptères :	5
I-2. Systématique :.....	5
I-2.1. Les ensifères :	7
I-2.2. Les caelifères :	9
I.3. Répartition géographique :.....	20
L'environnement du criquet :	20
La lutte biologique :	23
Chapitre II : Milieu Physique	25
II.1. Généralités sur les zones steppiques :.....	26
II.2- Délimitation des zones steppiques :	26
II.3- Situation géographique de la wilaya de Tlemcen :	28
II.3.1-bioclimat:.....	30
II.3.2- Hydrologie :.....	31
II.3.3. La végétation steppique :	32
II.3.4. La nature des sols steppiques :	35
3. Situation géographique des stations étudiées :	37
II.4- Etude bioclimatique :	39
II.4.1- Introduction :	39
II.4.2- Méthodologie :	40
II.4.3- Facteurs climatiques :.....	40
II.4.3.1- Précipitations :.....	40
Régime saisonnier :	42
II.4.3.2-Température :	43
a) Température moyenne mensuelles :.....	44
b) Amplitude thermique, continentalité :	45
II.4.3.3- Autres facteurs climatiques :	46
II.4.4- Synthèse bioclimatique :	47
II.4.4.1- Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :.....	47
II.4.4.2- Indice de De Martonne :	51
II.4.4.3- Indice xérothermique d'Emberger :	52
II.4.4.4- Quotient pluviothermique d'Emberger :	53

Conclusion :.....	55
CHAPITRE III : Matériel et Méthodes	56
III.1- Etude de la végétation :.....	57
III.2.Etude des Orthoptères	57
2.2. Méthodologie du travail:	58
2.2.1. Sur le terrain :	58
2.2.2. Choix des stations :	58
2.3. Méthodes d'échantillonnages :.....	64
2.3.1.étude du tapis végétale :	64
2.3.2. Prélèvement des orthoptères :.....	64
3. Méthodes d'analyse des résultats :	64
3.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques :	64
a- Les richesses spécifiques :	64
e- Indice de diversité de Shannon-Weaver :.....	65
f- L'Equitabilité :.....	66
g- indice de Simpson :.....	66
4. Méthodologie à l'étude cartographique :	66
CHAPITRE IV : Résultats et discussions	67
IV. 1- Biodiversité floristique :	68
IV.1.1-	68
IV.1.3 - Caractérisation biologiques :	93
IV.1.3.1- Classification biologique des plantes :	93
IV.1.3.2- Type biologique :.....	93
IV.1.3.3- Indice de perturbation :.....	99
IV.1.3.4-Caractérisation morphologique :.....	100
IV.1.3.5 - Types biogéographiques :	106
IV.1.3.5-Estimation de la diversité :	112
IV.2- Résultat orthoptérologique :	123
IV.2.2- Dénombrement des espèces rencontrées dans la station :	126
IV.2.3- Richesse totale et richesse moyenne :.....	129
IV.2.5- Les fréquences relatives ou centésimales :.....	131
IV.2.6- L'indice de SHANNON WAEVER et l'équitabilité :	133
Chapitre V : Cartographie	136
V.1- Introduction :.....	137
V.2- Les caelifères (orthoptères) présentent dans la région de Tlemcen :	138

Interprétation des cartes :	150
<i>Stenobothrus bicolor</i> = <i>Chorthippus brunneus</i> subsp. <i>brunneus</i> (Thunberg, 1815)	165
Partie 2 : lutte biologique	167
I- Introduction :	168
I- Présentation de l'espèce <i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunberg 1815).....	170
II.1- Description de l'espèce <i>Dociostaurus maroccanus</i> :	170
II.2- La systématique de l'espèce :	171
II.3- Répartition :	171
II.4- Environnement du criquet :	172
II.5- Le risque acridien :	174
III. Etude des plantes testées et leurs huiles essentielles	175
III.1- Les plantes aromatiques testées :	175
IV.1- Généralité sur les enzymes :	179
➤ Les étapes du docking Moléculaire :	186
V. Résultats et Discussions :	189
V.1- Préparation de l'enzyme :	189
V.2- Préparation du ligand :	191
V.3- Docking moléculaire (Interaction enzyme ligands) :	196
Discussions :	218
Conclusion :	219
Conclusion générale	221
Références bibliographiques :	225

Introduction générale

Les insectes représentent un des groupes d'organismes les plus diversifiés parmi tous les êtres vivants. Les estimations de leur diversité actuelle sont de l'ordre de 30 millions d'espèces **(STORK, 1997)**.

Les Orthoptères forment une part importante de la biomasse terrestre, souvent la plus importante des invertébrés; leur rôle de consommateurs primaire des végétaux les rends parfois très nuisible à l'agriculture. Certaines espèces sont des fléaux principalement au proche – orient où des espèces migratrices dévastent occasionnellement les récoltes **(ZAHRADNIK, 1988)**.

Il s'agit d'insectes largement répandus et généralement abondants, qui se distinguent souvent par leur fidélité à un type d'habitat précis et par leur grande sensibilité à l'évolution des écosystèmes **(BOITIER, 2003)**. En raison de l'importance de leurs dégâts, la faune orthoptérologique nécessite beaucoup de travaux tant sur le plan systématique que sur le plan bioécologique.

Les invasions de criquets pèlerins peuvent contribuer pour une large part à l'apparition de famines et mettre en péril la sécurité alimentaire dans de nombreuses régions de la planète.

Le criquet pèlerin est le ravageur le plus destructeur au monde. En réponse à des stimuli environnementaux, des essaims denses et très mobiles de criquets pèlerin peuvent se former, selon FAO, un seul kilomètre carré d'essaim peut contenir jusqu'à 80 millions d'adultes qui consomment en une journée la même quantité de nourriture que 35 000 personnes.

L'année 2020 a connu une crise d'invasion très importante de criquet pèlerin dans l'ensemble de l'Afrique de l'Est, de l'Asie du Sud-Ouest et de la région de la mer Rouge, car les conditions climatiques favorables ont permis une reproduction à grande échelle de ce ravageur.



Des essaims de criquets pèlerin immatures au Kenya du 06 février 2021

Bien que le criquet pèlerin soit considéré comme l'espèce de criquet la plus importante en raison de sa capacité à migrer sur de grandes distances et à augmenter rapidement ses effectifs, il existe plusieurs autres espèces importantes de criquets pèlerins dans le monde :

- Le criquet migrateur africain (*Locusta migratoria migratorioides*) - Afrique ;
- Le criquet migrateur oriental (*Locusta migratoria manilensis*) - Asie du Sud-Est ;
- Le criquet rouge (*Nomadacris septemfasciata*) - Afrique de l'Est ;
- Le criquet marron (*Locustana pardalina*) - Afrique australe ;
- Le criquet italien (*Calliptamus italicus*), de l'Europe occidentale à l'Asie centrale ;
- Le criquet marocain (*Dociostaurus maroccanus*)- de l'Afrique du Nord-Ouest à l'Asie ;
- Le criquet de Bombay (*Nomadacris succincta*)- de l'Asie du Sud-Ouest à l'Asie du Sud-Est ;
- Le criquet pèlerin australien (*Chortoicetes terminifera*) - Australie ;
- Le criquet arboricole (*Anacridium sp.*) - Afrique, Méditerranée, Proche-Orient.

Les régions arides et désertiques présentent des espaces où la vie est hostile caractérisées par des espèces animales et végétales adaptées pour y survivre et s'y développer.

La steppe algérienne est devenue depuis quelques années le théâtre d'un déséquilibre écologique et climatique ; elles connaissent depuis longtemps une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat).

En Afrique du nord, le problème des insectes nuisibles dont les acridiens a été de tout temps et reste l'une des préoccupations majeures des agriculteurs. L'Algérie, faisant partie de cette région n'a pas été épargnée.

La lutte chimique est un moyen très employé pour la protection, l'amélioration, et l'accélération du rendement agricole, mais elle risque d'être néfaste pour l'homme et son environnement par ces conséquences sur la toxicité des fruits ainsi que sur la destruction de la faune utile d'où la nécessité d'utiliser des attractifs spécifiques. Pour cela, on s'intéresse plutôt à la lutte biologique pour assurer un système écologique sain est équilibré.

L'utilisation des plantes aromatiques présentent un large spectre .La technique consiste à extraire des ligands à partir d'huiles essentielles de ces plantes aromatiques pour lutter contre les différents ravageurs de cultures.

Dans notre travail on va réaliser des expériences théoriques à fin de trouver le ou les complexes (Enzyme-Ligand) les plus cohérents pour aboutir aux meilleurs inhibiteurs de l'enzyme alfa-amylase de l'espèce ravageuse *Dociostaurus maroccanus*.

Pour réaliser notre travail, on la divisé en deux parties dont la première partie c'est l'étude phytoécologique de l'habitat de quelques caelifères (orthoptères) réparties dans neuf station dans la région Sud-Ouest de Tlemcen :

- Le premier chapitre portera sur une étude des orthoptères ;
- Le deuxième chapitre sur l'étude du milieu physique ;
- Le troisième chapitre sur les matériels et méthodes employés pour traiter les résultats ;
- Le quatrième chapitre résultats et discussions :
 - La biodiversité floristique.
 - Inventaire faunistique.
- Le cinquième chapitre : étude cartographique

La deuxième partie portera sur l'étude in silico de la lutte biologique de l'espèce *Dociostaurus maroccanus*.

Chapitre 1 : recherche bibliographique

I- Introduction :

Les insectes sont présents partout, colonisent chaque milieu et représentent à eux seuls les 2/3 du règne animal. Les insectes appartiennent à l'embranchement des arthropodes qui présentent la particularité d'avoir un corps composé de segments articulés et protégé par un squelette externe (cuticule).

I-1.Présentation des orthoptères :

Le plus grand nombre d'espèces redoutables des Orthoptères, se trouve localisé sur le continent africain. L'Algérie, par sa situation géographique et l'étendue de son territoire, occupe une place prépondérante dans l'aire d'habitat des orthoptères (**PASQUIER et GERBINOT 1945**). On y trouve plusieurs espèces grégariaptés et beaucoup d'autres non grégariaptés ou sautériaux qui provoquent des dégâts parfois très importants sur différentes cultures (**OULD EL HADJ 2001**).

Étymologiquement, le terme Orthoptère dérive de « ortho » signifiant « droite, rigide » et « pteron » signifiant « aile », Il est une référence aux ailes antérieures transformées en élytres dans le groupe. Le taxon des Orthoptères comporte environ 20 000 espèces.

Les orthoptères sont des insectes qui appartiennent aux groupes des hémimétaboles caractérisés par leurs métamorphoses incomplètes (**BELLMAN et LUQUE, 1995 in MEDANE 2013**) caractérisé par leurs pièces buccales broyeuses, leurs pattes postérieures sauteuses et leurs ailes antérieures coriaces et transformées en élytres. Ils émettent des chants appelés stridulations ; ceci servent généralement aux males pour attirer les femelles.

Les premiers fossiles des orthoptères sont apparus au carbonifère supérieur, avec le premier ensifère au Permien (**CHOPARD, 1920**) et le premier Caelifère dans le Triasique (**GOROCHOV, 1995; in BOUCHENADA 2007**).

I-2. Systématique :

Selon la classification ancienne de (**CHOPARD 1943**) pour la détermination des acridiens, mais depuis son apparition de nouvelles espèces ont été décrites et la classification a été modifiée par (**LOUVEAUX et BENHALIMA 1987**) in **MEDANE 2013**. Les orthoptères appartenait aux supers-ordre des orthoptéroïdes qui se subdivisaient en 5 ordres :

- Les Dictyoptères (les Blattoptères ou Blattes, les Mantoptères ou Mantès) ;

- Les Dermaptères ou perce oreille ;
- Les Phasmoptères correspondent aux Phasmes ;
- Les Isoptères regroupent les termites ;
- Les Orthoptères représentés par les sauterelles et les criquets.

La classification la plus admise est celle de **DIRSH 1965** modifiée par **UVAROV 1966** ; les orthoptères se subdivisent en deux sous-ordres :

- Les ensifères (antennes longues) ;
- Les caelifères (antennes courtes).

Les principaux caractères permettant de différencier ces deux groupes sont des caractères morphologiques qui sont classés par ordre d'importance décroissant selon (**DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITCHE, 1994 in DJEBARA 2009**) :

- L'aspect des antennes ;
- Le type d'appareil de ponte ;
- La position des fentes auditives et de l'organe tympanique ;
- L'appareil stridulatoire ;
- La forme de l'oviscapte (organe reproducteur femelle situé à l'extrémité abdominale de cette dernière).
- ❖ Chez les Caelifères (criquets), l'oviscapte est beaucoup plus réduit et composé de 4 petites valves libres (non soudées les unes aux autres) pouvant s'écarter. Ces valves sont au moins partiellement rétractées dans l'abdomen, si bien que leur observation est parfois délicate. Il suffit alors d'appuyer très délicatement sur le milieu de l'abdomen pour les apercevoir. La forme et la taille de ces valves peuvent également constituer des critères d'identification intéressants.
- ❖ Chez les Ensifères (sauterelles, grillons et courtilières), l'**oviscapte** est composé de quatre valves soudées les unes aux autres et développées en forme de sabre, d'épée ou de baguette. Sa longueur et sa courbure sont variables et constituent souvent de bons critères d'identification spécifiques. Absent chez les courtiliers, il est bien visible chez toutes les autres espèces.

I-2.1. Les ensifères :

Les sous-ordres des ensifères sont caractérisés par une tête portant des antennes longues et fines qui dépassent l'extrémité postérieure du corps, le pronotum qui peut être plat ou arrondi. L'oviscapte, bien développé, est formé de 4 ou 6 valves, (CHOPARD, 1943). Les valves génitales des femelles se présentent comme un organe de ponte en forme de sabre ou épée (ZERGOUN, 1994). Les œufs sont pondus isolément dans le sol ou à sa surface, (DURANTON et al, 1982) in (BOUDERSA ET AGGOUNE 2014) (figure 1).



Figure 1: Photo d'une espèce ensifère *Tettigonia veridissima* (source : la galerie de quel est cet animal)

- L'organe stridulant du mâle occupe les champs dorsaux des élytres (CHOPARD 1943).
- Les organes tympaniques pour la perception des sons sont situés sur la face interne des tibias antérieurs. (DOUMANDJI et DOUMANDJI MITICHE, 1994)

Ce sous-ordre est constitué de trois familles : Les Gryllidae, les Tettigoniidae et les Stenopelmatidae.

- **Les Gryllidae** : ce sont les grillons et les courtières, ils ont les tarses à trois articles.
- **Les Tettigoniidae** : ce sont les sauterelles ; leurs tarses sont composées de trois articles.
- **Les Stenopelmatidae** : ils sont considérés comme intermédiaires entre les gryllidae et les tettigoniidae, leurs tarses sont comprimés et composés de quatre articles.



Figure 2: photo d'une espèce de Grillidae: *Acheta domestica* (source : <https://www.aquaportail.com/fiche-terrariophilie-2922-acheta-domestica.html>)



Figure 3: photo d'une espèce de Tettigonidae (*Tettigonia cantans*) (source : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:AD2009Aug07_Tettigonia_cantans.jpg)



Figure 4: photo d'une espèce de Stenopelmatidae (*Stenopelmatus fuscus*) (source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Stenopelmatidae>)

I-2.2. Les caelifères :

Le sous-ordre des caelifères se caractérise par des antennes courtes multi articulées ne dépassant pas la tête. L'oviscapte court, est formé de quatre valves. Les tympanes sont situés sur le premier segment abdominal (CHOPARD, 1943). Les œufs sont généralement pondus en masse, enrobés ou surmontés de matière spumeuse, et enfouis dans le sol grâce à la pénétration presque totale de l'abdomen. L'organe stridulant des mâles est constitué par une crête du fémur postérieur frottant sur une nervure intercalaire des élytres (ZERGOUN, 1994) in BENKENANA 2012 (figure5).



Figure 5 : Photo d'une espèce caelifère (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Caelifera>)

Tableau n°1 : étude comparative des sous-ordres (Source :

DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994)

Sous-ordre	ensifères	Caelifères
Critères		
Longueur des antennes	Longueur dépassant l'extrémité postérieure du corps.	Courte ne dépassant guère la limite postérieure du pronotum.
Position de l'appareil tympanique	Sur la face interne du tibia antérieur.	Situé de part et d'autre du premier segment abdominal.
Appareil de ponte	Oviscapte allongé plus ou moins courbé (4 à 5 valves).	Petit appareil de ponte constitué de 2 à 3 valves.
Appareil stridulatoire	Stridulation obtenue par frottement des élytres.	Stridulation obtenue par frottement de la face interne du fémur postérieur contre les élytres

a) Morphologie des acridiens :

Le corps des orthoptères est formé de 3 parties (tête, thorax, abdomen) recouvertes par une enveloppe chitineuse ; elles sont reliées entre elles par des parties souples permettant leur mouvement.

La tête : elle porte les principaux organes sensoriels : les yeux, les antennes ainsi que les pièces buccales. Sa forme est un des critères de distinction entre différents groupes d'Orthoptères. L'orientation de la capsule céphalique des Orthoptères est de type orthognathe (MEDANE 2013).

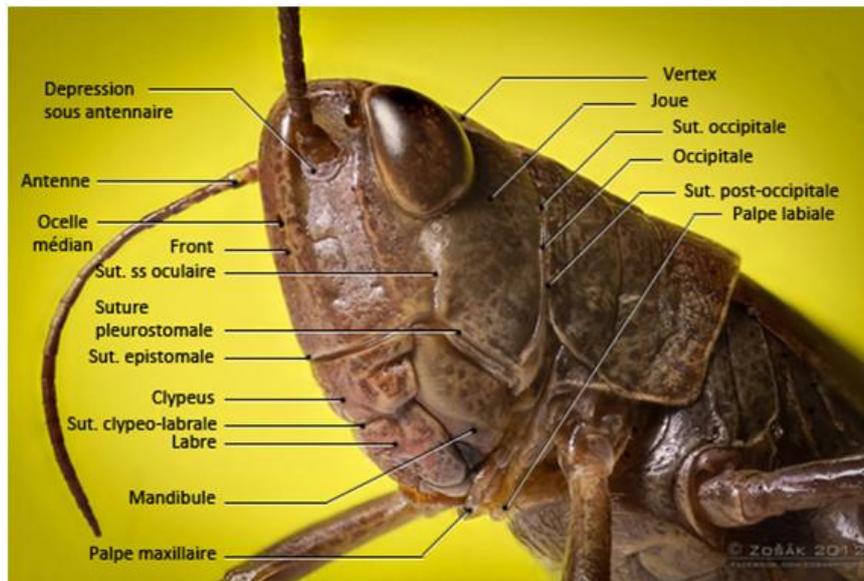


Figure 6: photo de la tête d'un acridien montrant les sutures et les régions crâniennes (source : www.entomologic.jimdo.com).

Thorax : il porte les organes de locomotion, ainsi que trois paires de pattes et deux paires d'ailes ; il se compose de trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le prothorax porte les pattes antérieures et se caractérise par le développement de sa partie dorsale qui recouvre les faces latérales du corps constituant le pronotum (**MESTRE, 1988**) ; la forme de ce dernier est très importante dans la description systématique, notamment par la présence de carènes latérales et médianes qui peuvent se présenter sous plusieurs variantes (**CHOPARD, 1943; MESTRE, 1988 in MEDANE 2013**).

Abdomen : il est typiquement formé de onze segments séparés par des membranes articulaires ; il contient une grande partie de l'appareil digestif et l'appareil reproducteur.

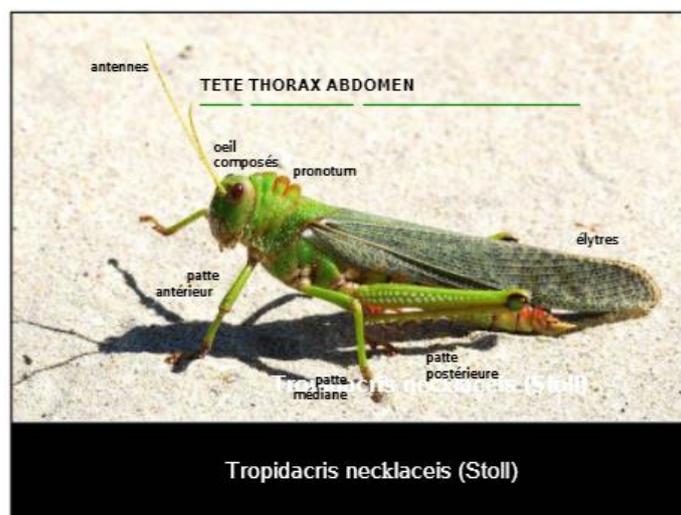


Figure 7: morphologie externe d'un acridien (source : Michelle Lecoq 2010)

b) Classification des caelifères :

Le sous ordre des caelifères est subdivisé en 3 super-familles :

❖ Super-familles des Tridactyloidea :

Les *Tridactyloidea* portent sur les tibias postérieurs des expansions tégumentaires en lames au lieu des épines couramment observées ailleurs. Les femelles n'ont pas d'oviscapte bien développé. Les *Tridactyloidea* sont de taille réduite ; leurs fémurs postérieurs sont assez développés (DURANTON et al., 1982).



Figure 8: Exemple d'une espèce appartenant à la super famille des Tridactylidae (source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tridactylidae>)

❖ Super-famille des Tetrigoidea :

Les Tetrigoidea sont caractérisés par un pronotum longuement prolongé en arrière et des élytres réduits à de petites écailles latérales. Ces insectes de petites tailles et de couleur sombre vivent au sol dans des lieux plutôt humides où la végétation n'est pas très dense ; ils paraissent très dépendants de la température ambiante.



Figure 9: Exemple d'une espèce appartenant à la super famille des Tetrigoidae (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Tetrigidae>)

❖ Super-famille des Acridoidae :

Les *Acridoidea* ont un pronotum et des élytres bien développés. Leur taille, leur forme, la couleur de leur corps sont très variables. Beaucoup d'espèces strident : le son est produit par le frottement des pattes postérieures sur une nervure des élytres. Les femelles pondent leurs œufs en grappe dans le sol ou à la base des touffes d'herbes, sous forme d'oothèque.



Figure 10: Exemple d'une espèce appartenant à la super famille des Acrididae (source : <https://quelestcetanimal-lagalerie.com/orthopteres/caeliferes/acrididae/>)

c) Cycle biologique des caelifères (caractère biologique) :

Les cycles biologiques des caelifères diffèrent selon les régions et dépendent de la durée de la saison de pluie ; ils concernent les espèces qui ont un arrêt au cours de leur développement.

D'autres espèces se reproduisent tout au long de l'année et sont adaptées à des conditions écologiques variées.

Il existe deux grandes catégories de cycles :

- **Les cycles stables** : le schéma-type du cycle biologique est respecté, quelque soient les régions ou les aléas climatiques.

Les cycles modulables : selon les conditions éco-climatiques, des arrêts de développement peuvent apparaître ou non et, dans ce cas, le nombre de générations annuelles varie.

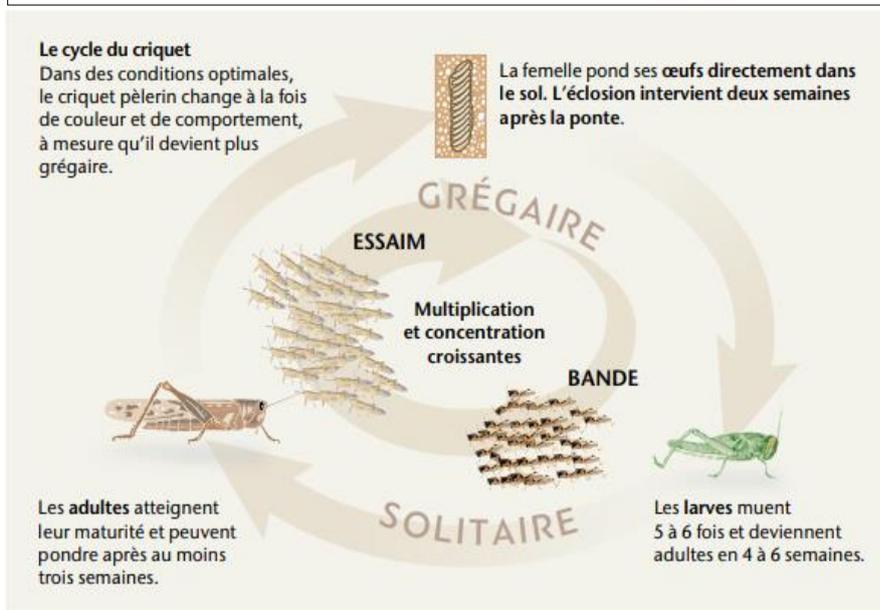
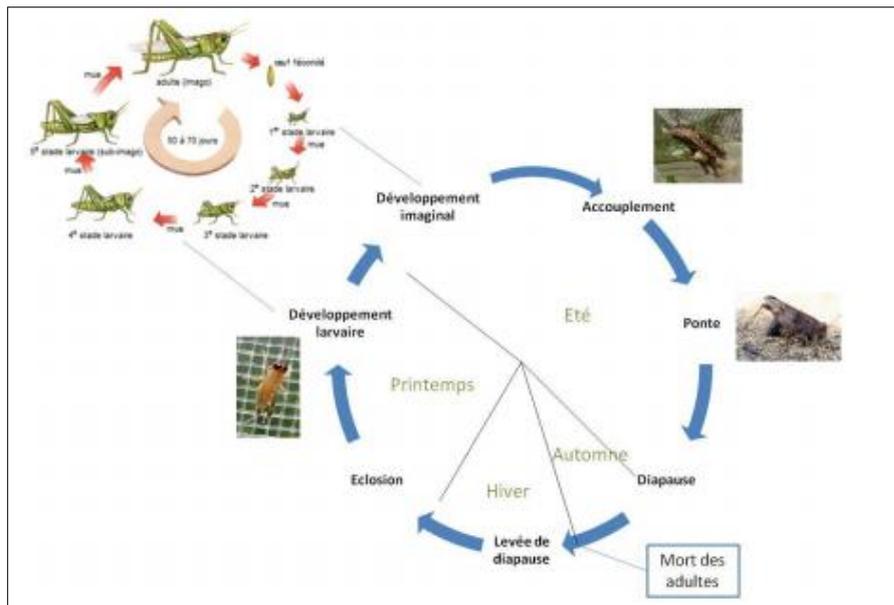


Figure 11: cycle biologique du criquet pèlerin. La durée de vie du criquet pèlerin est d'environ trois mois, mais elle peut aller jusqu'à six mois si le temps est froid.

L'identification du stade larvaire :

- **Stade1** : couleur initialement blanche devenant verte (solitaire) ou noire grégaire après 1 à 2 heures ; la longueur approximative est de 7 mm
- **Stade2** : tête plus grosse, pigmentation mieux définie, pas de traces d'ébauches alaires ; la longueur approximative est de 15mm.
- **Stade3** : deux paires d'ébauches alaires sur les côtés du thorax ; longueur approximative 20 mm.
- **Stade 4** : ébauches alaires plus grandes mais d'une taille inférieure à la longueur du pronotum ; la longueur approximative est 33mm.

- **Stade 5** : ébauches alaires plus longues que le pronotum ; longueur approximative 45 à 50 mm.

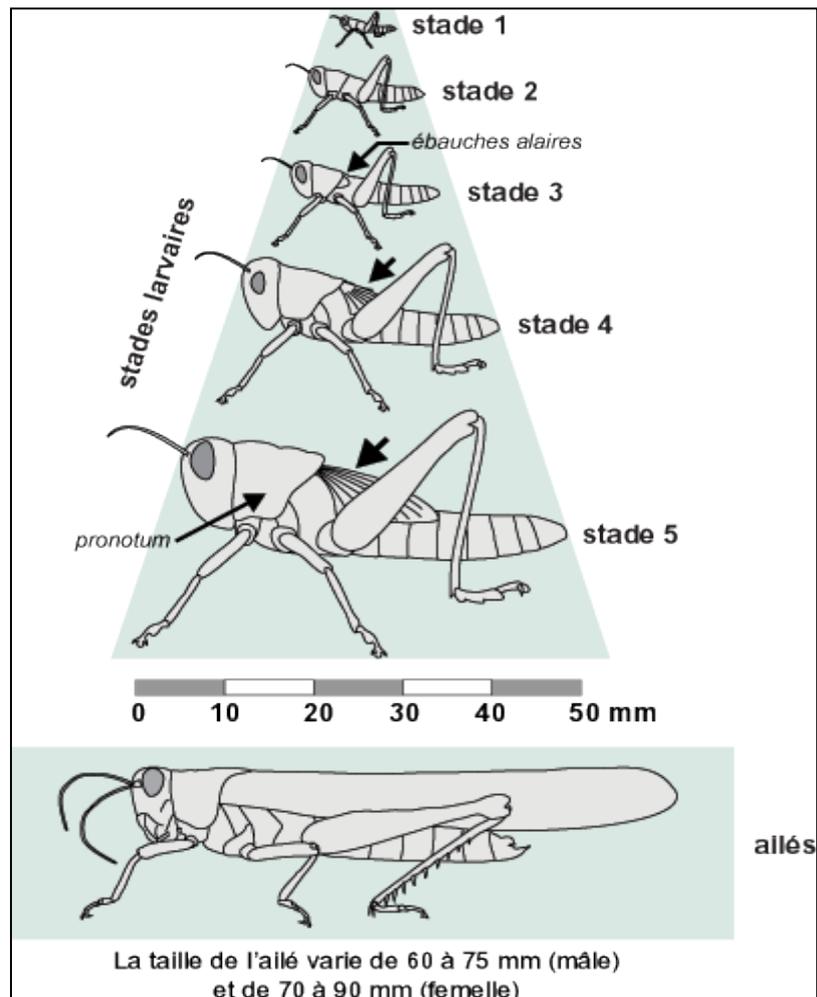


Figure 12: Les différentes étapes du développement épigé du Cricquet pèlerin. La flèche sur les larves des stades 3 à 5 indique le développement des ébauches alaires. (source FAO).

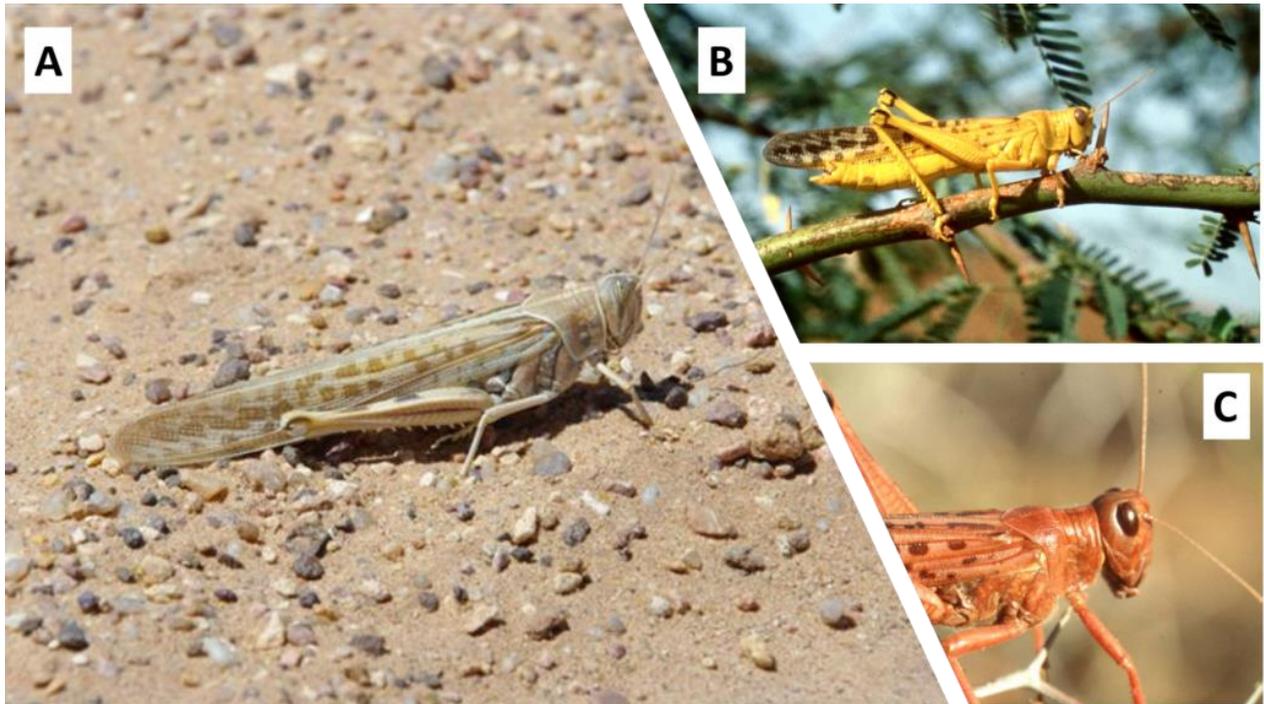


Figure 13: Différentes formes morphologiques de *Schistocerca gregaria*. A : forme solitaire, B : forme grégaire mature, C : forme grégaire immature (source : magazine en ligne passion entomologie)

d) L'écologie des caelifères :

La réussite du développement d'un acridien dépend de la coïncidence entre son tempérament écologique et les valeurs instantanées des conditions écologiques prévalant dans son environnement. Pour porter un jugement sur la valeur acridologique de l'environnement sur une espèce particulière, plusieurs paramètres et critères biologiques doivent être pris en considération. Les principaux sont les suivants :

- Taux de multiplication ;
- Vitesse de développement ;
- Taux de croissance ;
- Taux de mortalité(ou de survie) ;
- Sens et amplitude des déplacements (arrivée ou départ, fractions de population concernées).

Les principaux facteurs écologiques en six groupes fondamentaux :

- Facteur énergétique
- Facteur hydrique
- Facteur édaphique
- Facteur chimique

- Facteur mécanique
- Facteur biotique (lié aux êtres vivants)

❖ L'action de l'eau :

Selon **DURATON et al 1982** ; l'eau est un facteur important dans les différents stades de développement du criquet pèlerin ; il n'a pas de mécanismes comme une diapause des œufs (dont certains acridiens comme *Oedaleus senegalensis* (**Krauss, 1877**), pour se protéger contre la dessiccation.

Lorsque la femelle pond les œufs, le sol doit contenir suffisamment d'eau pour assurer le développement des œufs et la croissance de la végétation qui servent de nourriture pour les larves et les jeunes imagos issus de ces pontes.

On distingue des espèces hygrophiles recherchant les milieux humides, les espèces mésophiles ayant une préférence sur les milieux d'humidité moyenne. Les espèces xérophiles vivant dans les milieux secs.

❖ Action du sol : la qualité du sol est déterminante pour la ponte :

La ponte s'effectue dans des conditions édaphiques particulières :

- Le sol doit être sableux, sablo-limoneux ou argilo-limoneux couvert de sable.
- L'humidité édaphique est importante : la quantité d'eau nécessaire entre 5 et 15 cm de profondeur pour effectuer la ponte ainsi que pour le développement larvaire.

❖ L'action de la température:

Tous les acridiens sont poékilothermes : leur température corporelle est variable. Les possibilités de régulation sont faibles, bien que leur température interne puisse, par insolation directe, dépasser de 10° à 15°C la température externe (**BRAHIMI 2014**).

Les acridiens présentent un thermotropisme positif, c'est-à-dire ils recherchent des températures assez élevées par rapport à la température existante. Cette tendance peut s'inverser d'une espèce à une autre (**DURANTON et al 1982**).

L'action de la température est très importante sur la croissance et sur le développement des œufs, larves et ailés.

- La durée d'incubation des œufs est affectée par la température du sol : on définit un seuil minimal d'incubation sinon le développement embryonnaire est suspendu et un seuil maximal au-dessus duquel les embryons meurent.
- Chez la larve, la température influe sur la vitesse et la réussite du développement.
- Chez les ailés, la température agit sur la vitesse de maturation sexuelle, sur le rythme de ponte, sur le rendement ovarien et sur la longévité.

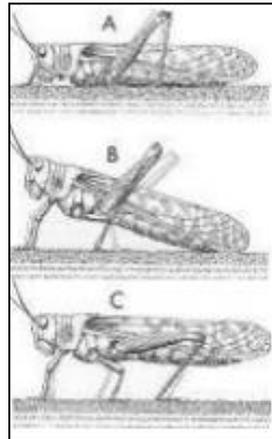


Figure 14: ction de la température sur l'attitude au repos de *Schistocerca gregaria* (modifié d'après Z. WALOFF, 1963) in BRAHIMI 2015. A : position blottie, lorsque le sol est plus chaud que l'air ambiant, B : position semi-surélevée, lorsque le sol commence à devenir trop chaud. C : position surélevée, lorsque le sol exposé au soleil est vraiment trop chaud pour l'acridien.

❖ Action de la végétation :

Trois facteurs de différenciation interviennent dans la perception du tapis végétal : sa composition floristique, sa structure et son état phénologique. Les conditions d'environnement propres à chaque groupement végétal exercent un rôle dans la distribution des acridiens. Chaque espèce de criquet manifeste un choix dans ces biotopes pour satisfaire ses besoins relationnels, nutritionnels et reproducteurs (DURANTON et al, 1982). Ainsi la végétation constitue l'abri, le perchoir et la nourriture pour les Orthoptères.

❖ Action des ennemis naturels :

Les acridiens ont beaucoup d'ennemis naturels à chacune de leurs étapes biologiques. On distingue trois grandes catégories : les prédateurs, les parasites et les maladies.

Les ennemis des œufs d'acridiens appartiennent à divers taxons ; on peut citer les oiseaux, les larves de coléoptères, les Fourmis qui déterrent les œufs pour s'en nourrir.

I.3. Répartition géographique :

I.3.1- Dans le monde :

Il existe au moins 12000 espèces d'acridiens (famille des criquets) dont environ 500 sont nuisibles à l'agriculture. Le criquet pèlerin couvre une partie qui va de l'Afrique du Nord de l'équateur, le Moyen Orient, les péninsules arabique et Indo-Pakistanaise. Le criquet migrateur trouve ses souches au Mali, dans la zone d'inondation du fleuve Niger. On rencontre également d'importantes souches dans le Sud-Ouest de Madagascar. La partie la plus aride de l'île, dans le bassin du lac Tchad et dans la région du Nil bleu au Soudan. Il est également connu sur le pourtour du bassin méditerranéen, en Asie Orientale et en Australie. Il sévit dans les steppes et savanes et se nourrit de céréales.

Le criquet nomade est une espèce plus largement répandue en Afrique Australe (Zambie, Tanzanie, Malawi). L'espèce est connue sur l'île de la Réunion, Madagascar. Le criquet arboricole se distingue par la composition d'essaims denses et sombres, de jour sur les arbres. En Egypte, en Afrique de l'Est, en Arabie Saoudite et en Afrique du Sud. Les essaims se déplacent sur de petites distances et surtout de nuit.

I.3.2- En Algérie :

L'Algérie, de par situation géographique et de l'étendue de son territoire, occupe une place prépondérante, dans l'aire d'habitat de certains acridiens. On y trouve plusieurs espèces grégariaptées et beaucoup d'autres non grégariaptées ou sautériaux : ils provoquent des dégâts parfois très importants sur différentes cultures (OUELD EI HADJ, 2001). Parmi les espèces acridiennes non grégariaptées rencontrées en Algérie, nous avons : *Calliptamus barbarus*, *Anacridium egyptium*, *Acrotylus patruelis*, *Ocneridia volseimii* et les espèces acridiennes grégariaptées : *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria* et *Doisiopterus maroccanus*.

L'environnement du criquet :

Selon DURANTON et LECOQ 1990, il existe différents facteurs écologiques qui interviennent pour définir l'environnement du criquet.

Un biotope à criquet pèlerin peut dès lors être défini comme une unité territoriale écologiquement homogène, susceptible de n'offrir que des conditions plus ou moins favorables au développement de populations de cet acridien ; ce qui implique que les biotopes sont spatialement et temporellement délimités (DURANTON et LECOQ 1990) :

Les limites temporelles des biotopes :

- Les milieux hostiles où ils ne peuvent survivre,
- Les biotopes de survie où le criquet pèlerin peut subsister en attendant l'apparition de meilleure condition,
- Les biotopes de reproduction où le Criquet pèlerin peut non seulement survivre mais trouve une alimentation et une nature du sol qui lui permettent d'effectuer sa maturation sexuelle, une production d'œufs suffisante et la ponte,
- Les biotopes de grégarisation qui offrent de bonnes (ou de très bonnes) conditions de reproduction susceptibles d'aboutir directement ou indirectement à des densités pouvant entraîner la transformation phasaire.

Les limites spatiales des biotopes :

C'est pratiquement toutes les composantes du milieu qui permettent de délimiter rapidement le territoire comme le substrat pédologique, le modèle géomorphologique, l'hydrologie, la topographie et la composition floristique du tapis végétal.

La dynamique des populations du criquet pèlerin alterne de plusieurs périodes :

- Période de rémission (**phase solitaire**),
- Période de résurgence : une réapparition du criquet,
- Période de recrudescence : ou l'apparition est brusque, sous une forme plus intense (**phase transiens**),
- Période d'invasion (**phase grégaire**).

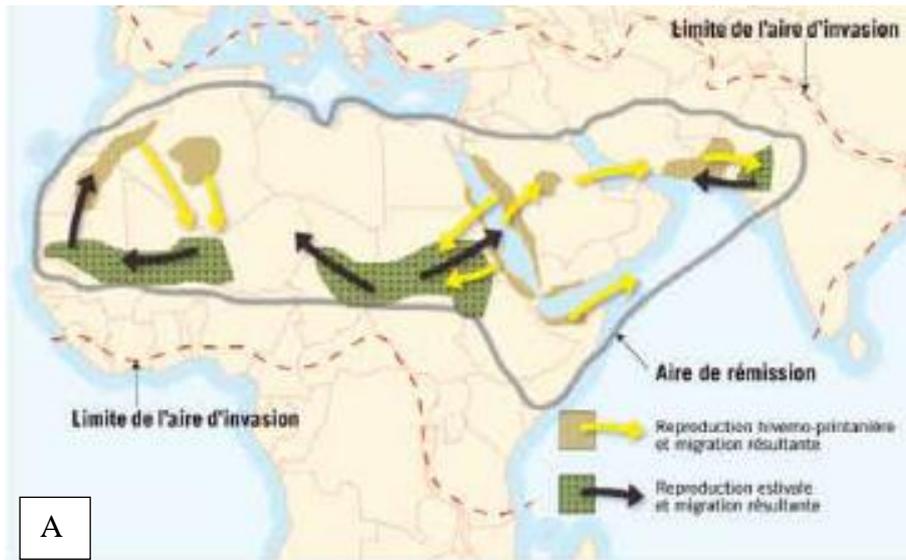


Figure 15: Limite des aires de rémission du criquet pèlerin. Source: directive FAO 2001 (in (kayalto mathias, ABDELGHANI Bouachi)

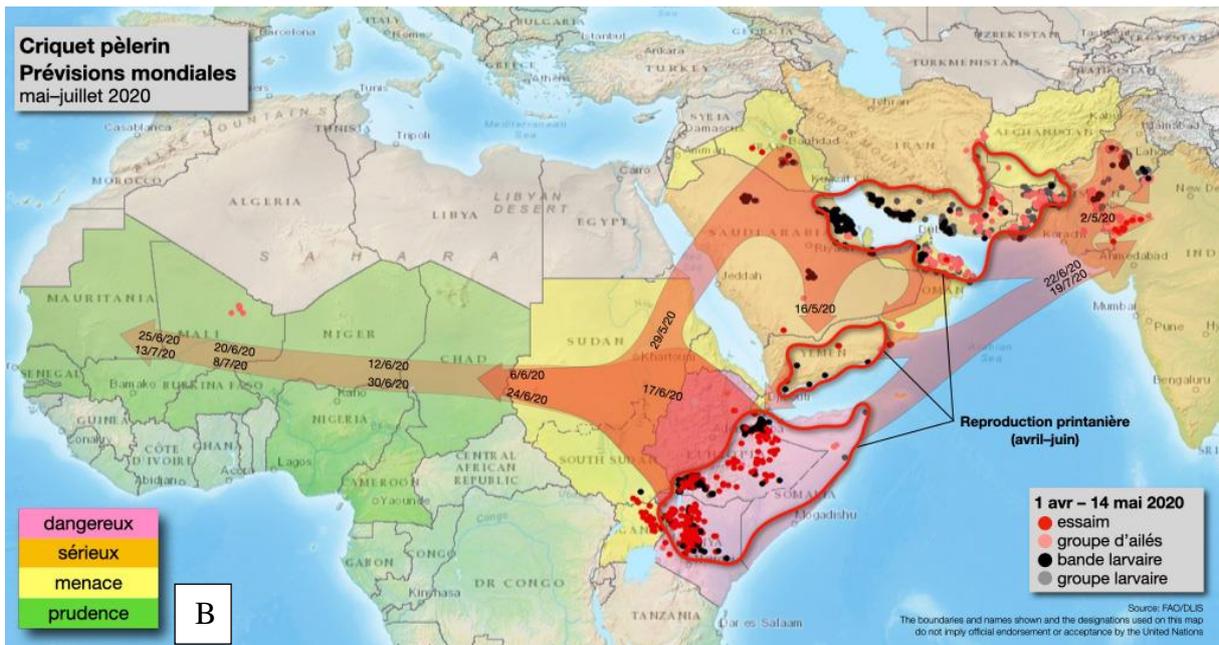


Figure 16: Carte prévisionnel de l'avancée du criquet pèlerin pour la période jusqu'en juillet 2020 (source : fournie par l'observatoire acridien de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture (FAO) le 4 juin 2020)

La lutte biologique :

La lutte biologique peut se faire à travers l'utilisation des agents pathogènes (champignons, virus, bactéries), les insectes prédateurs ou parasites, l'emploi de méthodes génétiques et la sélection de variétés résistantes, l'utilisation des plantes acridifuges ou aridicides (**LOMER et PIOR 1992 in ALLAL-BENFIKH2006**).

De nouvelles armes face à l'ennemi ravageur sont mises au point :

- synthétisation et identification d'une phéromone spécifique aux acridiens, qui peut être utilisée contre les jeunes ailés avec un effet dévastateur (**FAO 2008**)
- Une approche biologique différente, mais aussi très efficace, comme l'utilisation d'un bio-pesticide mis au point par le centre de lutte biologique de l'Institut international pour l'agriculture tropicale de Cotonou (Bénin) et fabriqué en Afrique du Sud. Son principe actif est constitué par les spores du champignon naturel *Metarhizium anisopliae* var *acridum* qui forent à travers les exosquelettes des criquets et détruisent leurs tissus de l'intérieur. Etaler sur les criquets, le champignon est inoffensif sur d'autres formes de vie. Son inconvénient majeur est qu'il met plusieurs jours à tuer les acridiens. Il est aussi relativement coûteux et a une durée de conservation très courte sous sa forme normale, c'est-à-dire liquide et prête à pulvériser.
On pourrait stocker le produit sous forme de poudre et le diluer juste avant de l'utiliser.
- La préparation de produit à base d'hormone, connue sous le terme de régulateurs de croissance des insectes (ou IGR). Ceux-ci bloquent la capacité des larves de muer correctement. Ils n'ont aucun effet toxique direct sur les vertébrés.
- Les analogues d'hormones Le fénoxycarbe, un analogue d'hormone juvénile des insectes, testé sur des larves de dernier stade de criquets pèlerins a provoqué d'une part des altérations morphologiques au cours de la mue (gêne le saut et le vol des jeunes imagos) et, d'autre part, la solitarisation des grégaires en modifiant la couleur, la morphologie et le comportement, ce qui conduit à la dispersion des bandes larvaires.

Les méthodes de lutte biologiques citées, doivent être ciblées sur les acridiens à un stade précoce de leur existence, avant qu'ils puissent voler. Cela requiert un niveau avancé de surveillance et de renseignements pour s'assurer que les concentrations de criquets sont éliminées à un stade précoce.

Les extraits végétaux provenant de deux méliacées, *Azadirachta indica* (margousier ou neem) et *Melia volkensii*, connus depuis longtemps pour leurs effets répulsifs. Et anti-appétents contre les insectes, présentent également des propriétés antiacridiennes intéressantes

Chapitre II : Milieu Physique

II.1. Généralités sur les zones steppiques :

La steppe algérienne, constitue l'une des régions les plus vaste ; elle s'étend entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Formant un ruban de 1 000 Km de long, sur une largeur de 300 Km à l'Ouest et au centre réduite à moins de 150 Km à l'Est. Les limites de cette zone s'appuyant sur les critères pluviométriques entre 100 et 400 mm de pluviométrie moyenne annuelle (**GUENDOUI 2014**).

Selon le même auteur, la limitation des zones steppes se fait généralement par les critères pluviométriques à savoir les isohyètes. Ces seuils se justifient par des considérations à la fois biogéographiques et agronomiques. D'une façon générale, la steppe présente un aspect dominant caractérisé par de grands espaces pastoraux à relief plat et à altitude élevée supérieure à 600 m, divisés par des lits des oueds parsemés de dépressions plus ou moins vastes et de quelques masses des chaînes montagneuses isolées. Sur le plan administratif, la steppe englobe une dizaine de wilayas (Tebessa, M'sila, Djelfa, Tiaret, Saïda, El Bayadh, Naâma, Khenchela, Oum El Bouaghi, Tlemcen ; dans la partie Sud, Laghouat et Biskra dans la partie Nord).

II.2- Délimitation des zones steppiques :

Selon (**KHELIL 1997 in GUENDOUI 2014**), les grands espaces peuvent être différenciés en sous ensemble régionaux bien distincts qui sont comme suit :

1. Bordure sub-steppique située en gros entre les isohyètes 300 et 400 mm :

Elle s'étend sur la bordure sud de l'Atlas Tellien au centre et sur les hautes plaines constantinoises, les monts du Hodna et de l'Aurès à l'Est. Les hautes plaines constantinoises sont à caractère agro-pastoral, tandis que les massif des Aurès et les monts de Hodna sont à caractère sylvo-pastoral.

2. Région steppique proprement dite : Elle est située entre les isohyètes 200 et 300 mm et qui comprend :

- **Au centre :** Les hautes plaines steppiques Algéro-oranaises, les hautes plaines de Hassi Bahbah, M'sila, le Nord des wilayas de Laghouat et d'El Bayadh. Ces hautes plaines sont occupées par des parcours steppiques semi-arides avec quelques masses de nappes alfatières et d'agriculture marginale sur épandage de crues des oueds. Les

piémonts et les montagnes de l'Atlas Saharien (monts des Ouled Naïl, Djebel Amour, monts des Ksour) sont caractérisés par des parcours ainsi que des forêts.

- **A l'Est :** Les hautes plaines steppiques de M'sila, Khenchela et Tébessa, sont nettement séparées des hautes plaines de centre par le massif des Aurès.

3. Région steppique présaharienne : Elle est située entre des isohyètes 100 et 200 mm. Cette région dominée par des parcours de type saharien et des vallées alluviales. Elle comprend :

- **Au centre :** Les piémonts sud de l'Atlas Saharien, la cuvette du Hodna, le plateau saharien du sud des wilayas de Djelfa et de Laghouat.
- **A l'Est :** L'extrémité Est de l'Atlas Saharien, monts du M'zab et des Nememchas, le plateau saharien de sud des wilayas de Tébessa et Biskra.

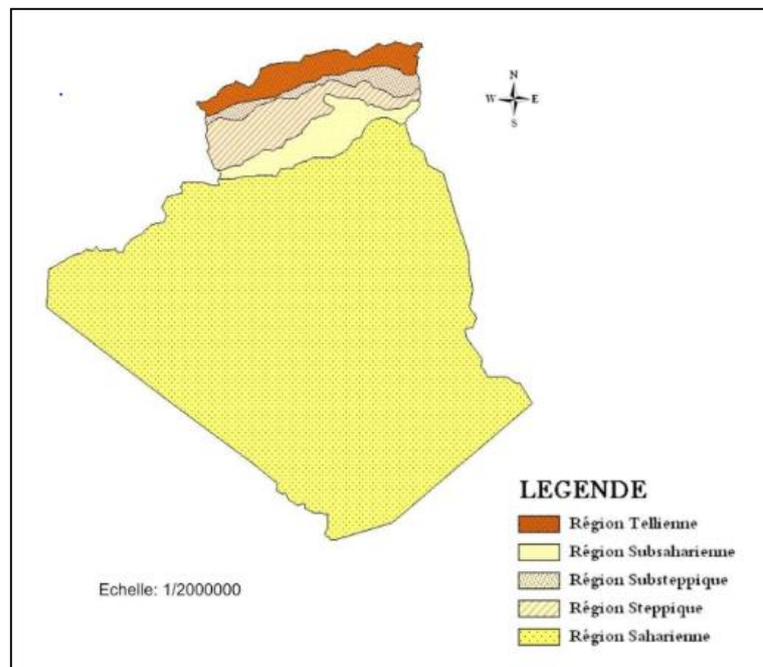


Figure 17: carte des différentes régions en Algérie

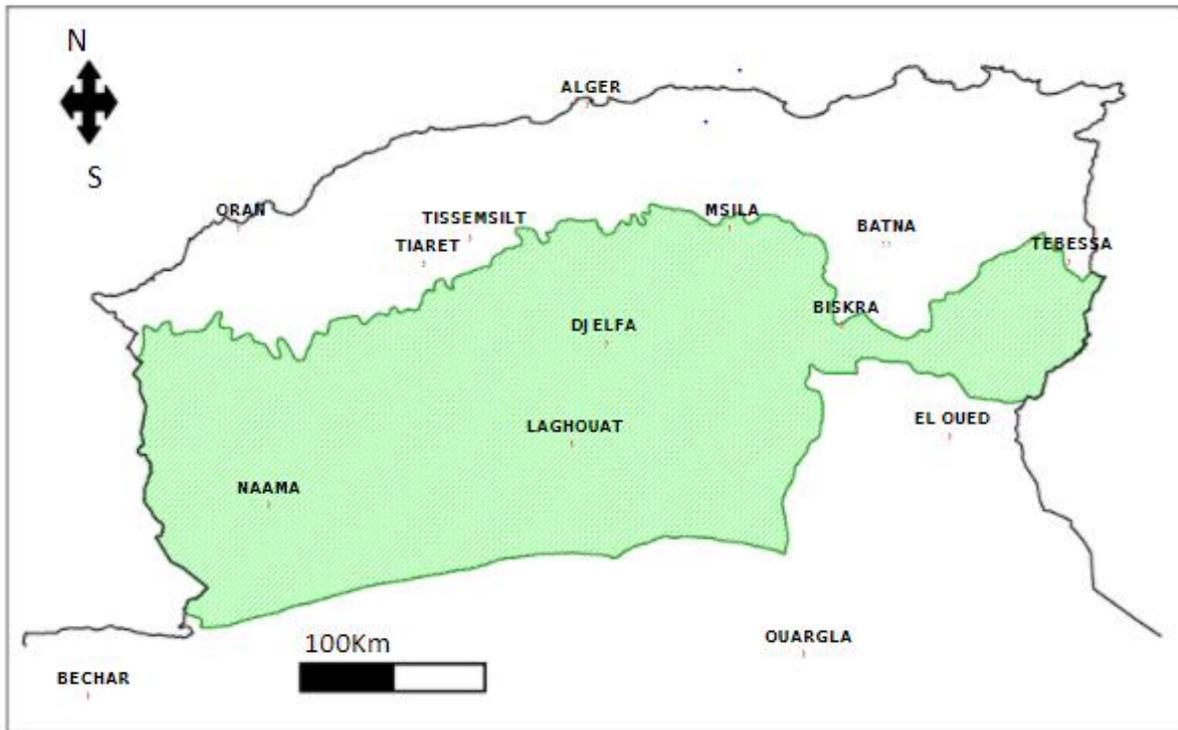


Figure 18: Délimitation des steppes algériennes. Source (BEDRANI ET NEDRAOUI 2008)

Figure 17 : Délimitation des steppes algériennes. Source (BEDRANI ET NEDRAOUI 2008)

En Algérie, plusieurs travaux ont été menés sur l'écosystème steppique en générale dont les objectifs visent une meilleure compréhension des lois biologiques, écologiques qui régissent son fonctionnement, sa dynamique et son évolution (DJELLOULI 1981 ; DJEBAILI 1983 ; AIDOUUD et TOUFFET, 1999 ; CHALANE 2012, 2017 ; HENNI, 2014; ARABI, 2016).

II.3- Situation géographique de la wilaya de Tlemcen :

La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-ouest du pays. Elle est située entre $34^{\circ} 25'$ et $35^{\circ} 25'$ de latitude Nord et à $0^{\circ} 55'$ et $2^{\circ} 30'$ de longitude Ouest ; elle s'étend sur une superficie de $9017,69 \text{ Km}^2$; avec une façade maritime de 73 Km. Elle est limitée géographiquement :

- Au Nord par la mer méditerrané ;
- Au Nord Est par la wilaya d'Ain Temouchent ;
- À l'Est par la wilaya de Sidi-Bel-Abbès ;
- A l'Ouest par le Maroc ;
- Au Sud par la wilaya de Naàma.

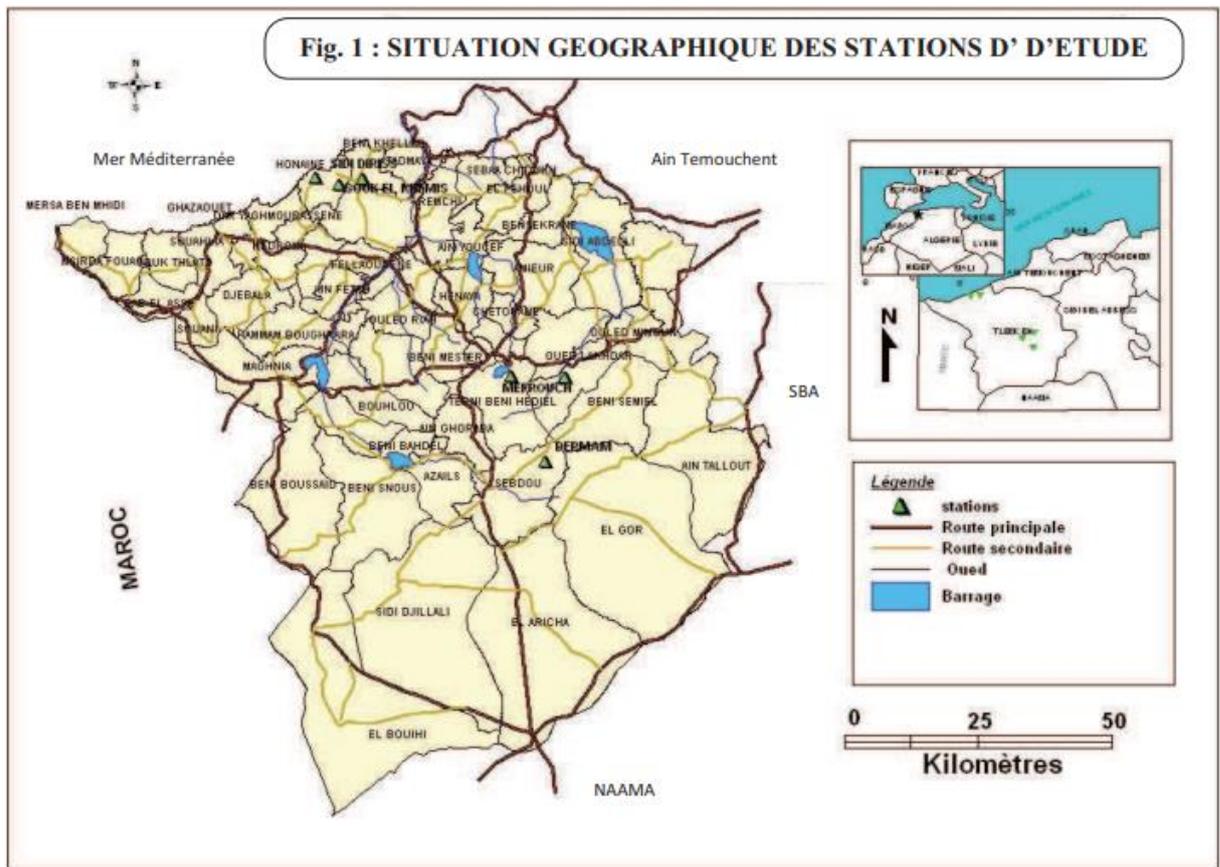


Figure 19: Situation géographique de la wilaya de Tlemcen (source Bilem Amel)

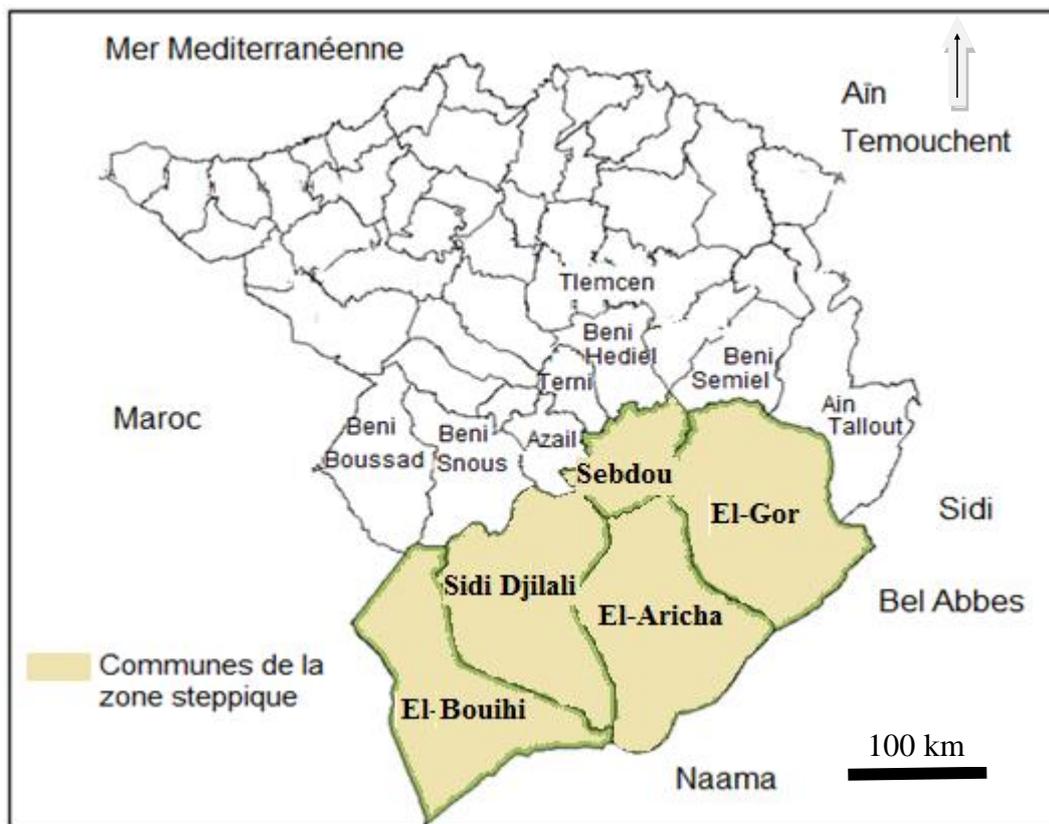


Figure 20: situation géographique de la zone steppique de la wilaya de Tlemcen (source : BENSENANE 2016)

La zone steppique est représentée par de grandes étendues arides à vocation agro-pastorale. Cette immense étendue plate, d'altitude moyenne de 1170 mètres est parsemée de quelques monticules comme Djebel Makaïdou et même des dépressions notamment Dayet El Ferd (commune El Aricha) ainsi que le domaine des nappes alfatières.

La zone Sud de la wilaya, est constituée par les hautes plaines steppiques, couvrant une superficie de 189 127,95 ha soit 20,87% de la superficie totale de la wilaya. Avec une couverture végétale qui répond aux conditions climatiques où les précipitations ne dépassent pas 320 mm/an et l'amplitude thermique est comprise entre 5°C et 30°C. Les sols sont peu profonds sensibles à l'érosion. La nappe alfatière, dans cette zone, représente un potentiel économique en cellulose (Alfa : *Stipa tenacissima*) avec une superficie de 76 500,79 ha (BOUCIF 2014).

II.3.1-bioclimat:

➤ La pluviométrie :

La steppe de la wilaya de Tlemcen est caractérisé par un climat de type méditerranéennes arides et semi-arides, il a fait l'objet de plusieurs travaux : **SELTZER 1946, BAGNOULS ET GAUSSEN 1957, EMBERGER (1955 et 1957), CHAUMONT et PAQUIN 1971, LE HOUHEROU, CLAUDIN et POUGET 1979 et COLLINGNON 1986, in AMRANI 2001.**

Selon **DJEBAILI 1984**, la zone steppique se caractérise par deux périodes :

- la première, pluvieuse, s'étale de Septembre à Mai avec un premier maximum en Octobre et un deuxième en Avril.
- la seconde, sèche, coïncide avec la saison la plus chaude. Elle présente un premier maximum de sécheresse en Juillet. Le deuxième maximum de sécheresse se situe en Août.

Selon **ANGOT 1914** les faibles pluies réparties sur un grand nombre de jours produisent un effet tout différent de celui d'une pluie tombant tout d'une journée et fournissant à elle seul le même total. Selon **DJEBAILI 1984**, le nombre de jours de pluie est plus faible sur les piémonts du Sud de l'Atlas Saharien. Les jours de pluies sont plus fréquents en automne et au

printemps. Sur les plaines steppiques, le nombre de jour de pluies est variable et semble diminuer d'Ouest en Est. Les pluies y sont plus fréquentes en hiver et en automne.

➤ **La température :**

L'amplitude des températures moyennes annuelles est de 20°C (les températures moyenne du mois le plus froid «janvier» et les températures moyenne du mois le plus chaud «juillet»). Les steppes de l'Algérie se trouvent en les isohyètes +1°C et +3°C et entre 34 et 37°C (**BOUKHARI 2016**).

➤ **Le vent :**

Le vent est un paramètre climatique qui agit sur la végétation et sur le déplacement des compartiments du sol (sable et particules fines). Ce facteur accentue le phénomène de désertification. La steppe est caractérisée par des courants de vents glaciaux en hiver et en été par des courants secs et chauds.

II.3.2- Hydrologie :

L'hydrologie de la zone steppique de la région de Tlemcen est constituée d'oueds qui ne coulent qu'en période de crue, on distingue principalement trois écoulements des eaux:

- un écoulement vers le nord par la vallée de la MEKKARA (Zone nord —Est d'El-Gor);
- un écoulement vers l'Ouest: les eaux arrivent de Djebel Mekkaïdou, passent par Magoura pour rejoindre la vallée de la Moulouya;
- un écoulement endoréique au centre, où les eaux convergent vers DayetEl-Ferd près d'El-Aouedj (**MERZOUK, 1994**).

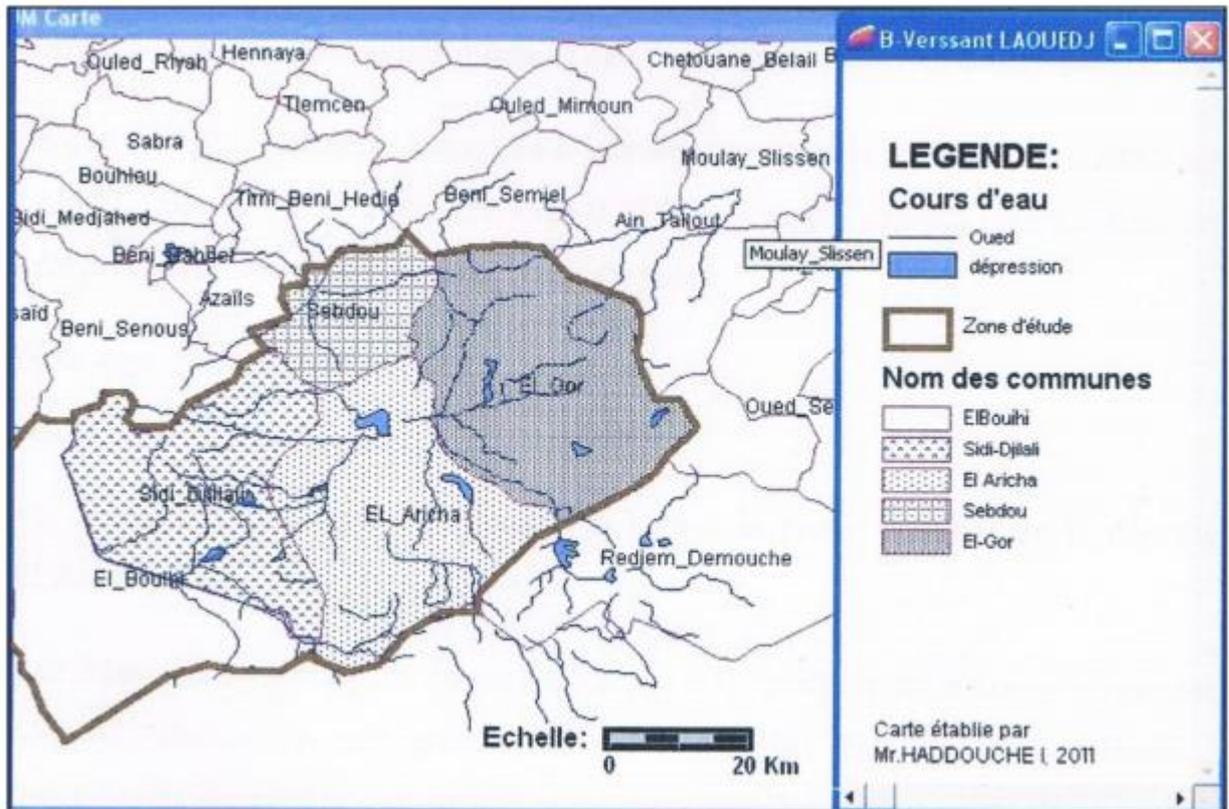


Figure 21:réseaux hydrographiques et bassins versants. (Source : MEROUANE 2014)

Selon **POUGET (1980)**, a démontré que l'aspect bioclimatique des steppes sud algériennes offrent un bel exemple de la dégradation du climat méditerranéen et de son passage progressif à un climat franchement désertique, quoique encore de type méditerranéen.

La distribution de la végétation est influencée par deux facteurs précipitations et température. Les steppes sud algériennes s'intègrent dans une séquence bioclimatique dont l'aridité augmente globalement du Nord au Sud à savoir :

- les régions telliennes et sud-telliennes subhumides et semi-arides ($P > 400$ mm environ).
- les steppes sud algéroises arides ($100 = P \text{ mm} = 400$) avec les trois principales subdivisions : aride supérieur, aride moyen, aride inférieur.
- les régions sahariennes ($P < 100$ mm) nettement plus au sud de Laghouat.

II.3.3. La végétation steppique :

La végétation steppique est de très inégale valeur, tant pour sa composition floristique que par sa densité (**Le HOUEROU, 2001**). Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales :

❖ **les steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*) :**

On les trouve dans les bioclimats semi-arides à hiver frais et froid et dans l'étage aride supérieur à hiver froid.

❖ **les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) :**

L'armoise blanche est une espèce bien adaptée à la sécheresse et la pression animale en particulier la pression ovine (NADJRAOUI, 2001). Elle est située dans l'étage aride supérieur et moyen à hiver frais et froid. La steppe à armoise blanche est souvent considérée comme le meilleur parcours utilisée pendant toute l'année est surtout en mauvaises saisons.

❖ **les steppes à spartes (*Lygeum spartum*) :**

Elle se trouve dans le bioclimat aride supérieur et moyen à hiver froid et frais. Elle occupe les glacis d'érosion encroûté recouvert d'un voile éolien sur sol brun calcaire, halomorphe dans la zone des chotts.

❖ **les steppes à remt (*Arthrophytum scoparium*)**

Elle forme des steppes buissonneuses chamaephytique, ces steppes représentent un intérêt assez faible sur plan pastoral. Ce type de steppe est surtout exploité par les camelin (NADJRAOUI, 2001).

En plus de ces 4 types de steppes, il existe 2 autres qui sont peu important :

❖ **les steppes à psamophytes :** elles sont liées à la texture sableuse des horizons de surfaces et aux apports d'origine éolienne. Elles sont plus fréquentes dans la zone aride et présaharienne. les formations psamophytes sont généralement des steppes graminéenne ou encore des steppes arbustives.

❖ **Les steppes à halophytes :** la végétation halophytes se trouve au tour des dépressions salées. Les espèces les plus répandues dans ces formations sont : *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca* (NADJRAOUI,2001).

Les steppes mélangées couvrent environs 20.000 Ha. Il se trouve parfois que l'Armoise soit mêlée à l'Alfa ou même qu'Alfa, Sparte et Armoise soient enchevêtrés où on ne peut pas distinguer une dominante. Le groupement Alfa est souvent entremêlé avec l'Armoise, la Noea, et le Jujubier :

- Association Armoise-Alfa : au Sud d'El-Gor, à l'Est d'El-Aouedj ;
- Association Jujubier-Alfa : au Sud de Sidi Djilali, au Nord de Magoura ;
- Association Noea-Alfa : aux alentours d'El-Aricha (**BOUCIF 2014**).

❖ **Le matorral en relief accentué :**

Ce type de végétation se localise en zone montagneuse à une altitude qui varie entre 1200m et 1500m. A moins de 1200m, il disparaît ne laissant la place qu'au Romarin à une altitude de 1100m remplacé à son tour par la végétation purement steppique. Les forêts dégradées ou matorrals se localisent sur les versants du Djebel Makaïdou et du Djebel Sidi El Abed au Sud où subsistent des reliques d'arbustes et arbrisseaux ; Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*) et Romarin (*Rosmarinus officinalis*). Les versants Nord sont beaucoup plus fournis en espèces que les versants Sud.

❖ **Les différents groupements en zone montagneuse :**

Les différents groupements existants en milieu semi-aride montagnard sont :

➤ **Le groupement à Pin d'Alep : (*Pinus halepensis*)**

Il existe dans la partie Nord-est d'El-Aricha, très claire mais qui dépasse les 10 m d'hauteur. D'après un reboisement entrepris par l'Office National des Travaux Forestiers (O.N.T.F) sur des versants où les sols sont fragiles (zones substeppique à climat aride) qui ne permet pas une régénération rapide. On trouve aussi des spécimens relique de Pin d'Alep dans le Nord du Djebel Makaidou avec une altitude de 1300m.

➤ **La série du chêne vert (*Quercus rotundifolia*)**

C'est une plante caractéristique de l'étage montagnard méditerranéen, résistante à la sécheresse. Le chêne vert (*Quercus ilex*) peut pousser en sol calcaire ; contrairement au chêne liège qui ne pousse qu'en terrains siliceux. Il est fréquent sous forme d'un arbuste de 10m. On le trouve entre 400m et 1700m d'altitude dans le Tel. L'Alfa (*Stipa tenacissima*), domine largement sur le reste de la strate herbacée (strate chamaephytiques).

➤ **Autres groupements :**

Le Lentisque (*Pistacia lentiscus*), le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), le Diss (*Ampelodesma mauritanica*) le Palmier nain (*Chamaerops humilis*) ; se trouvent associés par fois avec le chêne vert et le chêne oxycèdre. La plus grande partie des pentes montagneuses de la zone

Nord est couverte de matorrals, qui peuvent être plus ou moins ouverts, se rapprochant plus de la steppe que du maquis, au versant Sud des monts de Tlemcen à limite de la zone steppique.

➤ **Les cultures :**

Les zones de cultures céréalières occupent une superficie de 42560 ha localisés d'abord dans la commune d'El-Gor où elles occupent une surface très importante, puis dans les communes d'ElAricha y compris la Dayet- El Ferd quand elle est sèche, El Bouihi et Sidi Djillali.

II.3.4. La nature des sols steppiques :

Les régions méditerranéennes portent divers sols dont beaucoup sont colorés en rouge. Dans les régions arides, les sols sont caractérisés par l'intensité de l'évaporation qui fait que le mouvement ascendant emporte les solutions l'emporte sur le mouvement descendant (**MARTIN et al 1936**).

Selon (**PITOT 1952**) La désertification est essentiellement le fait d'un bilan hydrique pas trop déficient. La stérilité saharienne est un fait d'ordre purement climatique et non point édaphique. L'absence de la végétation n'indique pas une stérilité définitive.

Principales caractéristiques des sols de la steppe :

La plupart des sols steppiques sont caractérisés par l'accumulation calcaire réduisant la profondeur du sol utile ; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensible à la dégradation. Les bons sols dont la surface est limitée, se situent au niveau des dépressions alluviales soit linéaire et constituées par les lits d'oueds soit fermées et appelées Dayas (**NEDJIMI et al 2006 ; POUGET 1980**).

Selon **BOUKHARI 2016** La zone steppique, est caractérisée par les classes des sols suivants :

➤ **Les sols minéraux bruts**

Ils sont localisés sur les versants, à forte pente des djebels de l'Atlas saharien, soumis à une érosion hydrique intense. C'est le domaine des matorrals et des steppes arborées. Suivant la nature de la roche mère, on distingue deux groupes :

- Les lithosols sur roches dures (grès, calcaires).
- Les régosols sur roches tendres (marnes).

➤ Les sols peu évolués

Sont pauvres en matière organique, trois groupes de sol peu évolués se rencontrent suivant l'origine de l'apport :

- Les sols d'apport alluvial à textures variables, assez profondes, pauvres en matière organique, à teneur moyenne en carbonates de calcium et à pH voisin de 8, est plus répandu dans les talwegs ; ce sont des sols généralement cultivés et on trouve une végétation naturelle réduite (*Lygeum spartum*, *Artemesia compestris*).

- Les sols d'apport colluvial à profil très faiblement développé constitué d'un mélange de pierre, de graviers et de sable, et colonisé par les matorrals ou les steppe arborées à *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima*.

- Les sols d'apport éolien de texture moyenne (teneur en calcaire inférieur à 0,5%). Ces sols forment des sebkhas qui sont colonisés par différentes espèces telles que *Lygeum spartum*.

➤ Les sols calcimagnésiques

Se rencontrent sur roches mères calcaires ou magnésiennes. Dans cette classe trois groupes de sols se distinguent :

- Les rendzines.
- Les sols bruns calcaires : trois sous-groupes s'y distinguent :

a- Sous-groupe sol brun calcaire à croûte calcaire.

b- Sous-groupe sol brun calcaire xérique.

c- Sous-groupe sol brun calcaire sur calcaire lacustre.

Le sous-groupe de sols brun calcaire xérique et à croûte sont les plus répandus. Ils occupent les glacis polygéniques du quaternaire ancien et moyen. Dans l'étage aride, principalement là où les précipitations annuelles varient entre 200 et 300 mm, ils sont colonisés par des groupes variés à base de *Stipa tenacissima*, de *Lygeum spartum* et d'*Artemesia herba-alba* avec tous leur faciès de dégradation.

- Les sols gypseux, leur répartition est limitée à de petites superficies sur grès alternant avec marnes et argiles versicolores.

➤ Les sols iso-humiques

Dont le groupe le plus présenté est les **sierozems** qui s'étendent sur les glacis d'érosion polygénique du quaternaire moyen et récent ainsi que sur les terrasses. Ils sont colonisés par les groupements à *Lygeum spartum* et surtout *Arthrophytum scoparium*. La présence d'un voilesableux plus ou moins continu favorise la présence de *Thymelaea microphylla* et *Arthrophytum schmittianum*.

➤ **Les sols halomorphes**

Sont localisés dans les chotts et les sebkhas. Ces sols sont généralement profonds à texture et structure variable. Leur teneur en calcaire est faible (inférieur à 30%), pauvres en matière organique (0,5%), pH voisin de 8 et leur conductivité électrique comprise entre 3 et 40 mmhos/cm à 25°C. Ils sont colonisés par de nombreuses espèces telles que *Salsola tetrandra*,

Atriplex glauca et *Frankenia thymifolia*, (DJEBAILI, 1984).

3. Situation géographique des stations étudiées :

Station SEBDOU :

Elle se situe au centre de la wilaya de Tlemcen. Son chef-lieu est situé à 38 km au Sud de Tlemcen. Elle se trouve entre 34° 38'' de latitude Nord et 1°19' de longitude Ouest. Elle est limitée :

- Au nord par les communes de TERNY et BENI HDEIL ;
- Au Sud par la commune d'El ARICHA ;
- A l'Est par les communes de BENI SMEIL et El GOR;
- A l'Ouest par les communes d'AZAIL et SIDI DJILALI.

Station El Gor :

La commune d'El-Gor est située à l'extrême Sud-est de la wilaya de Tlemcen. Elle se trouve à 53 km du chef-lieu de la wilaya de Tlemcen. Cette commune relève de la daïra de Sebdo, suite au dernier découpage administratif elle est limitée comme suite :

- Au Nord par la commune de Beni-Semiél ;
- Au Nord-ouest par la commune de Sebdo ;
- Au Sud-ouest par la commune de l'Aricha ;
- Au Sud par la wilaya de Nâama.

Station Kasdir :

Cette station est située dans les hauts plateaux steppiques au Sud de Sebdo, elle s'élève à une altitude de 989 m, une longitude 1°10' Ouest et une latitude 33°41'. Administrativement elle appartient à la commune de Mekmen Ben Amar de la wilaya de Naama.

Station Sidi Mokhfi :

Faisant parti de la commune de Sidi Djilali qui est situé au Sud-Ouest de la wilaya de Tlemcen qui est limité comme suit :

- Au Nord par la Daïra de Beni-Snouss ;
- Au Nord- est par la commune de Sebdou ;
- Au Sud par la wilaya de Nâama;
- A l'Est par la commune de l'Aricha ;
- A l'Ouest par la commune d'El-Bouihi.

Station Sidi Yahia

Faisant parti de la commune de Sidi Djilali elle est limitée

- Au Nord par la commune de Beni snouss ;
- Au Sud-Ouest par Ain Sefa ;
- A l'ouest par la commune Aricha.

Station Aricha :

La commune El ARICHA est située dans la partie occidentale du Nord-Ouest algérien à l'extrême Sud de la wilaya de Tlemcen, elle est limitée par :

- La daïra de SEBDOU au Nord ;
- La commune EL KASDIR (wilaya de Naama) au Sud ;
- La commune d'El GOR et la daïra RAS ELMA (wilaya de SIDI BELABBES) à l'Est ;
- La daïra de SIDI DJILALI à l'Ouest.

Station Abdelmoula : c'est une commune appartenant à la wilaya de Naama

Station Magoura :

Station El Aouedj

Elle fait partie de la commune d'El Aricha. Elle se trouve à une distance de 55 Km au Sud de la ville de Tlemcen. Elle fait partie de l'agglomération 'BELHADJI BOUCIF' ; délimitée par la R.N. n°22 à l'ouest

II.4- Etude bioclimatique :

II.4.1- Introduction :

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des systèmes écologiques dont les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans la distribution des espèces animales et végétales (**DREUX 1980**).

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones steppiques du Sud- Ouest oranais. Le climat de la steppe est fait partie des régions méditerranéennes arides et semi-arides. Il a fait l'objet de plusieurs travaux : **SELTZER (1946)**, **EMBERGER (1955 et 1957)**, **CHAUMONT et PAQUIN (1971)**, **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**, **COLLINGNON (1986)**, **BENABADJI (1991, 1995)**, **BOUAZZA (1991, 1995)**. Le climat est caractérisé par un semestre hivernal pluvieux et froid d'Octobre à Avril et par une saison de 6 mois environ, sèche et chaude (**AMRANI, 2001 ; BENABADJI et BOUAZZA, 2000**).

De nombreux auteurs ont travaillé sur le climat de l'Algérie, **SELTZER (1946)**, **BAGNOULS et GAUSSEN (1953-1957)**, **QUEZEL (1957)**, **GOUNOT (1969)**, **LE HOUEROU (1969-1975)**, **STEWART (1969)** et plus récemment **DAHMANI (1984)**, **DJEBAILLI (1984)**, **KADIK (1987)**, **BENABADJI (1995)** et **BOUAZZA (1995)**.

L'ensemble des auteurs s'accordent à reconnaître que le climat algérien s'intègre au climat méditerranéen.

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide (**BENABADJI ET AL 2000**).

ESTIENNE et GODRON (1970), soulignent que le climat de Tlemcen est du type méditerranéen, qui est défini comme étant un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale, avec un été très sec, tempéré seulement au bord de la mer, l'hiver est très froid et plus humide, sans oublier de rappeler et de préciser, que le climat du versant Sud de la région de Tlemcen est de type méditerranéen semi-aride et aride.

L'approche bioclimatique permet une vision plus synthétique du phénomène climatique, sous l'angle de ses impacts sur la faune.

II.4.2- Méthodologie :

Pour caractériser le bioclimat de la région étudiée, nous avons exploité les données climatiques émanant de quatre stations météorologiques: Ain sefra, Zenata et Ras El Ma; Puisqu'elles fournissent les données de tous les éléments climatiques et localisés dans les extrémités de la steppe de Tlemcen ce qui permet de mieux présenter la variation climatique. Il s'agit des stations les plus proches de Seb Dou (Mont de Tlemcen), Kasdir, El Gor, Sidi Mokhfi, Sidi yahia, El Aricha, Magoura et El Aouedj (hautes plaines steppiques).

Les paramètres climatiques retenus sont les précipitations et les températures. Ces paramètres s'avèrent être les plus importants pour la caractérisation climatique d'une région donnée. Complété par une synthèse bioclimatique : diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et un quotient pluviothermique d'EMBERGER.

Les données de l'ancienne période de 1913 à 1938 ont été obtenues à partir de recueils météorologiques de **SELTZER 1946**, et la nouvelle période 2000 à 2017.

Tableau 1: donnée géographiques des stations météorologiques

Stations	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)
Ain Sefra	32°46'	0°35'	1038
Zenata	35°01	01°27'	249
Ras El Ma	34°30	0°49	1085

II.4.3- Facteurs climatiques :

Selon **AIDOU** 1997, la variabilité du climat en zone aride dépend des paramètres (précipitations et températures) comme significatifs qui sont liés à la répartition des communautés végétales en zone aride.

II.4.3.1- Précipitations :

Les précipitations sur les steppes de la région en particulier la zone de Sidi Djilali, d'El-Aouedj, d'El-Aricha), sont soumises à l'influence de l'altitude.

L'action prépondérante que les précipitations exercent définit la sécheresse globale du climat (**LE-HOUEROU 1977**). Selon **ABOURA (2006)**, la pluviosité conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part notamment, au début du printemps. La distribution des acridiens, le taux de réussite de chaque reproduction et le nombre de générations annuelles dépendent du facteur hydrique (**DURANTON et al 1982**).

Régime mensuel et annuel:

Selon HALIMI 1980, les régimes pluviométriques se trouvent sous l'influence de deux groupes de facteurs :

- Les facteurs géographiques : altitude, latitude, distance à la mer, orientations des versants ;
- Les facteurs météorologiques : masse d'air, centre d'action, trajectoire de dépression.

Tableau 2:Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) des stations météorologiques de référence pour l'ancienne et la nouvelle période.

STATIONS	mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P Annuelle (mm)
Ain Sefra	1913-1938	10	10	14	9	15	28	8	7	15	29	29	18	192
	2000-2017	13,76	10,824	12,18	13,294	15,65	6,9412	4,06	15,6	26,88	43,2	22,47	12,06	197
zenata	1913-1938	65	62	49	44	38	11	1	4	23	42	68	67	474
	2000-2017	48,68	37,256	30,49	30,964	24,1	4,5788	0,58	5,72	17,7	32,6	55,52	43,89	332
Ras el Ma	1913-1938	26	30	33	25	32	24	8	11	25	27	35	22	298
	2002-2017	51,2	37,533	33,27	29,533	22,67	6,7333	0,47	3,53	14,67	34,7	50	50,73	335

Selon le tableau ci-dessus, la moyenne annuelle des précipitations dans la station d'Ain sefra pour l'ancienne période est de 192 mm et 197 mm pour la nouvelle période. Les valeurs des moyennes mensuelles montrent que le mois d'octobre est le mois le plus arrosé pour les deux périodes.

La station de Zenata, la moyenne des précipitations annuelles est de 474 mm pour l'ancienne période et 332 mm pour la nouvelle période. Le mois le plus arrosé étant décembre 67 mm pour l'ancienne période et novembre 55,52 mm pour la nouvelle période. La station de Ras El Ma ; la moyenne des précipitations annuelles est de 298 mm pour l'ancienne période et 335 mm pour la nouvelle période. Pour l'ancienne période le mois le plus arrosé étant Novembre avec 35 mm et 51,2 mm pour le mois de janvier pour la nouvelle période.

Pour l'ensemble des stations les mois de juillet et aout sont les plus sec les précipitations estivales sont très faibles ne dépassent pas 15,6 mm pour les deux périodes.

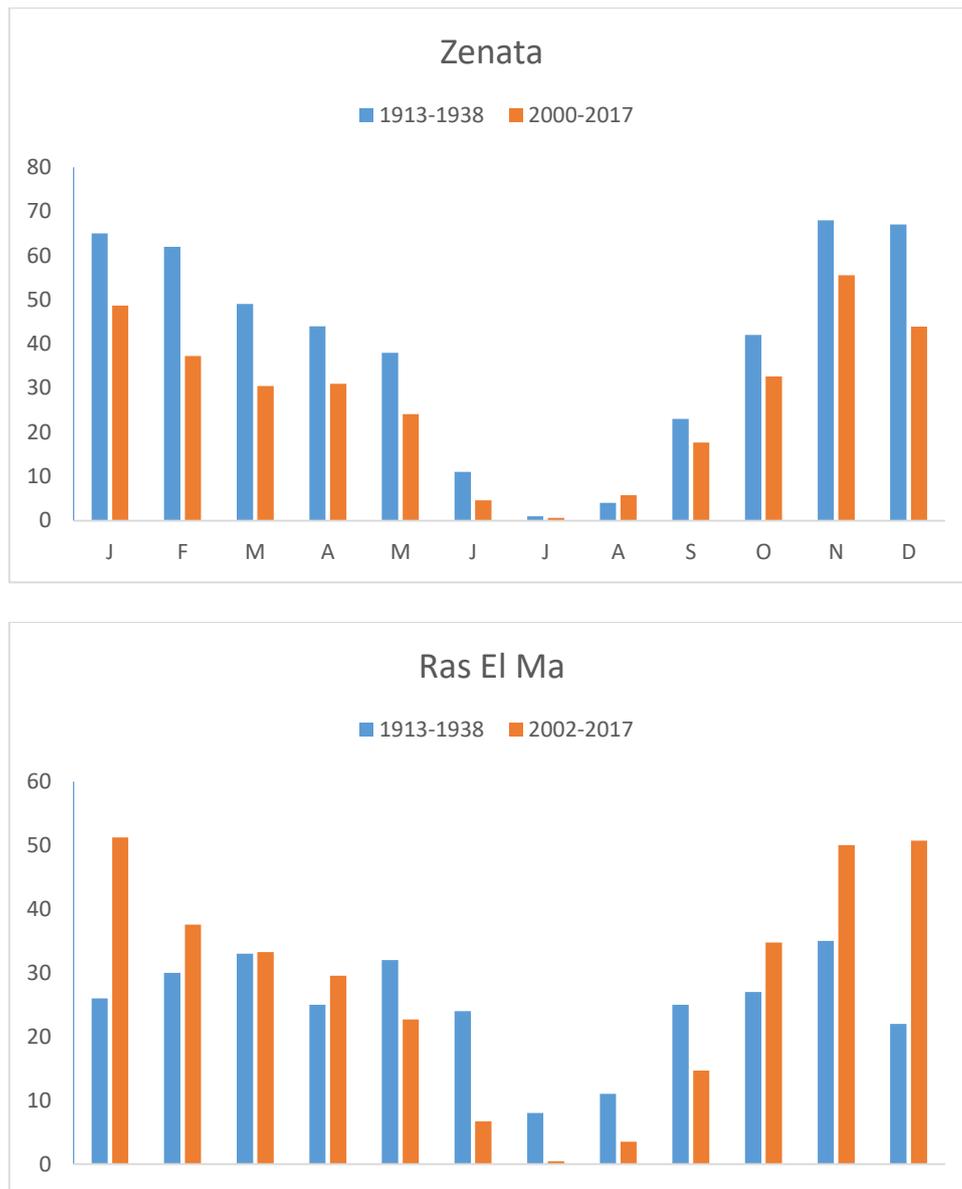


Figure 22: Précipitations moyennes mensuelles durant les deux périodes

Régime saisonnier :

Définie par **Musset 1935**, c'est un aménagement des saisons par ordre décroissant de pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station.

$$Csr = Ps * 4/Pa$$

Ps: précipitations saisonnières

Pa : précipitations annuelles

Crs : Coefficient relatif saisonnier de **MUSSET**

Tableau 3: Régime saisonnier des stations météorologiques

Station	Période	Répartition saisonnières des pluies (mm)								type du régime	Précipitation annuelle (mm)
		Hiver (H)		Printemps (P)		Eté (E)		Automne (A)			
		Ps(mm)	Crs	Ps (mm)	Crs	Ps(mm)	Crs	Ps(mm)	Crs		
Ain Sefra	AP	34,0	0,71	52,0	1,08	30,0	0,63	76,0	1,58	APHE	192,0
	NP	36,8	0,75	35,8	0,72	46,5	0,94	77,7	1,57	AEHP	196,9
zenata	AP	30,4	0,63	49,0	1,03	71,0	1,49	40,0	0,84	EPAH	190,4
	NP	116,4	1,40	59,6	0,72	24,0	0,29	132,0	1,59	AHPE	332,1
Ras el Ma	AP	89,0	1,19	81,0	1,08	44,0	0,59	84,0	1,12	HAPE	298,0
	NP	122,0	1,45	58,9	0,7	18,6	0,22	135,5	1,62	AHPE	335,1

D’après nos résultats (tableau 3), le régime saisonnier varie entre les trois durant les deux périodes stations. Durant la nouvelle période l’automne est la saison la plus pluvieuse, les pluies de l’hiver et printemps sont rapprochées.

Malgré que l’été reste la saison la plus sèche, la moyenne saisonnière est de 20 mm, cela est dû aux orages et pluies torrentielles fréquentes en cette période, dans cette zone.

II.4.3.2-Température :

La température est le second facteur constitutif du climat influant sur le développement de la végétation. Les températures moyennes annuelles ont une influence considérable sur l’aridité du climat.

Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (**GRECO 1966**).

Les acridiens comme tous les insectes, sont des poekilotherme, c'est-à-dire des animaux à température variable donc très dépendant de la température ambiante.

La température, agit sur les acridiens de façon quantitative parce qu’elle module l’activité générale, la vitesse de développement et influe aussi sur le taux de mortalité ainsi que sur la distribution géographique des espèces. C’est un facteur discriminant majeur si elle n’atteint pas un seuil minimal, l’insecte ne peut réagir aux autres facteurs de son environnement.

a)Température moyenne mensuelles :

Tableau 4:Températures moyennes mensuelles et annuelles des stations météorologiques

Stations	période	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	Tmoy c°
Ain Sefra	1913-1938	6,05	8,35	10,7	15,7	19,4	24,05	28,4	27,2	23,7	17,05	10,6	9,6	16,7292
	2000-2017	8,212	10,14	14,19	18,2	22,76	28,06	32,21	30,89	25,84	19,21	12,32	9,235	19,2701
zenata	1913-1938	9,9	10	10,5	13	15	21	24	26	21	17	13	10	15,8667
	2000-2017	10,56	10,74	13,56	16,7	20,28	24,73	27,86	26,59	23,44	19,91	14,81	11,56	18,3936
Ras el Ma	1913-1938	8,78	9,2	10,87	13,6	16,56	19,67	22,87	22,83	19,46	15,74	10,87	9,13	14,9683
	2002-2017	9,88	10,73	13,05	15,8	19,98	25,07	28,95	29,03	24,65	19,47	13,22	11,05	18,4117

Pour les trois stations le mois le plus froid est le mois de janvier, alors que juillet et Aout c'est les mois les plus chauds. Les températures varient entre 6,05°C à Ain sefra, 9,9°C à Zenata et 8,78°C à Ras El Ma pour l'ancienne période ; et 8,21°C à Ain Sefra, 10,56°C à Zenata et 9,88°C à Ras El Ma pour la nouvelle période.

La période la plus froide s'étale de décembre à février. Selon **HADJADJ AOUEL (1995)** la saison froide c'est la période pendant laquelle les températures sont les plus basses de l'année et où les températures moyennes sont inférieures à 10°C.

Les mois de juillet et aout sont considérés comme les mois les plus chauds de l'année.

La comparaison entre la moyenne des températures annuelles des deux périodes nous a permis de confirmer la présence d'une modification climatique qui témoigne de l'accroissement des températures moyennes annuelles d'environ de 2,5°C.



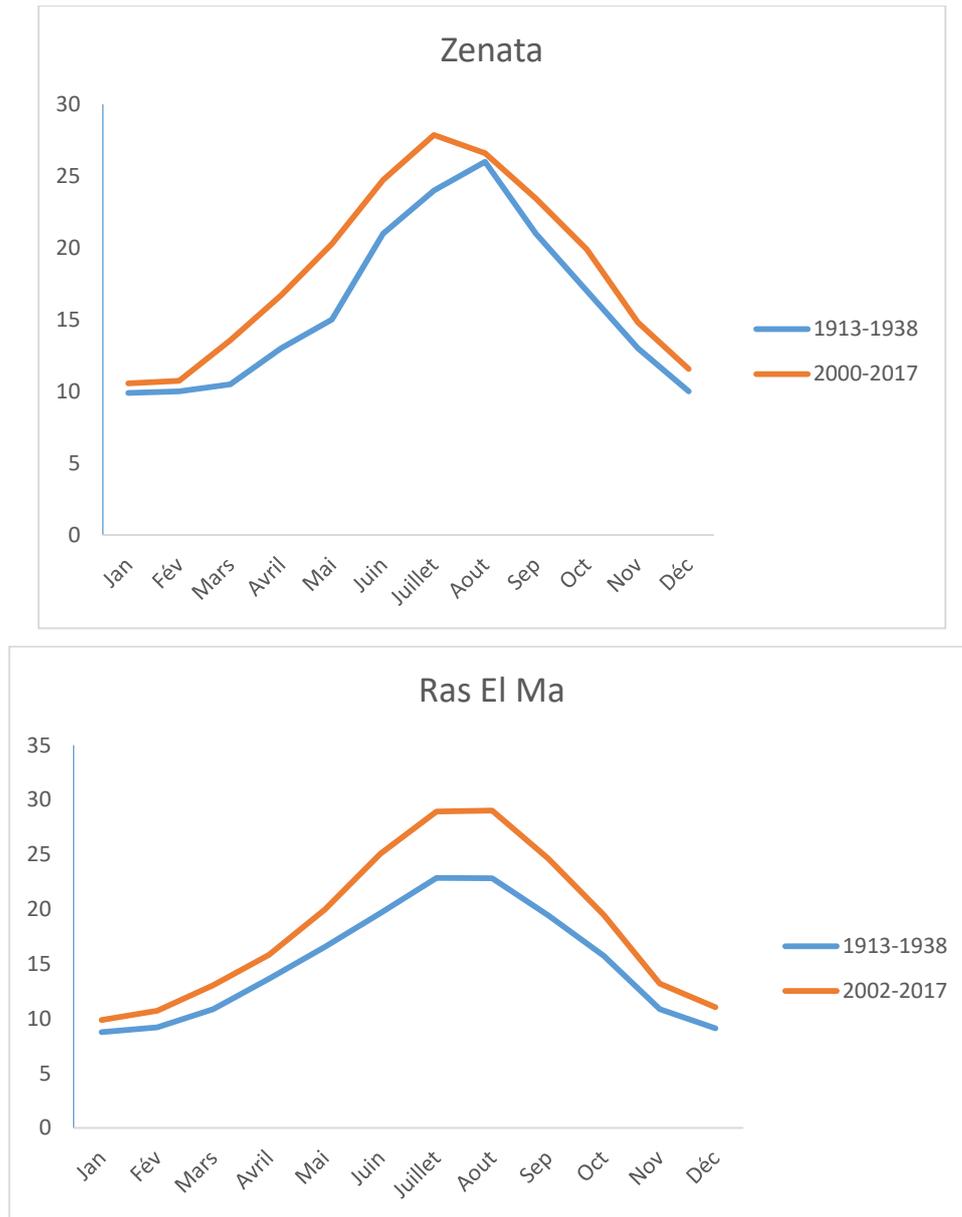


Figure 23:Températures moyennes mensuelles des stations choisies

b) Amplitude thermique, continentalité :

❖ **Amplitude thermique :** L'amplitude thermique a une influence certaine sur la végétation, elle a une action directe sur le cycle biologique du couvert végétal. Elle est définie par la différence des maxima extrêmes d'une part et les minima extrêmes d'autre part. Sa valeur est écologiquement importante à connaître ; car elle présente la limite thermique extrême à laquelle chaque année les végétaux doivent résister (**HALITIM 1988 in BELHACINI**).

D'après **DEBRACH 1959**, quatre types de climats peuvent être calculés à partir de **M** et **m**.

- $M - m < 15^{\circ}\text{C}$: climat insulaire
- $15^{\circ}\text{C} < M - m < 25^{\circ}\text{C}$: climat littoral
- $25^{\circ}\text{C} < M - m < 35^{\circ}\text{C}$: climat semi continental
- $M - m > 35^{\circ}\text{C}$: climat continental.

Où :

- M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C.
- m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C.

Tableau 5: Tableau 5 : Indice de continentalité de DEBRACH J 1959 (Ancienne et Nouvelle périodes).

stations		M (°C)	m (°C)	Amplitude thermiques	Type du climat
Ain sefra	1913-1938	37,6	-0,3	37,9	Semi-continental
	2000-2017	41	1,33	39,67	continental
Zenâta	1913-1938	26	9,9	16,1	littoral
	2000-2017	35,4	6,7	28,7	Semi-continental
Ras El Ma	1913-1938	38,19	0,59	37,6	continental
	2000-2017	38,4	3,3	35,1	Continental

Cet indice (tableau 5) nous a permis de déduire qu'il y a un changement de climat entre l'ancienne et la nouvelle période.

- La station de Ain sefra possède un climat semi continental pour l'ancienne période et un climat continental pour la nouvelle période ;
- La station de Zenata caractérisé par un climat littoral pour l'ancienne période et semi-continental pour la nouvelle période.
- La station de Ras El Ma a un climat continental pour l'ancienne et nouvelle période.

Cette semi-continentalité entraîne l'installation des espèces chamaephytes et phanerophytes caractérisées par les espèces suivantes :

- *Thymus ciliatus subsp Coloratus* ;
- *Ulex boivini* ;
- *Rosmarinus officinalis* ;
- *Quercus ilex*.

II.4.3.3- Autres facteurs climatiques :

a) Le vent :

Les vents estivaux de terre, caractérisés par une grande violence et un fort pouvoir desséchant, tel que le sirocco au Maghreb, font tomber l'humidité atmosphérique à moins de 30 % et contribuent à propager les incendies en transportant des étincelles et surtout des brandons sur

de grandes distances. Par ailleurs, l'action du vent accélère l'évapotranspiration, accentue l'aptitude des végétaux à s'enflammer et facilite la propagation des incendies (**QUEZEL et MEDAIL, 2003**).

C'est le sirocco qui intervient de 15 jours environ au Nord à 22 jours au Sud. Ce courant chaud, toujours sec, est une des causes principales de la quasi-stérilité des hautes plaines. Le sirocco est plus fréquent à l'Est (30 j) qu'à l'Ouest 15 j/an en moyenne, il souffle surtout en été, son maximum de fréquence a lieu en juillet **DJEBAILI (1984)**.

b) La neige :

Au-dessus de 600-700m, la neige apparaît presque régulièrement chaque hiver où elle fond très rapidement. Ce n'est que sur les sommets au-delà de 1000 m que l'enneigement peut durer. **HADJADJ AOUEL (1995)**. Selon **DJEBAILI (1984)**; La neige ne dépasse guère 10 cm dans les hautes plaines.

II.4.4- Synthèse bioclimatique :

II.4.4.1- Diagrammes Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :

Les différents éléments du climat n'agissent jamais indépendamment les uns des autres, l'une des préoccupations des phytogéographes, climatologues et écologues est de chercher en manipulant les données climatiques disponibles, des expressions susceptibles de traduire au mieux et de façon globale la combinaison des variables climatiques influençant la vie végétale (**DJELLOULI, 1981**).

BAGNOULS et GAUSSEN (1954) ont établi un diagramme qui permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; en admettant que le mois est sec lorsque « **P est inférieur ou égal à 2T** ».

P : précipitation moyenne du mois en mm

T : température moyenne du mois même en °C.

Tableau6 : précipitations et températures moyennes mensuelles d’Ain sefra pour les deux périodes

Tableau 6:précipitations et températures moyennes mensuelles d’Ain sefra pour les deux périodes

Mois	période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Précipitations	1913-1938	10	10	14	9	15	28	8	7	15	29	29	18
	2000-2017	13,76	10,82	12,18	13,3	15,65	6,94	4,059	15,65	26,88	43,18	22,471	12,06
Température	1913-1938	6,05	8,35	10,7	15,65	19,4	24,1	28,4	27,2	23,7	17,1	10,6	9,6
	2000-2017	8,21176	10,14	14,19	18,18	22,8	28,1	32,21	30,9	25,8	19,2	12,3	9,24

Le diagramme ombrothermique d’Ain sefra est représenté dans la figure suivante :

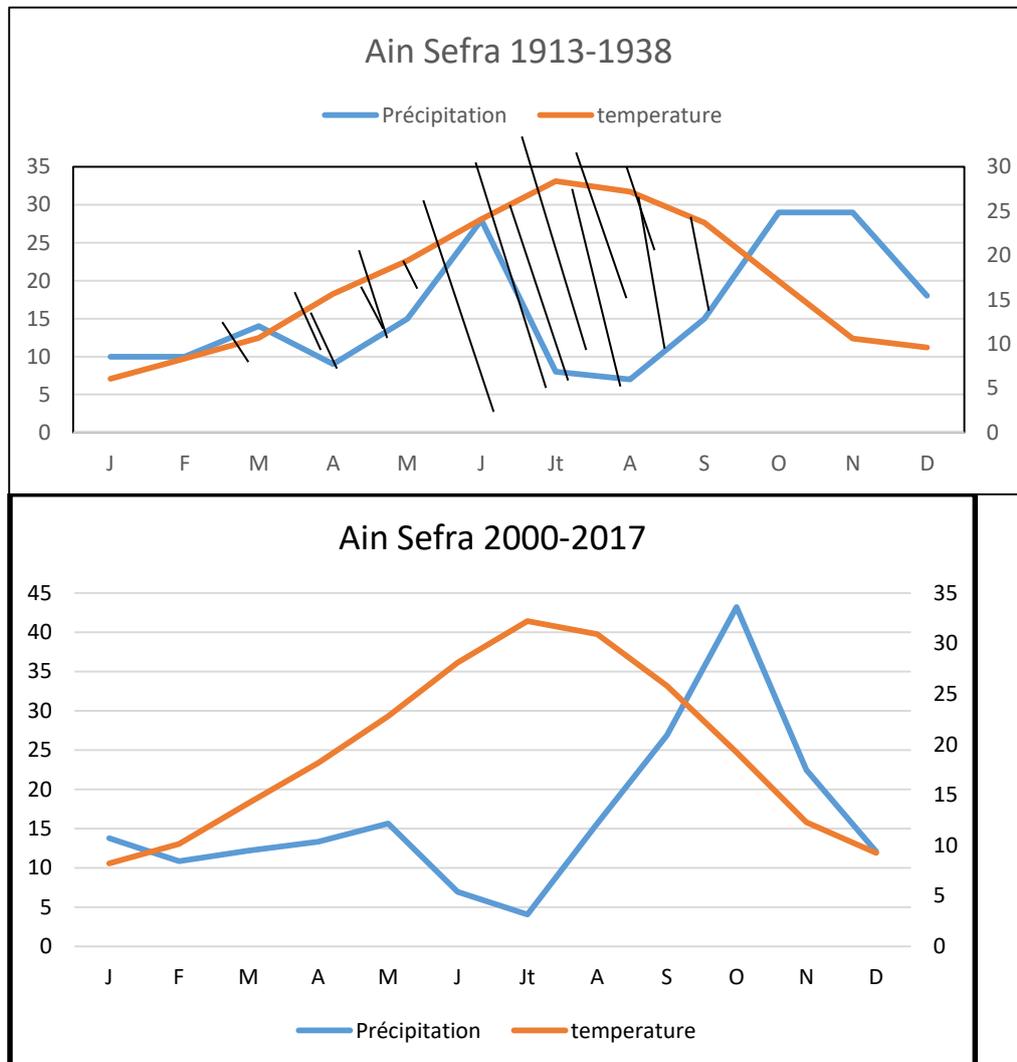
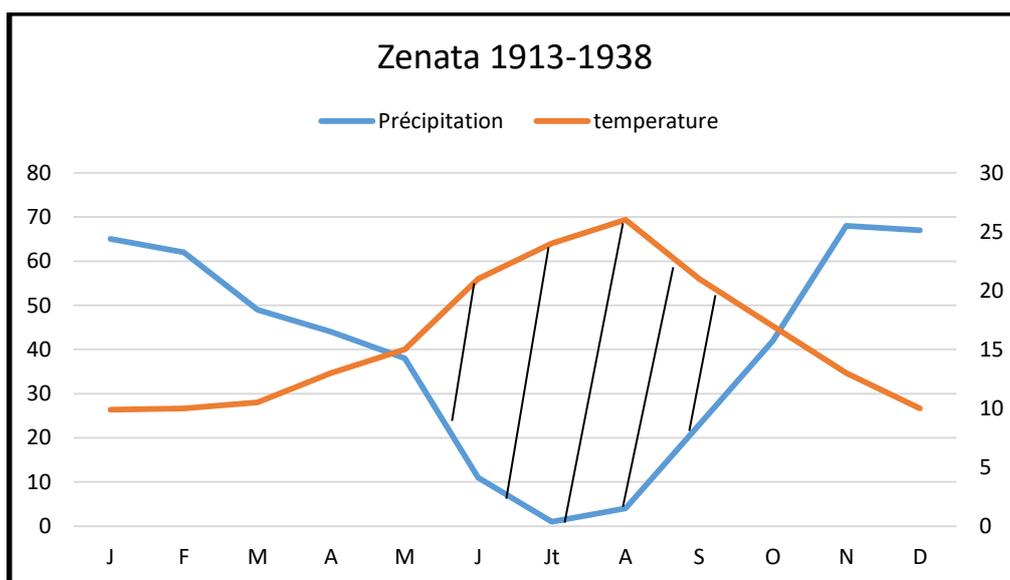


Figure 24:: Courbe ombrothermique de la station d’Ain Sefra

L'interprétation du diagramme ombrothermique de la station montre que la période sèche s'étale du mois de mars jusqu'à octobre pour l'ancienne période et de janvier jusqu'à septembre pour la nouvelle période.

Tableau 7: précipitations et températures moyennes mensuelles de Zenata pour les deux périodes

Mois	période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Précipitations	1913-1938	65	62	49	44	38	11	1	4	23	42	68	67
	2000-2017	48,68	37,256	30,49	30,964	24,1	4,5788	0,58	5,72	17,7	32,6	55,52	43,89
Température	1913-1938	9,9	10	10,5	13	15	21	24	26	21	17	13	10
	2000-2017	10,56	10,74	13,56	16,7	20,28	24,73	27,86	26,59	23,44	19,91	14,81	11,56



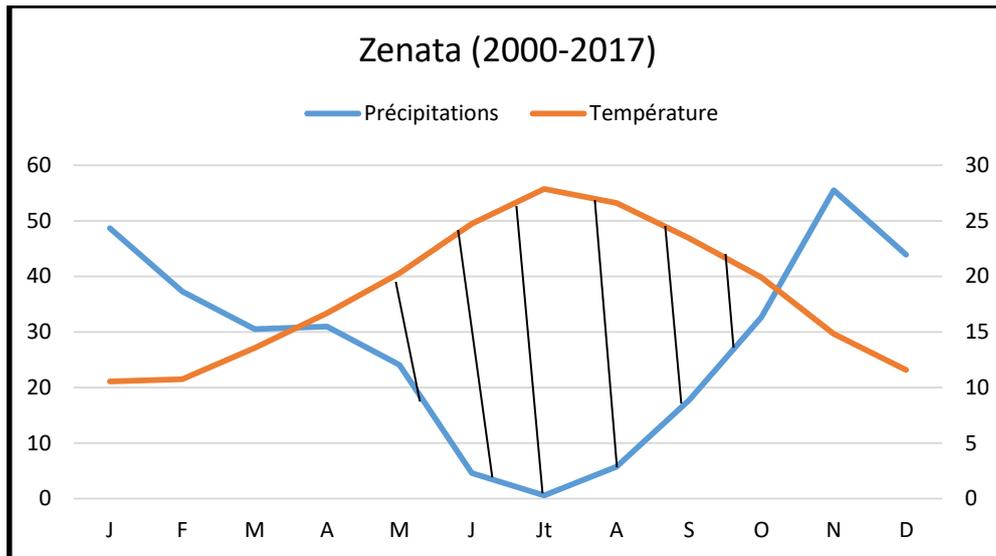
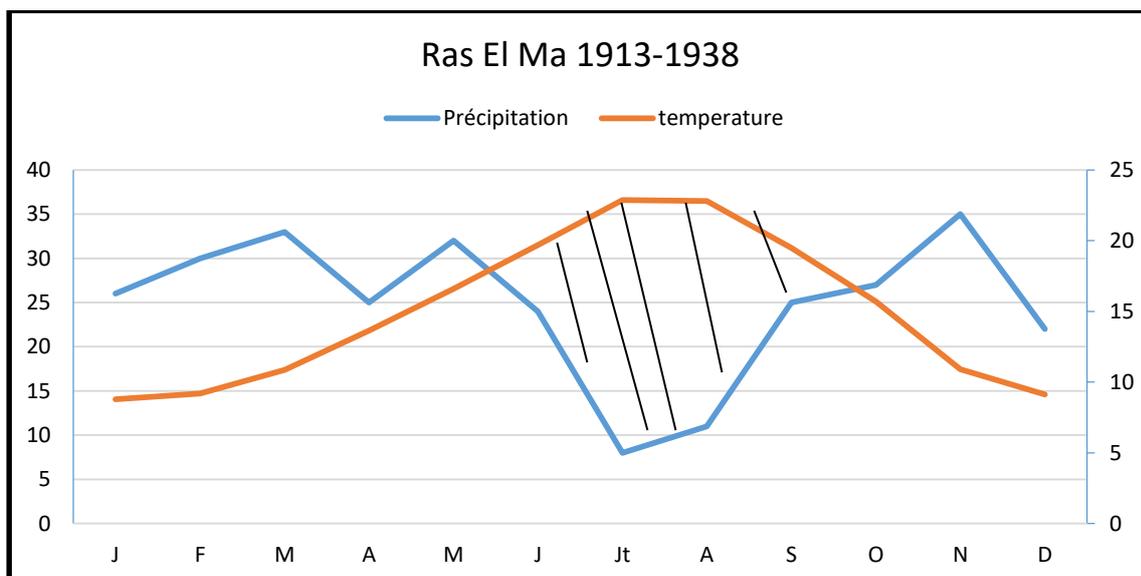


Figure 25: Courbe ombrothermique de la station de Zenata

Selon le diagramme de cette station, la période sèche s'étale de mai jusqu'à octobre pour l'ancienne période, et de avril jusqu'à octobre pour la nouvelle période.

Tableau 8: précipitations et températures moyennes mensuelles de Ras El Ma pour les deux périodes

Mois	période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Précipitations	1913-1938	26	30	33	25	32	24	8	11	25	27	35	22
	2000-2017	51,2	37,533	33,27	29,533	22,67	6,7333	0,47	3,53	14,67	34,7	50	50,73
Température	1913-1938	8,78	9,2	10,87	13,6	16,56	19,67	22,87	22,83	19,46	15,74	10,87	9,13
	2000-2017	9,88	10,73	13,05	15,8	19,98	25,07	28,95	29,03	24,65	19,47	13,22	11,05



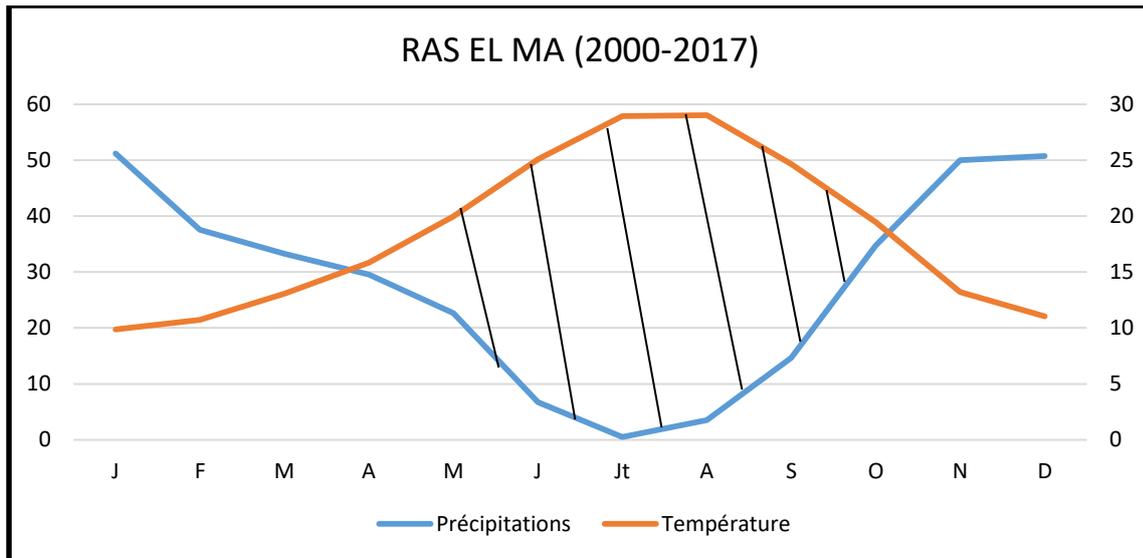


Figure 26: Courbe ombrothermique de la station de Ras El Ma

Pour l'interprétation de cette station la période sèche s'étale de la mi-mai jusqu'à octobre pour l'ancienne période et de avril jusqu'à octobre pour la nouvelle période.

II.4.4.2- Indice de De Martonne :

De Martonne (1926), a défini l'aridité du climat par un indice qui associe les précipitations moyennes annuelles aux températures moyennes annuelles, par le quotient :

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

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm)

T : Température moyenne annuelle (°C).

- L'aridité augmente quand la valeur de l'indice diminue.

Tableau 9: Indice d'aridité de De Martonne

Station		P mm	T+ 10° C	Indice de De Martonne
Ain Sefra	1913-1938	192	26,73	7,18
	2000-2017	197	29,27	6,72
Zenata	1913-1938	474	25,87	18,32
	2000-2017	332	28,39	11,7
Ras El Ma	1913-1938	298	24,97	11,94
	2000-2017	335	28,41	11,79

Suivant les valeurs de cet indice, **De Martonne** a établi la classification suivante :

- I < 5 climat hyperaride
- 5 < I < 7,5 climat désertique
- 7,5 < I < 10 climat steppique

- $10 < I < 20$ climat semi-aride
- $20 < I < 30$ climat tempéré

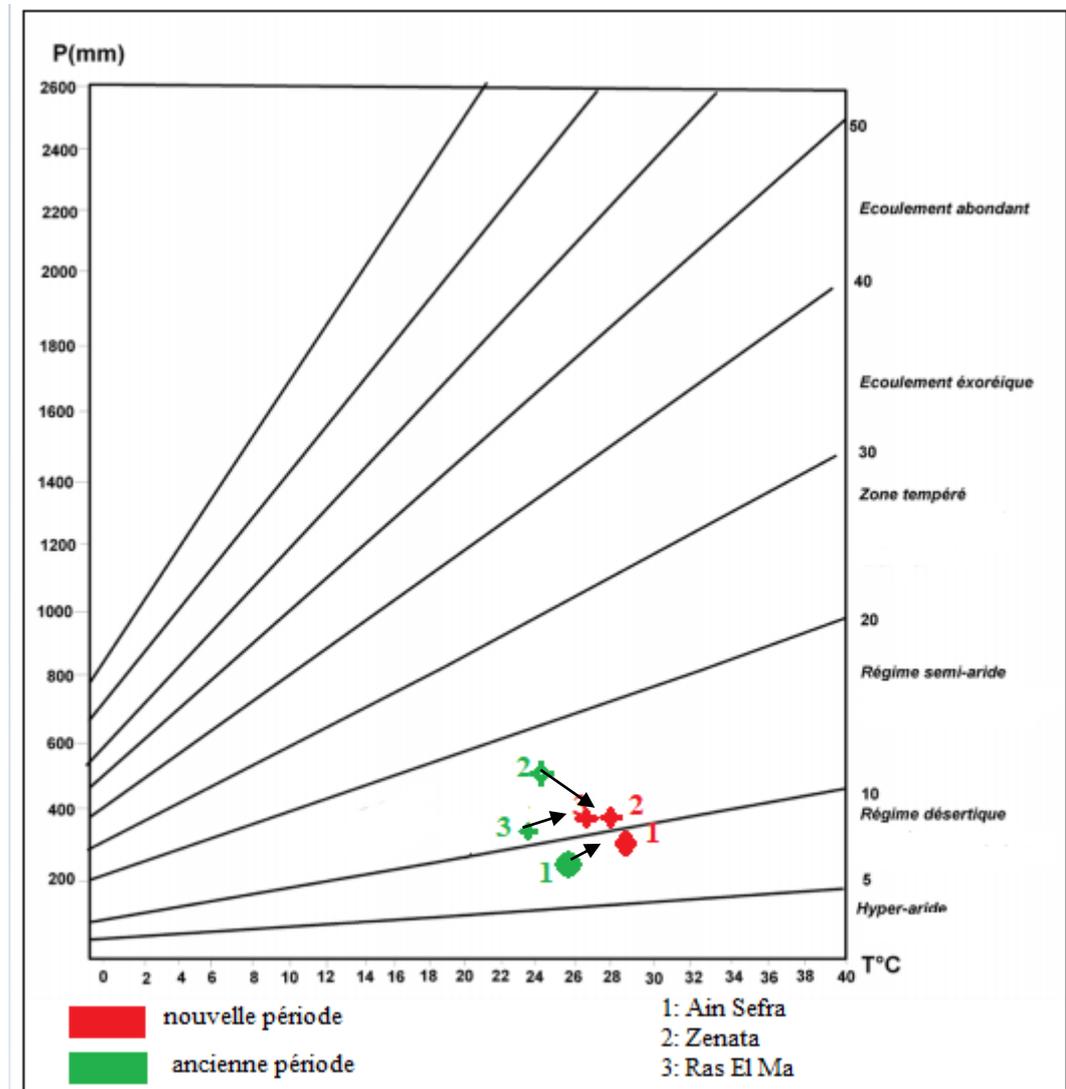


Figure 27:: Indice d'aridité de DE Martonne

Pour l'ancienne période (1913, 1938), cet indice passe de 7,18mm/°C à Ain Sefra jusqu'à 18,32 mm/°C à Zenata.

Pour la nouvelle période (2000-2017), l'indice passe de 6,72 mm/°C à Ain Sefra jusqu'à 11,79 mm/°C à Ras El Ma.

II.4.4.3- Indice xérothermique d'Emberger :

Les climatologues considèrent l'indice xérothermique d'EMBERGER comme indice de sécheresse. Cet indice est proposé par **EMBERGER (1942)** afin d'apprécier l'importance et l'intensité de la sécheresse estivale.

$$I_s = \frac{Pe}{M}$$

- Pe (mm): des précipitations moyennes estivales ;
- M (°C) : moyenne des températures du mois le plus chaud.

Selon ce même auteur, I_s ne doit pas dépasser la valeur de 7 pour un climat méditerranéen. Alors que **DAGET (1977)** fixe le seuil à 5 pour mieux caractériser le climat méditerranéen du climat océanique.

Tableau 10: Indice de sécheresse

Stations		Pe (mm)	M (°C)	I_s
Ain Sefra	1913-1938	30	37.6	0.79
	2000-2017	46,5	41	1,13
Zenata	1913-1938	71	26	2,7
	2000-2017	24	35,4	0,67
Ras El Ma	1913-1938	44	38,19	1.15
	2000-2017	18,6	38,4	0,48

D'après les résultats du tableau 10, les faibles valeurs d'indices de sécheresse confirment la rareté des pluies, les fortes chaleurs ainsi que l'étendue de la saison sèche.

Les valeurs de cet indice de sécheresse de nos stations varient entre **0,48** à Ras El Ma et **2,7** à Zenata. La comparaison entre l'ancienne et la nouvelle période, l'indice de sécheresse est moins significatif « inférieur à 0,7 » pour la nouvelle période pour Zenata et Ras el Ma et atteint 1,13 à Ain sefra.

II.4.4.4- Quotient pluviothermique d'Emberger :

EMBERGER (1930,1955), a établi un quotient pluviothermique le Q_2 qui est spécifique au climat méditerranéen, ce dernier est le plus utilisé en Afrique du Nord, il permet de localiser l'ambiance bioclimatique des stations étudiées. Plus les valeurs du Q_2 sont basses plus le climat est sec.

La formule du Q_2 d'Emberger a été modifiée par **SAUVAGE et DAGET (1963)** sur la base de la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M-m)(M+m)}{2}} = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : pluviosité moyenne annuelle ; **M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($T+273^{\circ}\text{K}$); **m** : moyenne des minima du mois le plus froid ($T+273^{\circ}\text{K}$).

En Algérie, **STEWART (1969)** et **SAUVAGE (1960)** ont développé une reformulation du quotient pluviothermique de la manière suivante :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

M et **m** sont exprimés en degrés Celsius.

STEWART (1969) a montré aussi que les valeurs du Q_2 et celles obtenues par la formule du Q_3 sont très peu différentes.

EMBERGER (1930,1955) a suggéré le quotient pluviothermique Q_2 , caractéristique de la région méditerranéenne. Il en ressort 5 étage bioclimatique : Humide, Sub-humide, Aride, Semi-aride et Saharien et quatre variantethermique :

- A hiver frais $0 < m < 3^{\circ}\text{C}$.
- A hiver froid $m < 0^{\circ}\text{C}$.
- A hiver doux ou tempéré $3 < m < 5^{\circ}\text{C}$.
- A hiver chaud $m < 7^{\circ}\text{C}$.

Tableau 11: Quotient pluviométrique d'EMERGER

Stations	P (mm)	M (k)	m (k)	Q_2	Etage bioclimatique	
Ain Sefra	1913-1938	192	310,6	272,7	17,37	Aride à hiver froid
	2000-2017	197	314	274,33	16,88	Aride Hiver frais
Zenata	1913-1938	474	299	282,9	63,9	Semi-aride à Hiver chaud
	2000-2017	332	308,4	279,7	39,34	semi- aride Hiver chaud
Ras El	1913-1938	298	311,19	273,59	27,10	Aride Hiver froid
Ma	2000-2017	335	311,4	276,3	32,47	Semi-aride Hiver doux

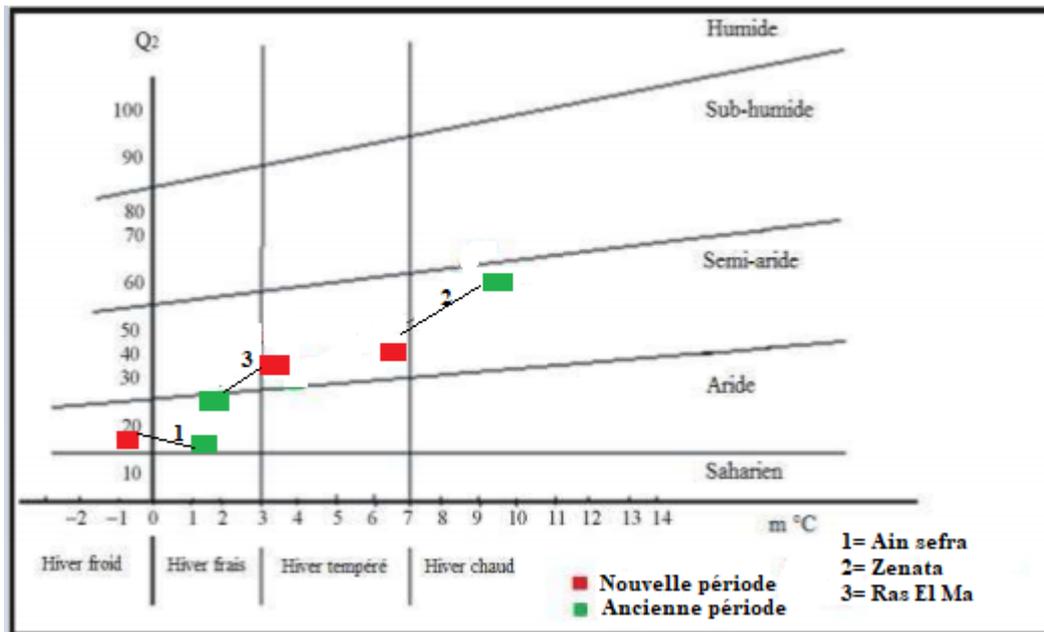


Figure 28: une projection de la region d'etude sur le climatogramme d'emberger

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons comparé du point de vue climatique entre deux périodes différentes une ancienne (1913-1938) et une nouvelle période (2000-2017)

L'étude bioclimatique des stations montre que nos stations ont un climat semi- aride et aride caractérisé par un hiver frais à tempéré, caractérisé par deux saisons :

- Saison hivernale: courte et froide, elle s'étale de Novembre à Mars, et caractérisée par l'irrégularité pluviométrique.
- Saison estivale: longue et sèche, elle est caractérisée par la moyenne des précipitations et de fortes chaleurs et s'étale sur 8 à 9 mois pour la zone sud.

L'Ouest algérien a connu ces deux dernières décennies une baisse de la pluviométrie. Ce déficit pluviométrique a engendré une sécheresse prolongée et grave.

La pluviométrie est parmi les principales composantes du climat qui contribue à la désertification des zones arides. L'aridité, est une conséquence d'un déficit de précipitations par rapport à l'évapotranspiration durant une période plus ou moins longue.

CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

III.1- Etude de la végétation :**III.1.1. Matériel pour l'étude de la végétation :**

- Une corde de 100m ;
- des piquets en fer ;
- sécateur ;
- 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 les neuf stations suivantes :

- ✓ Sebdou
- ✓ El Gor
- ✓ Kasdir
- ✓ Sidi Mokhfi
- ✓ Sidi Yahia
- ✓ Aricha
- ✓ Abdelmoula
- ✓ Magoura
- ✓ El Aouedj

Notre objectif étant la caractérisation floristique de la végétation des stations étudiées, de point de vue biologique, morphologique et géographique.

III.2. Etude des Orthoptères**III.2.1. Matériel utilisé pour l'étude Orthoptérologique :**

Le présent travail nécessite un matériel de capture et d'échantillonnage adéquat.

- Un filet fauchoir pour la capture des adultes ;
- Des boîtes (ou sachets) en plastique pour la conservation des spécimens au laboratoire ;
- Un filet raquette pour la capture des espèces mal adaptées au vol ;
- Une ficelle et piquets pour délimiter les placettes d'une superficie de 100m².

2.2. Méthodologie du travail:

2.2.1. Sur le terrain :

L'étude Orthoptérologique a été effectuée dans la région Sud de Tlemcen sur neuf stations d'une période qui s'étalent de Mars 2017 à Septembre 2018. Une sortie réussite doit se dérouler sous les conditions suivantes ; un ciel dégagé, un vent faible et une température élevée.

L'étude sur le terrain des peuplements animaux nécessite que l'on connaisse au moins de façon approchée les effectifs et les proportions des différentes espèces. Il faut donc recueillir des échantillons aussi représentatifs que possible de la faune Orthoptérologique des stations d'étude.

La méthode d'échantillonnage consiste, à récolter soit manuellement ou au filet un échantillon d'Orthoptères suffisamment grand pour le considérer comme représentatif de la faune de l'endroit.

Le point positif des prélèvements c'est qu'ils sont aptes à fournir une bonne estimation de la richesse faunistique générale et de la représentativité de chaque espèce au sein du peuplement Orthoptérologique.

L'ensemble des relevées a été réalisé sous forme de parcours aléatoire au sein d'un périmètre approximatif de 100m².

Les méthodes d'échantillonnages sont nombreuses et variées selon le type d'information recherche par l'utilisateur et selon l'objectif vise.

Sur le terrain, la capture des Orthoptères à l'aide de filet pour les premières fois sont transportés au laboratoire pour la détermination, une fois les espèces sont connues, la détermination des espèces se faisait sur place sauf dans le cas de la capture d'une nouvelle espèce.

2.2.2. Choix des stations :

La station selon **ELLENBERG (1956)** dépend de l'homogénéité du couvert végétal dans le but d'éviter les zones de transitions. La structure du tapis végétal est un élément fondamental dans la description de la niche écologique des criquets, et la plante est non seulement la source nutritive mais aussi l'habitat du criquet (**LE GALL, 1989**).

La station constitue une zone sur laquelle un inventaire est effectué. Le choix des stations est effectué d'après leur homogénéité structurelle et les différents types d'habitats recensés dans la zone d'étude. Pour étudier la phytoécologie de l'habitat des caelifères (orthoptères) nous avons choisie 9 stations.



Sebdou
 34° 36' 51,8''N
 1° 19' 57'' O

Figure 29: Situation géographique de la région de Sebdou



El Gor :
 34°37'48''N
 1° 09'43,2'' O

Figure 30: situation géographique de la région El Gor



Kasdir
 33° 70' 69''N
 1° 37' 83''O

Figure 31 : situation géographique de la région Kasdir



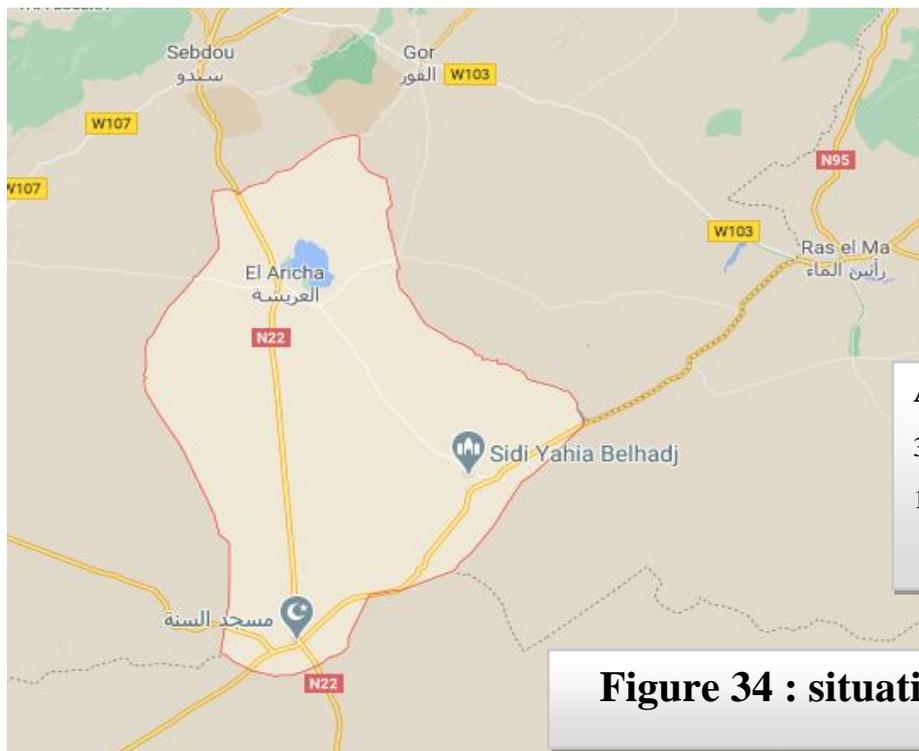
Sidi Yahia:
 34° 34' 7,4'' N
 1°27' 16''O

Figure 32 : situation géographique de la Station Sidi yahia



Sidi Mokhfi
34° 29' 10, 7''N
1° 28'42, 5'' O

Figure33 : une photo de la station Sidi Mokhfi



Aricha
34° 20' 38'' Nord
1°05'33,1''Ouest



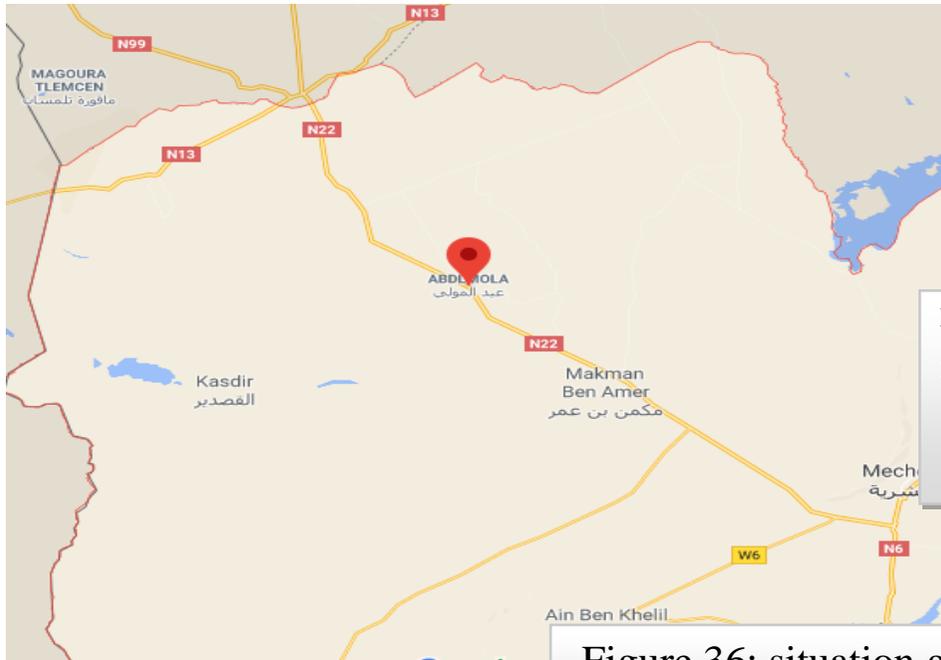
Figure 34 : situation géographique de la région El Aricha



Abdelmoula :
 33° 89'43''N
 1° 00'18''O



Figure 35: situation géographique de la région Abdelmoula



Magoura :
 34° 24' 17,7''N
 1° 63'29'' O



Figure 36: situation géographique de la région Magoura



El Aouedj

34°48'30''N

1°27'18''O



Figure 37 : situation géographique de la région Aouedj

2.3. Méthodes d'échantillonnages :

2.3.1. étude du tapis végétale :

La méthode utilisée c'est la méthode de l'aire minimale, selon **CHAABANE, 1993**, la surface du relevé doit être au moins égale à l'aire minimale, contenant la quasi-totalité des espèces présentes.

L'aire minimale joue un rôle de premier ordre dans la comparaison floristique des relevés. Il est connu que cette aire minimale varie en fonction de chaque groupement végétale.

Dans la zone aride, la méthode effectuée pour la richesse floristique dépend essentiellement du nombre d'espèces annuelles présentes au moment de l'exécution du relevé. Celles-ci et, par voie de conséquence, l'aire minimale vont dépendre également des aléas des précipitations et des conditions d'exploitation selon **DJEBAILI 1984**.

2.3.2. Prélèvement des orthoptères :

La détermination des Orthoptères a nécessité des ouvrages clés comme celui de **CHAUPARD(1943)**, la clé des Orthoptères de l'Afrique du Nord, (**FELLAOUINE,1989**), (**LOUVEAUX et BENHALIMA, 1987**) catalogue des orthoptères Acrididés d'Afrique du Nord-ouest.

La systématique des Caelifères s'appuie sur divers caractères morphologiques, tel que : la forme du pronotum, la couleur des ailes, la forme des pattes postérieures.

Après chaque sortie, les individus récoltés sont mis au froid à l'aide d'un congélateur, fixe sur les étales à l'aide des épingles au niveau du pronotum. Les antennes sont dressées vers l'avant et les pattes antérieures vers l'arrière. Les élytres et les ailes sont aussi étalés.

3. Méthodes d'analyse des résultats :

3.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques :

a- Les richesses spécifiques :

Elles représentent un des paramètres fondamentaux qui caractérisent un peuplement. On distingue une richesse totale et une richesse moyenne (**RAMADE, 1984 ; BLONDEL, 1979**).

• La richesse totale :

La richesse totale d'un peuplement dans un milieu correspond au nombre de toutes les espèces observées au cours de N relevés.

RAMADE (1984) avance que la richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent.

$$S = Sp1 + Sp2 + Sp3 + \dots + Spn.$$

S: est le nombre total des espèces observées.

Sp1+Sp2+Sp3+... + Spn.: sont les espèces observées.

• **La richesse moyenne :**

D'après **RAMADE (1984)**, la richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement.

La richesse totale présente l'inconvénient d'aboutir à un même poids pour toutes les espèces quelques soit leur abondance. C'est pourquoi, il est préférable de calculer la richesse moyenne. Cette dernière permet de calculer l'homogénéité du peuplement.

$$Sn = \frac{Ki}{N}$$

Ki : est la somme des richesses totales obtenues à chaque relevé.

N : est le nombre total des relevés.

b- La densité :

$$D = \frac{N}{S}$$

D : densité

N : nombre d'individus présents

S : surface échantillonné

e- Indice de diversité de Shannon-Weaver :

Un indice de diversité peut traduire à l'aide d'un seul nombre, la richesse spécifique d'une part et l'abondance relative des espèces d'autre part, reflet de l'équilibre dynamique de la biocénose (**DAJOZ, 1974**). Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces, chacune étant représenté par un petit nombre d'individus. Un indice de diversité faible traduit des conditions de vie défavorables, le milieu étant pourvu de peu d'espèces mais chacune d'elle ayant en général de nombreux individus.

Indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum Pi \log_2 Pi$$

Pi : Proportion d'une espèce *i* par rapport au nombre total d'espèces (*S*) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante:

$$P_i = n/N$$

N : Nombre total d'individus.

f- L'Equitabilité :

La connaissance de H' et H'_{max} permet de déterminer l'équitabilité *E*.

Selon **RAMADE (1984)**, *E* varie entre 0 et 1, *E* tend vers zéro quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, *E* tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus.

L'équitabilité calculée par la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

g- indice de Simpson :

L'indice de Simpson est une formule permettant de calculer une probabilité, soit la probabilité que deux individus sélectionnés aléatoirement dans un milieu donné soient de la même espèce.

$$I_s = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

P_i : l'abondance relative de chaque espèce (comme pourcentage de couverture), calculé en proportion du nombre total d'espèces (*S*).

4. Méthodologie à l'étude cartographique :

L'étude a porté sur la réalisation des cartes à partir des travaux d'étude sur la répartition des orthoptères et la végétation associée dans la région de Tlemcen.

Les cartes que nous avons réalisées donnent un aperçu général sur la présence des espèces d'orthoptères qui existaient dans la wilaya de Tlemcen

CHAPITRE IV : Résultats et discussions

IV. 1- Biodiversité floristique :

La biodiversité est un terme formé à partir de diversité biologique qui comprend trois niveaux de variabilité biologique : complexité de l'écosystème, richesse des espèces et variation génétique (**ROBERTO PICHETTE et al 2000**).

La biodiversité végétale méditerranéenne est produite, pour beaucoup, d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse du milieu par l'homme (**QUEZEL et al, 1999**).

La répartition des végétaux sur la surface du globe terrestre dépend d'un certain nombre de facteurs, l'influence du climat : température, pression barométrique, vent, précipitations atmosphériques (neige, pluie). L'augmentation de l'altitude ou de la latitude ont des influences sur la distribution des plantes, la proximité des mers, ainsi que la nature chimique du sol (**WELSH 1893**).

Selon **LOISEL**, la végétation est le résultat de l'intégration des facteurs floristiques, climatiques, géologiques, historiques, géomorphologiques et édaphiques. D'après **DUVIGNEAU (1980)**, il y a d'autres facteurs que les espèces se répartissent dans les différents strates, le sol et les végétaux : c'est le facteur trophique ; le sol est le milieu où la matière organique se dégrade en éléments plus fins.

DAHMANI(1997) signale que l'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chronologiques permettrait de mettre en évidence leurs originalités floristiques, leur état de conservation, et par conséquent leur valeur patrimoniale.

Les steppes se caractérisent par un climat de type méditerranéen avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec une saison hivernale pluvieuse et froide. La diminution et irrégularité des pluviosités, augmentation des températures et de la longueur des périodes de sécheresses estivales rendant encore plus difficile les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire (**NEDJIMI et al**).

IV.1.1-Composition systématique :

La flore utilisée pour l'identification des taxons récoltés est la nouvelle flore de l'Algérie de (**QUEZEL et SANTA 1963**).

Selon les tableaux de composition floristiques 12 à 19 et les figures de 36 à 44 des différentes stations montre que les familles les mieux représentées sont les poacées, les astéracées, les fabacées, les lamiacées ; avec des pourcentages comme suit :

- ❖ **Sebdou** : Poacées 20,89%, Fabacées 11,94%, Lamiacées 10,44% ;
- ❖ **El Gor** : Astéracées 12,82%, Lamiacées 12,82%, Poacées 10,25%, Fabacée 7,69% ;
- ❖ **Kasdir** : Astéracée 24,3% Amaranthacée Poacée 10,81% Zygophyllacée 8,1% Brassicacée 8,1% ;
- ❖ **Sidi Mokhfi** : Asteracée 21,1% Poacée 9,17% Brassicacée 8,26% Lamiacée 7,34% ;
- ❖ **Sidi yahia** : Asteracée 20% Lamiacée 12,22% Poacée 7,78% ;
- ❖ **El Aricha** : Asteracée 15,04% Fabacée 9,73% Poacée 7,96% Lamiacée 7,08% ;
- ❖ **Abdelmoula** : Amarantacée 25,6%, Cistacée 21,02%, Brassicacée 12,8%, poacée 15,4% ;
- ❖ **Magoura** : Poacée 21,42%, Brassicacée 14,28%, Amaranthacée 14,3% ;
- ❖ **El Aouedj** : Poacée 25% Astéracée 14,28%.

Tableau 12: composition floristique de la station de Sebdou

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Adonis dentata</i>	Renonculacées	TH	HA	Méd
<i>Aegilops triuncialis</i>	Poacées	TH	HA	Méd .Irano. Tour
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Poacées	CH	HV	W.méd
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Poacées	CH	HV	W .méd
<i>Anagalis arvensis</i>	Primulacée	TH	HA	End .N .A
<i>anarrhinum fruticosum</i>	Plantaginacées	CH	LV	W N.A.
<i>Artemisia herba alba</i>	Astéracée	CH	HV	Esp des canarie Egypte Asie Occ
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacée	GE	HV	Can .Méd
<i>Avena alba</i>	Poacées	TH	HA	Méd-Iran-Tour
<i>Bellis annua</i>	Astéracée	TH	HA	Circum. méd
<i>Brachypodium distachum</i>	Poacées	TH	HA	Paléo .Sub. Trop
<i>Bromus madritensis</i>	Poacées	TH	HA	Méd.
<i>Bromus rubens</i>	Poacées	TH	HA	Paléo. Sub. Trop
<i>Calendula arvensis</i>	Astéracée	TH	HA	Sub. med
<i>Calendula bicolor</i>	Astéracée	TH	HA	Sub .med
<i>Calicotome spinosa</i>	Fabacées	CH	LV	W .méd
<i>Calycotorne spinosa</i>	Fabacée	CH	LV	W .méd
<i>Catananche lutea</i>	Astéracée	TH	HA	Méd
<i>Centaurea pullata</i>	Astéracée	TH	HA	Méd
<i>Centaurea involucrata</i>	Astéracée	TH	HA	End .AIg .Mar
<i>Centaurea melitensis</i>	Astéracée	TH	HA	Circum. méd
<i>Centaurea pungens</i>	Astéracée	CH	HV	Sah
<i>Chamaerops humilis</i>	Arécacée	CH	HV	W .méd
<i>charmaerops humilis</i>	Poacées	CH	LV	W .méd
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracée	CH	HV	End
<i>Coronilla minima</i>	Fabacées	CH	LV	Méd. Eur

<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	GE	HV	Paléo. Temp
<i>Daphne gnidium</i>	Thymeliacées	CH	HV	Méd.
<i>Echinaria capitata</i>	Poacées	TH	HA	Atl. Méd
<i>Echium pycnanthum</i>	Boraginacée	TH	HA	Med .Sah
<i>Euphorbia exigua</i>	Euphorbiacées	TH	HA	Méd .Eur
<i>Evax pygmaea</i>	Astéracée	TH	HA	Circum .méd
<i>Helianthemum hirtum</i>	Cistacée	TH	HA	Espagne
<i>Helianthemum opertum</i>	Cistacée	TH	HA	End N. A
<i>Inula montana</i>	Astéracée	CH	HV	W .méd .Sub. Alt
<i>Lygium spartum</i>	Poacées	TH	HA	W .méd
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacée	TH	HA	Cosm
<i>Medicago minima</i>	Fabacées	TH	HA	Eur .Méd
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	Liliacée	GE	HV	Atl .Méd
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllacée	CH	HV	Méd
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacée	PH	LV	Méd
<i>Pistasia atlantica</i>	Anacardiacée	CH	HV	End. N. A
<i>Plantago psyllium</i>	Plantaginacées	TH	HA	Sub. méd
<i>Poa bulbosa</i>	Poacées	TH	HA	Paléo .Temp
<i>Quercus ilex</i>	Fabacées	PH	LV	Méd
<i>Reseda alba</i>	Résédacée	TH	HA	Euras
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Salvia officinalis</i>	Lamiacée	HE	HV	Eur
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiacée	HE	HV	Méd. Atl
<i>Satureja graeca</i>	Lamiacée	TH	HA	Méd
<i>satureja rotundifolia</i>	Lamiacée	TH	HA	Méd
<i>Scabiosa stellata</i>	Dipsacée	TH	HA	W .méd
<i>Schismus barbatus</i>	Poacées	TH	HA	Macar .Méd
<i>scilla peruviana</i>	Asparagacée	HE	HV	Méd
<i>Scorpiurus muricatus</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Scorpiurus muricatus</i>	Fabacées	TH	HA	Méd
<i>Senicio vulgaris</i>	Astéracée	TH	HA	Sub. cosm
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacée	TH	HA	Paléo .Temp
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacées	GE	HV	Ibero. Maur
<i>Taraxacum officinalis</i>	Astéracée	TH	HA	Méd
<i>Teucrium fruticans</i>	Lamiacée	CH	HV	Méd
<i>Thapsia garganica</i>	Apiacée	HE	HV	Méd
<i>Thymelea hirsuta</i>	Thymeliacées	CH	HV	Méd.
<i>Trigonilla polycerata</i>	Fabacées	TH	HA	Ibero. Maur
<i>Urginea maritima</i>	Liliacée	GE	HV	Can .Méd
<i>Urginea maritima</i>	Liliacée	GE	HV	Can .Méd
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacées	CH	HV	End .N .A

Tableau 13: composition floristique de la station El Gor

Espèces	Famille	Type biologique	type morphologique	type biogéographique
<i>Alyssum compestre</i>	Brassicacée	TH	HA	Méd
<i>Artemisia Herba-Alba</i>	Astéracée	CH	LV	Canarie-EgyptAsie Occ
<i>Asphodelus microcarpus</i>	liliacée	GE	HV	Canar-Méd
<i>Astragalus epiglottis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Avena alba</i>	Poacées	TH	HA	Méd-Iran-Tour
<i>Ballota hirsuta</i>	Lamiacée	HE	HV	Ibéro-Maur
<i>Bellis annua</i>	Astéracée	TH	HA	Circum-Méd
<i>Centaurea Pullata</i>	Astéracée	TH	HA	Méd
<i>Cictus monspeliensis</i>	Cistacée	CH	LV	Méd.
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Convolvulacée	TH	HA	Macar-Méd
<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	GE	HV	Paleo-Temps
<i>Euphorbia peplus var minima</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Cosmp
<i>Globularia alypum</i>	Globulariacée	CH	LV	Méd.
<i>Globularia alypum</i>	Globulariacée	CH	LV	Méd.
<i>Helianthemum helianthemoïdes</i>	Cistacée	CH	LV	End N-A
<i>Helianthemum hirtum</i>	Cistacées	CH	LV	NA
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressacées	PH	LV	Atl-Circum-Méd
<i>Lolium rigidum</i>	Poacées	TH	HA	Paléosubtrop
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacée	TH	HA	Euras
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacée	CH	LV	Ibéro-Mar.
<i>Papaver rhoeas</i>	Papavéracées	TH	HA	Paleo-Temp
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Oléacée	PH	HV	Méd
<i>Picris Sp</i>	Astéracée	TH	HA	Méd
<i>Pinus halepensis</i>	pinacée	PH	LV	Méd
<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiacee	CH	LV	Méd
<i>Quercus ilex</i>	Fagacées	PH	LV	Méd
<i>Quercus ilex</i>	Fagacée	PH	LV	Méd
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicacée	TH	HA	Méd
<i>Reseda alba</i>	Résédacée	TH	HA	Euras
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Rubia peregrina</i>	Rubiacee	HE	HV	Méd. Atl
<i>Salvia Verbenaca</i>	Lamiacées	HE	HV	Méd-Atl
<i>Senecio vulgaris</i>	Astéracée	TH	HA	Subcosm
<i>Sinapsis arvensis</i>	Brassicacées	TH	HA	Pléo-ternp
<i>Spartium junceum</i>	Fabacée	CH	LV	Méd.
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacées	GE	HV	Ibér.-Maur
<i>Teucrium polium</i>	Lamiacée	CH	HV	Eur. Méd
<i>Thapsia garganica</i>	Apiacées	CH	HV	Méd
<i>Ulex boivini</i>	fabacée	CH	HV	Ibéro-Mar

Tableau 14: Tableau 14: composition floristique de la station Kasdir

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Adonis dentata</i>	Renonculacées	TH	HA	Méd.
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	Fabacées	CH	HV	Sah. Méd.
<i>Artemisia herba-alba</i>	Astéracées	CH	LV	Canarie-EgyptAsie Occ
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées	TH	HA	Circum-Méd
<i>Atractylis serratuloides</i>	Astéracées	CH	LV	Sah.
<i>Atriplex halimus</i>	Amarathancées	CH	LV	Cosmp.
<i>Bassia muricata</i>	Amarathancées	TH	HA	Sah.
<i>Brassica tournefortii</i>	Brassicacées	TH	HA	Méd
<i>Cistanche tinctoria</i>	Orobanchacées	TH	HA	Sah.-Méd
<i>Citrullus colocynthis</i>	Cucurbitacees	TH	HA	Trop. Méd.
<i>Cleome amblyocarpa</i>	Capparidacées	TH	HA	Sah-Sind.
<i>Eremobium aegyptiacum</i>	Brassicacées	HE	HV	Sah.-Sind.- Sub-Trop.
<i>Haplophyllum tuberculatum</i>	Rutacées	TH	HA	Sah.-Sind
<i>Hedynois cretica</i>	Astéracées	TH	HA	Méd.
<i>Helianthemum lippii</i>	Cistacées	CH	LV	M éd. Sah
<i>Hordeum murinum</i>	Poacées	TH	HA	Circumbor
<i>Lappula patula</i>	Boraginacées	HE	HV	N Trop.
<i>Lygeum spartum</i>	Poacées	GE	HV	Méd.
<i>Malva aegyptica</i>	Malvacées	HE	HV	Sah.-Sind. Méd.
<i>Marrubium alysson</i>	Lamiacées	CH	LV	Ibéro-Mar
<i>Nitraria schoberi</i>	Zygophyllacées	CH	LV	Iran-Tour
<i>Noaea mucronata</i>	Amarathancées	CH	LV	Méd.-IranTour
<i>Onopordon arenarium</i>	Astéracées	HE	HV	A.N.
<i>Paronychia chlorothyrsa</i>	Caryophyllacées	HE	HV	Méd
<i>Peganum harmala</i>	Zygophyllacées	HE	HV	Iran-Tour.-Eur
<i>Salsola vermiculata</i>	Amarathancées	CH	LV	Sah.Méd
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiacées	HE	HV	Méd. Atl
<i>Schismus barbatus</i>	Poacées	GE	HV	Macm.-Méd.
<i>Scorzonera coronopifolia</i>	Astéracées	HE	HV	End.
<i>Senecio glaucus ssp. Coronopifolius</i>	Astéracées	HE	HV	Macar. Méd.
<i>Silybum eburneum</i>	Astéracées	HE	HV	Coss. et Dur.
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacées	GE	HV	Ibér.-Maur.
<i>Thymelaea microphylla</i>	Thymélaeacées	CH	LV	End. N.A
<i>Trigonella polycerata</i>	Fabacées	TH	HA	Sah. Iran. Tour
<i>Vella pseudocytisus integrifolius subsp. Glabrata</i>	Brassicacées	CH	LV	Ibér.-Mar.
<i>Xanthium spinosum</i>	Astéracées	TH	HA	Subcosmp.
<i>Zygophyllum album</i>	Zygophyllacées	CH	LV	Sah.Méd.

Tableau 15: composition floristique de la station Sidi Mokhfi

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Achillea leptophylla</i>	Asteracée	TH	HA	E,méd
<i>Adonis aestivalis var flava</i>	Renonculacée	TH	HA	Euras
<i>Adonis dentata</i>	Renonculacée	TH	HA	Méd
<i>Ajuga chamaepitys</i>	Lamiacées	TH	HA	Euras-Méd
<i>Alyssum alyssoides</i>	Brassicacées	TH	HA	Méd
<i>Alyssum compestre</i>	Brassicacées	TH	HA	Méd
<i>Alyssum parviflorum</i>	Brassicacées	TH	HA	Méd
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Poacées	CH	LV	W.Méd
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	Plantaginacée	CH	LV	W.N.A
<i>Annagalis arvensis</i>	Primulacée	TH	HA	Sub-Cosmp
<i>Arabis auriculata</i>	Brassicacée	TH	HA	Méd
<i>Arenaria pomelii</i>	Caryophyllacée	TH	HA	End-Mar.
<i>Artemisia herba alba</i>	Astéracées	CH	HV	ESP- DES canaries à L Egypte- asieocc-
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées	GE	HV	Canar-Méd
<i>Aster linosyris</i>	Asteracée	HE	HV	S. et W. Eur
<i>Astragalus incanus</i>	Fabacée	TH	HA	W. Méd.
<i>Astragalus armatus</i>	Fabacée	CH	HV	End.N.A
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées	GE	HV	Canar-Méd
<i>Atractylis carduus</i>	Astéracées	CH	LV	Sah
<i>Atractylis humilis</i>	Astéracées	CH	LV	Ibéro-Maur
<i>Ballota hirsuta</i>	Lamiacées	CH	LV	Ibéro-Maur
<i>Bellis annua</i>	Astéracées	TH	HA	Circum-Méd
<i>Biscutella auriculata</i>	brassicacée	TH	HA	W. Méd.
<i>Bromus madritensis</i>	Poacées	TH	HA	Eur.-Méd.
<i>Bromus rubens</i>	Poacées	TH	HA	Paléo-Sub-Trop
<i>Capsella bursa pastoris</i>	brassicacée	TH	HA	Méd.
<i>Carthamus caeruleus</i>	Astéracées	TH	HA	Méd
<i>Catananche lutea</i>	Astéracées	TH	HA	Méd
<i>Centaurea pullata</i>	AStéracées	TH	HA	Méd
<i>Centaurea pungens</i>	AStéracées	TH	HA	Sah.
<i>Centaurea involucrata</i>	AStéracées	TH	HA	End. Alg. Mar.
<i>Ceratocephalus falcatus</i>	Renonculacée	TH	HA	Méd-Iran-Tour.
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées	TH	HA	Méd
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées	TH	HA	End
<i>Cicendia filiformis</i>	Gentianacées	TH	HA	Méd-Atl
<i>Cistus albidus</i>	Cistacée	CH	LV	W.Méd
<i>Cistus monspeliensis</i>	Cistacée	CH	LV	Méd.
<i>cistus salvifolius</i>	Cistacée	CH	LV	Euras-Méd
<i>Cladanthus arabicus</i>	Asteracée	TH	HA	Méd.
<i>Convulvulus althaeoides</i>	Convulvulacées	TH	HA	Macar-Méd
<i>Convulvulus tricolor</i>	Convulvulacées	TH	HA	Méd

<i>Coris monspeliensis</i>	Renonculacée	TH	HA	Méd
<i>Cuscuta sp</i>	Convulvulacées	TH	HA	Méd
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cuprèssacée	PH	LV	End
<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	GE	HV	Paleo-Temps
<i>Daphne gnidium</i>	Thymeleacées	CH	LV	Méd
<i>Diplotaxis harra</i>	Brassicacées	TH	HA	Méd.-Iran-Tour.
<i>Echinaria capitata</i>	Poacées	TH	HA	Atl-Méd
<i>Echium vulgare</i>	Borraginacée	TH	HA	Méd
<i>Erica multiflora</i>	Ericacées	CH	LV	Méd
<i>Erodium moschatum</i>	Geraniacées	TH	HA	Méd
<i>Eryngium maritimum</i>	Apiacée	CH	LV	Eur-Méd
<i>Euphorbia capitata</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Cosmp
<i>Euphorbia bivubellata</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Cosmp
<i>Euphorbia peplis</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Cosmp
<i>Evax argentea</i>	Astéracées	TH	HA	N.A-Trip
<i>Evax prolifera</i>	Astéracées	TH	HA	End
<i>Evax pygmaea</i>	Astéracées	TH	HA	Circumméd
<i>Fedia cornucopiae</i>	caprifoliacée	TH	HA	Méd.
<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiacée	GE	HV	Méd
<i>Fumana thymifolia</i>	Cistacée	CH	LV	Euras. Ai. sept
<i>Globularia alypum</i>	Globulariacée	CH	LV	Méd.
<i>Halimium halimifolium</i>	Cistacée	CH	LV	W.Méd
<i>Helianthemum apertum</i>	Cistacée	CH	LV	End. N.A.
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Paléo-Temps
<i>Hordeum murinum</i>	Poacée	TH	HA	Circum-Méd
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cuprèssacée	PH	LV	Méd
<i>Koelipinia linearis</i>	Astéracées	TH	HA	Méd-Sah--irano-Tour
<i>Leontodon hispidus subsp.muelleri</i>	Astéracées	TH	HA	Méd.
<i>Lotus ornithopoides</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Lygeum spartum</i>	Poacée	GE	HV	W. Méd.
<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvacée	TH	HA	Sah.-Sind. Méd.
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacée	TH	HA	Euras
<i>Marrubium alysson</i>	Lamiacées	CH	LV	Ibéro-Mar.
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Micropus bombycinus</i>	Campanulacée	TH	HA	Euras. N.A. Trip.
<i>Minuartia montata</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Méd
<i>Nigella damacena</i>	Nymphéacée	TH	HA	Méd
<i>Noaea mucronata</i>	Amaranthacée	CH	LV	Méd.-Iran-Tour.
<i>Olea europea var. Oleaster</i>	Oléacée	PH	LV	Méd
<i>ononis natrix</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Pallenis spinosa</i>	Astéracées	TH	HA	Euro.-Méd.
<i>Papaver hybridum</i>	Papavéracée	TH	HA	Méd
<i>Papaver rhoes</i>	Papavéracée	TH	HA	Paléo-Temps
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Méd

<i>Peganum harmala</i>	zygophyllacée	CH	HV	Iran-Tour.-Eur
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacée	HE	HV	Méd
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacée	HE	HV	Méd
<i>Plantago psyllium</i>	Plantaginacée	TH	HA	Sub.-Méd.
<i>Poa bulbosa</i>	Poacée	HE	HV	Paléo-temps
<i>Quercus ilex</i>	Fagacée	PH	LV	Méd
<i>Raffanaldia primuloides</i>	brassicacée	HE	HV	End. W.N.A.
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicacées	HE	HV	Méd
<i>Reseda alba</i>	Resedacée	TH	HA	Euras-Méd
<i>Reseda phyteuma</i>	Resedacée	TH	HA	Méd
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacées	CH	LV	Méd
<i>Salvia verbinaca</i>	Lamiacées	HE	HV	Méd-Atl
<i>Sanchus asper</i>	Astéracées	TH	HA	Cosmp
<i>Sanguisorba minor</i>	Rosacée	HE	HV	Euras.
<i>Saponaria glutinisia</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Méd
<i>Saturega graeca</i>	Lamiacées	TH	HA	Méd
<i>Scabiosa stellata</i>	Dipsacacée	TH	HA	W.Méd
<i>Shismus barbatus</i>	Poacée	TH	HA	Macar-Méd
<i>Scolymus hispanicus</i>	Astéracée	CH	LV	Méd
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacée	GE	HV	Ibéro-Maur
<i>Taraxacum officinalis</i>	Astéracée	TH	HA	End.N.A
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>	Lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Thymus ciliatus subsp. Coloratus</i>	Lamiacée	CH	LV	End.N.A
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacée	TH	HA	E,méd

Tableau 16: composition floristique de la station Sidi yahia

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Adonis annua subsp autumnalis</i>	Renonculacée	TH	HA	Euras
<i>Aegilops triuncialis subsp atlantica</i>	Poacée	TH	HA	Méd.-Irano-Tour.
<i>Ajuga chamaepitys</i>	Lamiacées	TH	HA	Euras-Méd
<i>Alyssum campestre</i>	Brassicacées	TH	HA	Méd
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulacée	TH	HA	Sub-Cosmp
<i>Anagallis monelli</i>	Primulacée	CH	HV	W. Méd.
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées	GE	HV	Canar-Méd
<i>Astragalus armatus</i>	Fabacée	CH	HV	End.N.A
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées	TH	HA	Circum-Méd
<i>Atractylis carduus</i>	Astéracées	CH	LV	Sah
<i>Avena sterilis</i>	Poacée	TH	HA	Macar-Méd-Irano-Tottr.
<i>Bellis annua</i>	Astéracées	TH	HA	Circum-Méd
<i>Biscutella didyma</i>	Brassicacée	TH	HA	Méd
<i>Bromus rubens</i>	Poacées	TH	HA	Paléo-Sub-Trop

<i>Calendula arvensis var bicolor</i>	Astéracée	TH	HA	Sub-Méd
<i>Carlina acanthifolia</i>	Astéracées	HE	HV	W. Méd.
<i>Carthamus caeruleus</i>	Astéracées	TH	HA	Méd
<i>Catananche caerulea</i>	Asteracée	HE	HV	Méd.
<i>Centaurea pullata</i>	AStéracées	TH	HA	Méd
<i>Cephalaria leucantha</i>	caprifoliacée	TH	HA	W Méd
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées	TH	HA	End
<i>Chrysanthemum segetum</i>	Astéracées	TH	HA	Subcosm.
<i>clypeola cyclodonteia</i>	Brassicacée	TH	HA	End. N.A.
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Convulvulacée	TH	HA	Macar-Méd
<i>Coronilla scorpioides</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	GE	HV	Paleo-Temps
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Asteracée	HE	HV	Méd
<i>Echinops spinosus</i>	Asteracée	CH	LV	Méd-Sah-Sind.
<i>Erodium moschatum</i>	Geraniacées	TH	HA	Méd
<i>Eryngium maritimum</i>	Apiacée	CH	LV	Eur-Méd
<i>Euphorbia peplis</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Cosmp
<i>Euphorbia peplis var minima</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Méd. Atl.
<i>Evax argentea</i>	Astéracées	TH	HA	N.A-Trip
<i>Ferula communis</i>	Apiacée	HE	HV	Méd.
<i>Fumana thymifolia</i>	Cistacée	CH	LV	Euras. Ai. sept
<i>Geropogon glaber</i>	Astéracée	TH	HA	Eury-méd.
<i>Gladiolus byzantinus</i>	Iridacée	GE	HV	Méd.
<i>Gladiolus segetum</i>	Iridacée	GE	HV	Méd
<i>Helianthemum helianthemoïdes</i>	Cistacée	CH	LV	End N-A
<i>Helianthemum hirtum</i>	Cistacée	TH	HA	N.A.
<i>Helianthemum virgatum</i>	Cistacée	TH	HA	Ibéro-Maur
<i>Hordeum murinum subsp eumurinum</i>	Poacée	TH	HA	Circumbor.
<i>Iris tingitana</i>	Iridacée	GE	HV	End. Alg.-Mar.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressacée	PH	LV	Méd
<i>Knautia arvensis</i>	Dipsacacée	HE	HV	Eur. As.
<i>Linum strictum</i>	Linacée	TH	HA	Méd.
<i>Linum suffruticosum subsp eusuffruticosum</i>	Linacée	CH	LV	W. Méd.
<i>Lithospermum apulum</i>	Boraginacée	TH	HA	Méd.
<i>Lolium rigidum</i>	Poacée	TH	HA	Paléo-subtrop.
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacée	TH	HA	Euras
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacées	TH	HA	Cosm.
<i>matthiola longipetala</i>	Brassicacée	TH	HA	Méd.-Sah.-Sind.
<i>Medicago rugulosa</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Micropus bombycinus</i>	Asteracée	TH	HA	Euras. N.A. Trip.
<i>Muscari comosum</i>	Asparagacée	GE	HV	Méd.
<i>Papaver rhoeas</i>	Papavéracée	TH	HA	Paléo-Temps
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Méd

<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacée	TH	HA	Méd.
<i>Plantago psyllium</i>	Plantaginacée	TH	HA	Sub.-Méd.
<i>Quercus ilex</i>	Fagacée	PH	LV	Méd.
<i>Raphanus raphanistum</i>	Brassicacées	HE	HV	Méd
<i>Reseda alba</i>	Resedacée	TH	HA	Euras-Méd
<i>Reseda lutea</i>	Resedacée	TH	HA	Eur.
<i>Reseda phyteuma</i>	Resedacée	TH	HA	Méd
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacées	CH	LV	Méd
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacées	CH	LV	Méd
<i>Rubia peregrina</i>	Rubiacée	HE	HV	Méd. Atl
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiacées	HE	HV	Méd-Atl
<i>Sanguisorba minor</i>	Rosacée	TH	HA	Euras.
<i>Satureja calamintha subsp nepeta</i>	Lamiacées	TH	HA	Euras.
<i>scabiosa stellata</i>	Dipsacacée	TH	HA	W.Méd
<i>Scabiosa stellata</i>	Dipsacacée	TH	HA	W.Méd
<i>Scolymus hispanicus</i>	Astéracée	CH	LV	Méd
<i>Scorpiurus muricatus</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Senecio cineraria</i>	Asteracée	TH	HA	Méd
<i>Sideritis montana</i>	Lamiacée	TH	HA	Méd.
<i>Silene conica</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Euras.
<i>Sinapis alba</i>	Brassicacée	TH	HA	Paléo-temp.
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacée	TH	HA	Paléo .Temp
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacée	GE	HV	Ibéro-Maur
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressacée	PH	LV	Ibér. Mauris. Malte
<i>Teucrium polium</i>	Lamiacée	CH	LV	Eur-Méd.
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>	Lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Thapsia garganica</i>	Apiacée	HE	HV	Méd
<i>Thymus ciliatus subsp coloratus</i>	Lamiacée	CH	LV	End.N.A
<i>Tragopogon porrifolius</i>	Astéracée	HE	HV	Circumméd.
<i>Ulex boivinii</i>	Fabacée	CH	LV	Ibéro,Mar
<i>Urginea maritima</i>	Liliacée	GE	HV	Can,Méd.
<i>Ziziphora capitata</i>	Lamiacée	TH	HA	Méd.
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacée	TH	HA	E,méd

Tableau 17:composition floristique de la station Aricha

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Adonis aestivalis var flava</i>	Ranunculaceae	TH	HA	Euras.
<i>Adonis dentata</i>	Ranunculaceae	TH	HA	Méd.
<i>Aegilops triuncialis</i>	poacée	TH	HA	Méd.-Irano-Tour.
<i>Agropyron repens</i>	poacée	GE	HV	Circumbor
<i>Ajuga chamaepitys</i>	lamiacée	TH	HA	Euras. Méd
<i>Ajuga iva</i>	lamiacée	CH	LV	Méd

<i>Allium hirsutum</i>	liliacée	GE	HV	Méd
<i>Allium nigrum</i>	liliacée	GE	HV	Méd.
<i>Allium roseum</i>	liliacée	GE	HV	Méd.
<i>Althaea hirsuta</i>	malvacée	TH	HA	Méd.
<i>Ammoides verticillata</i>	Apiacée	TH	HA	Méd
<i>Ammophila arenaria</i>	poacée	GE	HV	Circumbor.
<i>Anacyclus radiatus</i>	asteracée	TH	HA	Eur. Méd. Syrie
<i>Anagallis arvensis subsp latifolia</i>	primulacée	TH	HA	sub.cosmop
<i>Anagallis arvensis subsp phoenicea</i>	Primulacée	TH	HA	sub.cosmop
<i>Anagallis monelli</i>	malvacée	TH	HA	W. Méd.
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabacée	TH	HA	Eur.-Méd.
<i>Arenaria emarginata</i>	Caryophyllacée	TH	HA	ibéro-Maur
<i>Arisarum vulgare</i>	Aracée	GE	HV	Circum-Méd
<i>Aristolochia longa</i>	Aristolochiacée	GE	HV	Macar.-Méd
<i>Artemisia herba-alba</i>	asteracée	CH	LV	Méd-Sah-Sind
<i>Arum italicum</i>	Aracée	GE	HV	Atl. Méd
<i>Asparagus acutifolius</i>	liliacée	CH	LV	Méd
<i>Asparagus albus</i>	liliacée	CH	LV	W.Méd
<i>Asparagus stipularis</i>	liliacée	GE	HV	Macar.-Méd
<i>Asphodelus microcarpus</i>	liliacée	HE	HV	Canar.med
<i>Asteriscus maritimus</i>	asteracée	CH	LV	Canarie,Eur.mérid.A.N
<i>Astragalus baeticus</i>	Fabacée	HE	HV	Méd.
<i>Astragalus lusitanicus</i>	Fabacée	HE	HV	Méd.
<i>Atractylis carduus</i>	asteracée	CH	LV	Sah.
<i>Atractylis concellata</i>	asteracée	TH	HA	Circumméd.
<i>Avena sterilis</i>	poacée	TH	HA	Macar.-Méd,-Irano-Tottr.
<i>Ballota hirsuta</i>	lamiacée	CH	LV	ibéro-Maur
<i>Bellis annua</i>	Asteracée	TH	HA	Circum-Méd
<i>Biscutella didyma</i>	brassicacée	TH	HA	Méd.
<i>Blakstonia perfoliata</i>	gentianacée	HE	HV	Méd.
<i>Borago officinalis</i>	Boraginacée	TH	HA	W. Méd.
<i>Brachypodium distachyum</i>	poacée	TH	HA	Paléo-subtrop
<i>Briza minor</i>	poacée	TH	HA	Thermo-subcosm
<i>Bromus madritensis</i>	poacée	TH	HA	Eur.-Méd
<i>Bromus rubens</i>	poacée	TH	HA	paléo-sub-trop
<i>Bryonia dioica</i>	cucurbitacée	HE	HV	Euras.
<i>Cakile maritima</i>	brassicacée	TH	HA	Eur.-Méd.
<i>Calendula arvensis</i>	asteracée	TH	HA	Sub.Méd
<i>Calycotome intermedia</i>	Fabacée	CH	LV	Méd.
<i>Calycotome spinosa</i>	Fabacée	CH	LV	w.Méd
<i>Calystegia soldanella</i>	convolvulacée	GE	HV	cosmop.
<i>Campanula trachelium</i>	campanulacée	HE	HV	Eur.
<i>Carduus pycnocephalus</i>	asteracée	TH	HA	Euras.

<i>Carthamus coeruleus</i>	asteracée	HE	HV	Méd.
<i>Catananche coerulea</i>	asteracée	HE	HV	w.Méd
<i>Centaurea incana</i>	asteracée	TH	HA	Ibéro-Maur
<i>Centaurea pullata</i>	asteracée	TH	HA	Méd.
<i>Centaurea pungens</i>	asteracée	TH	HA	Sah.
<i>Centaurium umbellatum</i>	gentianacée	HE	HA	Eur.Méd
<i>Chamaerops humilis subsp argentea</i>	Arécacée	CH	LV	W. Méd
<i>Chenopodium album</i>	Amaranthacée	TH	HA	Cosm.
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	asteracée	TH	HA	Méd.
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	asteracée	HE	HV	End.
<i>Chrysanthemum segetum</i>	asteracée	TH	HA	Subcosm
<i>Cicendia filiformis</i>	gentianacée	TH	HA	Méd. Atl.
<i>Cistus albidus</i>	cistacée	CH	LV	Méd
<i>Cistus monspeliensis</i>	cistacée	CH	LV	Méd
<i>Cistus salvifolius</i>	cistacée	CH	LV	Euras. Méd.
<i>Cistus villosus</i>	cistacée	CH	LV	Méd
<i>Convolvulus althaeoides</i>	convolvulacée	GE	HV	Macar-Méd
<i>Convolvulus tricolor</i>	convolvulacée	TH	HA	Méd
<i>Cordylocarpus muricatus</i>	brassicacée	TH	HA	Euras. Méd.
<i>Coris monspeliensis</i>	primulacée	CH	LV	Méd
<i>Crithmum maritimum</i>	Apiacée	HE	HV	Eur. Méd.
<i>Cynodon dactylon</i>	poacée	GE	HV	Thermocosm.
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	Boraginacée	HE	HA	Méd
<i>Dactylis glomerata</i>	poacée	HE	HV	Paléo-temps
<i>Daphne gnidium</i>	thymelaeacée	CH	LV	Méd
<i>Daucus carota subsp gummifer</i>	Apiacée	GE	HV	Méd
<i>Delphinium peregrinum</i>	Renonculacée	TH	HA	Méd.
<i>Echinaria capitata</i>	poacée	TH	HA	Atl.-Méd.
<i>Echinophora spinosa</i>	Apiacée	HE	HV	Eur. Méd.
<i>Echinops spinosus</i>	asteracée	CH	LV	S.Méd.Sah
<i>Echium australe</i>	Boraginacée	HE	HV	W. Méd.
<i>Echium vulgare</i>	Boraginacée	GE	HV	Méd
<i>Erica multiflora</i>	ericacée	TH	HA	Méd
<i>Erodium moschatum</i>	geraniacée	TH	HA	Méd
<i>Eryngium maritimum</i>	Apiacée	HE	HV	Eur. Méd.
<i>Euphorbia biumbellata</i>	Euphorbiacée	CH	LV	W. Méd.
<i>Euphorbia nicaensis</i>	Euphorbiacée	CH	LV	W. Méd.
<i>Euphorbia peplus</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Cosm.
<i>Fagonia cretica</i>	Zygophyllacée	CH	LV	Méd
<i>Fedia cornucopiae</i>	caprifoliacée	TH	HA	Méd
<i>Ferula communis</i>	Apiacée	HE	HV	Méd.
<i>Fumana thymifolia</i>	cistacée	CH	LV	Euras. Ai. sept.
<i>Galactite tomentosa</i>	asteracée	TH	HA	Circumméd.
<i>Galium aparine</i>	Rubiacee	TH	HA	Paléo-temp

<i>Galium verum</i>	Rubiacée	HE	HV	Euras
<i>Genista numidica</i>	Fabacée	HE	HV	Méd
<i>Geranium pratense</i>	Geraniacée	HE	HV	Méd
<i>Gladiolus segetum</i>	Iridacée	HE	HV	Méd
<i>Globularia alypum</i>	Plantaginacée	CH	LV	Méd
<i>Gnaphalium luteo-album</i>	asteracée	TH	HA	Cosm.
<i>Halimium halimifolium</i>	cistacée	CH	LV	W. Méd.
<i>Helianthemum apertum</i>	cistacée	HE	LV	End. N.A.
<i>Helianthemum hirtum</i>	cistacée	CH	LV	N.A.
<i>Helianthemum pilosum</i>	cistacée	CH	LV	/
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Paléo-Temp
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Hordeum murinum</i>	poacée	TH	HA	Circumbor.
<i>Inula montana</i>	asteracée	HE	HV	W.Méd.Sub.Atl
<i>Inula viscosa</i>	asteracée	HE	HV	Circumméd.
<i>Iris xiphium</i>	Iridacée	HE	HV	W. Méd.
<i>Jasminum fruticans</i>	oléacée	CH	LV	Méd
<i>Juniperus phoenicea</i>	Cupressacée	CH	LV	Circum-Méd.
<i>Knautia arvensis</i>	Dipsacacée	HE	HV	Eur. As.
<i>Kundmannia sicula</i>	Apiacée	HE	HV	Méd.
<i>Lagurus ovatus</i>	poacée	TH	HA	Macar.-Méd
<i>Lamarckia aurea</i>	poacée	TH	HA	Macar.-Méd.-Ethiopie
<i>Lavandula dentata</i>	lamiacée	CH	LV	W. Méd.
<i>Lavandula multifida</i>	lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Lavandula stoechas</i>	lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Lavatera maritima</i>	malvacée	HE	HV	W. Méd.
<i>Lepturus cylindricus</i>	poacée	TH	HA	Méd.
<i>Limonium sinuatum</i>	plumbaginacée	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Limonium thouini</i>	plumbaginacée	HE	HV	Méd.
<i>Linum strictum</i>	Linacée	TH	HA	Méd
<i>Lobularia maritima</i>	brassicacée	TH	HA	Méd
<i>Lonicera implexa</i>	Caprifoliacée	CH	LV	Méd.
<i>Lotus edulis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvacées	HE	HV	Sah.-Sind. Méd.
<i>Malva sylvestris</i>	malvacée	TH	HA	Méd
<i>Marrubium vulgare</i>	lamiacée	CH	LV	Cosm.
<i>Matthiola sinuata</i>	brassicacée	TH	HA	Méd.-Atl.
<i>Medicago litoralis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Medicago minima</i>	Fabacée	TH	HA	Eur.
<i>Mercurialis annua</i>	Euphorbiacée	TH	HA	Méd.
<i>Micropus bombycinus</i>	asteracée	TH	HA	Euras. N.A. Trip.
<i>Muscari comosum</i>	Asparagacée	GE	HV	Méd.
<i>Nepeta multibracteata</i>	Lamiacée	HE	HV	Portugal A.N.
<i>Nicotiana glauca</i>	solanacée	PH	LV	Nam
<i>Nigella damascena</i>	Nymphéacée	TH	HA	Méd

<i>Noaea mucronata</i>	Amaranthacée	CH	LV	Méd.-Iran-Tour.
<i>Olea europea var. Oleaster</i>	Oléacée	PH	LV	Méd
<i>Onobrychis crista-galli</i>	Fabacée	TH	HA	E.Méd
<i>Ononis reclinata</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Ononis spinosa</i>	Fabacée	CH	HV	Eur. As.
<i>Ophrys apifera</i>	Orchidacée	GE	HV	Euras.
<i>Ophrys speculum</i>	Orchidacée	GE	HV	Circumméd.
<i>Orchis coriophora</i>	Orchidacée	HE	HV	Eur.
<i>Ornithogalum umbellatum L.</i>	Asparagacée	GE	HV	Atl. Méd.
<i>Orobanche purpurea</i>	Orobanchacée	TH	HA	Euras
<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidacée	GE	HV	Cosm.
<i>Pallenis spinosa</i>	asteracée	HE	HV	Euro.-Méd
<i>Pancreatium maritimum</i>	Amaryllidacée	HE	HV	Méd
<i>Papaver rhoeas</i>	papavéracée	TH	HA	Paléo-temps
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllacée	HE	HV	Méd
<i>Periploca laevigata</i>	Asclepiadacée	PH	LV	Méd. Sah.
<i>Phagnalon saxatile</i>	Asteracée	CH	LV	W.Méd
<i>Phillyrea angustifolia</i>	oléacée	PH	LV	Méd
<i>Pinus maritima</i>	pinacée	PH	LV	Méd.
<i>Pistacia atlantica</i>	anacadiacée	CH	LV	Méd
<i>Pistacia lentiscus</i>	anacadiacée	CH	LV	Méd
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacée	HE	HV	Méd.
<i>Plantago coronopus</i>	Plantaginacée	TH	HA	Euras
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacée	TH	HA	Méd.
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacée	TH	HA	Méd.
<i>Plantago psyllium</i>	Plantaginacée	TH	HA	Sub.-Méd
<i>Plantago serraria</i>	Plantaginacée	HE	HV	Méd.
<i>Polypogon monspeliensis</i>	poacée	TH	HA	Méd.
<i>Prasium majus</i>	Lamiacée	CH	LV	Méd.
<i>Quercus coccifera</i>	Fagacée	PH	LV	Méd.
<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculacée	HE	HV	Méd.
<i>Ranunculus spicatus</i>	Ranunculacée	HE	HV	Ibéro-Maur-Sicile
<i>Raphanus raphanistrum</i>	brassicacée	TH	HA	Méd.
<i>Reichardia picroides</i>	asteracée	TH	HA	Méd.
<i>Reichardia tingitana</i>	asteracée	TH	HA	Méd.
<i>Reseda alba</i>	Résédacée	TH	HA	Euras
<i>Retama monosperma</i>	Fabacée	CH	LV	Ihéro-Maur.
<i>Retama retam</i>	Fabacée	CH	LV	Sah. Sind.
<i>Rhamnus lycioides</i>	Rhamnacée	PH	LV	W.Méd
<i>Rosa sempervirens</i>	rosacée	CH	LV	Méd.
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacée	CH	LV	End.
<i>Rubia peregrina Subsp linearifolia</i>	Rubiacee	HE	HV	Méd. Atl.
<i>Rumex bucephalophorus</i>	Polygonacée	TH	HA	Méd
<i>Ruta chalepensis</i>	Rutacée	CH	LV	Méd

<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiacées	HE	HV	Méd. Atl
<i>Satureja calamintha subsp nepeta</i>	lamiacée	HE	HV	Euras.
<i>Scabiosa stellata</i>	Dipsacée	TH	HA	W Méd
<i>Scorpioides matthioli</i>	FABacée	TH	HA	Eur
<i>Scorpiurus muricatus</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Sedum acre</i>	Crassulacée	HE	HV	Euras
<i>Senecio leucanthemifolius</i>	Asteracée	TH	HA	W.Méd. Cana,...Syrie
<i>Senecio vulgaris</i>	Asteracée	TH	HA	sub.cosmop
<i>Serapias neglecta</i>	orchidacée	GE	HV	Méd
<i>Sherardia arvensis</i>	rubiacée	TH	HA	Euras
<i>Sideritis montana</i>	lamiacée	TH	HA	Méd
<i>Silene aristidis</i>	Caryophyllacée	CH	LV	Méd
<i>Silene italica</i>	Caryophyllacée	HE	HV	Méd.
<i>Silene pseudo-atocion</i>	Caryophyllacée	TH	HA	ibéro.-Maur.
<i>Silybum marianum</i>	Asteracée	HE	HV	Cosm.
<i>Sinapis arvensis</i>	brassicacée	TH	HA	Paléo-temps
<i>Smilax aspera</i>	Smilacacée	PH	LV	Macar.Méd.,Ethiopie,Inde
<i>Sonchus asper</i>	Asteracée	TH	HA	Cosm.
<i>Spergularia munbyana</i>	Caryophyllacée	HE	HV	End.
<i>Spergularia rubra</i>	Caryophyllacée	TH	LV	Oro w.Méd-Atl.
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacée	CH	HV	Ibéro-Maur
<i>Stipa torilis</i>	Poacée	TH	HA	Méd
<i>Tamarix gallica</i>	Asteracée	HE	HV	N. Trop.
<i>Tamus communis</i>	Dioscoreacée	HE	HV	Atl. Méd.
<i>Taraxacum officinalis</i>	Asteracée	HE	HV	Méd
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressacée	PH	LV	Ibéro-Maurit.Malte
<i>Teucrium polium</i>	Lamiacée	CH	LV	Eur.-Méd.
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>	Lamiacée	CH	LV	W.Méd
<i>Thapsia garganica</i>	Apiacée	HE	HV	Méd
<i>Thymus ciliatus subsp. Coloratus</i>	lamiacée	CH	LV	End. N.A.
<i>Tolpis barbata</i>	Asteracée	TH	HA	Méd.
<i>Torilis nodosa</i>	Apiacée	TH	HA	Euras
<i>Trifolium compestre</i>	Fabacée	TH	HA	Paléo-temp
<i>Trifolium rugosa</i>	Rosacée	HE	HV	Méd
<i>Tulipa sylvestris</i>	Liliacée	GE	HV	Méd
<i>Ulex boivini</i>	Fabacée	CH	LV	Ibéro-Mar
<i>Ulex parviflorus</i>	Fabacée	CH	LV	Méd
<i>Urginea maritima</i>	liliacée	GE	HV	Can Méd
<i>Vella annua</i>	Brassicacée	HE	HV	Méd
<i>Vicia villosa</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Withania frutescens</i>	Solanacée	CH	LV	Ibéro-Mar
<i>Xeranthemum inapertum</i>	Asteracée	TH	HA	Euras.N.A
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacée	PH	LV	Méd

Tableau 18: composition floristique de la station Abdelmoula

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Adonis dentata</i>	Renonculacée	TH	HA	Méd
<i>Alyssum alpestre</i>	Brassicacée	TH	HV	Oro-Méd.
<i>Alyssum parviflorum</i>	Brassicacée	TH	HA	Méd.
<i>Artemisia herba-alba</i>	Asteracée	CH	LV	Méd-Sah-Sind
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	Amaranthacée	CH	LV	Méd-Sah
<i>Arthrophytum scoparium</i>	Amaranthacée	CH	HV	Sah-Méd
<i>Astragalus epiglottis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Astragalus pentaglottis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd
<i>Astragalus scorpioides</i>	Fabacée	TH	HV	Ibero-Maurit
<i>Atractylis flava</i>	Asteracée	He	HV	Méd
<i>Atractylis serratuloides</i>	Asteracée	He	LV	Sah-Méd
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	Amaranthacée	CH	HA	Sah-Sind
<i>Atriplex halimus</i>	Amaranthacée	PH	LV	Cosmop
<i>Brachypodium distachyum</i>	Poacée	He	HV	Paleo-sub-Trop
<i>Cornulaca monacantha</i>	Amaranthacée	CH	LV	Saharo-Sind
<i>Erucaria uncata</i>	Brassicacée	TH	HA	Sah-Sind
<i>Fagonia arabica</i>	Zygophyllacée	CH	HA	Saharo-Sindien
<i>Halogeton sativus</i>	Amaranthacée	TH	HA	W. Méd
<i>Helianthemum apertum</i>	Cistacée	He	Lv	Nord-Afri
<i>Helianthemum rubellum</i>	Cistacée	He	HA	Nord-Afri
<i>Helianthemum virgatum</i>	Cistacée	He	HV	Ibéro-Maur
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllacée	TH	HA	Paléo-Temp
<i>Hordeum murinum</i>	Poacée	TH	HA	Circumbor.
<i>Lygeum spartum</i>	Poacée	CH	HV	Sud-Méd
<i>Micropus bombycinus</i>	Asteracée	TH	HA	Euras. N.A. Trip.
<i>Muricaria prostrata</i>	Brassicacée	TH	HA	End-N-A
<i>Noaea mucronata</i>	Amaranthacée	CH	LV	Méd-Sah
<i>Peganum harmala</i>	Zygophyllacée	TH	HV	Méd
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacée	He	HV	Med
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacée	He	HA	Méd
<i>Poa bulbosa</i>	Poacée	TH	HA	Paléo-Temp
<i>Pseudocytisus integrifolius</i>	Brassicacée	CH	LV	End
<i>Salsola foetida</i>	Amaranthacée	TH	HA	Sah-Sind
<i>Salsola vermiculata</i>	Amaranthacée	CH	HA	Sah-Méd
<i>Schismus barbatus</i>	Poacée	TH	HA	Méd
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacée	CH	HV	Euro-Méd
<i>Suaeda fruticosa</i>	Amaranthacée	CH	LV	Sah-Méd
<i>Trigonella polycerata</i>	Fabacée	TH	HA	Ibéro-Maur.
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacée	PH	LV	Méd

Tableau 19: composition floristique de la station Magoura

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Alyssum scutigerum</i>	brassicacée	TH	HA	End. N.A.
<i>Artemisia herba-alba</i>	asteracée	CH	LV	Méd-Sah-Sind
<i>Astragalus pentaglottis</i>	Fabacée	TH	HA	Méd.
<i>Astragalus scorpioides</i>	Fabacée	TH	HA	Ibero-Maurit
<i>Atractylis concellata</i>	Asteracée	TH	HA	Circumméd
<i>Atractylis serratuloides</i>	Asteracée	He	LV	Sah-Méd
<i>Atriplex halimus</i>	Amarathancée	CH	LV	Cosmp.
<i>Atractylis flava</i>	Asteracée	HE	HV	Sah.
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées	TH	HA	Circum-Méd
<i>Brachypodium distachyum</i>	Poacée	TH	HA	Paléo-subtrop
<i>Erucaria uncata</i>	brassicacée	TH	HA	Sah.-Sind.
<i>Helianthemum apertum</i>	Cistacée	CH	LV	End. N.A.
<i>Helianthemum rubellum</i>	Cistacée	He	HA	Nord-Afri
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllacée	TH	HA	paléo-temp
<i>Hordeum murinum</i>	Poacée	TH	HA	Circumbor
<i>Lygeum spartum</i>	Poacée	GE	HV	W. Méd.
<i>Muricaria prostrata</i>	Brassicacée	TH	HA	End-N-A
<i>Noaea mucronata</i>	Amarathancée	CH	LV	Méd.-IranTour
<i>Peganum harmala</i>	Zygophyllacée	HE	HV	Iran-Tour.-Eur
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacée	HE	HV	Méd.
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacée	TH	HA	Méd.
<i>Poa bulbosa</i>	Poacées	TH	HA	Paléo .Temp
<i>Pseudocytisus integrifolius</i>	Brassicacée	CH	LV	End
<i>Salsola vermiculata</i>	Amarathancée	CH	LV	Sah.Méd
<i>Salvia verbenacca</i>	Lamiacées	HE	HV	Méd. Atl
<i>Schismus barbatus</i>	Poacée	TH	HA	Macar-Med.
<i>Suaeda fruricosa</i>	Amaranthacée	CH	LV	Sah-Méd
<i>Stipa tenacissima</i>	Poacée	CH	HV	Ibéro-Maur

Tableau 20: composition floristique de la station El Aouedj

Espèces	Famille	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
<i>Artemisia herba-alba</i>	asteracée	CH	LV	Méd-Sah-Sind
<i>Atractylis carduus</i>	asteracée	CH	LV	Sah.
<i>Atriplex halimus</i>	Amarathancée	CH	LV	Cosmp.
<i>Atractylis humilis</i>	asteracée	HE	HV	Ibéro.-Maur
<i>Anagallis arvensis subsp latifolia</i>	primulacée	TH	HA	sub.cosmop
<i>Arenaria emarginata</i>	Caryophyllacée	TH	HA	ibéro-Maur
<i>Asphodelus microcarpus</i>	liliacée	HE	HV	Canar.med

<i>Biscutella didyma</i>	brassicacée	TH	HA	Méd.
<i>Briza minor</i>	poacée	TH	HA	Thermo-subcosm
<i>Bromus madritensis</i>	poacée	TH	HA	Eur.-Méd
<i>Bromus rubens</i>	poacée	TH	HA	paléo-sub-trop
<i>Calendula arvensis</i>	asteracée	TH	HA	Sub.Méd
<i>Colchicum autumnale</i>	liliacée	GE	HV	Europ.temp
<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	GE	HV	Paleo-Temps
<i>Echium vulgare</i>	Boraginacée	GE	HV	Méd
<i>Hordeum murinum</i>	poacée	TH	HA	Circumbor.
<i>Lavandula multifida</i>	lamiacée	CH	LV	Méd
<i>Marrubium alysson</i>	Lamiacées	CH	LV	Ibéro-Mar.
<i>Malva sylvestris</i>	malvacée	TH	HA	Méd
<i>Pinus halepensis</i>	pinacée	PH	LV	Méd.
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacée	TH	HA	Méd.
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacée	TH	HA	Méd.
<i>Poa bulbosa</i>	Poacées	TH	HA	Paléo .Temp
<i>Reseda alba</i>	Résédacée	TH	HA	Euras
<i>Sinapis arvensis</i>	brassicacée	TH	HA	Paléo-temps
<i>Stipa torilis</i>	poacée	TH	HA	Méd
<i>Thymelea hirsuta</i>	Thymeliacées	CH	HV	Méd.
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacées	CH	HV	End .N .A

Tableau 21: composition floristique par familles des stations d'études

Famille	Nombre d'espèce par station									Pourcentage %								
	sebdou	el Gor	kasdir	sidi moukhfi	sidi yahia	Aricha	Abdelmoula	Magoura	El Aouedj	sebdou	el Gor	kasdir	sidi moukhfi	sidi yahia	Aricha	Abdelmoula	Magoura	El Aouedj
Amaranthacée	0	0	4	1	0	0	10	4	1	0	0	10,8	0,92	0	0	25,6	14,3	3,57
Amaryllidacée	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1,33	0	0	0
Anacardiacee	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1,5	2,6	0	0	0	0,88	0	0	0
Apiacée	1	1	0	2	3	9	0	0	0	1,5	2,6	0	1,83	3,33	3,98	0	0	0
Aracée	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0	0
Arécacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Aristolochiacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Asclepiadacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Asparagacée	1	0	0	0	1	2	0	0	0	1,5	0	0	0	1,11	0,88	0	0	0
Asparagacée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astéracée	14	5	9	23	18	34	4	5	4	21	13	24,3	21,1	20	15	10,3	17,9	14,3
Boraginacée	1	0	1	1	1	4	0	0	1	1,5	0	2,7	0,92	1,11	1,77	0	0	3,57
Brassicacée	1	3	3	9	7	8	5	4	2	1,5	7,7	8,11	8,26	7,78	3,54	12,8	14,3	7,14
Campanulacée	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,92	0	0,44	0	0	0
capparidacée	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0	0	0	0
caprifoliacée	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0,92	1,11	0,88	0	0	0
Caryophyllacée	1	0	1	5	2	8	1	1	1	1,5	0	2,7	4,59	2,22	3,54	2,56	3,57	3,57
Cistacée	2	3	1	6	4	9	3	2	0	3	7,7	2,7	5,5	4,44	3,98	7,69	7,14	0
Convolvulacée	0	1	0	3	1	3	0	0	0	0	2,6	0	2,75	1,11	1,33	0	0	0
Crassulacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Cucurbitacée	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0,44	0	0	0

Cupressacée	0	1	0	2	2	2	0	0	0	0	2,6	0	1,83	2,22	0,88	0	0	0
Dioscoreacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Dipsacacée	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0,92	3,33	0,44	0	0	0
Dipsacée	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Ericacée	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,92	0	0,44	0	0	0
Euphorbiacée	1	1	0	3	2	4	0	0	0	1,5	2,6	0	2,75	2,22	1,77	0	0	0
Fabacée	8	3	2	5	5	22	4	2	0	12	7,7	5,41	4,59	5,56	9,73	10,3	7,14	0
Fagacée	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	5,1	0	0,92	1,11	0,44	0	0	0
Gentianacée	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0,92	0	1,33	0	0	0
Geraniacée	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0,92	1,11	0,88	0	0	0
Globulariacée	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5,1	0	0,92	0	0	0	0	0
Iridacée	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0,88	0	0	0
Lamiacée	7	5	2	8	11	16	0	1	2	10	13	5,41	7,34	12,2	7,08	0	3,57	7,14
Liliacée	4	1	0	2	2	9	0	0	2	6	2,6	0	1,83	2,22	3,98	0	0	7,14
Linacée	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2,22	0,44	0	0	0
Malvacée	0	1	1	2	1	5	0	0	1	0	2,6	2,7	1,83	1,11	2,21	0	0	3,57
Nymphéacée	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,92	0	0,44	0	0	0
Oléacée	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	2,6	0	0,92	0	1,33	0	0	0
orchidacée	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1,77	0	0	0
Orobanchacée	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0,44	0	0	0
Oxalidacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Palmacée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Papavéracée	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	2,6	0	1,83	1,11	0,44	0	0	0
Pinacée	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1,5	2,6	0	0	0	0,44	0	0	3,57
Plantaginacée	2	0	0	4	2	7	2	2	2	3	0	0	3,67	2,22	3,1	5,13	7,14	7,14
plumbaginacée	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0	0
Poacée	14	4	4	10	7	18	6	6	7	21	10	10,8	9,17	7,78	7,96	15,4	21,4	25
Polygonacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
Primulacée	1	0	0	1	2	3	0	0	1	1,5	0	0	0,92	2,22	1,33	0	0	3,57

Ranunculacée	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1,77	0	0	0
Renonculacée	1	0	1	4	1	1	1	0	0	1,5	0	2,7	3,67	1,11	0,44	2,56	0	0
Résédacée	1	1	0	2	3	1	0	0	1	1,5	2,6	0	1,83	3,33	0,44	0	0	3,57
Rhamnacée	1	0	0	1	1	2	1	0	1	1,5	0	0	0,92	1,11	0,88	2,56	0	3,57
Rosacée	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0,92	1,11	0,88	0	0	0
Rubiacee	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	2,6	0	0	1,11	1,77	0	0	0
Rutacées	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0,44	0	0	0
Smilacacée	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0	0	0
solanacée	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0	0
Thymeliacée	2	0	1	1	0	1	0	0	1	3	0	2,7	0,92	0	0,44	0	0	3,57
Zygophyllacée	0	0	3	1	0	1	2	1	0	0	0	8,11	0,92	0	0,44	5,13	3,57	0
TOTAL	65	39	37	109	90	226	39	28	28	100								

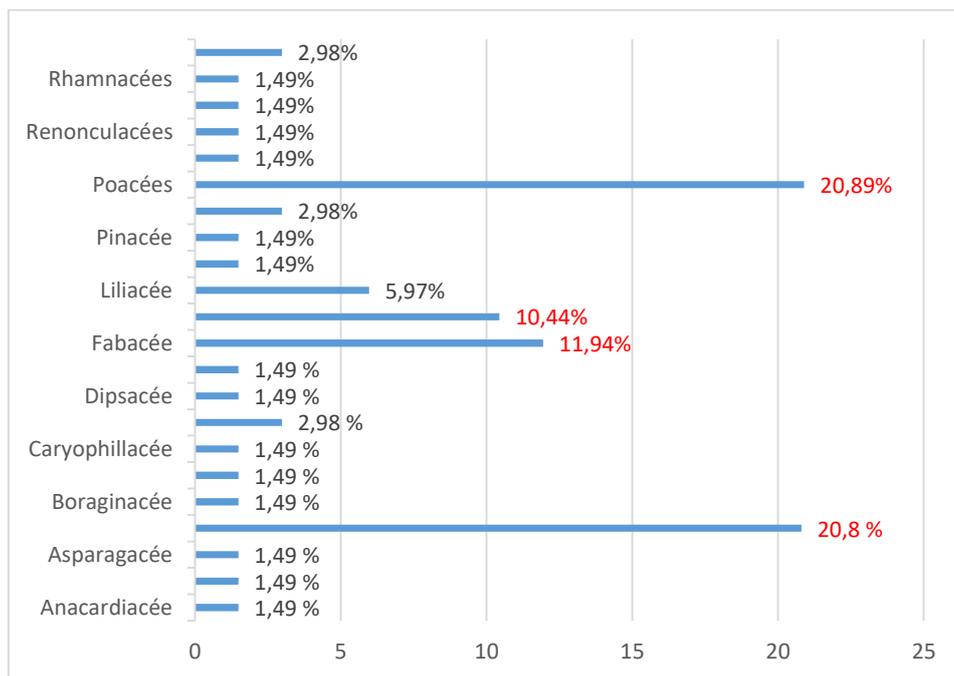


Figure 32:Composition floristique par famille de la station SebduPoacées 20,89%, Fabacées11, 94%, Lamiacées10,44%

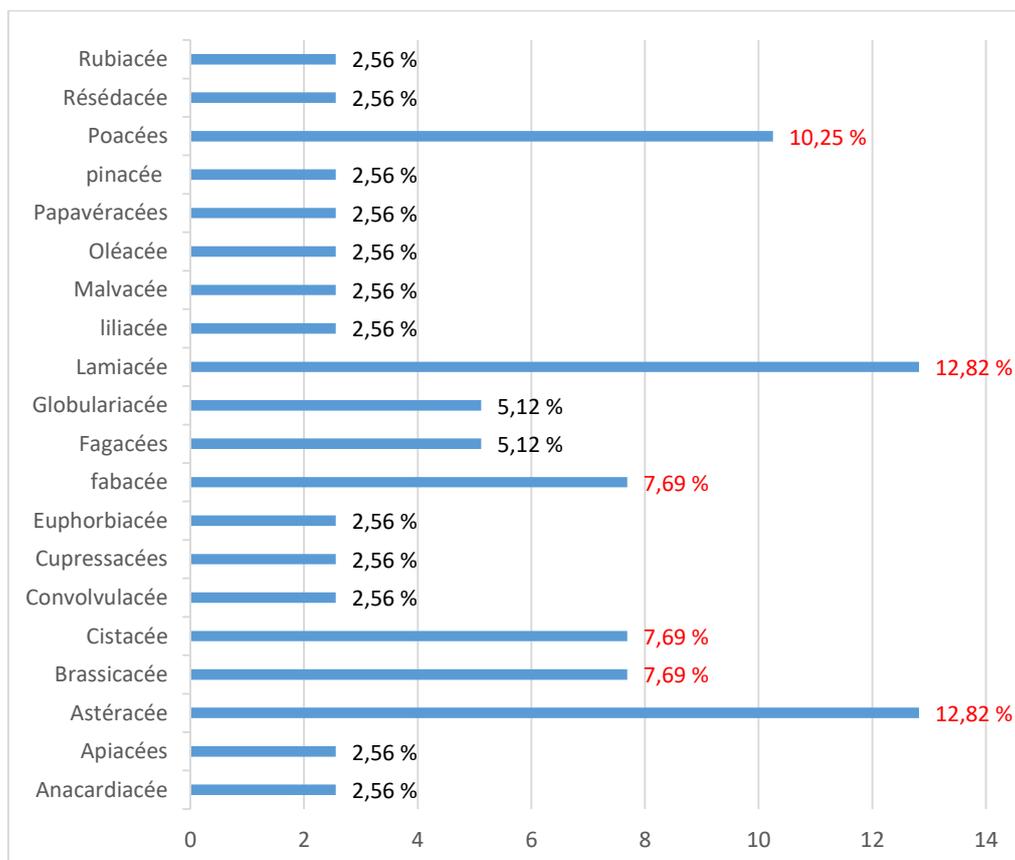


Figure 33:Composition floristique par famille de la station El GorAstéracées 12,82%, Lamiacées 12,82%, Poacées 10,25%, Fabacée 7,69%

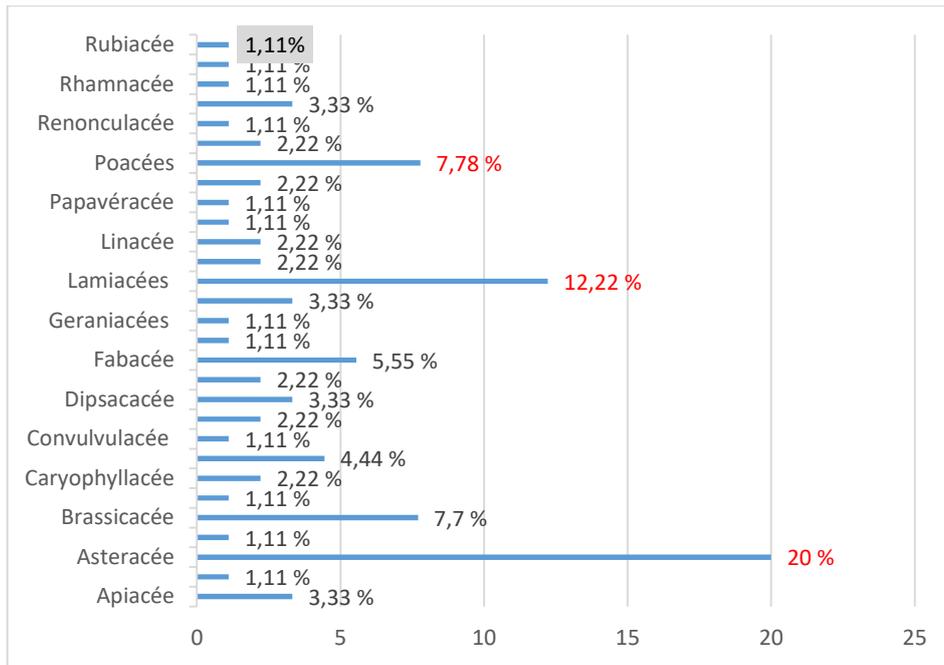


Figure 36:Composition floristique par famille de la station Sidi Yahia Asteracée 20% Lamiacée 12,22% Poacée 7,78%

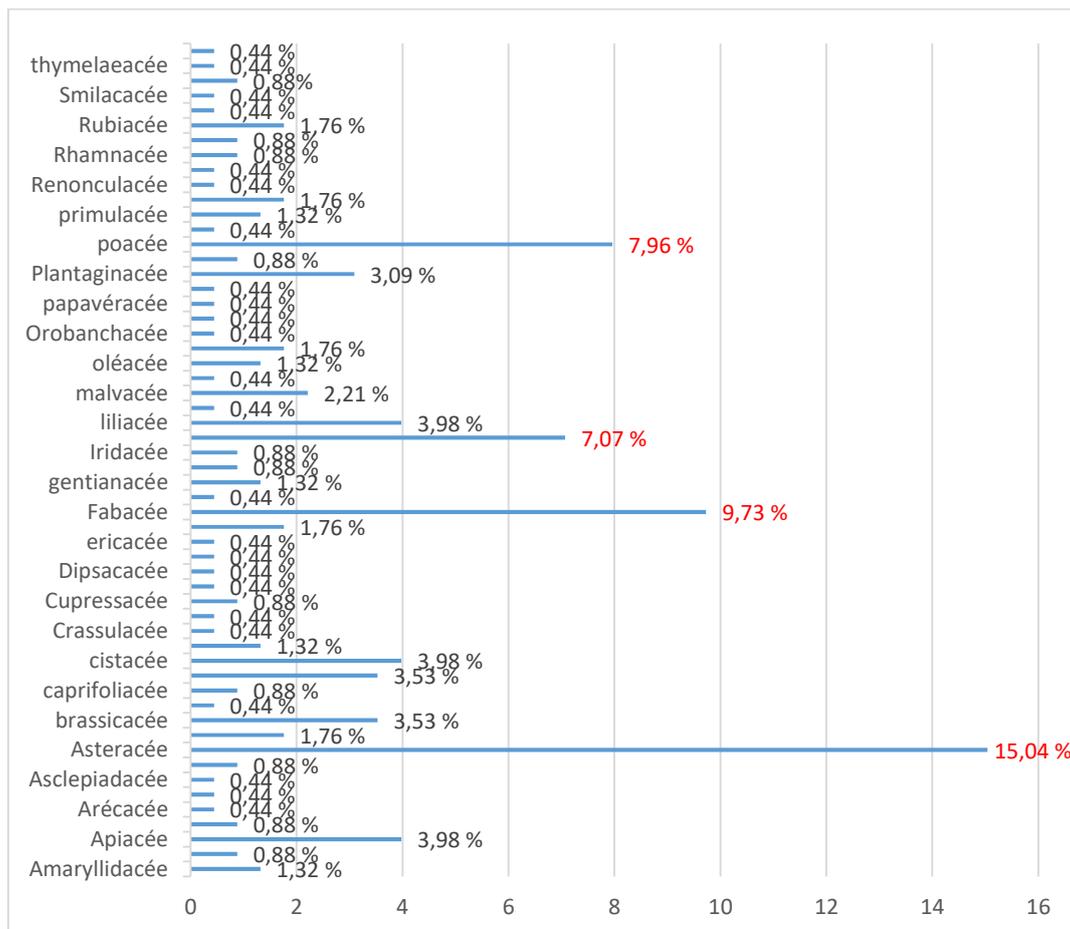


Figure 37:Composition floristique par famille de la station Aricha Asteracée 15,04% Fabacée 9,73% Poacée 7,96% Lamiacée 7,08%

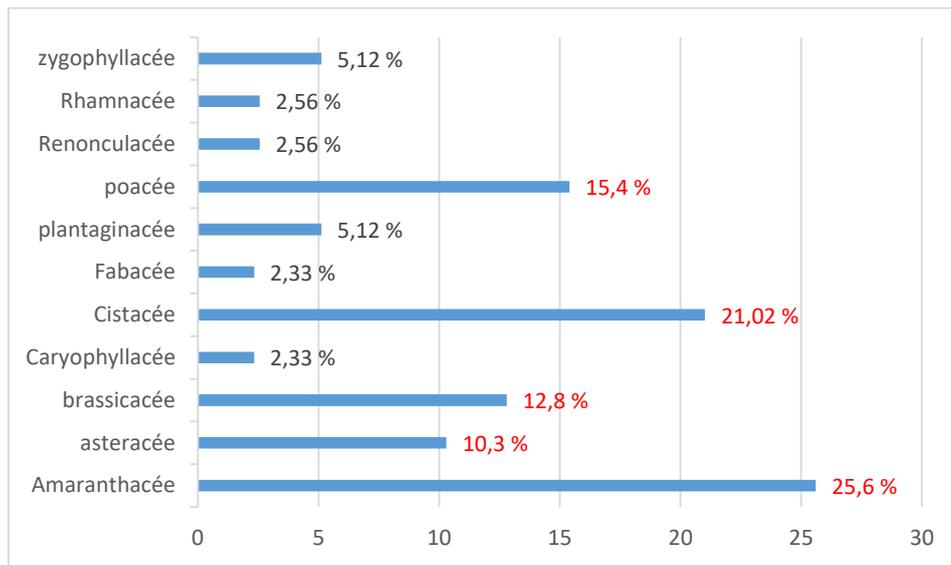


Figure 38:Composition floristique par famille de la station Abdelmoula Amarantacée 25,6%, Cistacée 21,02%, Brassicacée 12,8%, poacée 15,4%

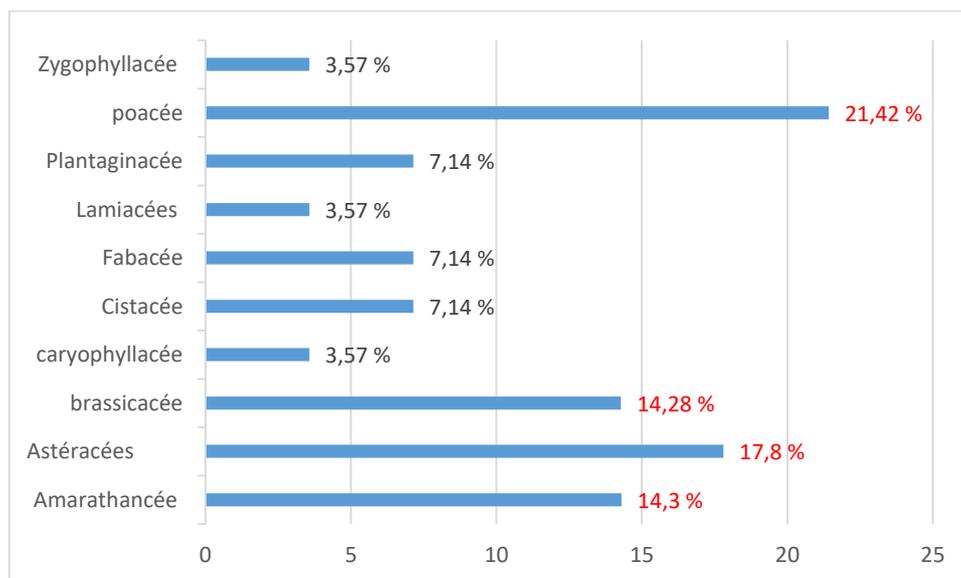


Figure 39:Composition floristique par famille de la station Magoura Poacée 21,42%, Brassicacée 14,28%, Amaranthacée 14,3%

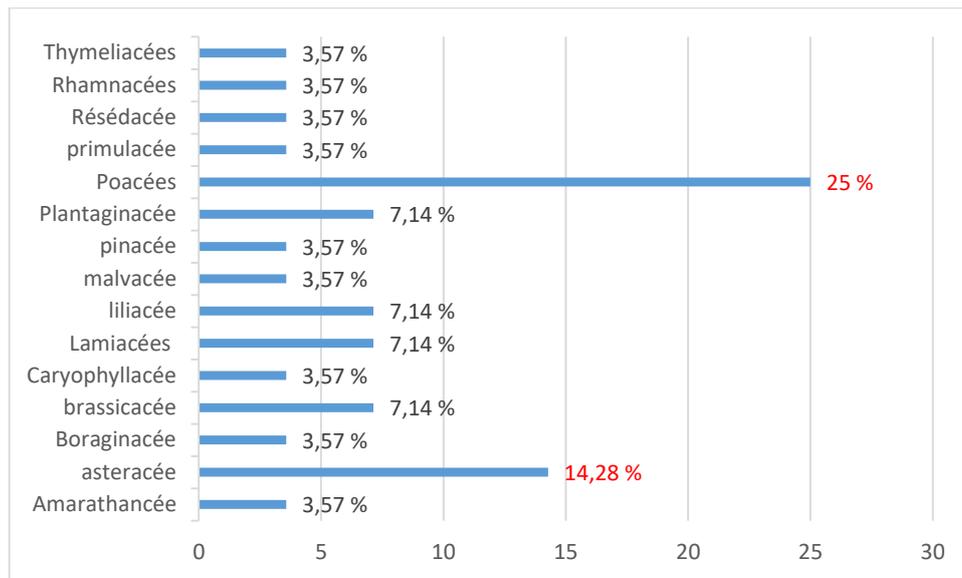


Figure 40:Composition floristique par famille de la station El Aouedj Poacée 25% Astéracée 14,28%

IV.1.3 - Caractérisation biologiques :

IV.1.3.1- Classification biologique des plantes :

Les milieux méditerranéens sont, par définition, caractérisés par une forte variation saisonnière. Pour les différents types de végétation, des critères de regroupement des espèces peuvent être fondés sur les stratégies utilisées pour leur survie durant la période défavorable.

Etablie sous des conditions tempérées froides, la classification des types biologiques de **Raunkiaer (1934)** est basée sur la localisation des bourgeons de rénovation par rapport à la surface du sol durant la mauvaise saison (qui peut être la saison froide dans certaine zone ou la saison sèche durant les autres).

Dans la région méditerranéenne, la période critique n'est plus l'hiver mais la saison sèche, l'adaptation à celle-ci est obtenue par la réalisation de types biologiques qui sont symétriques à ceux qu'a définis **Rankiaer** dans les pays à saison froide **OZENDA(1982)**.

La détermination des espèces végétales a été effectuée à l'aide de la nouvelle flore de l'Algérie (**QUEZEL et SANTA 1962-1963**).

IV.1.3.2- Type biologique :

La classification des plantes se fait à partir des critères très variés. La systématique des végétaux se fonde sur les caractères tirés de l'inflorescence et qui sont considérés comme moins variable et moins soumis aux influences que ceux des autres organes de la plante.

Selon **Raunkiaer (1904-1907)**, les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions des milieux.

Les types biologiques sont des caractéristiques morphologiques grâce auxquels les végétaux sont adaptés au milieu lesquelles ils vivent.

Parmi les principaux types biologiques définis par **RANKIAER 1934** on peut évoquer les catégories suivantes :

❖ **Phanérophytes(PH)** : (Phanéros=visible, Phytos=plante).

Plante vivace, principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes situés sur les tiges aériennes dressés et ligneuse, à une hauteur de plus de 25cm au-dessus du sol.

❖ **Chamaephytes(CH)** : (Chamai= à terre).

Herbe vivace et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sont à moins de 25cm au-dessus du sol sur des pousses aériennes courtes, grimpantes ou érigées, mais vivaces, ces bourgeons peuvent jouir un certain abri (neige, effet de groupe).

❖ **Hemicryptophyte (HE)** : (cryptos= caché).

Plante vivace à rosettes de feuilles étalées sur le sol, les bourgeons sont au ras du sol ou dans la couche superficielle du sol, la partie aérienne est herbacées et disparaît à la mauvaise saison.

❖ **Géophytes (GE)** :

Plante à organe vivace. Ces végétaux ayant une partie aérienne particulièrement fragile et fugace, passant la mauvaise saison à l'aide de bulbes, tubercules ou rhizomes enfouis sous terre.

❖ **Thérophytes (TH)** : (théros= été)

Plantes annuelles à cycle végétatif complet, de la germination à la graine mure. Elles comprennent une courte période végétative et ne subsistent plus à la mauvaise saison qu'à l'état de grains de spore ou autres corps reproducteurs spéciaux.

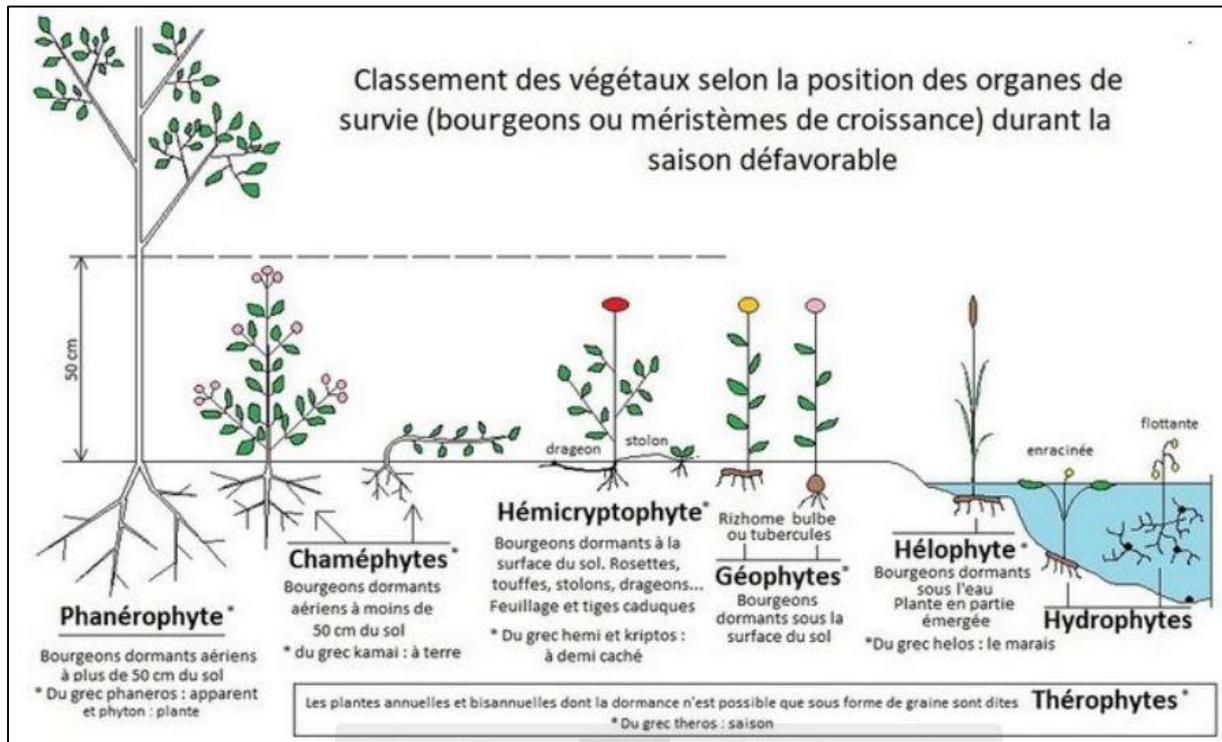
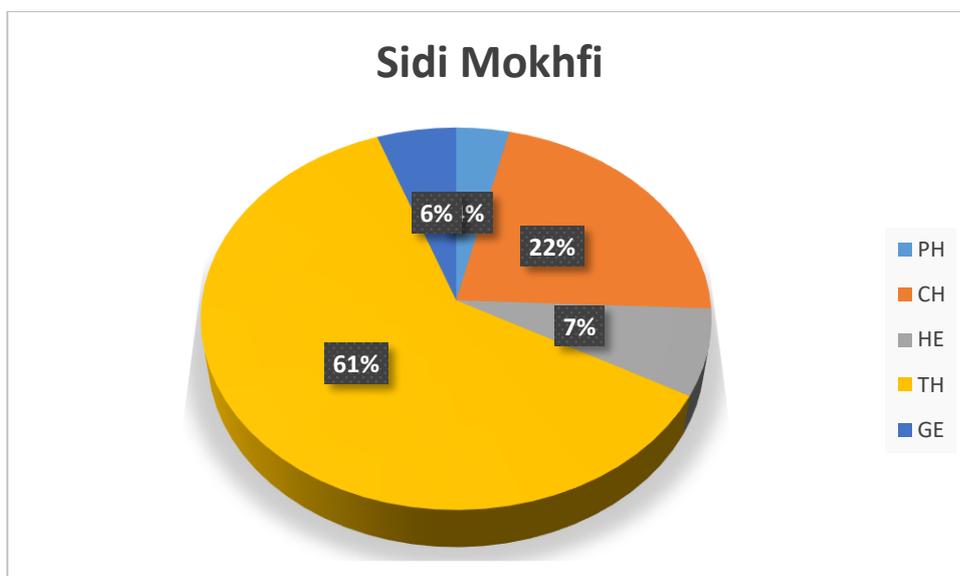
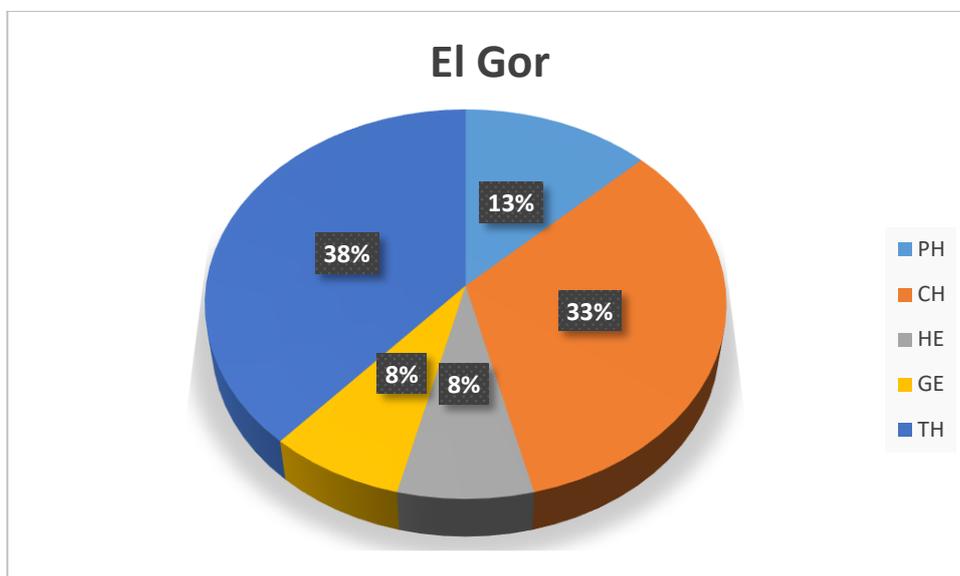
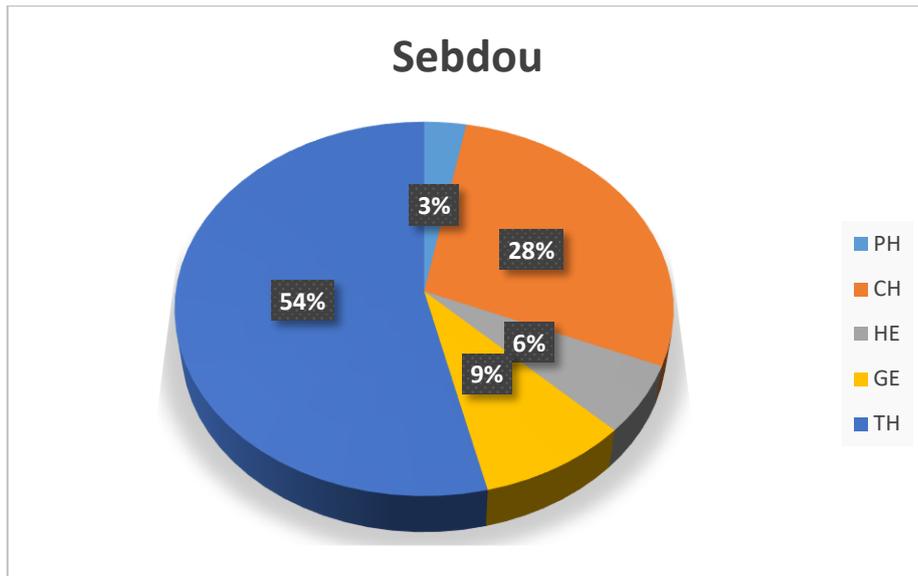
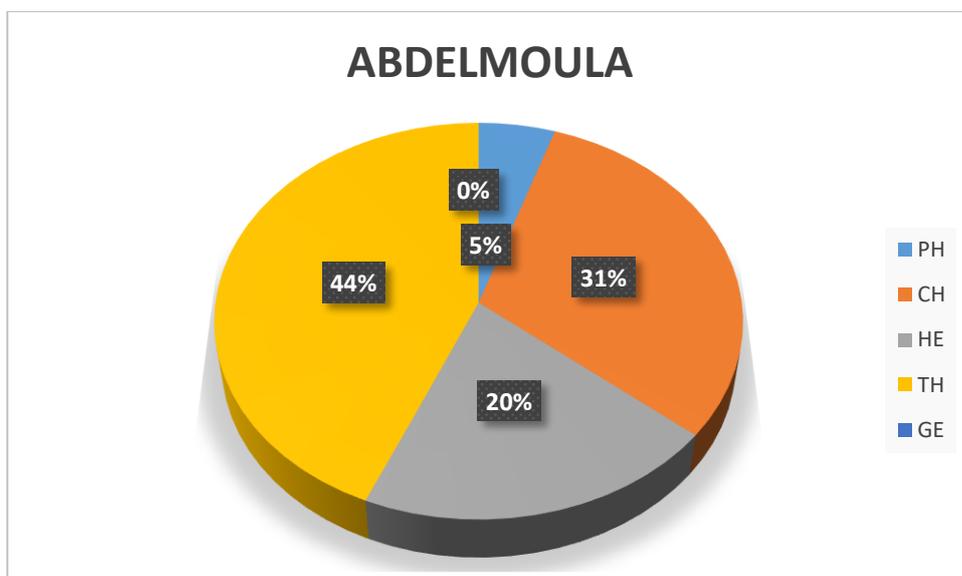
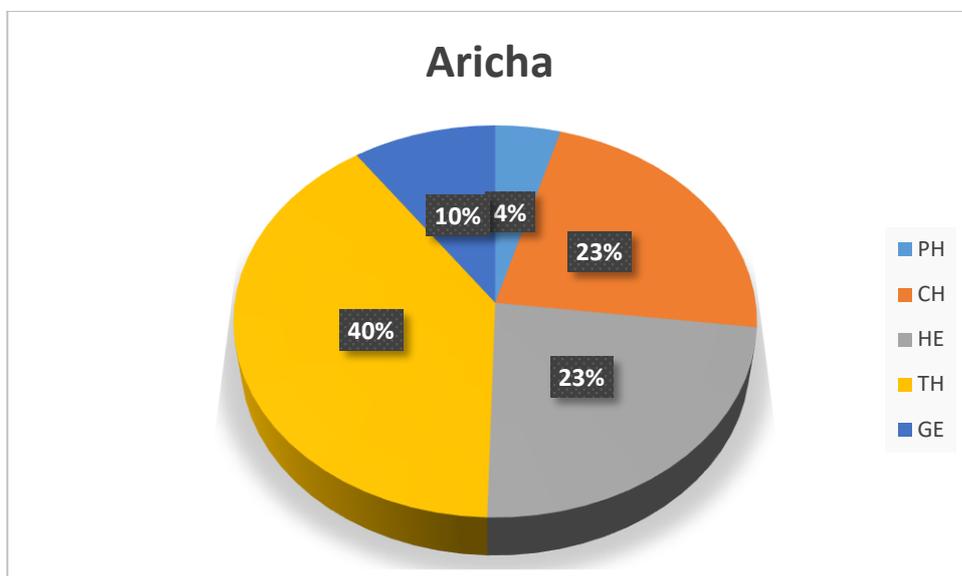
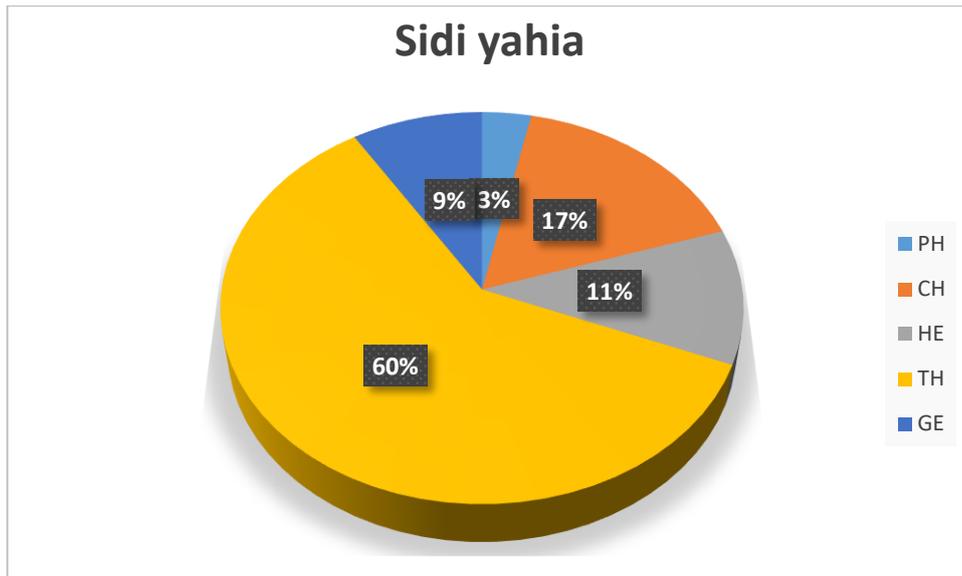


Figure 41: Schéma de différentes formes biologiques de Raunkiaer 1934 (source : foyerlaique-carnac.info)

Tableau 22: Types biologique des stations

Types biologiques		PH	CH	HE	TH	GE	Totale
Sebdou	Nb	2	19	4	6	36	67
	%	3	28	6	9	54	
El Gor	Nb	5	13	3	3	15	39
	%	13	33	8	8	38	
Kasdir	Nb	0	12	10	12	3	37
	%	0	33	27	32	8	
Sidi Mokhfi	Nb	4	24	8	67	6	109
	%	4	22	7	61	6	
Sidi Yahia	Nb	3	15	10	54	8	90
	%	3	17	11	60	9	
Aricha	Nb	10	51	53	90	22	226
	%	4	23	23	40	4	
Abdelmoula	Nb	2	12	8	17	0	39
	%	5	31	20	44	0	
Magoura	Nb	0	8	6	13	1	28
	%	0	29	21	46	4	
El Aouedj	Nb	1	7	2	15	3	28
	%	4	25	7	53	11	





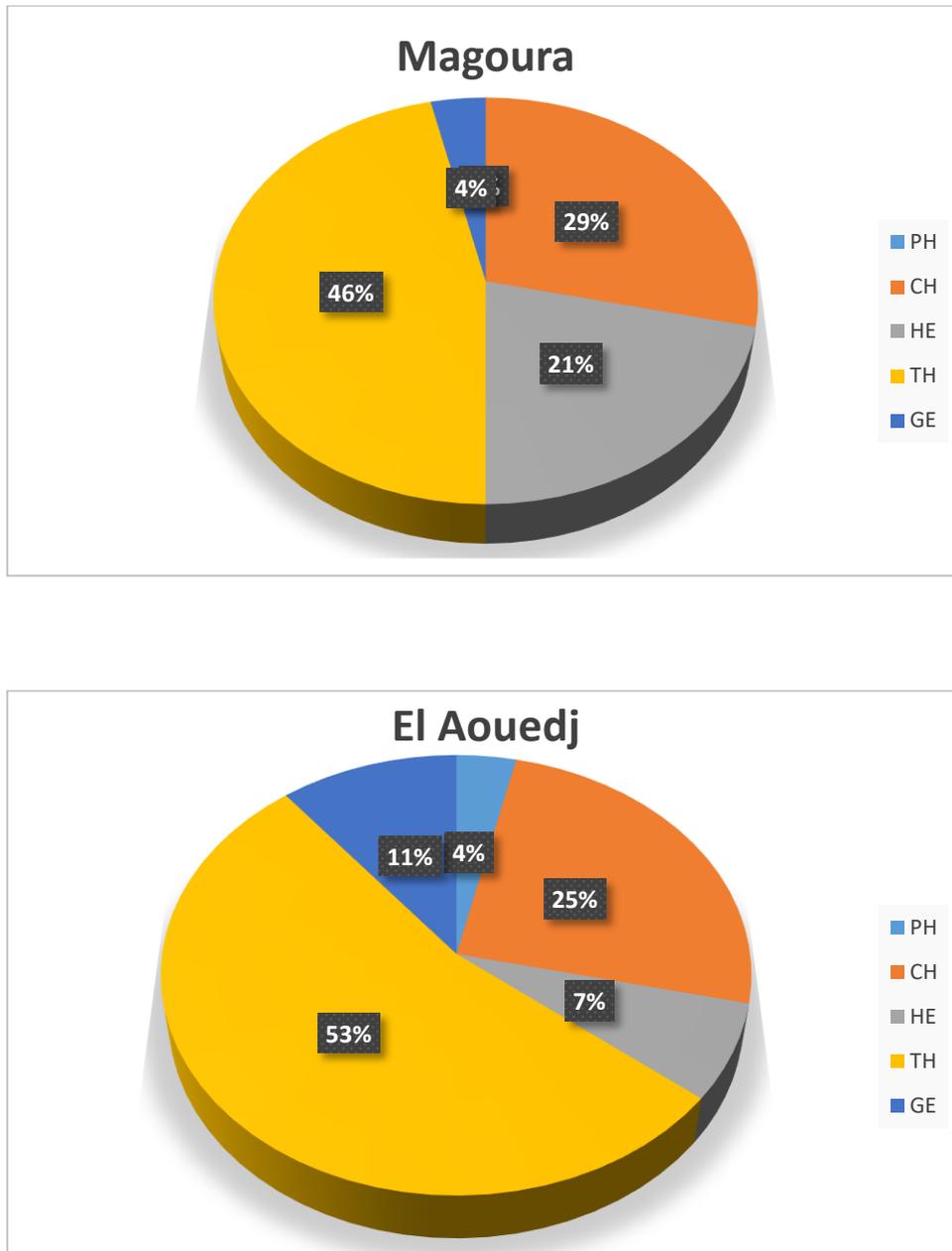


Figure 42: les types biologiques des stations d'études

L'analyse des types biologiques des espèces identifiées fait ressortir la prédominance des thérophytes qui renferment un taux de 48 % ; ces derniers représentent l'expression actuelle de l'adaptation des végétaux au climat aride des steppes, ceci témoigne d'une dégradation dont l'origine est l'action anthropique.

Malgrès la présence des thérophytes est importante, les chaméphytes gardent une place importante dans les formations végétale de nos stations. Selon **KADI-HANAFI (2003)**, le nombre de thérophytes et chaméphytes progresse tandis que celui des phanérophytes, des hémicryptophytes et des géophytes régresse avec l'aridité et l'ouverture du milieu.

Les phanérophytes restent toujours plus rares par rapport aux autres types biologiques dans les neuf stations étudiées cela s'explique que les chamaephytes sont mieux adaptées que les phanérophytes, à la sécheresse, car ces derniers sont plus xérophiles (**BENABADJI et BOUAZZA 2002**)

IV.1.3.3- Indice de perturbation :

LOISEL et GAMLILA, 1993 ont calculé l'indice de perturbation qui permet de quantifier la Therophytisation d'un milieu.

$$IP = \frac{\text{nombre de chamaéphytes} + \text{nombre de Thérophytes}}{\text{nombre total des espèces}}$$

Cet indice a été calculé à partir du nombre d'espèces végétales rencontrées dans chaque station. Pour l'ensemble, cet indice reste très variable, dans des stations sa valeur est élevée (73.52%, 74.13%, 86.95%) et dans d'autres stations des valeurs qui se rapprochent de celle obtenue par **EL HAMROUNI (1992)**, où il y a obtenu 70% comme valeur forte.

La forte dégradation engendrée par l'action de l'homme est nettement visible (défrichage, incendies, pâturages et urbanisation). Dans ce contexte, **BARBERO et al. (1990)** signalent que les perturbations causées par l'homme et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à deux situations de plus en plus sévères allant de la matorralisation jusqu'à la désertification passant par la steppisation.

Tableau 23: Indice de perturbation des stations étudiées

stations	indice de perturbations
Sebdou	37%
El Gor	41%
Kasdir	65%
Sidi Mokhfi	83%
Sidi Yahia	77%
Aricha	62%
Abdelmoula	74%
Magoura	75%
El Aouedj	79%

Cet indice a été calculé à partir du nombre d'espèces végétales rencontrées dans chaque station. Pour l'ensemble, cet indice reste très variable, dans des stations sa valeur est élevée (65%, 75%, 83%). Ceci montre nettement la dégradation que subissent ces formations

végétales ainsi que l'importance de cet indice est proportionnelle à la dominance des thérophytes et des chamaephytes ce qui est le cas pour l'ensemble des stations d'études.

Plusieurs auteurs ont mis en évidence l'origine de l'extension des thérophytes :

- l'adaptation à la contrainte du froid hivernale (**RAUNKIAER, 1934**); ou à la sécheresse estivale (**DAGET, 1980 ; NEGRE, 1966 ; BOUAZZA et al., 2004 ; BENABADJI et al., 2004**).
- Les perturbations du milieu par le pâturage, les cultures, ... etc. (**GRIME, 1977**). D'après **BARBERO et al., (2001)**, la thérophytisation est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces subnitratophiles liées aux surpâturages.

IV.1.3.4-Caractérisation morphologique :

Le type biologique conduit à la forme naturelle de la plante. L'aspect précis de la forme obtenue est dépendant des variations de l'environnement.

L'état de la physionomie d'une formation végétale peut se définir par la dominance et l'absence des espèces à différents types morphologiques.

Selon **GADRAT, 1999, ROMANE, 1987 in DAHMANI, 1997**, il existe une bonne corrélation entre le type biologique et de nombreux caractères phénomorphologique.

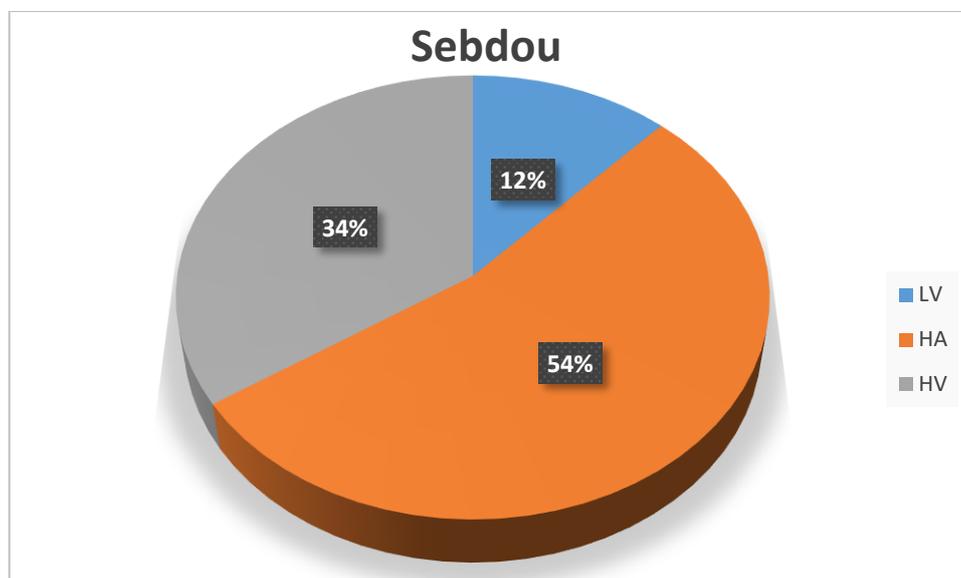
L'instabilité structurale du sol (substrat sablonneux), la pauvreté en matière organique et les rigueurs climatiques favorisent l'installation et le développement des espèces éphémères à cycle de vie court au dépend des ligneuses vivaces généralement plus exigeantes aux besoins hydriques.

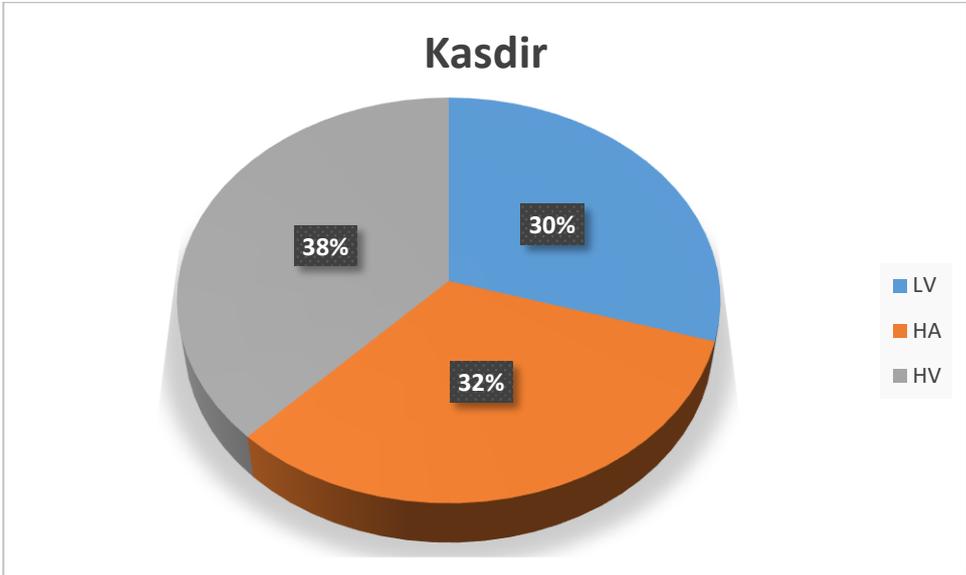
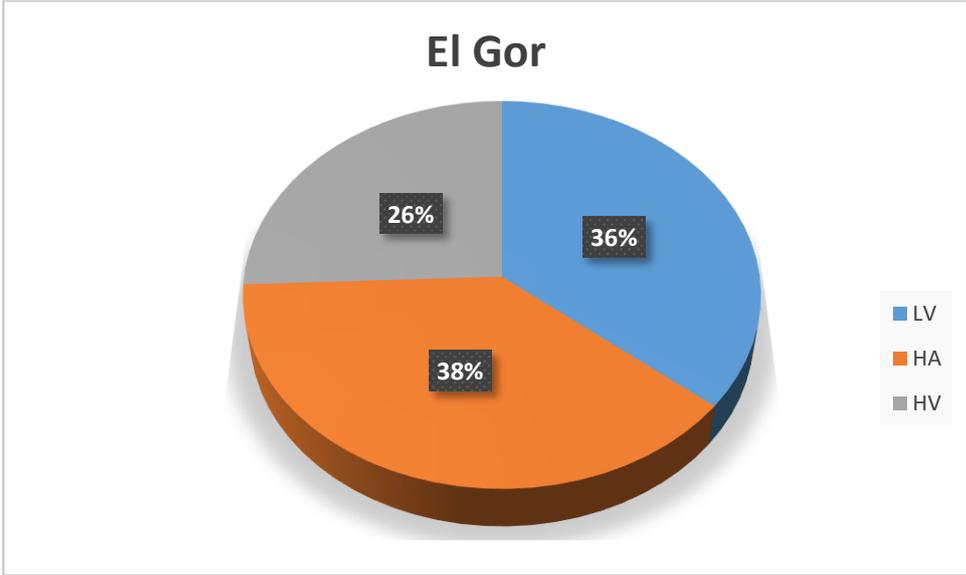
Les formations végétales étudiées sont marquées par leurs hétérogénéités entre les ligneuses et les herbacées, d'une part, et les vivaces et les annuelles d'autre part (Tableau 13) Les herbacées annuelles sont les dominantes avec 48.66% ; viennent ensuite les herbacées vivaces avec 26.77% en deuxième position et enfin les ligneuses vivaces avec un pourcentage (24,55%).

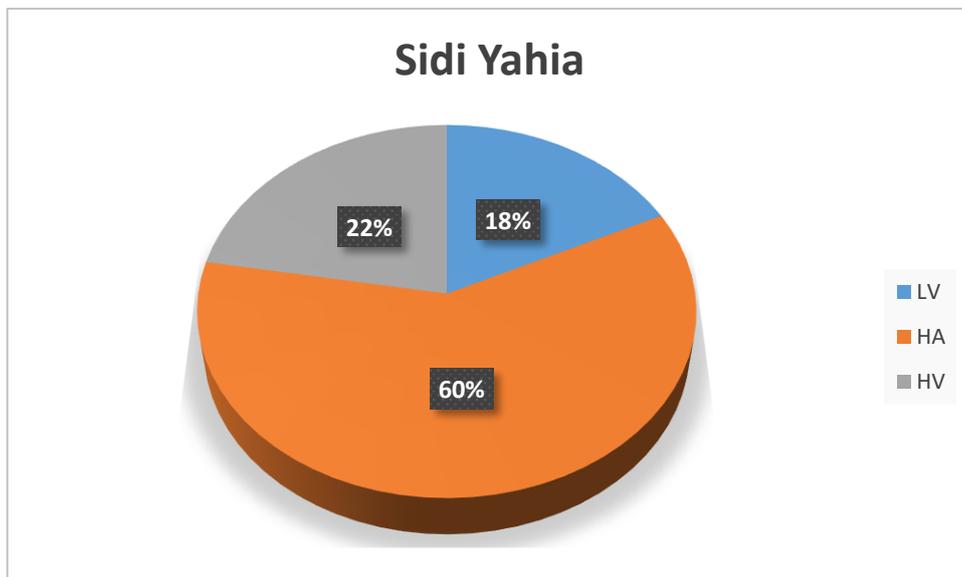
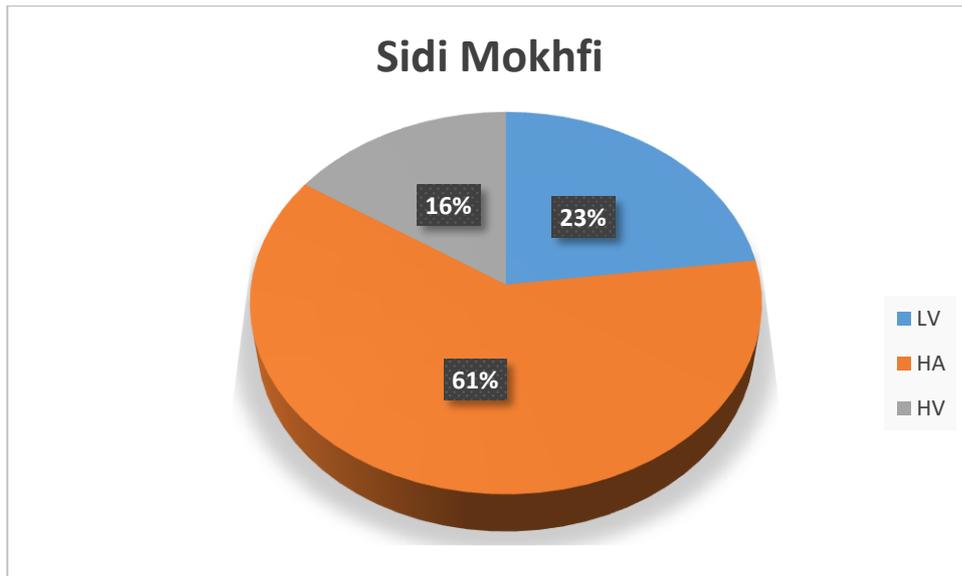
L'instabilité structurale du sol (substrat sablonneux), la pauvreté en matière organique et les rigueurs climatiques favorisent l'installation et le développement des espèces éphémères à cycle de vie court au dépend des ligneuses vivaces généralement plus exigeantes aux besoins hydriques.

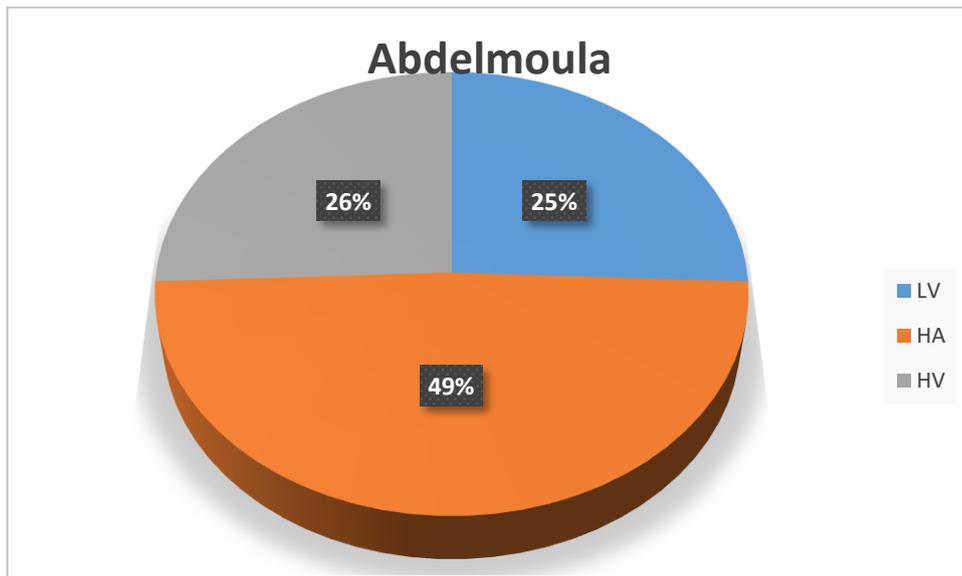
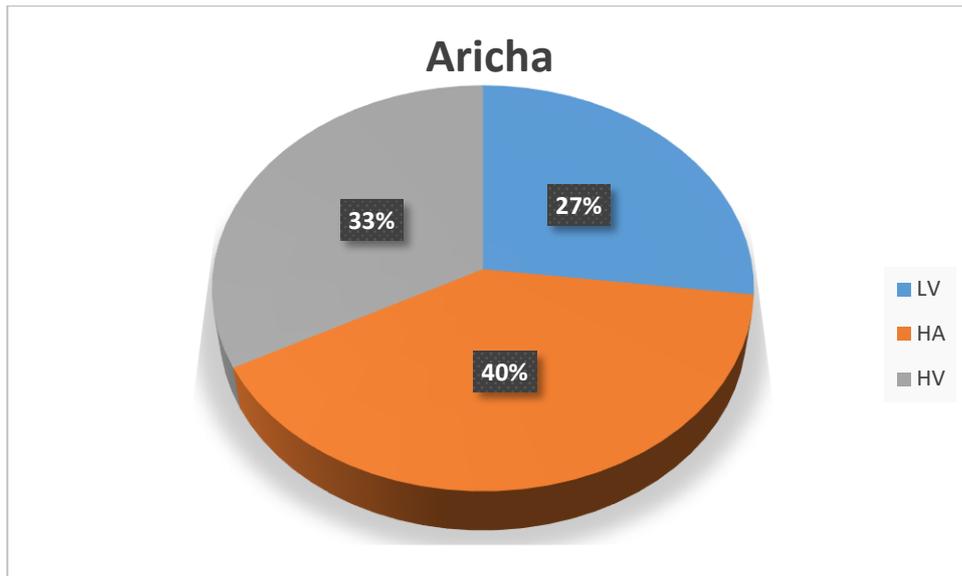
Tableau 24: types morphologiques des stations d'étude

Type morphologique		LV	HA	HV	Totale
Sebdou	Nb	8	36	23	67
	%	12	54	34	
El Gor	Nb	14	15	10	39
	%	36	38	26	
Kasdir	Nb	11	12	14	37
	%	30	32	38	
Sidi Mokhfi	Nb	25	67	17	109
	%	23	61	16	
Sidi Yahia	Nb	16	54	20	90
	%	18	60	22	
Aricha	Nb	61	91	74	226
	%	27	40	33	
Abdelmoula	Nb	10	19	10	39
	%	25	49	26	
Magoura	Nb	8	14	6	28
	%	29	50	21	
El Aouedj	Nb	6	15	7	28
	%	21	54	25	









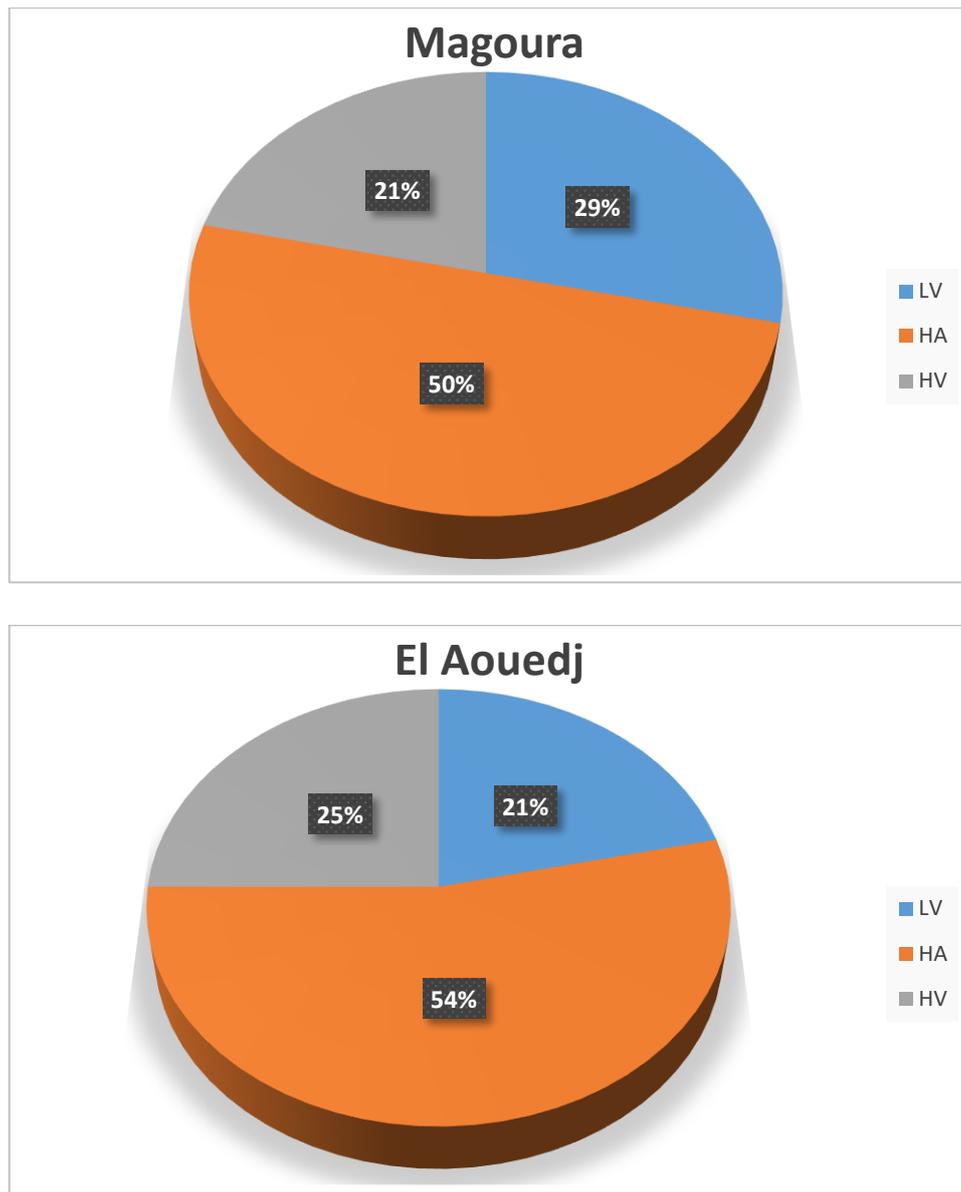


Figure 43: Types morphologiques des stations d'étude

De point de vue morphologique, les formations végétales des stations étudiées sont marquées par leur hétérogénéité entre les ligneuses et les herbacées et entre les vivaces et les annuelles.

L'accroissement des herbacés annuels est dû à l'envahissement des thérophytes. Ces espèces à forte production de stratégie « R », sont favorisées par un cycle biologique court (quelques semaines à quelques mois) qui leur permet d'occuper le sol durant les brèves périodes favorables à leur développement et ce dans tous les ensembles bioclimatiques et tous les étages de végétation (Quezel, 2000).

Pour nos Neuf stations d'étude, les herbacées annuelles sont dominantes et sont présentes avec un pourcentage de 48,66 %, suivies par les herbacées vivaces avec un pourcentage de 26,77% et enfin les ligneuses vivaces avec un pourcentage de 24,55%.

L'instabilité structurale du sol (substrat sablonneux), la pauvreté en matière organique et les rigueurs climatiques favorisent l'installation et le développement des espèces à cycle de vie court au détriment des ligneuses vivaces généralement plus exigeantes aux besoins hydriques et trophiques.

IV.1.3.5 - Types biogéographiques :

La géobotanique a pour objet l'étude de la répartition des végétaux dans le monde. Elle est définie comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (**HENGEVELD, 1990**).

Selon (**QUEZEL, 1991**), l'étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

La répartition des taxons inventoriés est déterminée à partir de la flore de l'Algérie. **QUEZEL** et **SANTA, 1962-1963**.

L'analyse des tableaux de compositions floristiques des stations montre la prédominance des espèces de type biogéographique méditerranéen avec un pourcentage variable pour les neuf stations, mais les autres types sont faibles

- ❖ Sebdo 26.86%
- ❖ El Gor 41.02%
- ❖ Kasdir 13,51%
- ❖ Sidi Mokhfi 38,53%
- ❖ Sidi yahia 33,3%
- ❖ Aricha 39,38%
- ❖ Abdelmoula 25,64%
- ❖ Magoura 10,71%
- ❖ El Aouedj 32,14%

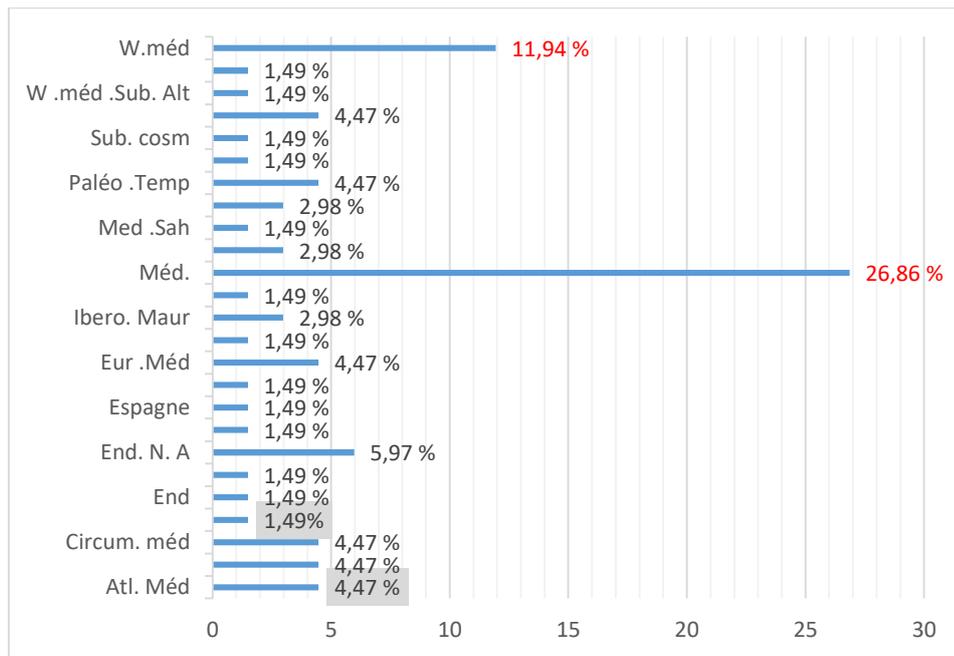


Figure 44: : Pourcentage des types biogéographiques de la station Sebdo

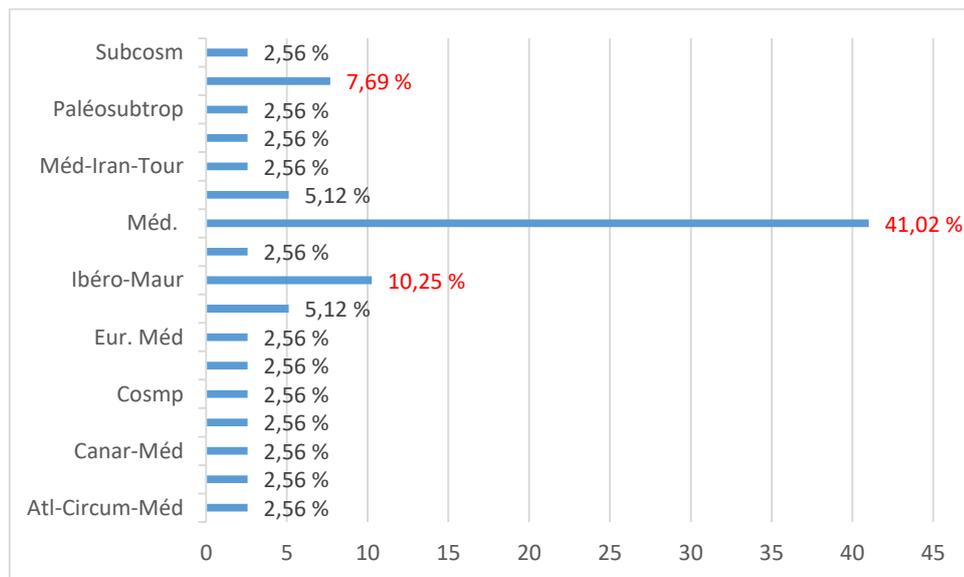


Figure 45: Pourcentage des types biogéographiques de la station El Gor

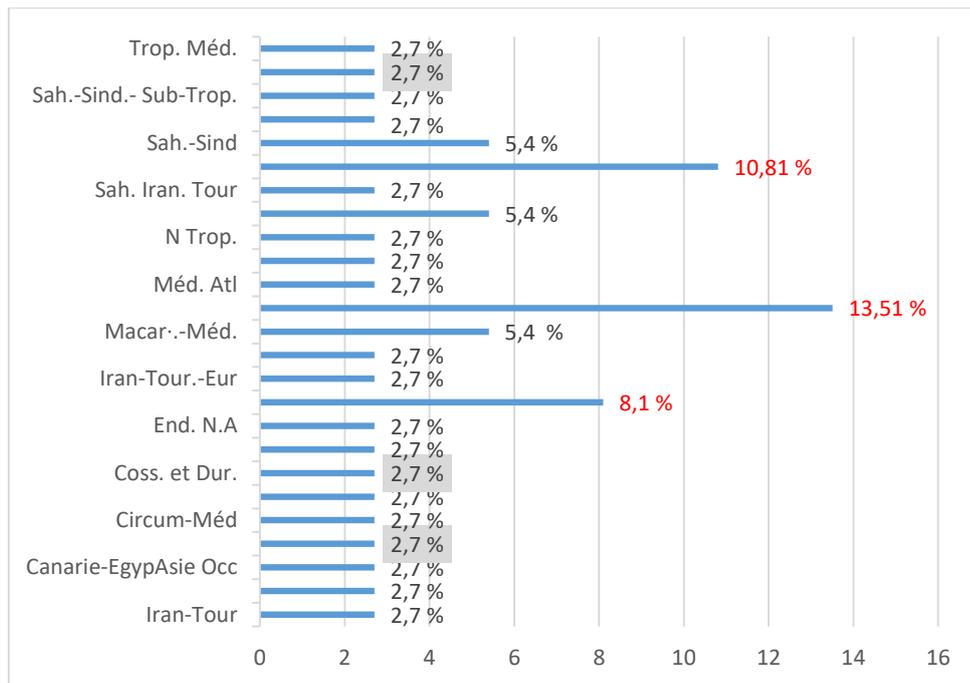


Figure 46: Pourcentage des types biogéographiques de la station Kasdir

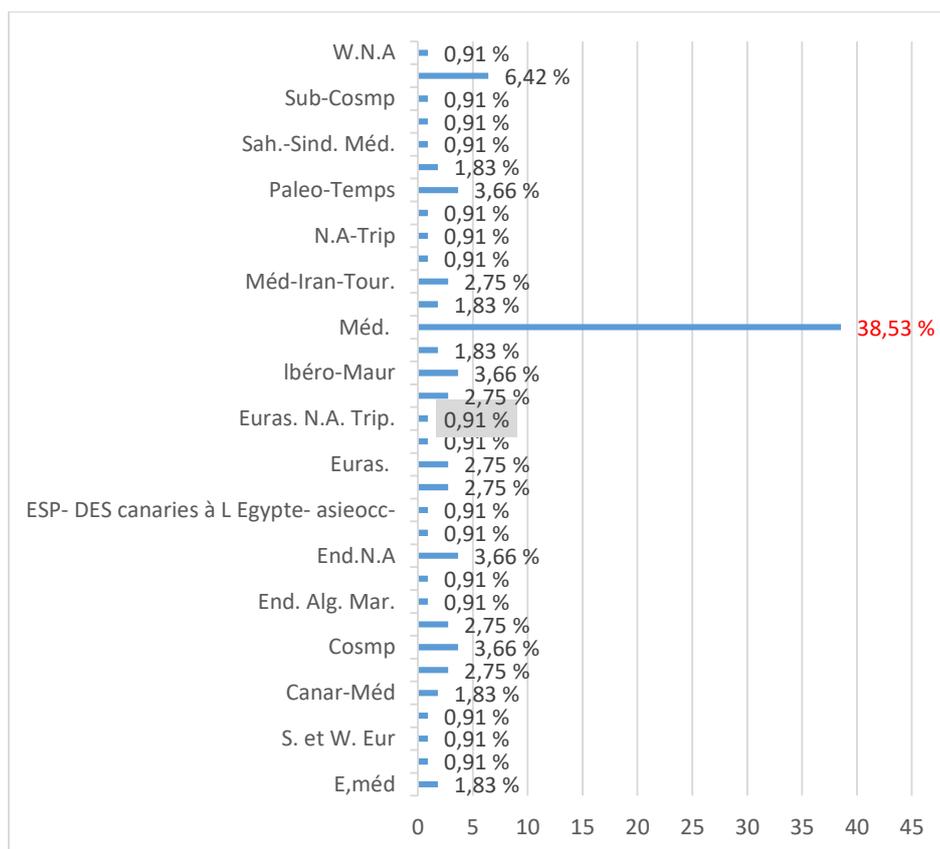


Figure 47: Pourcentage des types biogéographiques de la station Kasdir

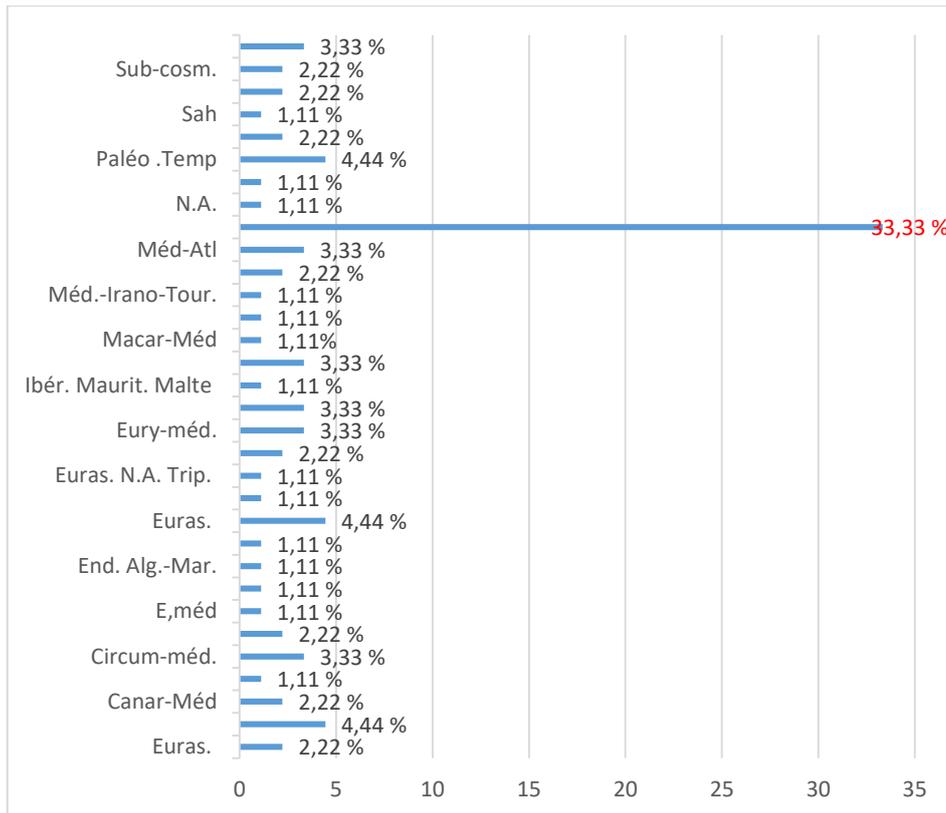


Figure 48: Pourcentage des types biogéographiques de la station sidi Yahia

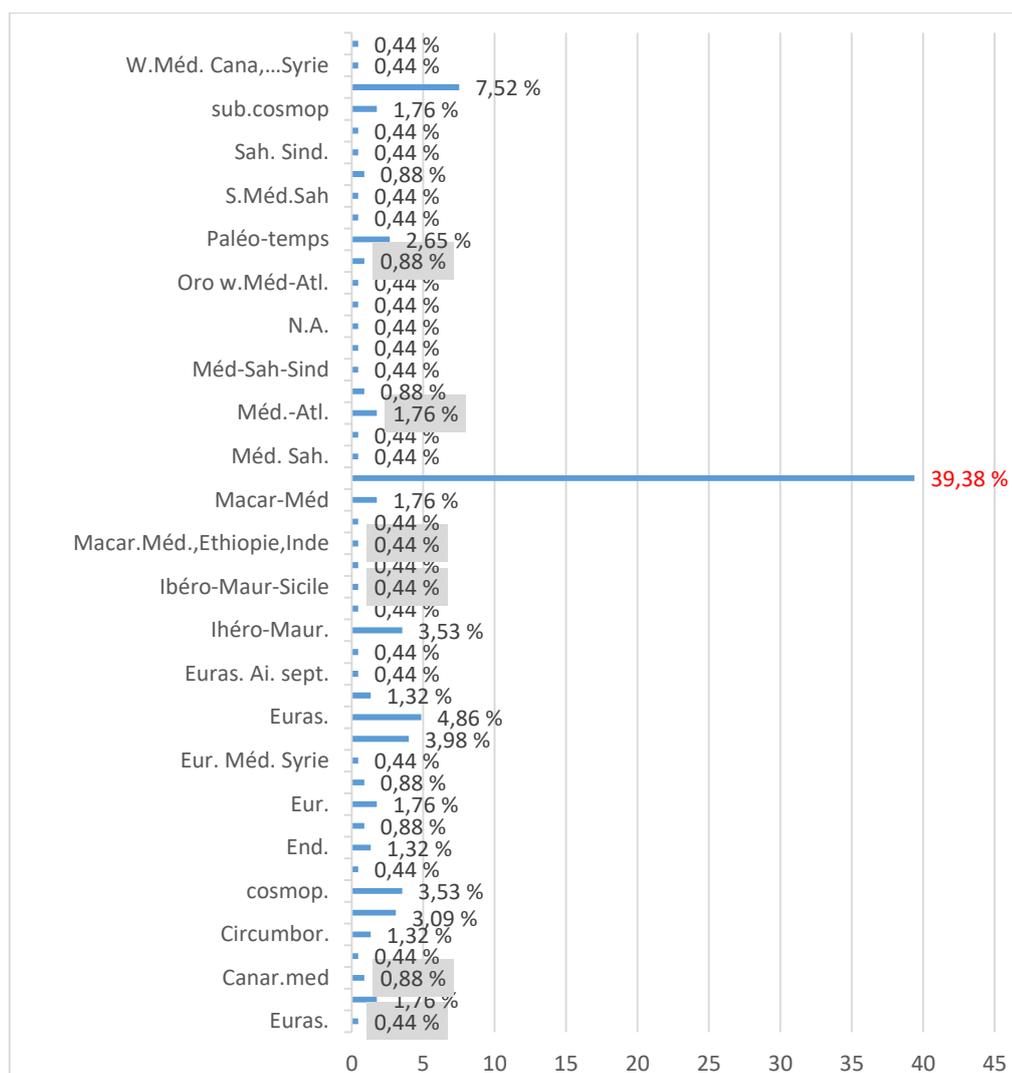


Figure 49: Pourcentage des types biogéographiques de la station Aricha

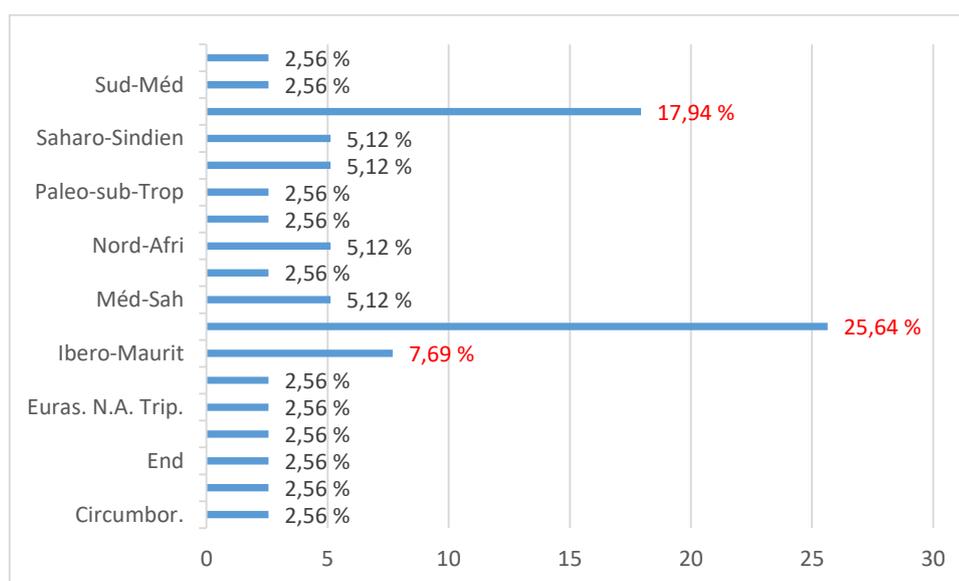


Figure 50: Pourcentage des types biogéographiques de la station Abdelmoula

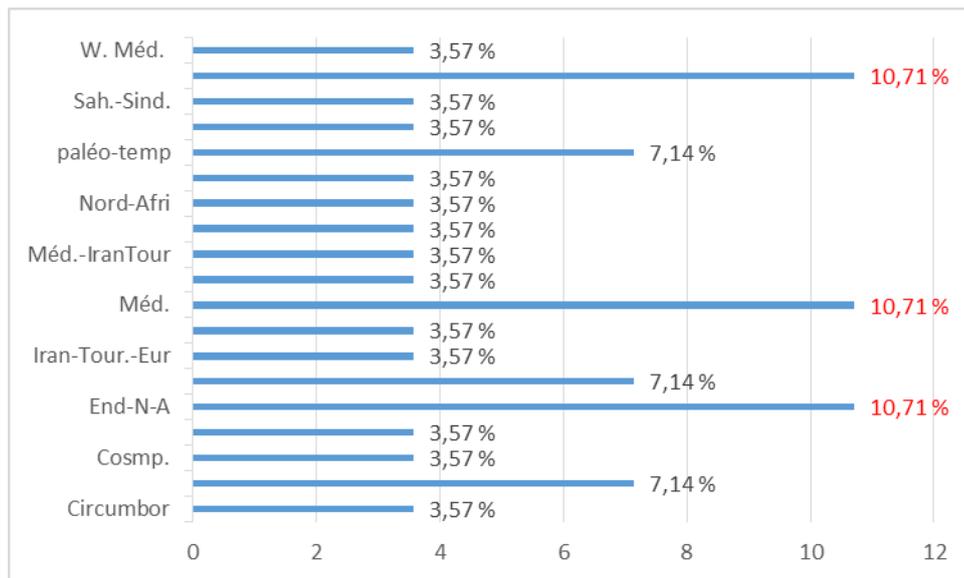


Figure 57: Pourcentage des types biogéographiques de la station Magoura

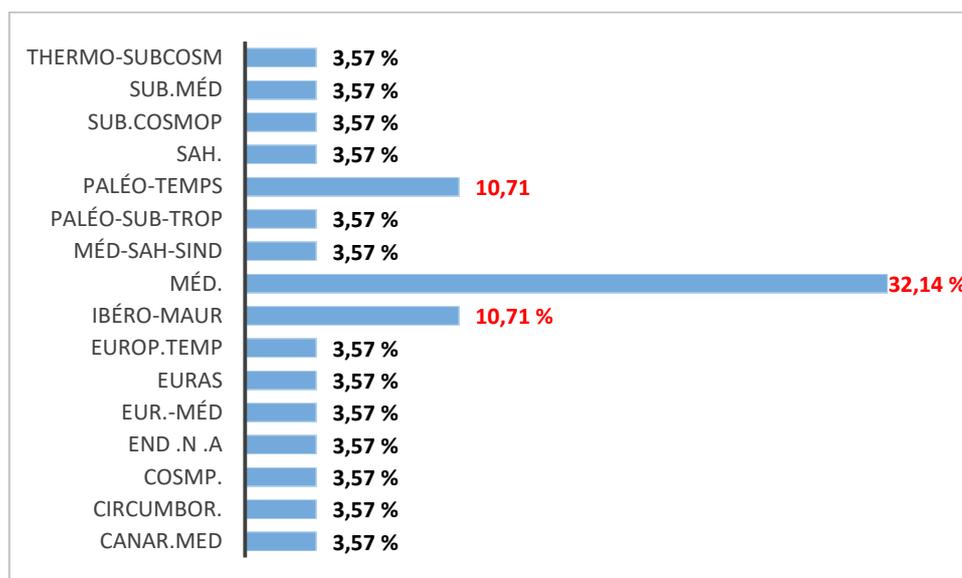


Figure 58 : Pourcentage des types biogéographiques de la station El Aouedj

IV.1.3.5-Estimation de la diversité :

Pour comparer la diversité floristique des relevés, nous sommes servis des Indices de Shannon-Weaver H et d'équitabilité et l'indice de Simpson. e. Ces indices permettent d'avoir une meilleure idée sur l'état de la diversité biologique d'un écosystème.

L'indice de Shannon est un indice qui permet de mesurer la biodiversité.

$$H' = - \sum Pi \log_2 Pi$$

Cet indice s'exprime par bit par individu (bit/individu) avec des valeurs comprises entre 0 et 5 bit (**FRONTIER 1983 ; FRONTIER et ETIENNE 1990**)

L'équitabilité (E) coorespond à la diversité relative et est exprimée par la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{\log S}$$

$$IS = \frac{1}{\sum Pi^2} \quad \text{Ou S : le nombre total des familles}$$

L'indice d'équitabilité permet de comparer la diversité entre deux peuplements à richesses spécifiques différentes. L'équitabilité varie de 0 à 1 ; elle tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce. Elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont meme abondance (**BARBAULT 1992**)

Tableau 25: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station de Sebdou

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Anacardiacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Apiacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Asparagacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Asteracee	14	0,208	0,04366	-0,67995	0,675	0,503
Boraginacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Brassicacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Caryophyllacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Cistacee	2	0,0298	0,000891	-1,52504	1,514	1,130
Dipsacee	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Euphorbiacees	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Fabacee	8	0,119	0,0142	-0,92298	0,916	0,683

Lamiacée	7	0,1044	0,010916	-0,98098	0,974	0,726
Liliacée	4	0,059	0,003564	-1,22401	1,215	0,907
Arécacée	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Pinacée	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Plantaginacées	2	0,0298	0,000891	-1,52504	1,514	1,130
Poacées	14	0,208	0,043662	-0,67995	0,675	0,503
Primulacée	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Renonculacées	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Résédacée	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Rhamnacées	1	0,0149	0,000223	-1,82607	1,813	1,353
Thymeliacées	2	0,0298	0,000891	-1,52504	1,514	1,130
la somme	67	0,993	0,121853			

Tableau 26: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station El Gor

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Anacardiacee	1	0,025	0,00065746	-1,59	1,57	1,21
Apiacées	1	0,025	0,00065746	-1,59	1,57	1,21
Astéracée	5	0,128	0,01643655	-0,892	0,88	0,67
Brassicacée	3	0,076	0,00591716	-1,113	1,10	0,85
Cistacée	3	0,076	0,00591716	-1,113	1,10	0,85
Convolvulacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Cupressacées	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Euphorbiacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
fabacée	3	0,076	0,00591716	-1,113	1,10	0,85
Fagacées	2	0,0512	0,00262985	-1,290	1,27	0,98
Globulariacée	2	0,0512	0,00262985	-1,290	1,27	0,98
Lamiacée	5	0,128	0,01643655	-0,892	0,88	0,68
liliacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Malvacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Oléacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Papavéracées	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
pinacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Poacées	4	0,1025	0,0105194	-0,989	0,97	0,75
Résédacée	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
Rubiacee	1	0,0256	0,00065746	-1,591	1,57	1,21
la somme	39	0,988	0,07429323			

Tableau 27: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Kasdir

Famille	nombre d'espèces	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Amaranthacées	4	0,108	0,01168736	-0,966	0,965	0,78
Astéracées	9	0,243	0,05916728	-0,613	0,613	0,49
Boraginacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,566	1,27
Brassicacées	3	0,081	0,00657414	-1,091	1,089	0,89
Capparidacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Caryophyllacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Cistacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Cucurbitacees	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,566	1,27
Fabacées	2	0,054	0,00292184	-1,267	1,265	1,03
Lamiacées	2	0,054	0,00292184	-1,267	1,265	1,03
Malvacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Orobanchacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Poacées	4	0,108	0,01168736	-0,966	0,965	0,78
Renonculacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Rutacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Thymélaeacées	1	0,027	0,00073046	-1,568	1,56	1,27
Zygophyllacées	3	0,081	0,00657414	-1,091	1,08	0,89
la somme	37	0,999	0,10883857			

Tableau 28: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Sidi Mokhfi

Famille	Nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Amaranthacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Apiacée	2	0,018	0,00033667	-1,736	1,861	1,216
Astéracées	23	0,21	0,04452487	-0,675	0,724	0,473
Borraginacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Brassicacées	9	0,082	0,00681761	-1,083	1,161	0,758
Campanulacée	1	0,0092	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
caprifoliacée	1	0,0092	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Caryophyllacée	5	0,046	0,0021042	-1,338	1,434	0,937
Cistacée	6	0,0550	0,00303005	-1,259	1,349	0,882
Convulvulacées	3	0,027	0,00075751	-1,560	1,672	1,093
Cuprèssacée	2	0,0183	0,00033667	-1,736	1,861	1,216
Dipsacacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Ericacées	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Euphorbiacée	3	0,027	0,00075751	-1,560	1,672	1,093
Fabacée	5	0,045	0,0021042	-1,338	1,434	0,937
Fagacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Gentianacées	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Geraniacées	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Globulariacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Lamiacée	8	0,0733	0,00538675	-1,134	1,216	0,794
Liliacées	2	0,0183	0,00033667	-1,736	1,861	1,216
Malvacée	2	0,0183	0,00033667	-1,736	1,861	1,216
Nymphéacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Oléacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Papavéracée	2	0,0183	0,00033667	-1,736	1,861	1,427
Plantaginacée	4	0,036	0,00134669	-1,435	1,538	1,005
Poacée	10	0,091	0,0084168	-1,037	1,112	0,726
Primulacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Renonculacée	4	0,0366	0,00134669	-1,435	1,538	1,005
Resedacée	2	0,018	0,00033667	-1,736	1,861	1,427
Rhamnacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Rosacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
Thymeleacées	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
zygophyllacée	1	0,0091	8,4168E-05	-2,037	2,184	1,427
la somme	109	1,072	0,08004377			

Tableau 29: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Sidi Yahia

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Apiacée	3	0,033	0,001111111	-3,401	3,343	2,289
Asparagacée	1	0,011	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Asteracée	18	0,2	0,04	-1,609	1,582	1,083
Boraginacée	1	0,01	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Brassicacée	7	0,077	0,00604938	-2,553	2,510	1,719
caprifoliacée	1	0,011	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Caryophyllacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,741	2,562
Cistacée	4	0,0444	0,00197531	-3,113	3,060	2,096
Convulvulacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Cupressacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,741	2,562
Dipsacacée	3	0,0333	0,001111111	-3,401	3,343	2,289
Euphorbiacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,741	2,562
Fabacée	5	0,0555	0,00308642	-2,890	2,841	1,946
Fagacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Geraniacées	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Iridacée	3	0,0333	0,001111111	-3,401	3,343	2,289
Lamiacées	11	0,1222	0,01493827	-2,102	2,066	1,415
Liliacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,742	2,562
Linacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,742	2,562
Malvacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Papavéracée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Plantaginacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,742	2,562
Poacées	7	0,0777	0,00604938	-2,553	2,510	1,719
Primulacée	2	0,0222	0,00049383	-3,806	3,742	2,562
Renonculacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Resedacée	3	0,0333	0,001111111	-3,401	3,343	2,289
Rhamnacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Rosacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
Rubiacée	1	0,0111	0,00012346	-4,499	4,423	3,029
la somme	90	0,983	0,0814			

Tableau 30: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station El Aricha

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Amaryllidacée	3	0,0132	0,00017621	-1,876	2,22	1,273
anacadiacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Apiacée	9	0,0398	0,00158587	-1,399	1,65	0,950
Aracée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Arécacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Aristolochiacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Asclepiadacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Asparagacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Asteracée	34	0,150	0,02263294	-0,822	0,97	0,558
Boraginacée	4	0,0176	0,00031326	-1,752	2,06	1,189
brassicacée	8	0,0353	0,00125303	-1,451	1,71	0,984
campanulacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
caprifoliacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Caryophyllacée	8	0,0353	0,00125303	-1,451	1,71	0,984
cistacée	9	0,0398	0,00158587	-1,399	1,65	0,950
convolvulacée	3	0,0132	0,00017621	-1,876	2,22	1,273
Crassulacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
cucurbitacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Cupressacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Dioscoreacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Dipsacacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Dipsacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Ericacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Euphorbiacée	4	0,0176	0,00031326	-1,752	2,06	1,189
Fabacée	22	0,0973	0,00947607	-1,011	1,19	0,686
Fagacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Gentianacée	3	0,0132	0,00017621	-1,876	2,22	1,273
Geranicée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Iridacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Lamiacées	16	0,070	0,00501214	-1,149	1,35	0,780
Liliacée	9	0,0398	0,00158587	-1,399	1,65	0,950
Linacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
malvacée	5	0,0221	0,00048947	-1,655	1,95	1,123
Nymphéacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Oléacée	3	0,0132	0,00017621	-1,876	2,22	1,273
Orchidacée	4	0,0176	0,00031326	-1,752	2,06	1,189
Orobanchacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Oxalidacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
papavéracée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Pinacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Plantaginacée	7	0,0309	0,00095935	-1,509	1,78	1,024
Plumbaginacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393

Poacée	18	0,0796	0,00634349	-1,098	1,29	0,745
Polygonacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
primulacée	3	0,0132	0,00017621	-1,876	2,21	1,273
Ranunculacée	4	0,0176	0,00031326	-1,752	2,06	1,189
Renonculacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Résédacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Rhamnacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Rosacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Rubiacée	4	0,0176	0,00031326	-1,752	2,06	1,189
Rutacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Smilacacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78	1,597
Solanacée	2	0,0088	7,8315E-05	-2,053	2,42	1,393
Thymelaeacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78020207	1,597
Zygophyllacée	1	0,0044	1,9579E-05	-2,354	2,78020207	1,597
la somme	226	1,181	0,05595583			

Tableau 31 : le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Abdelmoula

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Amaranthacée	10	0,256	0,065	-0,591	0,583	0,561
asteracée	4	0,102	0,010	-0,989	0,977	0,939
brassicacée	5	0,128	0,016	-0,892	0,881	0,847
Caryophyllacée	1	0,025	0,00065	-1,591	1,571	1,511
Cistacée	3	0,076	0,0059	-1,113	1,10	1,058
Fabacée	4	0,102	0,0105	-0,989	0,977	0,939
plantaginacée	2	0,051	0,0026	-1,290	1,274	1,225
poacée	6	0,153	0,023	-0,812	0,803	0,772
Renonculacée	1	0,025	0,00065	-1,591	1,571	1,511
Rhamnacée	1	0,025	0,00065	-1,591	1,571	1,511
zygophyllacée	2	0,051	0,0026	-1,290	1,274	1,225
la somme	39	0,988	0,140			

Tableau 32: le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station Magoura

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Amaranthacée	4	0,14	0,0204	-0,845	0,811	0,811
Astéracées	5	0,178	0,0318	-0,748	0,718	0,718
brassicacée	4	0,142	0,0204	-0,845	0,811	0,811
caryophyllacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,389	1,389
Cistacée	2	0,071	0,0051	-1,146	1,10	1,10
Fabacée	2	0,071	0,0051	-1,146	1,100	1,10
Lamiacées	1	0,035	0,00127	-1,447	1,389	1,389
Plantaginacée	2	0,071	0,0051	-1,146	1,10	1,10
poacée	6	0,214	0,0459	-0,669	0,64	0,642
Zygophyllacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,389	1,389
La somme	28	0,96	0,128			

Tableau 33: : le calcul de l'indice de Shannon et l'équitabilité pour la station El Aouedj

Famille	nombre d'espèce	Pi	Pi ²	LogPi	H'	E
Amaranthacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
asteracée	4	0,142	0,020	-0,8450	0,832	0,711
Boraginacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,218
brassicacée	2	0,071	0,005	-1,146	1,128	0,964
Caryophyllacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
Lamiacées	2	0,071	0,0051	-1,146	1,128	0,96
liliacée	2	0,071	0,0051	-1,146	1,128	0,96
malvacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
pinacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
Plantaginacée	2	0,071	0,0051	-1,146	1,128	0,96
Poacées	7	0,25	0,0625	-0,602	0,593	0,50
primulacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
Résédacée	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
Rhamnacées	1	0,035	0,0012	-1,447	1,425	1,21
Thymeliacées	1	0,03571429	0,0012	-1,447	1,425	1,21
La somme	28	0,985	0,114			

Tableau 34: résultats du calcul de l'indice de Simpson

Sebdou	El Gor	Kasdir	Sidi Mokhfi	Sidi Yahia
Log 22=1,34	Log20= 1,30	Log 17=1,23	Log 34= 1,53	Log 29= 1,46
Is= 8,26	Is= 13,51	Is= 9,25	Is= 12,5	Is= 1,23
Aricha	abdelmoula	Magoura	El Aouedj	
Log 56= 1,74	Log 11= 1,04	Log 10= 1	Log 15= 1,176	
Is= 18,2	Is= 7,14	Is= 7,81	Is=8, 968	

La diversité spécifique a été évaluée par le calcul de l'indice de Shannon-Weaver (H'), de l'équitabilité (E) (Tableaux de 24 à 32) et celui de l'indice de Simpson (Is) (Tableau 33).

Concernant l'indice de Shannon-Weaver (H') :

- Station de Sebdou la valeur la plus élevée est 1,813 bits/individu pour les familles suivantes : Anacardiacee, Apiacee, Asparagacee, Boraginacee, Brassicacee, Caryophyllacee, Dipsacee, Euphorbiacee, Arécacee, pinacee, Primulacee, Renonculacees, Résédacée, Rhamnacees.
- Station El Gor est représentée par la valeur la plus élevée qui est 1,57 bits/individu pour les familles suivantes : Anacardiacee, Apiacee, Convolvulacee, Cupressacees, Euphorbiacee, liliacee, malvacée, Oléacée, papavéracée, pinacee, Résédacée, Rubiacée.
- Station Kasdir : la valeur la plus élevée est 1,56 bits/individu pour les familles suivantes : Boraginacees, Capparidacees, caryophyllacee, Cistacée, Cucurbitacée, Cistacée, malvacée, Orobanchacees, Renonculacees, Rutacée et Thymélaeacées.
- Station Sidi Mokhfi : la valeur la plus élevée est celui de 2,18 bits/individu pour les familles suivantes :Amaranthacee, Borraginacee, Campanulacee, Caprifoliacee Dipsacacée, Ericacées, Gentianacées, Fagacée, Géraniacée, Globulariacée, Nymphéacée, Oléacée, Primulacée, Rhamnacee, Rosacée, Thyméleacée et zygothyllacée.
- Station Sidi Yahia : la valeur la plus élevée est de 4,42 bits/individu pour les familles suivantes : Asparagacee, Boraginacee, Caprifoliacee, Convolvulacee, Fagacée, Geraniacée, Malvacée, Papavéracée, Renonculacée, Rhamnacee, Rosacée et Rubiacée.
- Station El Aricha : la valeur la plus élevée est 2,78 bits/individu pour les familles suivantes : Arécacée, Aristolochiacée, Asclepiadacée, campanulacée, cucurbitacée, crassulacée, Dioscoreacée, Dipsacacée, ericacée, Fagacée,linacée, Nymphéacée, Orobanchacée, Oxalidacée, papavéracée, pinacée, Polygonacée, Renonculacée, Résédacée, Rutacée, Smilacacée, Thymeleacée et Zygothyllacée.

- Station Abdelmoula : la valeur la plus élevée est 1,57 bit/individu pour les familles suivantes : Caryophyllacée, Renonculacée et Rhamnacée.
- Station Magoura : la valeur est 1,38 bit/individu pour les familles suivantes : caryophyllacée, lamiacée, Zygophyllacée
- Station El Aouedj : la valeur la plus élevée est 1,425 bit/individu pour les familles suivantes : Amarathacée, Boraginacée, Caryophyllacée, malvacée, Pinacée, Primulacée, Résédacée, Rhamnacée et Thymeliacées.

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité ; selon **SONKE 1998** si la valeur de cet indice est élevée cela correspond à des conditions environnementales favorables qui permettent l'installation d'un grand nombre d'espèces représenté par un petit nombre d'individu appartenant aux familles citées.

L'indice d'équitabilité (E) complète l'indice de Shannon-weaver ;il nous renseigne sur l'abondance relative des espèces ou leurs distributions.Cet indice varie entre 0 et 1. Une distribution équitable est exprimée par un indice proche de 1 et inversement, une distribution dominée par une seule espèce tend vers 0.

- Station Sebdou : la valeur minimale de l'indice d'équitabilité de la station varie entre 0,5 et 0,68 pour les familles Asteracée, Fabacée, Lamiacée et liliacée. La valeur maximale de l'indice est 1,35 pour les familles suivantes : Anacardiacees, apiacées, Sparagacées, Boraginacée, Brassicacées, Caryophyllacée, Pinacée
- Station El Gor : la valeur minimale d'équitabilité est de 0,67 pour la famille des asteracées ; 0,68 pour la famille des lamiacées ; 0,75 pour la famille des Poacées ; 0,85 pour les familles brassicacées cistacées, fabacées ; 0,98 pour la famille des fagacées et Globulariacées. La valeur maximale de l'indice est 1,21 qui est représentée par les familles suivantes :Convolvulacée, cupressacées, liliacées, malvacées,Résédacées, Rubiacées, oléacées.
- Station Kasdir : l'indice d'équitabilité varie pour chaque famille il vaut 0,49 pour la famille des astéracées ; 0,78 pour la famille des Amaranthacées, Poacées ; 0,89 pour la famille des Brassicacées et Zygophyllacées. La valeur maximale est 1,27 pour les familles suivantes : boraginacées, Capparidacées, Caryophyllacées, Cistacées, Thymélacées, Renonculacée, Rutacées
- Station Sidi Mokhfi : les valeurs minimales varient de 0,47 pour la famille des asteracées ; 0,75 pour la famille des Brassicacées ; 0,79 pour la famille des familles des Lamiacées ; 0,72 pour la famille des poacées. La valeur maximale est 1,42 pour les familles suivantes Amaranthacées, Boraginacées, Campanulacées, Dipsacacées, Fagacées, Globulariacées, Rosacées, Renonculacée, Rhamnacés.

- Station Sidi Yahia : la valeur minimale est 1,08 pour la famille des asteracées ; 1,41 pour la famille des lamiacées ; 1,71 pour la famille des brassicacées. La valeur maximale de l'indice est 3,02 pour les familles suivantes : Geraniacées, Fagacées, Malvacées, Papavéracée, Rosacées, Renonculacée, Rhamnacés.
- Station El Aricha : la valeur minimale de l'équitabilité 0,68 pour la famille des Fabacées ; 0,78 pour la famille des lamiacées ; 0,74 pour la famille des poacées ; 0,95 pour la famille des Apiacées, Cistacées, liliacées. La valeur maximale est 1,59 pour les familles suivantes : Aristolochiacées, Arécacées, Asclepiadacée,
- Station Abdelmoula : 0,56 pour la famille des amaranthacées ; 0,77 pour les poacées ; 0,84 brassicacées ; 0,93 pour la famille des Asteracées et Fabacées. La valeur maximale est 1,51 pour les familles suivantes : Caryophyllacées, Renonculacée et Rhamnacées.
- Station Magoura : la valeur minimale de l'indice est 0,64 pour la famille des poacées ; 0,71 pour la famille des asteracées ; 0,81 pour la famille des amaranthacée et brassicacées ; la valeur maximale est 1.38 pour la famille des caryophyllacées, lamiacées et zygophyllacées
- Station El Aouedj : la valeur minimale de l'indice est 0,5 pour la famille des poacées ; 0,71 pour la famille des asteracées ; 0,96 pour la famille des lamiacées, liliacées, plantaginacées ; la valeur maximale de l'indice est 1,21 pour le reste des familles.

Selon **OUCI (2018)**, une équitabilité faible représente une grande importance de quelques espèces dominantes. Ces variations sont liées essentiellement aux pressions anthropozoogène.

Conclusion :

L'inventaire exhaustif effectuée au niveau des stations d'étude, nous a permis de réaliser les caractérisations biologique, morphologique, biogéographique et de faire ressortir les résultats suivants:

- Les Astéracées Poacées, domine le terrain dans la majorité des stations.
- Le type biologique "Thérophyte" c'est-à-dire les espèces herbacées annuelles dominent largement les stations étudiées.

L'importance des Therophytes confirme le phénomène de Thérophytisation ; Ce brassage d'éléments donne une végétation de type :

Sebdou: TH >CH >GE >HE >PH

El Gor: TH >CH >PH >HE=GE

Kasdir: CH >TH >HE >GE

Sidi Mokhfi: TH >HE >GE >PH >CH

Sidi Yahia: TH >CH >HE >GE >PH

Aricha: TH >HE =CH >PH >GE

Abdelmoula: TH >CH >HE >PH

Magoura: TH >CH >HE >GE

El Aouedj: TH >CH >GE >PH

Le calcul de l'indice de perturbation est proportionnel à la dominance des espèces thérophytiques dans l'ensemble des stations étudiées, dont on peut le type de végétation suivant : TH > CH > He.

La dominance du caractère Thérophytisation est liée à l'envahissement des espèces annuelles, disséminées par les troupeaux surtout dans la zone d'étude. A ce sujet, **BARBERO et al.**

(1980) expliquent la Thérophytisation par le stade ultime de dégradation des écosystèmes avec des espèces sub-nitrophiles liées aux surpâturages.

Aussi, la répartition biogéographique montre la dominance d'éléments méditerranéens, qui dépasse les 20% dans toutes les stations.

IV.2- Résultat orthoptérologique :

IV.2.1- Inventaire et composition du peuplement Orthoptérologique :

Les résultats concernant l'inventaire des espèces acridiennes recueillies à partir de nos prélèvements dans les stations Sebdou, El Gor, Kasdir, Sidi Mokhfi, Sidi Yahia, Aricha, Abdelmoula, Magoura, El Aouedj, durant la période Mars 2017 à Septembre 2018 nous avons recensé 17 espèces réparties sur les neuf stations d'étude (**Tableau 34**). Pour la classification des orthoptères, nous nous sommes basés sur celle de **LOUVEAX et BEN HALIMA (1987)**.

La détermination est basée sur plusieurs critères morphologiques dont la forme du pronotum, la couleur des ailes membraneuses et la forme des pattes postérieures. Deux familles sont notées au sein du sous-ordre des Caelifères, les Acrididae et les Pamphagidae.

Tableau 35: Liste des abréviations des orthoptères

Genre/Espèce	Abréviations
<i>Acinipe hesperica</i> (Rambur, 1838)	Ach
<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaeffer, 1838)	Acp
<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	Ais
<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa, 1836)	Cab
<i>Doclostaurus jagoi jagoi</i> (Soltani, 1978)	Dojj
<i>Oedipoda caerulescens caerulescens</i> (Linné, 1758)	Oecc
<i>Oedipoda caerulescens sulfurescens</i> (Saussure, 1804)	Oecs
<i>Oedipoda fuscocincta</i> (Lucas, 1849)	Oef
<i>Oedipoda miniata</i> (Pallas, 1771)	Oem
<i>Oedaleus decorus</i> (Germar, 1825)	Oed
<i>Pamphagus caprai</i> (Massa, 1992)	Pac
<i>Ocneridia volxemi</i> (Bolivar, 1878)	Ocv
<i>Omocestus raymondi</i> (Harz, 1970)	Omr
<i>Pezottetix giornae</i> (Rossi, 1794)	Peg
<i>Tmethis pulchripennis</i> (Serville, 1838)	Tmp
<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)	Spr
<i>Tmethus marocanus</i> (Bolivar, 1878)	Tmm

Tableau 36: Liste des espèces d'orthoptères recensées dans les stations d'étude

Sous-ordre	Familles	Sous-familles	Genre/Espèce
caelifera	Acrididae	calliptaminae	<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa1836)
		Catentopinae	<i>Pezottetix giornae</i> (Rossi, 1794)
		Oedipodinae	<i>Oedipoda caerulescens caerulescens</i> Linné, 1758) <i>Oedipoda caerulescens sulfurescens</i> (Saussure, 1804) <i>Oedipoda fuscocincta</i> (Lucas, 1849) <i>Oedipoda miniata</i> (Pallas, 1771) <i>Oedaleus decorus</i> (Germar, 1825) <i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870) <i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Schaeffer, 1838)

		Acridinae	<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)
		Gomphocerinae	<i>Dociostaurus jagoi jagoi</i> (Soltani, 1978) <i>Omocestus raymondi</i> (Harz, 1970)
	Pamphagidae	Pamphaginae	<i>Pamphagus caprai</i> (Massa, 1992) <i>Acinipe hesperica</i> (Rambur, 1838) <i>Tmethus marocanus</i> (Bolivar, 1878) <i>Ocneridia volxemi</i> (Bolivar, 1878)
			Thrinchinae

Le tableau ci-dessus représente la présence de 17 espèces appartenant à l'ordre des orthoptères, tous appartenant à l'ordre des caelifères, deux familles ont été répertoriées : Acrididae et Pamphagidae.

La famille Acrididae, la plus représentée par son nombre important d'espèces, on y compte 12 espèces dont les plus dominantes sont : *Calliptamus barbarus*, *Oedipoda miniata*, *Sphingonotus rubescens*, *Oedipoda caerulescens caerulescens* et *Pezottetix giornaevi* sont présent dans tous les stations.

La famille des Pamphagidae est représentée par deux sous famille qui sont :

- ✓ La sous famille des pamphaginae, qui compte 4 espèces : *Pamphagus caprai*, *Acinipe hesperica*, *Tmethus marocanus* et *Ocneridia volxemi*.
- ✓ La sous famille des Thrinchinae par l'espèce *Tmethis pulchripennis*.

La famille des acrididae est représentée par 5 sous familles qui sont :

- ✓ La sous famille des calliptaminae est représenté par une seule espèce *Calliptamus barbarus* ;
- ✓ La sous- famille des catentopinae par l'espèce *Pezottetix giornaevi*, un petit orthoptère aptère facilement reconnaissable par sa petite taille et par ses pattes postérieures plus oumoins longues. Selon **FELLAOUINE (1989)**, cette espèce a été signalé dans les friches de la région de Sétif. puis au Nord-Ouest algérien notamment à Ghazaouet, Oran, Belabess (**CHOPARD, 1958b**)

- ✓ La sous-famille des Oedipodinae par les espèces *Oedipoda caerulescens caerulescens*, *Oedipoda caerulescens sulferescens* *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda miniata*, *Oedaleus decorus*, *Sphingonotus rubescens*, *Acrotylus patruelis*. **DIRSH (1975, 1979)** a signalé la présence du genre *Oedipoda* en Afrique du Nord dans la région de Nemours actuellement Ghazaouet. *Oedaleus decorus* retrouvée uniquement dans la région d'El Aricha.
- ✓ La sous famille des Acridinae est représenté par une seule espèce qui est Acridinae selon **FELLAOUINE (1989)**, **cette espèce** habite les endroits où prédomine graminées.
- ✓ La sous famille des Gomphocerinae est représenté par deux espèces *Dociostaurus jagoi jagoi* *Omocestus raymondi*. (**CHOPARD, 1952**) a signalé toutes ces espèces dans le Nord-Ouest algérien.

IV.2.2- Dénombrement des espèces rencontrées dans la station :

Tableau 37: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station de Sebdu

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Acrotylus patruelis</i>	Acp	0	0	0	0	3	2	0
<i>Acinipe hesperica</i>	Ach	0	0	0	2	1	0	0
<i>Pamphagus caprai</i>	Pac	0	0	2	4	3	4	0
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	1	3	7	8	9	0
<i>Oedipoda caerulescens s.</i>	Oecs	0	1	3	5	4	4	2
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	2	5	8	7	12	5
<i>Pezottetix giornai</i>	Peg	0	0	2	2	4	0	0
<i>Ocneridia volxemi</i>	Ocv	0	0	2	3	0	4	0
<i>sphingonotus rubescens</i>	Spr	1	1	3	3	4	3	0
<i>Oedaleus decorus</i>	Oed	0	0	2	3	5	4	0

Tableau 38: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station El Gor

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Tmethis pulchripennis</i>	Tmm	0	0	1	1	0	0	0
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	1	1	3	4	6	2
<i>Oedipoda caerulescens c.</i>	Oecc	0	0	1	1	3	3	0
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	0	1	3	4	2	0
<i>Pezottetix giornai</i>	Peg	0	3	2	4	0	0	0
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	0	0	3	6	8	0
<i>Pamphagus caprai</i>	Pac	0	2	4	1	0	0	0

Tableau 39: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Kasdir

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	1	2	4	4	5	2
<i>Thmetus marocanus</i>	Thm	0	0	0	1	1	0	0
<i>ocneridia volxemi</i>	ocv	0	0	3	2	2	0	0
<i>Oedipoda fuscocincta</i>	Oef	1	3	3	4	6	6	3
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	3	2	5	5	6	3	2
<i>Omocestus raymondi</i>	Omr	0	0	1	0	2	2	0

Tableau 40: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Sidi Mokhfi

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Acinipe hesperica</i>	Ach	0	2	1	0	0	0	0
<i>Pamphagus caprai</i>	Pac	0	2	4	3	0	0	0
<i>Pezottetix giornai</i>	Peg	0	4	3	0	0	0	0
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	0	3	5	4	6	5
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	0	4	3	4	4	0
<i>Oedipoda caerulescens c.</i>	Oec	0	0	2	2	3	4	0
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	0	0	2	3	1	0

Tableau 41: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Sidi Yahia

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Ocneridia volxemi</i>	ocv	0	0	0	1	1	0	0
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	1	3	2	4	4	3
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	0	1	2	4	3	0
<i>Pamphagus caprai</i>	Pac	0	1	1	2	0	0	0
<i>Oedaleus decorus</i>	Oed	1	1	3	3	2	5	1
<i>Omocestus raymondi</i>	Omr	0	0	0	2	1	1	0
<i>Pezottetix giornai</i>	Peg	0	0	0	1	1	2	0
<i>Acrotylus patruelis</i>	Acp	0	0	3	4	1	0	0

Tableau 42: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Aricha

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Doclostorus jagoi jagoi</i>	Dojj	0	3	2	4	0	0	0
<i>Pezottetix giornai</i>	Peg	0	2	5	6	0	0	0
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	1	3	5	7	0	0
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	0	4	6	5	8	2
<i>Oedipoda caerulescens c.</i>	Oecc	0	0	3	5	7	2	0
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	2	4	3	5	3	1
<i>Oedaleus decorus</i>	Oed	0	0	0	6	10	18	3

Tableau 43: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Abdelmoula

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	0	2	6	3	2	0
<i>Oedaleus decorus</i>	Oed	0	0	3	8	14	20	6
<i>Pezottetix giornai</i>	Peg	0	2	5	0	0	0	0
<i>Oedipoda caerulea c.</i>	Oecs	0	0	3	7	10	12	5
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	0	3	5	2	1	0
<i>Omocestus raymondi</i>	Omr	0	2	1	4	0	0	0

Tableau 44: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station Magoura

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	1	3	7	2	1	1
<i>Oedaleus decorus</i>	Oed	0	0	4	8	10	20	6
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	0	1	6	4	2	1
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	1	6	8	5	2	1

Tableau 45: Répartition du nombre d'individus par mois dans la station El Aouedj

Genre/espèce	Abréviations	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
<i>Oedipoda caerulea c.</i>	Oecc	0	0	0	2	5	8	0
<i>Calliptamus barbarus</i>	Cab	0	0	2	6	4	1	0
<i>Oedaleus decorus</i>	Oed	0	2	4	7	15	22	3
<i>Oedipoda miniata</i>	Oem	0	3	5	5	9	9	2
<i>sphingonotus rubescens</i>	Spr	0	0	3	7	2	1	0

Selon **ROY (2003)**, l'évolution des peuplements des orthoptères peut dépendre de plusieurs facteurs ceci sont classés en deux groupes :

- Les facteurs d'ordre abiotique sont essentiellement les facteurs climatiques qui conditionnent la répartition géographique aussi bien des végétaux que des animaux, ainsi que le caractère et la dynamique de leurs processus biologiques.
- Les facteurs d'ordre biotique résident essentiellement dans l'action des ennemis naturels, comme les parasites, les prédateurs et certains agents pathogènes La végétation a beaucoup d'effets sur les orthoptères. En effet **CHARA (1987)** a noté que la présence de certaines espèces d'orthoptères dans des biotopes est étroitement liée à certaines espèces végétales.

DAJOZ (1971) souligne que la diversité est conditionnée par la stabilité du milieu et les facteurs climatiques. Lorsque les conditions de vie du milieu sont favorables on rencontre beaucoup d'espèces et chacune d'entre elles est représentée par un faible effectif, l'indice de diversité est alors élevé.

IV.2.3- Richesse totale et richesse moyenne :

La richesse totale : la richesse totale d'un peuplement dans un milieu correspond au nombre de toutes les espèces observées au cours de N relevés.

La richesse moyenne : la richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement (RAMADE, 1984).

Tableau 46: représentation de la richesse totale et moyenne des espèces capturées dans les stations

Espèces	Sebdou	El Gor	Kasdir	Sidi Mokhfi	sidi yahia	Aricha	Abdelmoula	Magoura	El Aouedj	nombre totale des individus
Acp	5				8					13
Ach	3			3						6
Pac	13	7		9	4					33
Oem	28	17		15	17	25		23	33	158
Oecs	19									19
Cab	39	17	18	6		18	13	14	13	138
Peg	8	9		7	4	13	7			48
Ocv	9		7		2					18
spr	15	10	26	23	10	16	11	15	13	139
Oed	14				16	37	51	48	53	219
Tmp		2								2
Oecc		8		11		17	37		15	88
Omr			5		4		7			16
Dojj						9				9
Thm			2							2
Oef			26							26
nombre totale des individus	138	70	84	74	65	135	126	100	127	919

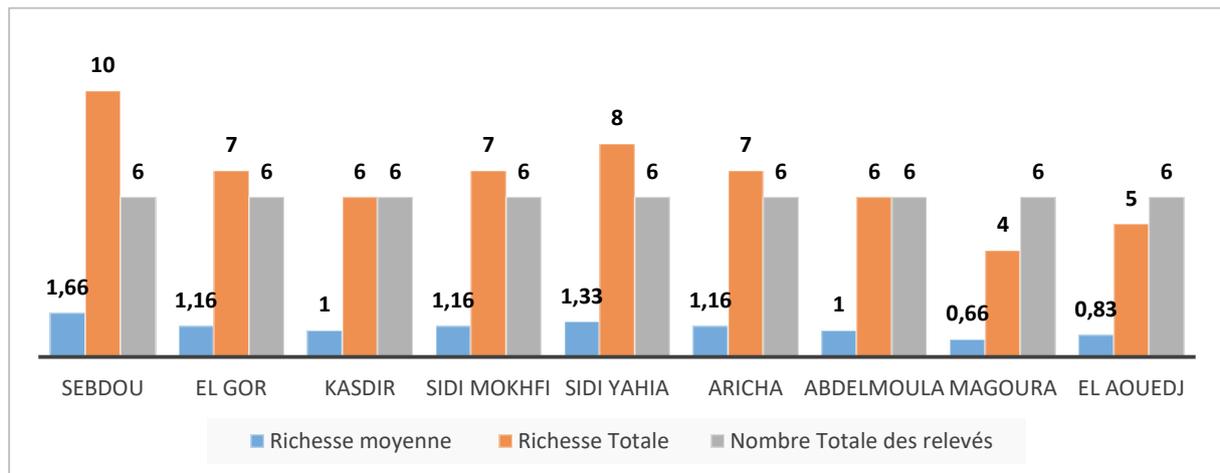


Figure 59: Richesse moyenne et richesse totale des stations

Le nombre total des individus (N) des 9 stations est plutôt moyen, il est à son maximum à 138 pour la station de Sebduou suivie à 135 à Aricha, 127 individus à El Aouedj, 126 individus à Abdelmoula, 100 individu à Magoura, 84 individus à Kasdir, 74 individus à Sidi Mokhfi, 70 el Gor et enfin 65 individus à Sidi Yahia.

IV.2.4- Abondance:

C'est le nombre d'individus de chaque espèce par l'ensemble des relevés.

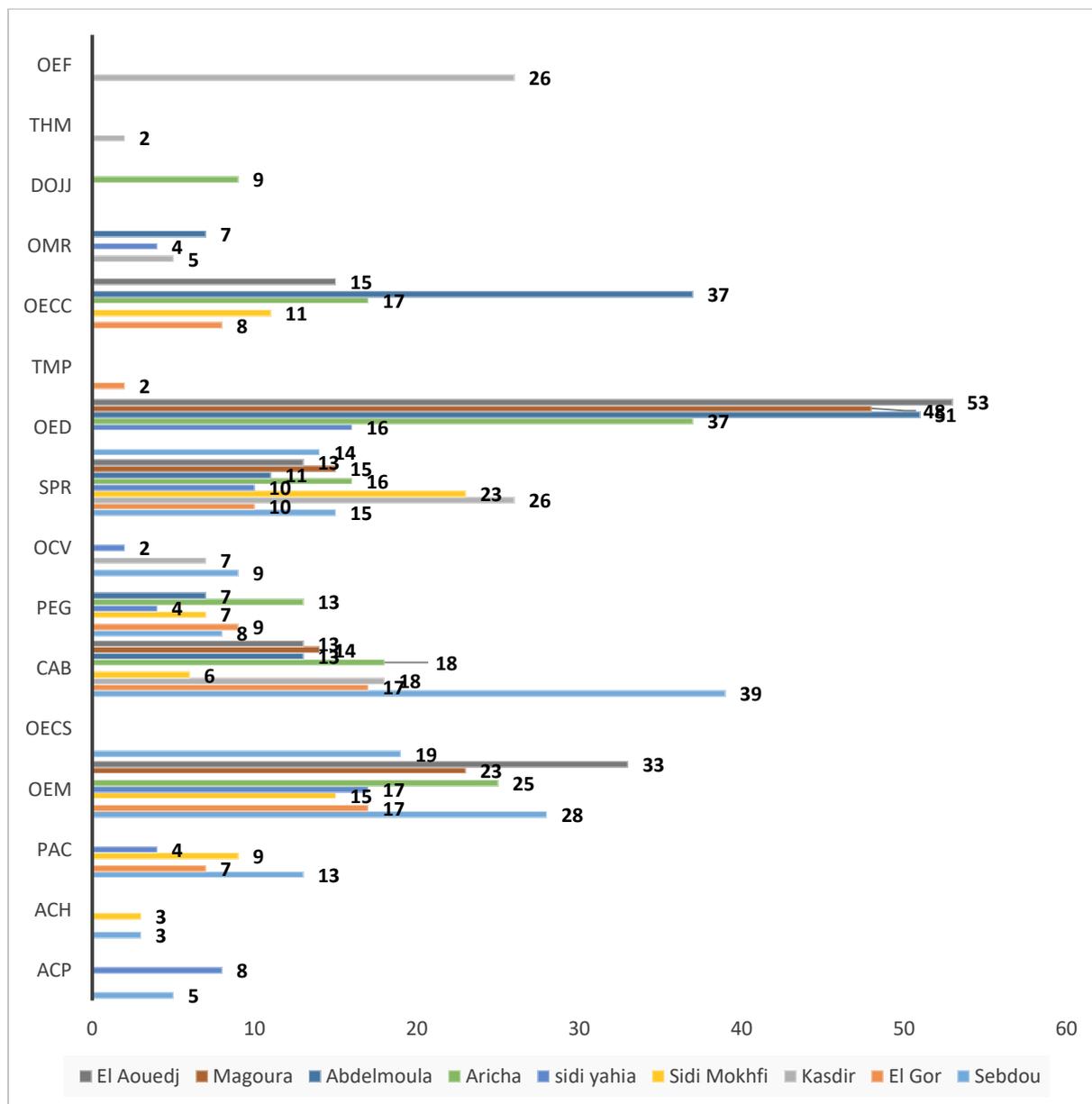


Figure60: Abondance des espèces capturées dans les stations d'étude.

IV.2.5- Les fréquences relatives ou centésimales :

C'est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus.

$$F = \frac{ni}{N} \times 100$$

ni : le nombre d'individus de chaque espèce.

N : le nombre total des individus.

Tableau 47: Fréquences centésimales des espèces Caelifères des stations

Espèces	Sebdou F%	El Gor F%	Kasdir F%	Sidi Mokhfi F%	sidi yahia F%	Aricha F%	Abdelmoula F%	Magoura F%	El Aouedj F%
Acp	3.62				12.30				
Ach	2.17			4.05					
Pac	9.42	10		12.16	6.15				
Oem	20.28	24.29		20.27	26.15	18.52		23	25.98
Oecs	13.76								
Cab	28.26	24.29	21.43	8.10		13.33	10.31	14	10.23
Peg	5.79	12.86		9.45	6.15	9.63	5.55		
Ocv	6.52		8.33		3.07				
spr	10.86	14.29	30.95	31.08	15.38	11.85	8.73	15	10.23
Oed	10.14				24.61	27.41	40.47	48	41.73
Tmp		2.857							
Oecc		11.43		14.86		12.59	29.36		11.81
Omr			5.95		6.15		5.55		
Dojj						6.66			
Thm			2.38						
Oef			30.95						

Au niveau de la station de Sebdou, la fréquence la plus élevée est celle de *Calliptamus barbarus* avec 28.26% suivie par *Oedipoda miniata* 20.28% et *Oedipoda caerulescens sulfurescens* avec 13.76%, la station Kasdir est caractérisée par la présence de deux espèces qui sont *Sphynonotus rubescens* et *Oedipoda fuscocincta*.

L'espèce qui occupe la première position à Sidi Yahia, Aricha, Abdelmoula, Magoura et El Aouedj est *Oedaleus decorus*. La station de Sidi Mokhfi est caractérisée par la présence de *Sphynonotus rubescens*.

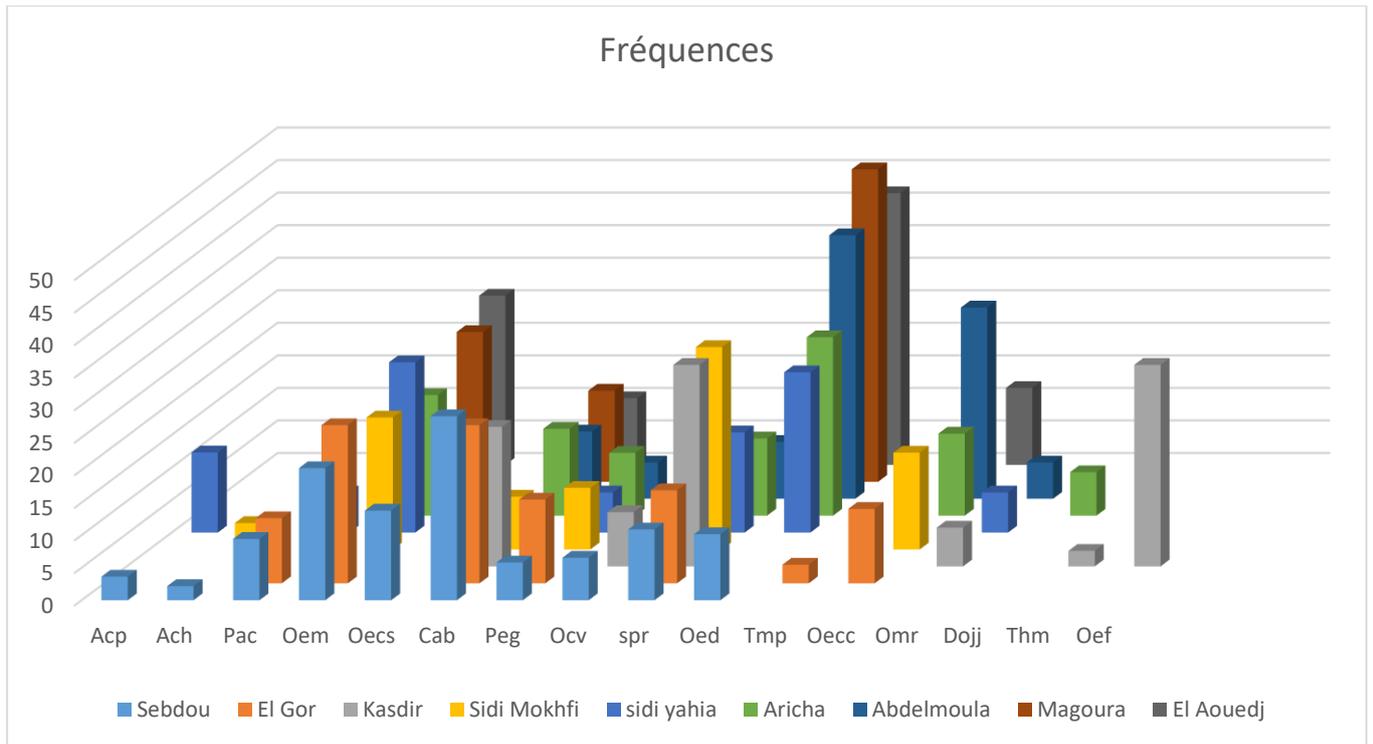


Figure 61: Fréquences centésimales des espèces Caelifères des stations

IV.2.6- L'indice de SHANNON WAEVER et l'équitabilité :

L'indice de SHANNON WAEVER : est un indice de diversité peut se traduire à l'aide d'un seul nombre, la richesse spécifique d'une part et l'abondance relative d'autre part, reflète l'équilibre dynamique de la biocénose (DAJOZ, 1974).

$$H' = - \sum_{i=1}^N pi \log pi$$

H : indice de biodiversité de shannon

I : une espèce du milieu d'étude

Pi : proportion d'une espèce i par rapport au nombre totale des espèces (N)

Log :log de base 2

Tableau 48: : Résultats de l'indice de SHANNON WAEVER

Espèces	Sebdou	El Gor	Kasdir	Sidi Mokhfi	sidi yahia	Aricha	Abdelmoula	Magoura	El Aouedj
Acp	1,51								
Ach	1,74			1,37	0,90				
Pac	1,092	1		0,90					
Oem	0,70	0,61		0,68	1,21	0,73		0,63	0,58
Oecs	0,92				0,58				
Cab	0,605	0,61	0,66	1,08		0,87	0,98	0,85	0,98
Peg	1,307	0,89		1,01		1,01	1,25		
Ocv	1,25		1,068		1,21				
spr	1,02	0,84	0,50	0,50	1,51	0,92	1,05	0,82	0,98
Oed	1,05				0,81	0,56	0,39	0,31	0,37
Tmp		1,54			0,60				
Oecc		0,94		0,81		0,89	0,53		0,927
Omr			1,21				1,25		
Dojj					1,21	1,17			
Thm			1,60						
Oef			0,504						

Tableau 49: Resultat du calcul de l'équitabilité

Espèces	Sebdou	El Gor	Kasdir	Sidi Mokhfi	Sidi Yahia	Aricha	Abdelmoula	Magoura	El Aouedj
Acp	0,69								
Ach	0,79			0,74	0,50				
Pac	0,50	0,54		0,48					
Oem	0,32	0,33		0,36	0,66	0,34		0,31	0,27
Oecs	0,42				0,32				
Cab	0,27	0,33	0,34	0,58		0,41	0,46	0,42	0,47
Peg	0,59	0,48		0,54		0,47	0,59		
Ocv	0,57		0,55		0,66				
spr	0,47	0,45	0,26	0,27	0,83	0,43	0,50	0,41	0,47
Oed	0,48				0,44	0,26	0,18	0,15	0,18
Tmp		0,83			0,33				
Oecc		0,51		0,44		0,42	0,25		0,44
Omr			0,63				0,59		
Dojj					0,66	0,55			
Thm			0,83						
Oef			0,26						
Log S	2,18	1,84	1,92	1,86	1,81	2,13	2,10	2	2,10

La plus grande valeur de l'indice est enregistré 1,74 bits pour la station de Sebdou, pour la station El Gor 1,58 bits, 1,60 bits pour la station de Kasdir, 1,37 bits pour Sidi Mokhfi, 1,51 bits pour la station sidi yahia, 1,17 bits pour la station Aricha, 1,25 bits pour la station

Abdelmoula, 0,85 bits pour Magoura et en dernière position la station de El Aouedj avec une valeur de 0,98 bits.

Selon **DAJOZ (1982)**, Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorable permettant l'installation de nombreuses espèces, chacune étant représentée par un petit nombre d'individus. Un indice de diversité faible traduit des conditions de vie défavorable, le milieu étant pourvu de peu d'espèces mais chacune d'elles ayant en général de nombreux individus.

Quand l'équitabilité est proche de 1, elle traduit un milieu en équilibre. A l'inverse, quand elle est proche de zéro, la diversité sera alors faible et le milieu sera en déséquilibre.

Elle est de 0,79 pour la station de Sebdou, 0,83 pour El Gor et Kasdir et Sidi Yahia, 0,74 pour Sidi Mokhfi et Aricha, 0,59 pour Abdelmoula, 0,42 pour Magoura et en dernier 0,27 pour El Aouedj. Les valeurs qui dépassent 0,5 les milieux sont considérés en équilibre et plutôt stable pour les valeurs inférieures à 0,5 ; les milieux sont en déséquilibre.

Chapitre V : Essai Cartographique

V.1- Introduction :

L'association canadienne de la cartographie définit la cartographie comme la discipline qui s'occupe de la conception, la production, la diffusion et l'étude des cartes. La cartographie est aussi la représentation de la carte. La cartographie englobe donc tout le processus de la création des cartes.

La cartographie est une discipline complexe et changeante mais reste le centre du processus de la création de cartes. Pris au sens large, ce processus inclut chaque étape à partir de la collecte, l'évaluation et la manipulation des données de base, de la création de la carte, du dessin et la production finale du document.

La cartographie est un mélange unique réunissant la science, l'art et la technologie et nécessite toute une gamme de connaissances et d'habilités de la part du cartographe. Dans certain cas, une personne peut effectuer toutes les étapes de l'activité cartographique, mais ceci se produit seulement dans des cas relativement simples. Dans la plupart des cas, la création d'une carte nécessite le partage des tâches à accomplir parmi plusieurs personnes.

La cartographie d'aujourd'hui possède deux caractéristiques essentielles :

Premièrement, les cartes jouent un rôle fondamental et indispensable comme pilier de la civilisation. Plusieurs activités reliées à la surface de la Terre comme l'utilisation des terres, le cadastre et la localisation de propriétés, les prédictions météorologiques, la construction de routes, les analyses de localisation, les mesures d'urgence, l'aménagement des forêts, la prospection minière, la navigation, (la liste est sans fin) seraient impraticables sans les cartes. Et ce rôle n'a jamais été aussi essentiel qu'aujourd'hui. L'humanité fait face à plusieurs problèmes sévères dont plusieurs concernant l'environnement et la cartographie s'avère un outil crucial dans la recherche de solutions. Associée à la grande capacité de collecte de données et de capacité d'analyse de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) la cartographie, dans plusieurs cas, fournit la clé à la découverte de solutions.

Une seconde caractéristique primordiale de la cartographie d'aujourd'hui est sa nature dynamique. La discipline de la cartographie est au cœur d'une révolution engendrée par les avancées technologiques de l'informatique. Au cours des siècles, la production cartographique fut constamment influencée par les changements technologiques mais jamais comme aujourd'hui. Même si les anciennes techniques utilisant les plumes et l'encre sont parfois, mais rarement, encore utilisées, on retrouvera le cartographe travaillant à l'ordinateur

et utilisant les logiciels les plus récents. Dans la plupart des cas, sans que la qualité de l'image soit altérée, les cartes peuvent être générées plus rapidement qu'auparavant et à des coûts inférieurs. L'ordinateur s'avère donc un outil efficace au processus de la cartographie.

Depuis quelques années, la cartographie des êtres vivants est à l'ordre du jour. En s'appuyant sur les résultats des botanistes chaque carte doit être conçue :

- A des fin faunistiques ou floristiques à l'intérieur du groupe systématique considéré ;
- A des comparaisons biogéographiques ;
- A des comparaisons écologiques ;
- A l'inventaire des richesses naturelles avec toutes ces utilisations.

Or dans le cas des insectes, nous sommes en présence de groupes animaux souvent de petites tailles, très mobiles et difficiles à identifier. Selon **REGNIERE** Le fait de connaître les effets des principaux facteurs climatiques sur le développement des espèces d'insectes, notamment la température, permet de prédire leur aire de répartition géographique potentielle et leur performance face aux changements climatiques.

V.2- Les caelifères (orthoptères) présentent dans la région de Tlemcen :

Parmi les chercheurs qui ont contribué dans l'étude du criquet en régions de l'Afrique du Nord et spécialement en Algérie où trouve... (**CHOPARD, 1943** **CHERAIR**1995, **BENKEDDACHE**1996).

On peut dire que ces études ont contribué à grande échelle sur la classification des espèces, sur l'écologie et sur la biologie. Aussi ces études peuvent contribuer à la préparation des données ou encore à la banque d'informations spécialisée en orthoptères de façon générale et de façon particulière afin de cerner le problème de nuisance que cet insecte produit sur les productions agricoles.

Ce n'est qu'au début des années 1980, que les chercheurs Algériens ont soulevé l'importance à l'étude bioécologique des orthoptères. Nous citons à titre d'exemples les travaux de : **KHELIL (1984)**, **FELLAOUINE (1984 et 1989)**, **CHARA (1987)**, **HAMDI (1989, 1992)**, **DOUMANDJI et al (1991, 1992, 1993,1994....)**, **MESLI (1991, 1997, 2005, 2007)**, **MEKIOUI (1997)**, **HASSANI et al(2010)**.

Dans cette étude ; nous avons utilisées des données de travaux réalisées dans la région de Tlemcen par plusieurs auteurs ; on cite : **FINOT 1895,1896 ; CHOPARD 1943 ; KHELIL**

1984 ; BRUNNER VON WATTENWYL, 1882 ; MEKKIOUI, 1997 ; ADJALANI, 1998 ; DAMERDJI, MEKKIOUI & DOUMANDJI-MITICHE, 2000 ; DAMERDJI & BOUHELLOU, 2002 ; DAMERDJI & KEBBAS (environ 2007) ; BOUKLI HACEN, 2009 ; MEKKIOUI & MESLI, 2010 ; HASSANI 2010 ; DAMERDJI, 2012a ; DAMERDJI, 2012b ; DAMERDJI & DJEDID, 2012 ; HASSANI, 2013 ; DEFAUT ET HASNAOUI, 2013 ; MEDANE 2013 ; MEBAREK 2014 ; DAMERDJI, 2014 ; ABDAOUI ,2014 ; BELAROUCI, 2015 ; DEFAUT ET HASNAOUI 2016 ; DANOUN, 2016 ; RAHOU,2017 ; BENDJEMAI, 2017.

La cartographie de la végétation est utilisée dans plusieurs domaines, elle a un rôle important dans l'évolution des groupements végétaux autochtones et allochtones d'un biotope.

Pour réaliser ce travail nous avons pris en considération la répartition des caelifères (orthoptères) et la végétation associées réparties à travers les différentes stations localisées dans la région de Tlemcen.

L'objectif de notre travail dans cette partie est l'élaboration d'une série de carte de localisation des espèces de caelifères inventoriées dans la région de Tlemcen.



Figure 62: carte de localisation des stations

Le choix des stations est basé sur les travaux réalisés sur l'étude des caelifères à Tlemcen.

Pour réaliser ce travail, nous avons mis en évidence 27 stations appartenant à cinq régions différentes du point de vue géographique et climatique.

- **Littoral** : Ghazaouet et Sidi Amar
- **Monts de Sabaa chioukh** : Sabaa Chioukh, Remchi, Ain youcef, Bensekrane, village Sidi Mouloud
- **Monts de Tlemcen** : Boudjemil, Riath, El Attar, Moutass, Moutass 2, Lalla setti, Hafir, Sebdou, Dermam.
- **Les hautes plaines steppiques** : Sidi Djilali, El Aouedj, Aricha, Sidi Moussa

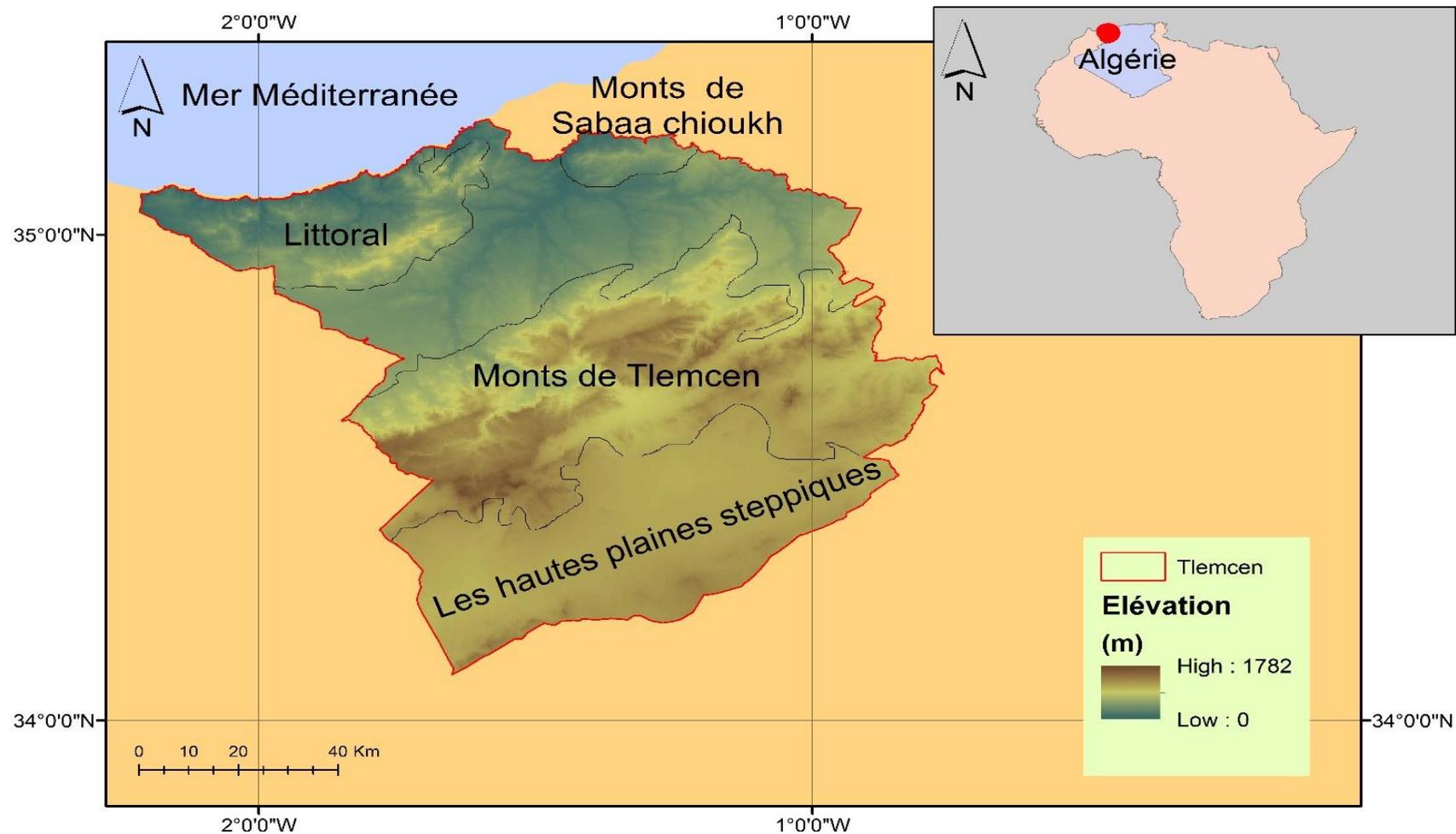


Figure 63: Carte de localisation des regions de la wilaya de tlemcen

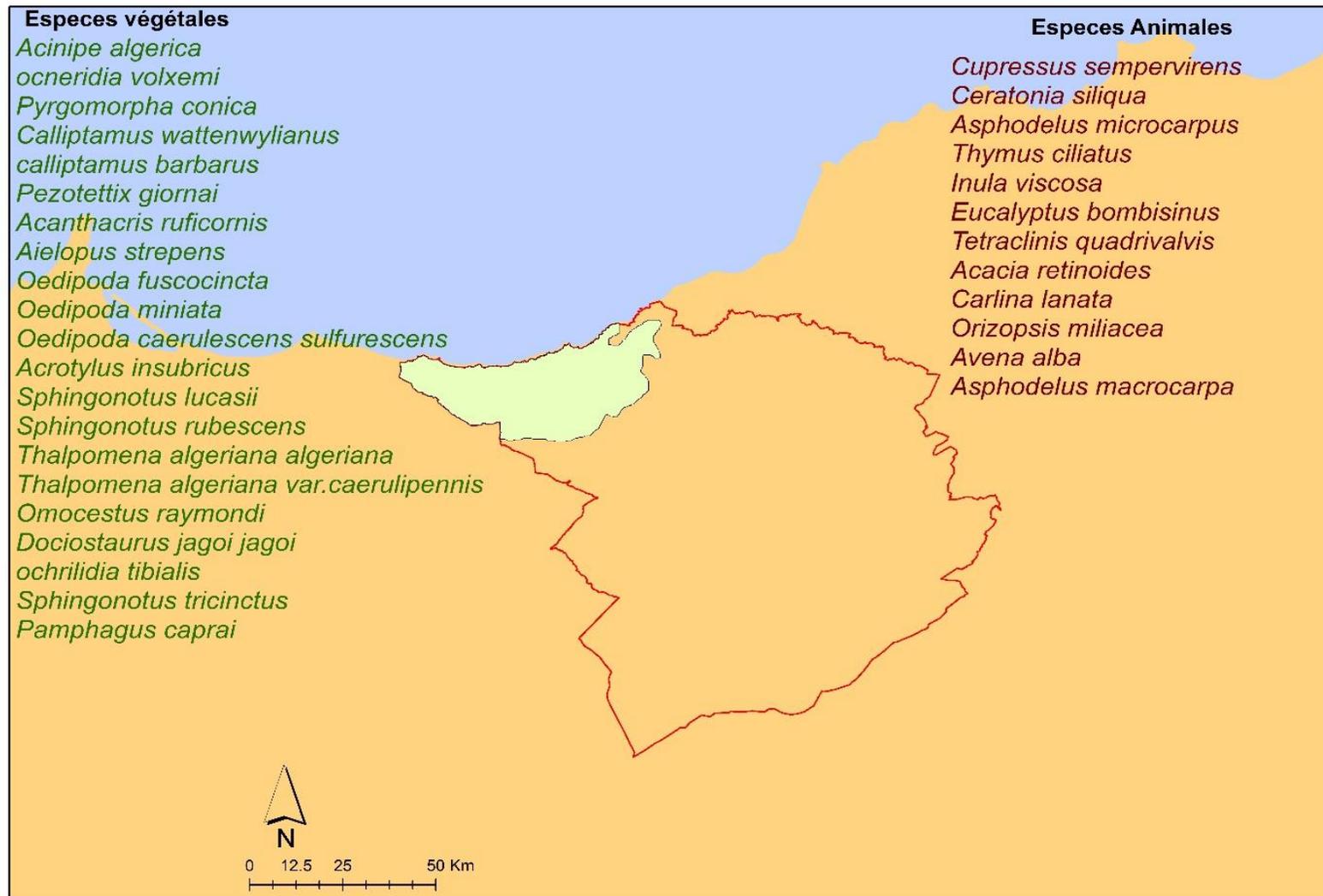


Figure 64: carte représentative de l'inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations du littoral

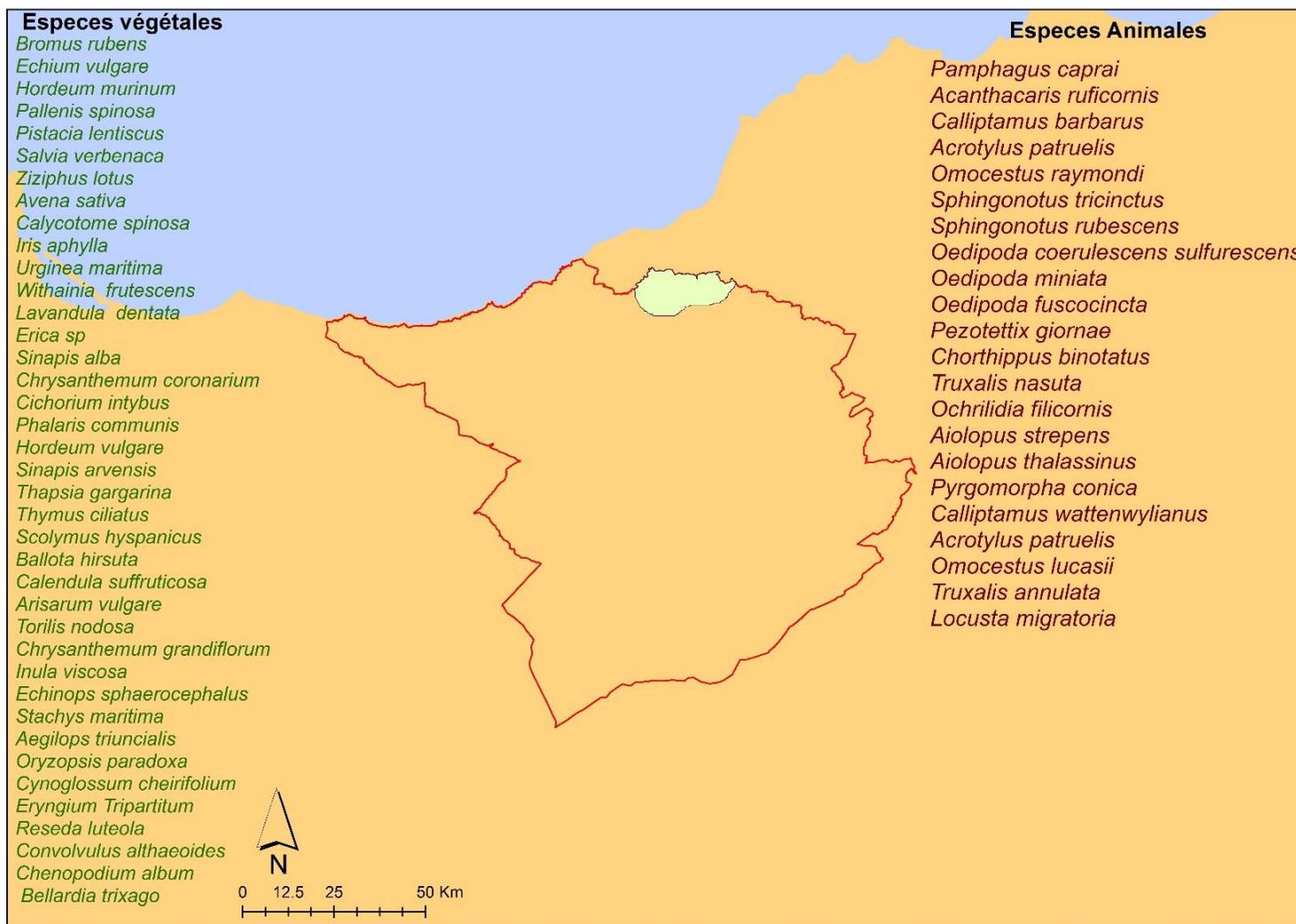


Figure 515: Carte représentative de l’inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations des monts de Sabaa Chioukh

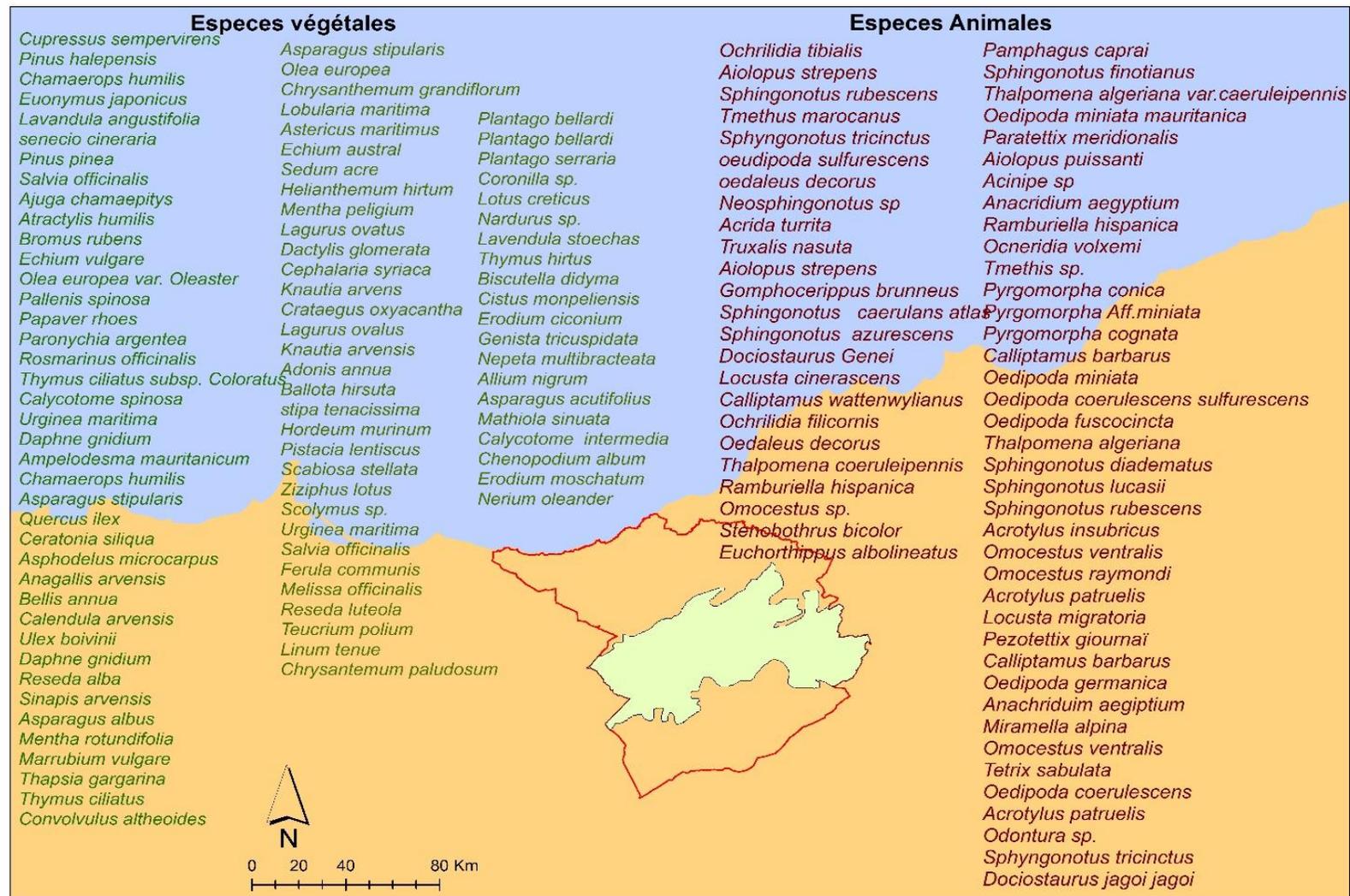


Figure 526: Carte représentative de l'inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations des monts de Tlemcen

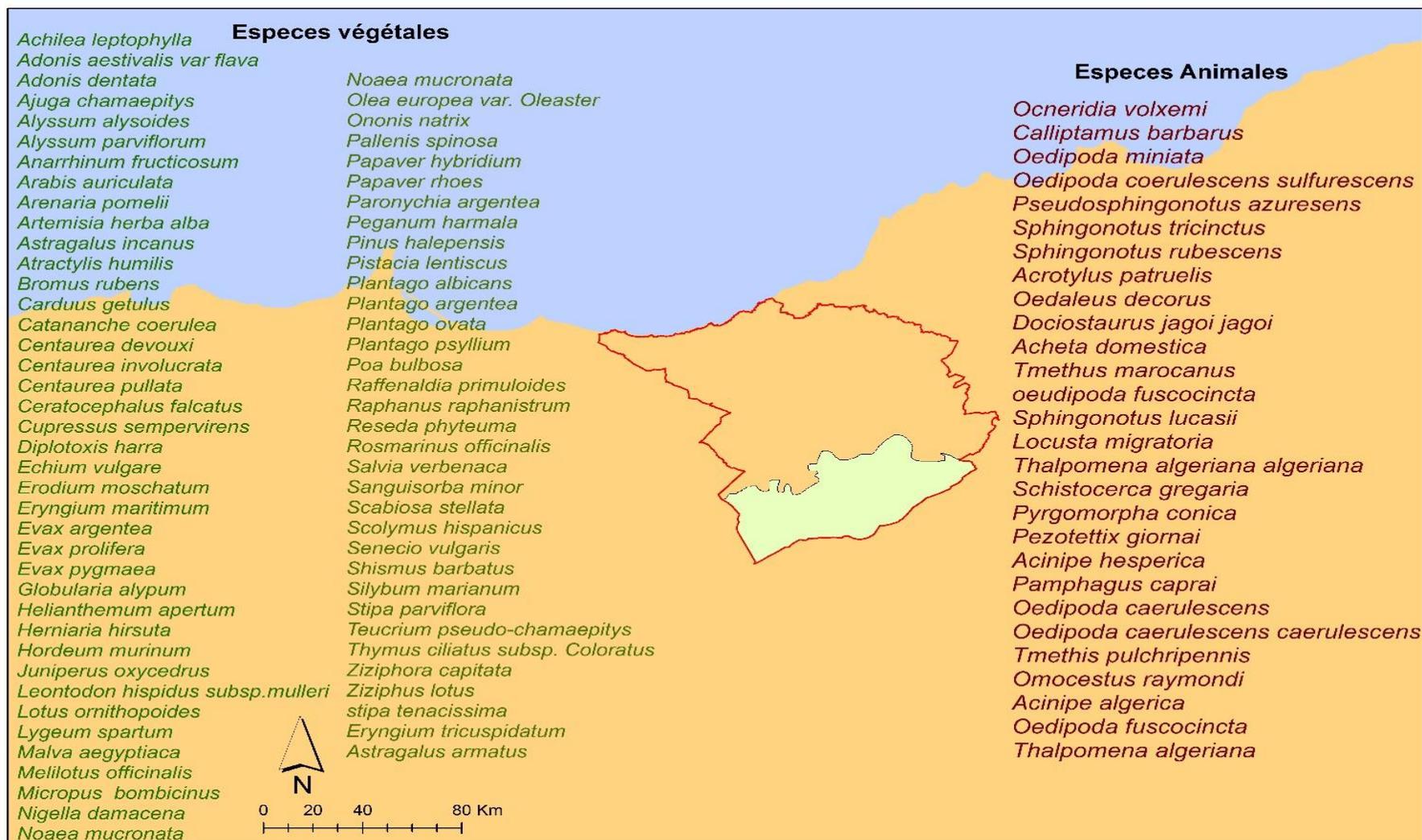


Figure 537: Carte représentative de l'inventaire des espèces végétales et de criquets localisés dans les stations des hautes plaines

Tableau 50 : coordonnées géographiques des stations

Stations	Latitude	Longitude
lala setti	34° 86' 51''	1°31'87''
bensekrane	35° 07' 49''	1°21'80''
Remchi	35° 07'77''	1°46'42''
village sidi moulloud	35° 04' 47''	1° 47' 43''
Ain youcef	35° 06' 08''	1° 39' 51''
Sabaa chioukh	35° 19' 07''	1° 38' 51''
Mansourah	34° 88' 24''	1°33'35''
Boudjemil	34° 86' 83''	1°38'39''
Champ de tir	34° 86' 59''	1°35'65''
Oudjlida	34° 92' 70''	1°33'93''
400 logements	34° 87' 75''	1° 36' 68''
Riath	34° 86' 39''	1° 32' 91''
El attar	34°85' 83''	1° 33' 29''
Aricha	34° 54'00	1° 30' 00
Moutass	34° 74' 75''	1° 31' 83''
Moutass 2	34° 78' 47''	1° 34' 61''
Dernam	34° 66' 53''	1° 26' 50''
Sebdou	34° 61' 37''	1°29'56''
Sidi djilali	34° 45' 20''	1° 56' 81''
Hafir	34° 76' 55''	1°44'30''
Ouled mimoun	34°92'56''	1°06'75''
Sidi moussa	34°26'34''	1°25'76''
Ghazaouet	35° 10' 24''	1°85'29''
Sidi amar	35°09'31,9''	1°83'54''
ghar rouban	34°58'33''	1° 78'33''
El Aouedj	34°48'03''	1°26'19''

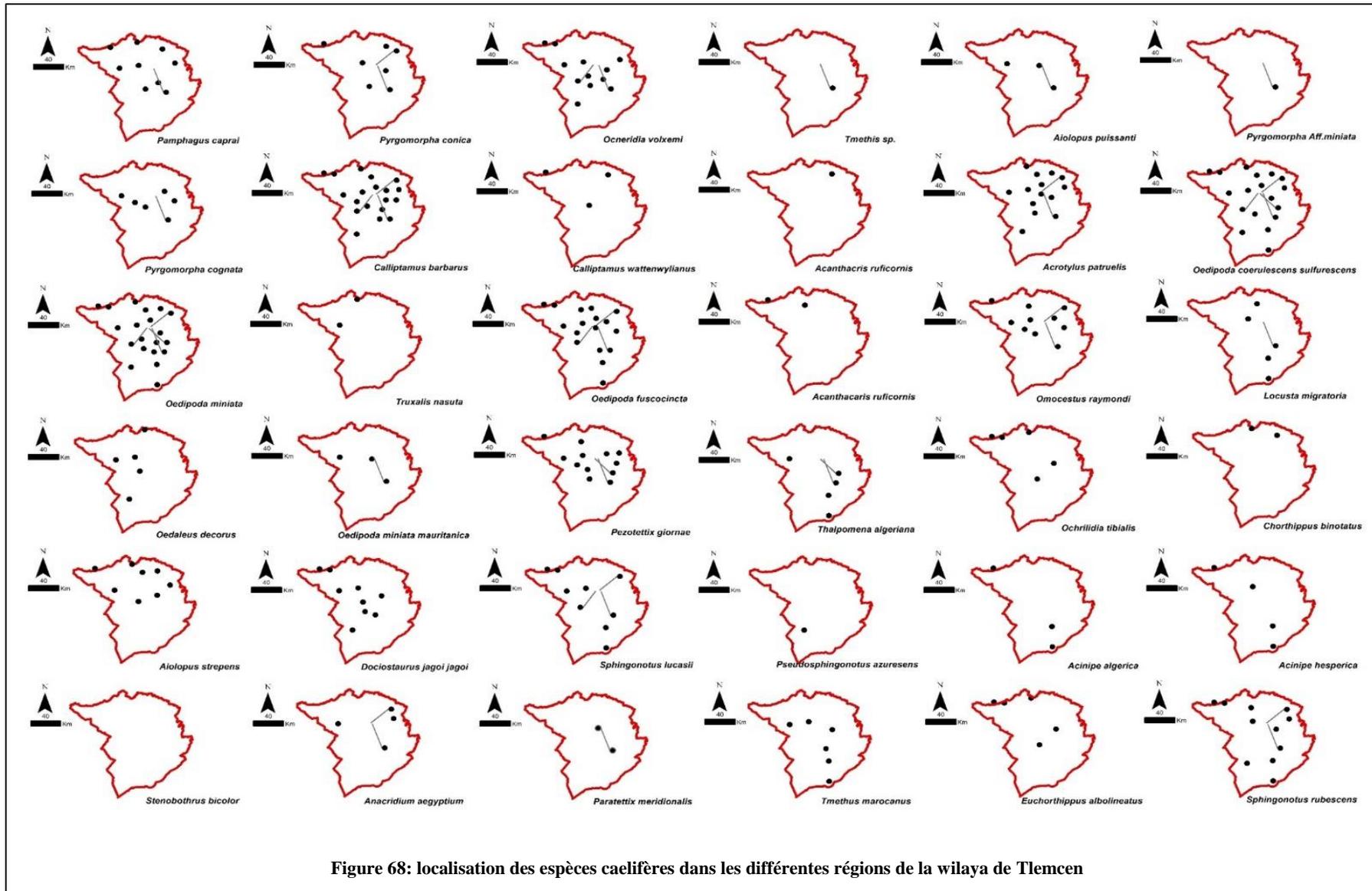


Figure 68: localisation des espèces caelifères dans les différentes régions de la wilaya de Tlemcen

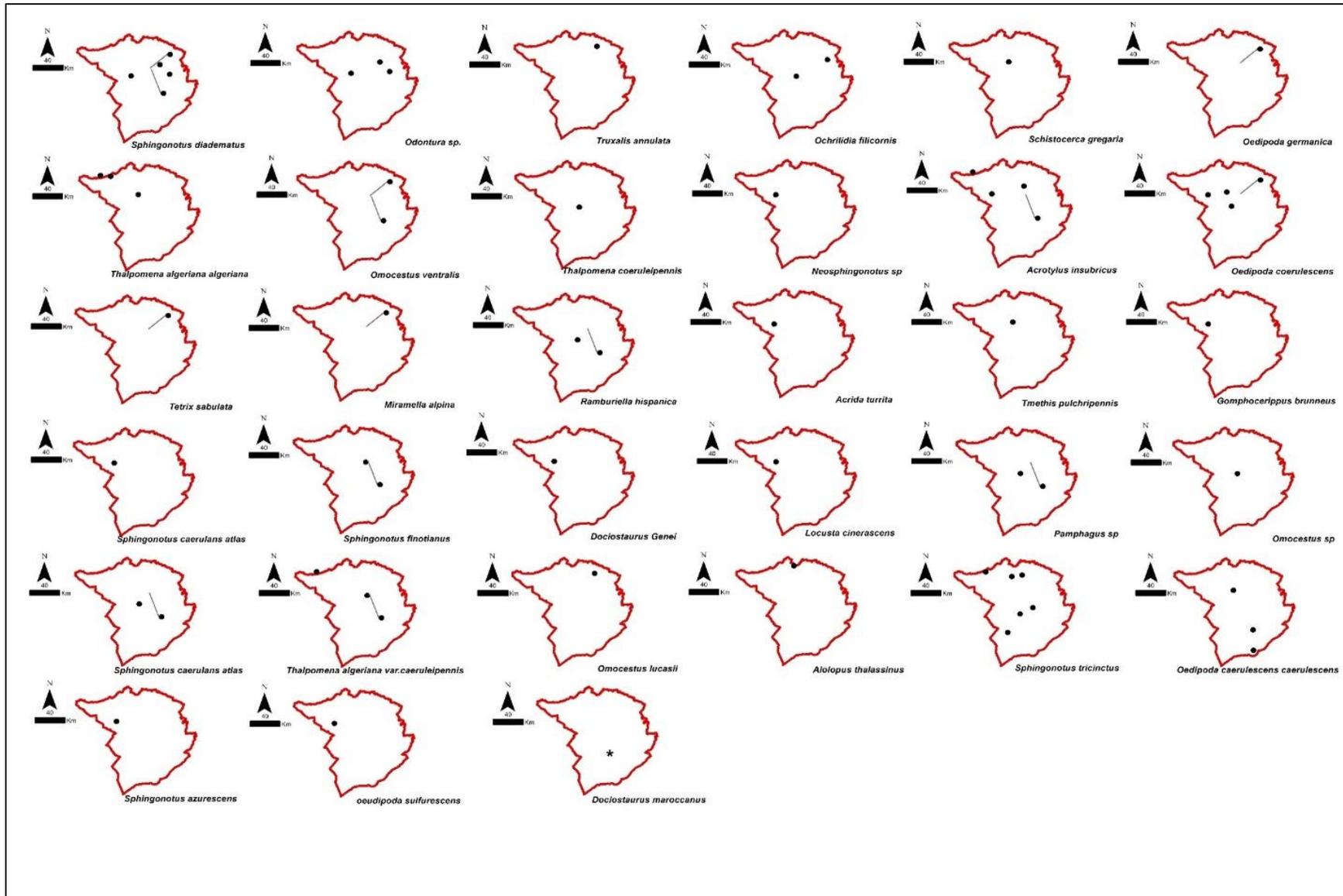


Figure 69: localisation des espèces caelifères dans les différentes régions de la wilaya de Tlemcen

Interprétation des cartes :

La composition de la faune et la flore peut rester quasi constante sur de vaste territoire ; ailleurs la composition peut au contraire se modifier brutalement lorsqu'une discontinuité géographique (topographique ou climatique) se charge pour imposer des barrières.

La répartition des caelifères ainsi que la végétation est représentée dans les figures (64 à 67).

➤ Au littoral :

Les espèces orthoptères (caelifères) présentent sont :

Acinipe algerica, *Ocneridia volxemi*, *Pyrgomorpha conica*, *Calliptamus wattenwylanus*, *calliptamus barbarus*, *Pezotettix giornai*, *Acanthacris ruficornis*, *Aielopus strepens*, *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda miniata*, *Oedipoda caerulea sulfurescens*, *Acrotylus insubricus*, *Sphingonotus lucasii*, *Sphingonotus rubescens*, *Thalpomena algeriana algeriana*, *Thalpomena algeriana var.caerulipennis*, *Omocestus raymondi*, *Dociostaurus jagoi jagoi*, *Ochrilidia tibialis*, *Sphingonotus tricinctus*, *Pamphagus caprai*.

Les principales espèces végétales présentes dans les stations du littoral sont :

Cerantia siliqua, *Asphodelus microcarpus*, *Thymus ciliatus*, *Inula viscosa*, *Eucalyptus bombisinus*, *Tetraclinis quadrivalvis*, *Acacia retinoides*, *Carlina lanata*, *Orizopsis miliacea*, *Avena alba*, *Asphodelus microcarpa*.

➤ Les Monts de Sabaa Chioukh :

Les espèces orthoptères (caelifères) présentes sont :

Pamphagus caprai, *Acanthacris ruficornis*, *Calliptamus barbarus*, *Acrotylus patruelis*, *Omocestus raymondi*, *Sphingonotus tricinctus*, *Sphingonotus rubescens*, *Oedipoda caerulea sulfurescens*, *Oedipoda miniata*, *Oedipoda fuscocincta*, *Pezotettix giornae*, *Chorthippus binotatus*, *Truxalis nasuta*, *Ochrilidia filicornis*, *Aiolopus strepens*, *Aiolopus thalassinus*, *Pyrgomorpha conica*, *Calliptamus wattenwylanus*, *Acrotylus patruelis*, *Omocestus lucasii*, *Truxalis annulata*, *Locusta migratoria*..

La végétation présente dans les stations des monts de Sabaa Chioukh :

Bromus rubens, *Echium vulgare*, *Hordeum murinum*, *Pallenis spinosa*, *Pistacia lentiscus*, *Salvia verbenaca*, *Ziziphus lotus*, *Avena sativa*, *Calycotome spinosa*, *Iris aphylla*, *Urginea maritima*, *Withainia frutescens*, *Lavandula dentata*, *Erica sp*, *Sinapis alba*, *Chrysanthemum*

coronarium, Cichorium intybus, Phalaris communis, Hordeum vulgare, Sinapis arvensis, Thapsia gargarina, Thymus ciliatus, Scolymus hispanicus, Ballota hirsuta, Calendula suffruticosa, Arisarum vulgare, Torilis nodosa, Chrysanthemum grandiflorum, Inula viscosa, Echinops sphaerocephalus, Stachys maritima, Aegilops triuncialis, Oryzopsis paradoxa, Cynoglossum cheirifolium, Eryngium Tripartitum, Reseda luteola, Convolvulus althaeoides, Chenopodium album, Bellardia trixago.

➤ **Les Monts de Tlemcen :**

Les espèces orthoptères présentes :

Pamphagus caprai, Sphingonotus finotianus, Thalpomena algeriana var.caeruleipennis, Oedipoda miniata mauritanica, Paratettix meridionalis, Aiolopus puissanti, Acinipe sp, Anacridium aegyptium, Ramburiella hispanica, Ocneridia volxemi, Tmethis sp. , Pyrgomorpha conica, Pyrgomorpha Aff.miniata, Pyrgomorpha cognata, Calliptamus barbarus, Oedipoda miniata, Oedipoda coerulescens sulfurescens, Oedipoda fuscocincta, Thalpomena algeriana, Sphingonotus diadematus, Sphingonotus lucasii, Sphingonotus rubescens, Acrotylus insubricus, Omocestus ventralis, Omocestus raymondi, Acrotylus patruelis, Locusta migratoria, Pezotettix giornai, Calliptamus barbarus, Oedipoda germanica, Anachridium aegyptium, Miramella alpina, Omocestus ventralis, Tetrax sabulata, Oedipoda coerulescens, Acrotylus patruelis, Odontura, Sphingonotus tricinctus sp., Dociostaurus jagoi jagoi, Ochrilidia tibialis, Aiolopus strepens, Sphingonotus rubescens, Tmethus maroccanus, Sphingonotus tricinctus, Oedipoda sulfurescens, Oedaleus decorus, Neosphingonotus sp, Acrida turrita, Truxalis nasuta, Aiolopus strepens, Gomphocerippus brunneus, Sphingonotus caeruleans atlas, Sphingonotus azurescens, Dociostaurus Genei, Locusta cinerascens, Calliptamus wattenwylanus, Ochrilidia filicornis, Oedaleus decorus, Thalpomena coeruleipennis, Stenobothrus bicolor, Euchorthippus albolineat

La végétation formée dans les Monts de Tlemcen :

Cupressus sempervirens, Pinus halepensis, Chamaerops humilis, Euonymus japonicus, Lavandula angustifolia, senecio cineraria, Pinus pinea, Salvia officinalis, Ajuga chamaepitys, Atractylis humilis, Bromus rubens, Echium vulgare, Olea europea var. Oleaster, Pallenis spinosa, Papaver rhoes, Paronychia argentea, Rosmarinus officinalis, Thymus ciliatus subsp. Coloratus, Calycotome spinosa, Urginea maritima, Daphne gnidium, Ampelodesma mauritanicum, Chamaerops humilis, Asparagus stipularis, Quercus ilex, Ceratonia siliqua, Asphodelus microcarpus, Anagallis arvensis, Bellis annua, Calendula arvensis, Ulex boivinii, Daphne gnidium, Reseda alba, Sinapis arvensis, Asparagus albus, Mentha rotundifolia,

Marrubium vulgare, *Thapsia gargarina*, *Thymus ciliatus*, *Convolvulus altheoides*, *Asparagus stipularis*, *Olea europea*, *Chrysanthemum grandiflorum*, *Lobularia maritima*, *Astericus maritimus*, *Echium austral*, *Sedum acre*, *Helianthemum hirtum*.

➤ **Les Hautes plaines steppiques :**

Les caelifères présent dans les hautes plaines steppiques de Tlemcen :

Ocneridia volxemi , *Calliptamus barbarus*, *Oedipoda miniata*, *Oedipoda coerulescens sulfurescens*, *Pseudosphingonotus azuresens*, *Sphingonotus tricinctus* , *Sphingonotus rubescens* , *Acrotylus patruelis*, *Oedaleus decorus*, *Doclostaurus jagoi jagoi* , *Acheta domestica*, *Tmethus maroccanus*, *Oedipoda fuscocincta*, *Sphingonotus lucasii*, *Locusta migratoria*, *Thalpomena algeriana algeriana*, *Schistocerca gregaria*, *Pyrgomorpha conica*, *Pezotettix giornai*, *Acinipe hesperica* , *Pamphagus caprai* , *Oedipoda caerulescens*, *Oedipoda caerulescens caerulescens*, *Tmethis pulchripennis* , *Omocestus raymondi* , *Acinipe algerica*, *Oedipoda fuscocincta*, *Thalpomena algeriana*.

Les hautes plaines steppiques sont formées par la végétation suivante :

Achilea leptophylla , *Adonis aestivalis var flava* , *Adonis dentata* , *Ajuga chamaepitys* , *Alyssum alysoides* , *Alyssum parviflorum* , *Anarrhinum fruticosum* , *Arabis auriculata* , *Arenaria pomelii*, *Artemisia herba alba*, *Astragalus incanus*, *Atractylis humilis* , *Bromus rubens* , *Carduus getulus* , *Catananche coerulea* , *Centaurea devouxi* , *Centaurea involucrata* , *Centaurea pullata* , *Ceratocephalus falcatus* , *Cupressus sempervirens* , *Diplotoxis harra*, *Echium vulgare*, *Erodium moschatum* , *Eryngium maritimum* , *Evax argentea* , *Evax prolifera*, *Evax pygmaea* , *Globularia alypum* , *Helianthemum apertum* , *Herniaria hirsuta* *Hordeum murinum*, *Juniperus oxycedrus* , *Leontodon hispidus subsp.mulleri* , *Lotus ornithopoides*, *Lygeum spartum*, *Malva aegyptiaca* , *Melilotus officinalis*, *Micropus bombicinus* , *Nigella damacena* , *Noaea mucronata* , *Olea europea var. Oleaster* , *Ononis natrix* , *Pallenis spinosa* , *Papaver hybridum* , *Papaver rhoes* , *Paronychia argentea* , *Peganum harmala* , *Pinus halepensis* , *Pistacia lentiscus*, *Plantago albicans*, *Plantago argentea* , *Plantago ovata*, *Plantago psyllium*, *Poa bulbosa* , *Raffenaldia primuloides* , *Raphanus raphanistrum*, *Reseda phyteuma*, *Rosmarinus officinalis* , *Salvia verbenaca* , *Sanguisorba minor* , *Scabiosa stellata*, *Scolymus hispanicus* , *Senecio vulgaris* , *Shismus barbatus* , *Silybum marianum* , *Stipa parviflora*, *Teucrium pseudo-chamaepitys*, *Thymus ciliatus subsp. Coloratus*, *Ziziphora capitata*, *Ziziphus lotus*, *Stipa tenacissima*, *Eryngium tricuspidatum*, *Astragalus armatus*.

D'après la répartition des orthoptères (caelifères) (**Figure 64 et 69**) dans la région de Tlemcen, les espèces qui ont une forte distribution allant du littoral jusqu'au hautes plaines steppiques sont :

Ocneridia volxemi, *Calliptamus barbarus*, *Acrotylus patruelis*, *Oedipoda coerulescens sulfurescens*, *Oeudipoda miniata*, *Oeudipoda fuscocincta*, *Omocestus raymondi*, *Pezottetix giornae*, *Sphingonotus lucasii*, *Sphingonotus rubescens*

Concernant la comparaison entre les cartes pour la distribution de la végétation dans le temps et dans l'espace; résulte de deux facteurs fondamentaux (les conditions climatiques et l'activité anthropozoogène) où la formation arborée diminue chaque année (**BARKA,2016**).

Tableau 51: la liste des espèces de caelifères suivants les stations

espèces	photos	Stations
<i>Aiolopus puissant</i>		Lalla setti, Maghnia, Tlemcen
<i>Acanthacris ruficornis</i>		Bensekrane, village sidi mouloud (Remchi), Ghazaouet,
<i>Acrotylus patruelis</i>		lala setti, Bensekrane, Remchi, Mansourah, Oudjlida, Aricha, Moutass, Sidi Djilali, Hafir, Ouled mimoun, ghar rouban, Maghnia, Tlemcen
<i>Acinipe algerica</i>		Sidi moussa, Ghazaouet, El Aouedj
<i>Acinipe hesperica</i>		Aricha, Sidi Moussa, Ghazaouet, El Aouedj

<p><i>Anacridium aegyptium</i></p>		<p>Lalla setti, Mansourah, Maghnia</p>
<p><i>Acrida turrata</i></p>		<p>Maghnia</p>
<p><i>Acrotylus insubricus</i></p>		<p>Lalla setti, Oudjlida, Ghazaouet, Maghnia</p>
<p><i>Acinipe sp</i></p>		<p>Lalla setti, Hafir</p>
<p><i>Aiolopus thalassinus</i></p>		<p>Remchi</p>

<p><i>Aiolopus strepens</i></p>		<p>Bensekrane, Remchi, Ain youcef, Moutass ; Sidi Djilali, Hafir, Ghazaouet, Maghnia</p>
<p><i>Calliptamus barbarus</i></p>		<p>Lalla setti, Remchi, Ain youcef, Mansourah, Boudjemil, Oudjlida, Riath, 400 logements, Aricha, Moutass, Dernam, Sidi Djilali, Hafir, Ouled mimoun, Ghazaouet, Sidi Amar, Maghnia</p>
<p><i>Calliptamus wattenwylanus</i></p>		<p>Bensekrane, Hafir, Ghazaouet</p>
<p><i>Chorthippus binotatus</i></p>		<p>Bensekrane, Remchi</p>
<p><i>Doclostaurus jagoi jagoi</i></p>		<p>Aricha, Moutass, Moutass ; Sidi Djilali, Hafir, Ghazaouet, Sidi Amar (Ghazaouet), Maghnia</p>

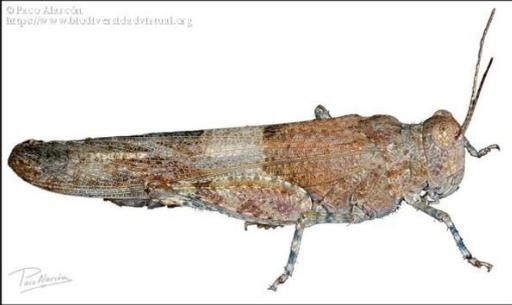
<p><i>Doclostaurus Genei</i></p>		<p>Maghnia</p>
<p><i>Doclostaurus maroccanus</i></p>		<p>Les hauts plateaux</p>
<p><i>Euchorthippus albolineatus</i></p>		<p>Ghar rouban</p>
<p><i>Gomphocerippus brunneus</i></p>		<p>Maghnia</p>

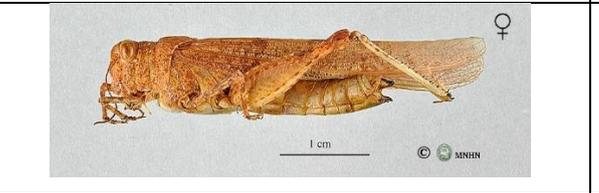
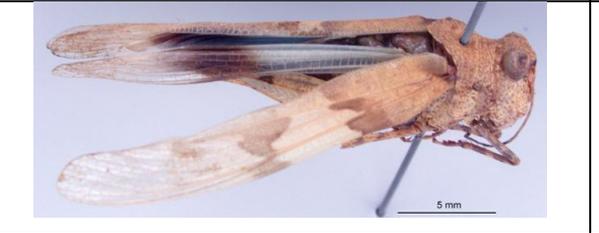
<p><i>Locusta cinerascens</i></p>		<p>Maghnia</p>
<p><i>Miramella alpina</i></p>		<p>Mansourah</p>
<p><i>Ochridia filicornis</i></p>		<p>Hafir, Ouled mimoune</p>
<p><i>Ocneridia volxemii</i></p>		<p>Lalla setti, Boudjmil, Aricha, Moutass, Dernam, Sidi Djilali, Hafir, Ouled mimoun, Ghazaouet, Sidi Amar Maghnia</p>

<p><i>Odontura sp.</i></p>		<p>400 logements, Riath, El Attar</p>
<p><i>Oedaleus decorus</i></p>		<p>Sabaa Chioukh, Aricha, Sidi Djilali, Hafir, Maghnia</p>
<p><i>Oedipoda coerulescens</i></p>		<p>Mansourah, Aricha, Hafir, Maghnia</p>
<p><i>Oedipoda caerulescens caerulescens</i></p>		<p>Aricha, Sidi Moussa, El Aouedj</p>
<p><i>Oedipoda coerulescens sulfurescens</i></p>		<p>lala setti, Bensekrane, Remchi, Mansourah, Boudjemil, Champ de tir, Oudjlida, Aricha, Moutass, Sidi Djilali, Ouled mimoun, Sidi Moussa, Ghazaouet, Sidi Amar, El Aouedj, Maghnia</p>

<p><i>Oedipoda miniata</i></p>	 <p>© Guillaume Boerh https://www.blodiv.es/da/dv/rtual.org</p>	<p>lala setti, Bensekrane, Remchi, Ain youcef, Mansourah, Boudjemil, Champ de tir, Oudjlida, Aricha, Moutass, Dernam, Sebdou, Sidi Djilali, Hafir, Sidi Moussa, Ghazaouet, Sidi Amar, El Aouedj, Maghnia</p>
<p><i>Oedipoda miniata mauritanica</i></p>		<p>Lalla setti, Ghar Rouban, Maghnia</p>
<p><i>Oedipoda fuscocincta</i></p>	 <p>WWW.HIPPOCAMPUS-BILDARCHIV.DE</p>	<p>Lala setti, village sidi mouloud(Remchi), Ain youcef, Mansourah, Boudjemil, Oudjlida, 400 logements, Riath, El Attar, Aricha, Sebdou, Sidi Moussa, Ghazaouet, Sidi Amar, El Aouedj, Maghnia</p>
<p><i>Oedipoda germanica</i></p>		<p>Mansourah</p>
<p><i>Ochrilidia tibialis</i></p>		<p>Remchi, Moutass, Ghazaouet, Sidi Amar(Ghazaouet)</p>

<p><i>Ochrilidia filicornis</i></p>		<p>Hafir, Ouled mimoune</p>
<p><i>Omocestus lucasii</i> (Brisout de Barneville, 1850)</p>		<p>Bensekrane</p>
<p><i>Omocestus raymondi</i></p>		<p>Lala setti, village sidi mouloud (Remchi), Mansourah, 400 logements, Riath, El Attar, Aricha, Hafir, Ghazaouet, Maghnia</p>
<p><i>Pamphagus sp</i></p>		<p>Lalla setti, Hafir</p>
<p><i>Pamphagus caprai</i></p>		<p>lala setti, Bensekrane, Remchi, Aricha, Moutass, Dernam, Ouled mimoun, Ghazaouet (Sidi Amar) et Maghnia</p>

<p><i>Paratettix meridionalis</i></p>		<p>Lalla setti, Tlemcen</p>
<p><i>Pezotettix giornae</i></p>		<p>Lala setti, village sidi mouloud(Remchi), Champ de tir, 400 logements, Riath, El Attar, Aricha, Moutass, Hafir, Ouled Mimoune, Ghazaouet, Maghnia</p>
<p><i>Pseudosphingonotus azuresens</i></p>		<p>Sidi Djilali</p>
<p><i>Pyrgomorpha Aff.miniata</i></p>		<p>Lalla setti,</p>
<p><i>Pyrgomorpha cognata</i></p>		<p>Lalla setti, 400 logements, Riath, El Attar, Hafir, Maghnia</p>

<p><i>Pyrgomorpha conica</i></p>		<p>lalla setti, Bensekrane, Mansourah, Aricha, Moutass, Ghazaouet,</p>
<p><i>Ramburiella hispanica</i></p>		<p>Lalla setti, Hafir</p>
<p><i>Schistocerca gregaria</i></p>		<p>Aricha</p>
<p><i>Sphingonotus caerulans atlas</i></p>		<p>Maghnia</p>
<p><i>Sphingonotus diadematus</i></p>		<p>Lalla setti, Mansourah, 400 logements, Riath, El Attar</p>
<p><i>Sphingonotus rubescens</i></p>		<p>Lalla setti, vilage sidi mouloud, Mansourah, Aricha, Moutass, Sidi Djilali, Ouled mimoun, ghazaouet, Sidi Amar, El Aouedj</p>

<p><i>Sphingonotus finotianus</i></p>		<p>Lalla setti, Tlemcen</p>
<p><i>Sphingonotus lucasii</i></p>		<p>Lalla setti, Mansourah, Boudjemil, Aricha, Sidi Moussa, Ghazaouet, Sidi Amar, El Aouedj, Maghnia</p>
<p><i>Sphingonotus azurescens</i></p>		<p>Maghnia</p>

<p><i>Stenobothrus bicolor</i> = <i>Chorthippus brunneus subsp. brunneus</i> (Thunberg, 1815)</p>		<p>Ghar Rouban</p>
<p><i>Thalpomena coeruleipennis</i></p>		<p>Hafir</p>
<p><i>Tmethis pulchripennis</i></p>		<p>Aricha</p>
<p><i>Truxalis nasuta</i></p>		<p>Remchi, Maghnia</p>
<p><i>Thalpomena algeriana</i></p>		<p>Lala setti, Champ de tir, Sidi Moussa, El Aouedj, Maghnia</p>

<p><i>Thalpomena algeriana</i> <i>algeriana</i></p>		<p>Aricha, Ghazaouet, Sidi Amar</p>
<p><i>Thalpomena algeriana</i> <i>var.caeruleipennis</i> (Finot 1895)</p>		<p>Lalla setti, Ghazaouet, Tlemcen</p>

Conclusion :

La réalisation d'un essai de cartes dans le but de faire une localisation des espèces caelifères ainsi que les espèces végétales inventoriées dans la région de Tlemcen.

Au terme de ce travail réalisé dans les différentes stations de la région de Tlemcen, nous pouvons conclure qu'il y a une prédominance des espèces caelifères suivantes : *Ocneridia volxemi*, *Calliptamus barbarus*, *Acrotylus patruelis*, *Oedipoda coerulescens sulfurescens*, *Oeudipoda miniata*, *Oeudipoda fuscocincta*, *Omocestus raymondi*, *Pezottetix giornae*, *Sphingonotus lucasii*, *Sphingonotus rubescens*.

Partie 2 : lutte biologique

I- Introduction :

Les insectes représentent un des groupes d'organismes les plus diversifiés parmi tous les êtres vivants. Les estimations de leur diversité actuelle sont de l'ordre de 30 millions d'espèces (STORK, 1997). Dans le monde, plusieurs espèces acridiennes sont susceptibles à causer des dégâts au patrimoine agronomique. Grâce aux conditions écologiques favorables ces ravageurs peuvent être dangereuses lorsqu'elles prolifèrent et commettre des dégâts aux cultures à travers leurs grégariques, les orthoptères acridiens sont souvent considérés comme des insectes ravageurs de production agricoles et pastorales (LOUVEAUX et al, 1996 ; LOUVEAUX et BENHALIMA, 1987 in BENJELLOUN et al 2014) ; parmi ces ravageurs le criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* Thunberg, 1815.

Le criquet marocain ou *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), est une espèce connue comme espèce ravageuse surtout au Maroc ; celle-ci est classée comme ennemie numéro 2 après le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (BENJELLOUN et al 2014).

Son aire de répartition s'étend sur tout le pourtour semi-aride du littoral méditerranéen. En Europe, au Moyen Orient, en Afrique du Nord, dans la majorité des îles méditerranéennes et dans différentes régions asiatiques (UVAROV 1977, LOUVEAUX et al. 1996). C'est l'un des principaux ravageurs acridiens parce que c'est une espèce grégariante dont les individus, sous l'effet d'un regroupement important, sont capables de passer d'une forme solitaire inoffensive à une forme grégaire qui les rend redoutables par les dégâts considérables qu'ils peuvent occasionner (EL GHADRAOUI et al 2003).

L'impact économique et écologique des acridiens sur les cultures et les pâturages est connu depuis longtemps. La lutte chimique est un moyen très rapide mais présente un risque pour l'environnement et la santé humaine; pour cela, on s'intéresse plutôt à la lutte biologique de ces espèces. Selon FAO, il existe des agents de lutte biologique à base de plante qui repoussent les criquets ou altèrent leurs développements « des végétaux qui rendent l'insecte malade en affectant leurs appareils digestifs et reproducteurs ».

L'utilisation des plantes aromatiques présente un large spectre. Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans les soins de santé ainsi que leurs utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs nombreux usages font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux. La popularité dont jouissent depuis longtemps les huiles essentielles et les plantes aromatiques en général reste liée à leurs

propriétés médicinales en l'occurrence les propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides, tonifiantes, stimulantes, et calmantes **OUHERERRE et al 2018**.

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes aromatique et médicinales, au regard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique **MORAL (2002), NAIT (2012) in OUHERERRE et al 2018**. Un grand nombre de plantes aromatiques tels que les anacardiées.

La modélisation moléculaire est un outil bioinformatique permettant l'étude de phénomènes biologiques à l'échelle atomique (**HERCEND 2012**). C'est une technique permettant, non seulement de représenter les propriétés et les réactions chimiques mais aussi de manipuler les modèles des structures en deux ou trois dimensions.

Pour se faire, avec le développement des outils informatiques, la modélisation moléculaire et plus précisément le docking moléculaire (assemblage ou amarrage moléculaire) a rapidement investi le domaine de la recherche biologique.

Le rôle principal de cette technique est étudié puis prédire les interactions probables entre des ligands (substrat, activateur ou inhibiteur) et les acides aminés composant la structure de récepteur (protéine). Le docking moléculaire se déroule en deux étapes distinctes:

- La première étape consiste à positionner le ligand dans le site choisi de la protéine.
- La seconde étape de cette méthode permet l'évaluation des interactions énergétiques potentielles entre le ligand et la protéine. Ces deux étapes diffèrent chacune du programme de docking utilisé (**BOUCHAGRA 2018**).

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux interactions des molécules qui sont à la base de la majorité des mécanismes biologiques. Notre travail consiste à étudier l'inhibition de l'enzyme α -amylase de l'espèce *Dociostaurus maroccanus*. L'enzyme choisie pour notre étude c'est une hydrolase digestive impliqué dans la production d'énergie chez les insectes. Ces enzymes sont synthétisées et sécrétées par les cellules épithéliales de l'intestin moyen des insectes et jouent un rôle essentiel dans la digestion et leurs survies. Cet enzyme a été purifié à partir de l'intestin moyen de *Dosciostaurus maroccanus*.

Cette action inhibitrice se fait par des ligands issus d'une série de plantes de la famille des anacardiées, afin de produire un bio-insecticide. Pour cela on a utilisé les espèces végétales

suivantes : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia terebenthus*, *Pistacia vera*, *Rhus pentaphylla* et *Rhus tripartitum*.

Dans notre travail on va réaliser des expériences théoriques à fin de trouver le ou les complexes (Enzyme-Ligand) les plus cohérents pour aboutir aux meilleurs inhibiteurs de l'enzyme α -amylase pour limiter la population de *Dociostaurus maroccanus*.

I- Présentation de l'espèce *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg 1815)

II.1-Description de l'espèce *Dociostaurus maroccanus* :

Le genre *Dociostaurus* regroupe au moins une vingtaine d'espèces parmi lesquelles cinq sont bien connues dans le bassin méditerranéen (DEFAUT, 1988). Le criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* est un acridien de taille moyenne, vivant en zone périméditerranéenne dans des milieux sec, pauvres et souvent dégradé par le surpâturage intensif.

Dociostaurus maroccanus (Thunberg 1815) est appelé criquet marocain si l'on se réfère à une traduction littérale du nom de l'espèce, ou criquet méditerranéen en rapport avec son aire de distribution

Le criquet est un Acrididae faisant partie de la sous-famille des Gomphocerinae dont les organes du vol dépassent nettement l'extrémité des fémurs postérieurs. Il est caractérisé par le dessin pronotal cruciforme jaunâtre ou blanchâtre et les trois taches fémurales qui disparaissent à l'état grégaire.

C'est une espèce univoltine dont le cycle de reproduction est annuel. La femelle pond une oothèque contenant une trentaine d'œufs. L'oothèque semble présenter des caractéristiques particulières pour une adaptation parfaite à une longue diapause. Les œufs sont ainsi enveloppés dans une matière spumeuse transparente qui les protège contre la dessiccation, surtout en période sèche, assurant les meilleures conditions de survie et du développement de l'embryon.(EL GHADRAOUI et al 2003).



Figure 70: Photos d'un adulte male de l'espèce *Dociostaurus marrocanus* (Thunberg,1815)

II.2- La systématique de l'espèce :

Classe : Hexapoda (Blainville, 1816)

Sous-classe : insecta (Linnaeus, 1758)

Ordre : Orthoptera (Latreille, 1810)

Sous-ordre : caelifera (Ander, 1939)

Super-famille : Acridoidea (Macleay, 1821)

Famille : Acrididae (Macleay, 1821)

Sous-famille : Gomphocerinae (Fieber, 1853)

Genre : *Dociostaurus* (Fieber, 1853)

Espèce : *Dociostaurus marrocanus* (Thunberg, 1815)

II.3- Répartition :

L'aire de répartition du criquet s'étend sur tous le pourtour semi-aride du littoral méditerranéen en Europe, au moyen orient, en Afrique du Nord, dans la majorité des îles méditerranéenne et dans différentes régions asiatiques (UVAROV 1977, LOUVEAUX et al 1996 in El GHADRAOUI et al 2003).

Elle est présente dans les massifs telliens d'Algérie, moins présent dans le nord de la Tunisie (Figure 62). Au Maroc, le criquet marocain abrite trois foyers grégariques qui sont séparés de grandes distances : la partie orientale dans la région d'Oujda à la Gada de Debdou, le

versant sud du Haut-Atlas dans le massif du Siroua à Askaoune et le Moyen-Atlas (tout le cercle de Boulemane) et plus particulièrement la région de Tazouta (**BEN HALIMA, 1983 ; LOUVEAUX et al, 1996 et EL GHADRAOUI, 2002 in MENI MAHZOUM 2013**).

En Algérie, son aire de répartition est très grande, elle est présente dans les étages bioclimatiques sub-humide et semi-aride, notamment les hauts plateaux dont la pluviométrie est comprise entre 250 et 400 mm/an. Tous les foyers grégarigènes de criquet marocain sont définis et répertoriés par l'Institut National de la Protection des Végétaux. Il se trouve dans les Wilayate de Tlemcen, Sidi Bel Abbas, Saïda, Mascara, Tiaret, Chlef, Tissemsilt, Médéa, Djelfa, M'Sila, Bordj Bou Arreridj, Sétif et Batna.

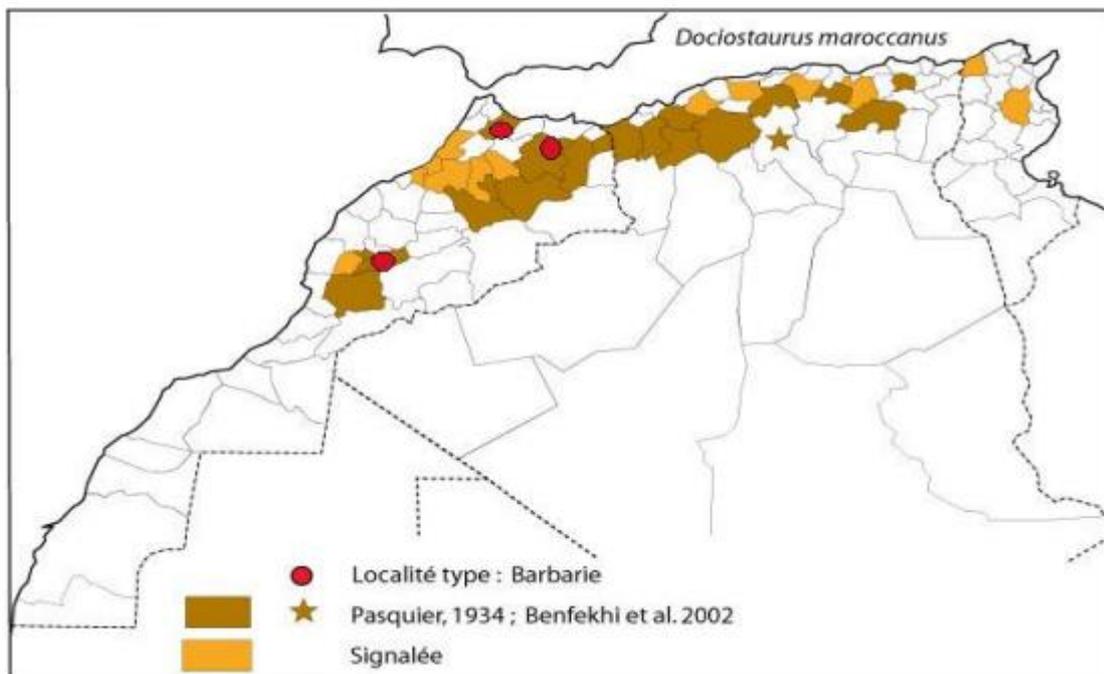


Figure71: Répartition de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (source MENI MAHZOUM 2013)

II.4- Environnement du criquet :

Dociostaurus maroccanus est un acridien de grande importance économique et qui possède une vaste aire de distribution. Il est considéré comme un ravageur redoutable au Moyen Orient et dans le bassin méditerranéen y compris en France méridionale (**LOUVEAUX et GILLON, 1986**).

Le biotope qui lui convient est très particulier et souvent différencié sur des aires restreintes, ils sont caractérisés par une flore herbacée de type annuel, éphémère à recouvrement faible, installé sur des sols modérément compacts, non travaillé, xérotrophe. Les pratiques culturales sont généralement défavorables à la ponte du criquet marocain. Le facteur limitant sa

distribution paraît lié à la nature du sol qui doit convenir à la ponte et non aux exigences écologiques particulière des larves et des ailés, les individus de cette espèce sont relativement sédentaire et restent à proximité des sites de reproductions.

Il n'y a qu'une génération par an, par suite de l'intercalation d'une diapause embryonnaire permettant à cet acridien de passer la saison sèche en état de vie ralentie (9mois) dès que les premières pluies commencent, le développement des œufs reprend et l'éclosion se produit.

Le développement larvaire se fait en 5 stades. Les jeunes imagos apparaissent au moment où la végétation herbeuse annuelle se flétrit mais des espèces pérennes de dicotylédones, et des arbrisseaux permettent aux ailés de s'alimenter, de s'abriter et de se percher.

Cette espèce est connue comme ravageur des productions agricoles et pastorales, parce que les larves comme les imagos peuvent attaquer une cinquantaine d'espèces végétales, les pâturages et les cultures céréalières sont toujours les plus endommagés. Leur régime alimentaire est de type polyphage ; elle peut s'attaquer aux céréales, aux cultures maraîchères et à l'arboriculture fruitière. Elle présente un polymorphisme phasaire (solitaire, transiens, et grégaire). ces caractéristiques sont commune chez les espèces migratrices suivantes (*Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria*). Selon **BENHALIMA et al 1984**, *Dociostaurus maroccanus* est une espèce qui se nourrit progressivement d'une gamme de plus en plus large d'espèces végétales, y compris les dicotylédones, lorsque la végétation devient sèche.

La faculté de déplacements par vol chez les acridiens leur permet de se déplacer sur de grande distances et de chercher les régions dont elles répondent le mieux à leurs besoins. Elle est capable d'effectuer des micro-migrations en phase solitaire **EL GHADRAOUI et al 2008**.

Selon **LATCHININSKY, 1998**, la répartition de *D.maroccanus* suggère des besoins écologiques spécifiques ; en effet cette espèce est associée à un type d'environnement particulier :

- Une zone écotonale entre les contreforts et les vallées, à une altitude entre 400 et 800m au-dessus du niveau de la mer ; cette zone est couverte par une végétation steppique des herbes courtes et touffues comme (*Poa bulbosa*, *Cynodon dactylon*, *Hordeum murinum*, *Festuca ssp*, *Carex ssp*). Pratiquement tous les habitats de *D. maroccanus* incluent la présence de *Poa bulbosa* elle permet de lui fournir la nourriture et l'abrit (**ZHDANOV, 1934; UVAROV, 1957, 1977**).

- Le sol constitue le facteur limitant de la colonisation de *D.marrocanus* ; les femelles pondent les œufs en sol non perturbé à haute teneur en Argile
- Parmi les facteurs abiotiques qui affectent les œufs de la population sont les conditions météorologiques en particulier les précipitations printanières ; un excès de pluies provoque des mortalités et une sécheresse extrême entraîne la mortalité des oothèques par dessiccation.
- Les prédateurs de cette espèce sont les oiseaux insectivores (le crabe) et les larves de coléoptères (Méloïdes) ou de larves de diptères qui détruisent les oothèques (MADON 1928 ; GOUDWIN, 1976 ; GEROUDET, 1980).

II.5-Le risque acridien :

La majorité des insectes ravageurs appartiennent à des espèces qui vivent étroitement liées aux végétaux cultivés, c'est en fonction de la densité atteinte localement par leurs populations que les agriculteurs passent à la phase de lutte anti-acridienne.

La gravité des invasions du Criquet marocain tient à la proximité entre les cultures et les foyers de grégarisation. Les pertes de récolte seraient dues surtout aux jeunes stades qui se déplacent en bandes avant la moisson. La quantité de matière qu'elles ingèrent en une journée pourrait atteindre plusieurs fois leur poids. Les adultes sont moins voraces que les larves.

Il existe plusieurs paramètres qui permettent à ces espèces de pulluler :

- réunion en bandes compactes,
- résistance aux facteurs du milieu,
- déplacements synchrones à longue distance,
- élargissement du régime alimentaire.

III. Etude des plantes testées et leurs huiles essentielles

III.1- Les plantes aromatiques testées :

a- Généralité sur la famille des anacardiées :

➤ Description botanique :

La famille des anacardiées sont des plantes ligneuses. Elles sont dotées de canaux sécréteurs oléo résineux qui contiennent généralement de la résine ou même de la cire, et une sève laiteuse, mais qui peuvent parfois être nocives ou créer des réactions allergisantes

Les espèces de cette famille sont des arbres, des arbustes ou des lianes à feuilles alternées, composées et imparipennées (KPEMISSI, 2007). Dépourvues de glandes ponctiformes. Inflorescence en panicules, fleurs actinomorphes, hétérochlamydées, parfois apétales, 5-mère, (hétérosexuées) et /ou unisexuées, généralement hypogynes, diplomones ou haplostémones (à filets souvent concrescents à la base), le fruit est généralement une drupe souvent à mésocarpe résineux. Graine exalbuminée ou presque à embryon courbe. (BELFADEL, 2009).

➤ Systématique :

Les Anacardiées appartiennent à l'ordre des Sapindales, à la sous-classe des Rosidae dialypétales (comprend 400 espèces connues et 60 genres), à la classe des Magnoliopsida, au sous-embranchement des Magnoliophyta ou Angiospermes et à l'embranchement des Spermaphytes.

b- Répartition

➤ La répartition des anacardiées dans le monde :

Les Anacardiées sont rencontrées surtout dans les régions tropicales à subtropicales et dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord. En Algérie les espèces présents depuis le littoral jusqu'au Sahara sont *Rhus coriaria L.*, *Rhus tripartitum* et *Rhus pentaphylla*.

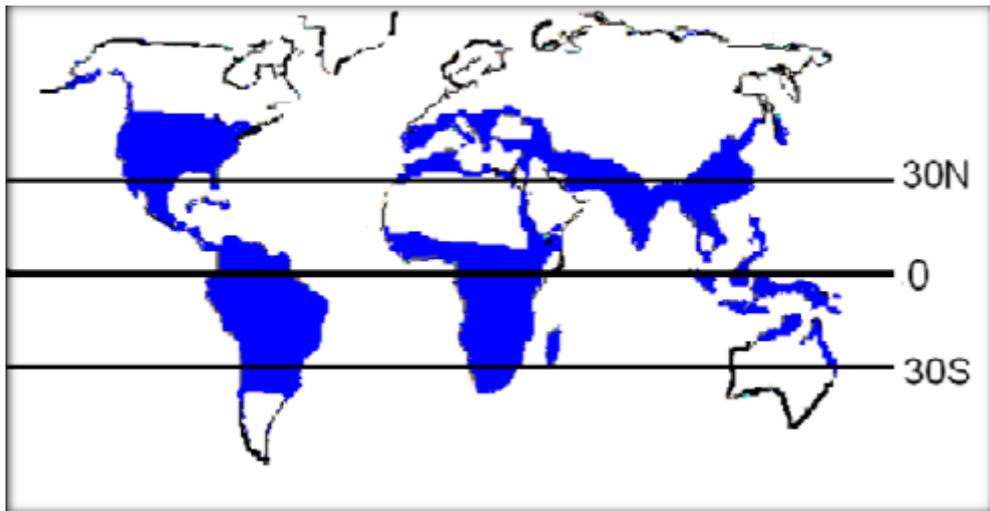


Figure 72 : Répartition géographique de la famille des anacardiées (ABED 2014)

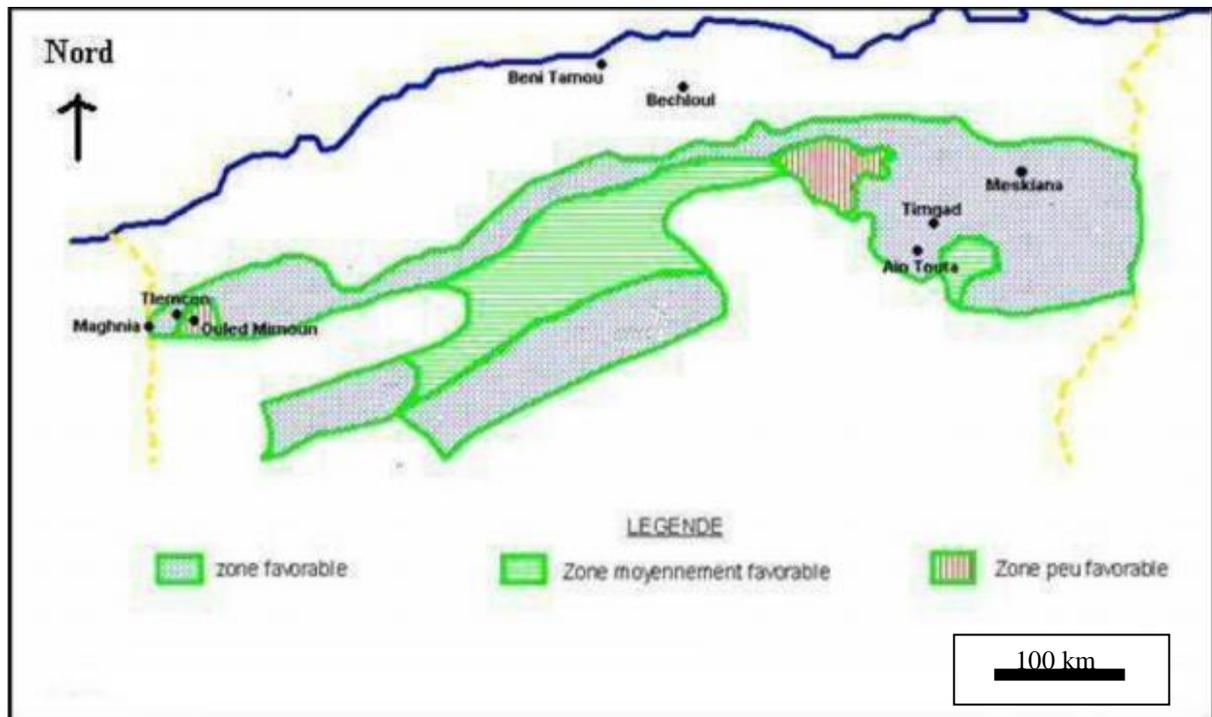
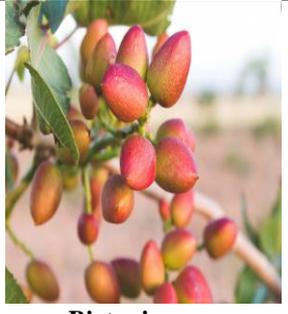


Figure 73: Représentation des zones potentielles de culture du Pistachier en Algérie

Présentation des plantes : notre étude est basée sur le principe actif inclus dans les huiles essentielles de la famille des anacardiées dont les espèces choisies sont mentionnées dans le tableau

Tableau 52: Caractéristiques des plantes utilisées dans l'extraction des huiles essentielles

Espèces	Systématique	Caractères botaniques (Quezel et santa)	Les huiles essentielles	
			Feuilles	Fruits
 <p><i>Pistacia lentiscus</i></p>	<p>classe :Magnoliopsidae</p> <p>- ordre :Sapindales</p> <p>-famille : anacardiaceés</p> <p>-Genre : <i>Pistacia</i></p> <p>- espèce :<i>Pistacia lentiscus</i></p>	<p>-feuilles toujours paripennées, persistant en hiver, coriace.</p> <p>-inflorescence en grappe spiciforme</p> <p>- fruit globuleux rouge puis noir.</p>	<p>-Alpha-pinène 11%</p> <p>-limonène 10.3%</p> <p>- Myrcène 39.2%</p> <p>-Terpinèn.4.ol 29.9%</p> <p>-Alpha-terpinéol 15%</p>	<p>- alpha-pinène 22%</p> <p>-Béta myrcène 54%</p> <p>(MEHMET et al 2003)</p> <p>(AMHAMDI et al 2009)</p> <p>(GOURINE et al 2010)</p>
 <p><i>Pistacia atlantica</i></p>	<p>- classe :Dicotylédone</p> <p>- ordre : Sapindales</p> <p>-famille :anacardiaceé</p> <p>- Genre : <i>Pistacia</i></p> <p>- espèce : <i>Pistacia atlantica</i></p>	<p>- arbre de 3. 5 m à tronc bien individualisé.</p> <p>-feuille à rachis finnement gilé à folioles lancéolé.</p> <p>- plante à odeur simplement résineuse, rocaille, pâturage aride</p>	<p>-alpha-pinène 10,9%</p> <p>- Delta-3-carène 56%</p> <p>-Spathulenol 22 %</p> <p>- Terpinèn-4-ol16%</p> <p>-Beta-pinène13%</p> <p>- Elemol 20%</p>	<p>Bornyl-acétate 21.5%</p> <p>Myrcène 34%.</p> <p>Sabinène 19.5%</p> <p>(Marianna et al 2006)</p>
 <p><i>Pistacia terebenthus</i></p>	<p>- classe :Dicotylédone</p> <p>- ordre :Sapindales</p> <p>-famille :anacardiaceé</p> <p>- Genre : <i>Pistacia</i></p> <p>- espèce : <i>Pistacia terebenthus</i></p>	<p>- arbuste ou petit arbre ramifié dès la base.</p> <p>- feuilles presque toujours imparipennés caduque en hiver, vert pale</p> <p>- inflorescence en grappes composées laches aussi longues que les feuilles.</p>	<p>- Terpinèn-4-ol 33,7%</p> <p>- Alpha-pinène 16,4%</p>	<p>Limonène 34.2%</p> <p>(TSOKOU et al 2007)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - classe :Dicotylédone - ordre :Sapindales -famille :Anacardiacee - Genre : <i>Pistacia</i> - espèce : <i>Pistacia vera</i> 		<ul style="list-style-type: none"> -Alpha pinène30% Terpinolène17,6% - Bornyl acétate 11,3% 	<ul style="list-style-type: none"> Alpha-pinène 54.6 Terpinolène 31.2% Bozorgi et al 2013
	<ul style="list-style-type: none"> - classe : Eudicots - ordre :Sapindales -famille :Anacardiacee - Genre : <i>Rhus</i> - espèce : <i>Rhus pentaphylla</i> 	<ul style="list-style-type: none"> -Folioles en général 5, cunéifolies 5-7 fois plus longues que larges. Rameau grisâtre. Fruit jaune rougatre globuleux. 	<ul style="list-style-type: none"> -Acide hexadécanoïque 31,5% -Spathulenol 14,9% -Sesquiterpène 40,1% 	
	<ul style="list-style-type: none"> - classe : Eudicots - ordre :Sapindales -famille : Anacardiacee - Genre : <i>Rhus</i> - Espèce : <i>Rhus tripartitum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbuste épineux , Rameaux rouge brunâtre luisant -fruit brunatre globuleux de 3à 5mm de diamètre -Rocaille, pâturage aride 	<ul style="list-style-type: none"> Tannins hydrolysables 	

Notre travail consiste à étudier l'inhibition de l'enzyme alfa amylase par le principe actif de chaque plante citée dans le **Tableau 41** ci-dessus

V- Matériel et méthodes :

IV.1- Généralité sur les enzymes :

Les enzymes sont des macromolécules sélectives qui se caractérisent par un énorme pouvoir catalytique, pouvant accélérer de façon spécifique les réactions chimiques de la cellule à des taux de plus de 10^{16} fois ceux des niveaux non catalysés sans être elles-mêmes modifiées par la réaction. Elles sont les protéines responsables des transformations biochimiques au sein des cellules des organismes vivants et au centre de l'organisation du métabolisme et de la régulation des processus physiologiques.

Un site actif, ou site catalytique ; distingue la région d'une enzyme pouvant se lier spécifiquement à un substrat et au sein de laquelle les réactions chimiques catalysées s'opèrent. Les inhibiteurs enzymatiques ont pour effet la diminution de l'activité d'une enzyme ou la vitesse d'une voie métabolique.

a- Les acides aminés :

Les acides aminés sont des molécules entrant dans la composition des protéines, grâce à leur assemblage par des liaisons que l'on appelle peptidiques.

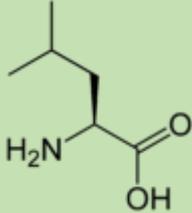
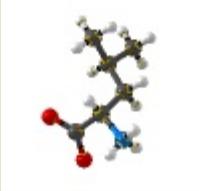
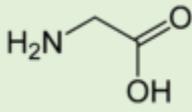
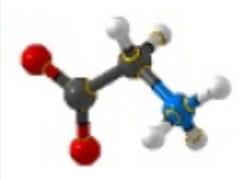
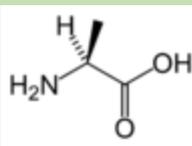
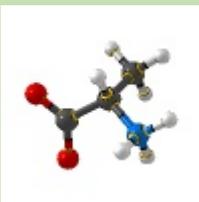
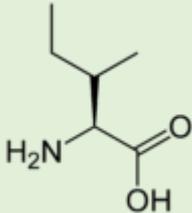
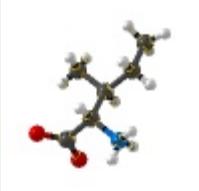
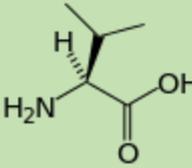
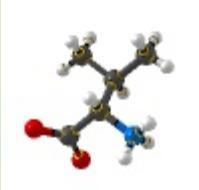
Chaque acide aminé est constitué d'une fonction amine (NH_2), d'une fonction acide (COOH) et d'une chaîne latérale (R) variable.

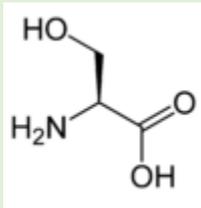
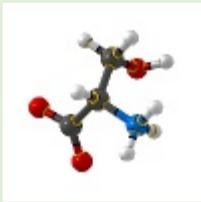
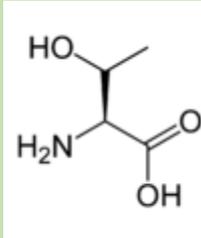
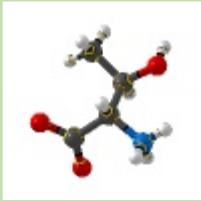
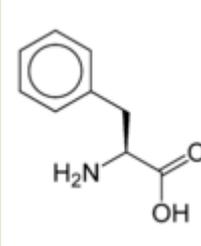
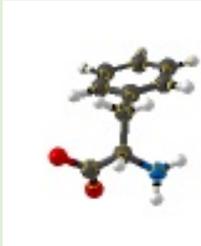
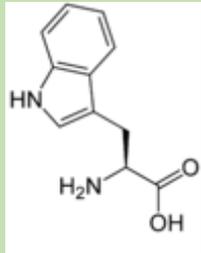
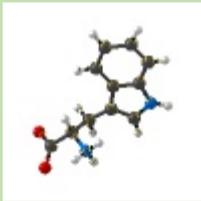
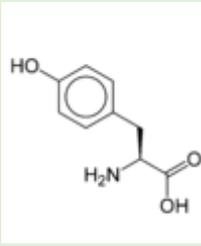
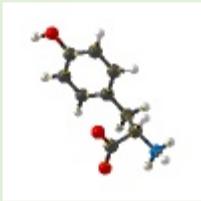
Il existe dans la nature 20 acides aminés codés par les génomes des organismes vivant, et dont chacun confère à la protéine des propriétés chimiques spécifiques. L'ordre d'assemblage des acides aminés donne à la protéine une fonction bien précise.

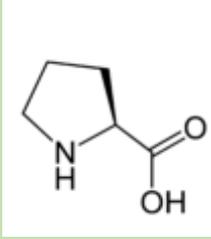
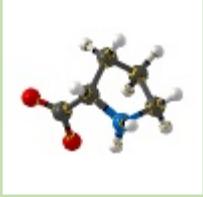
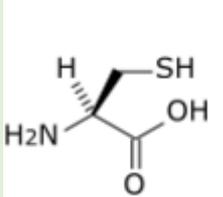
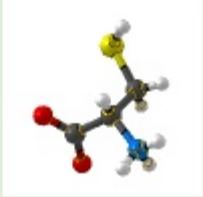
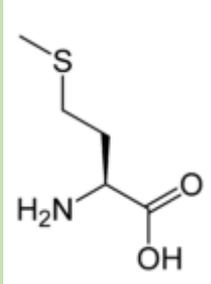
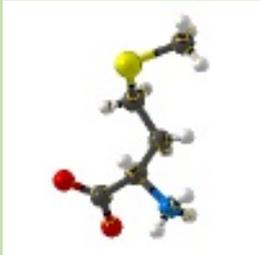
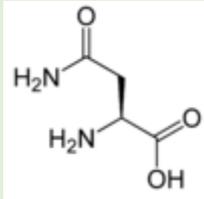
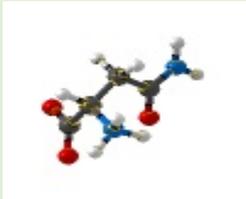
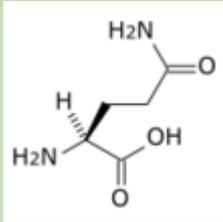
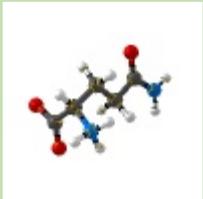
Il existe 8 acides aminés essentiels et qui doivent être impérativement apporté par l'alimentation, car ils ne peuvent être produits par l'organisme lors du métabolisme : l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane et la valine.

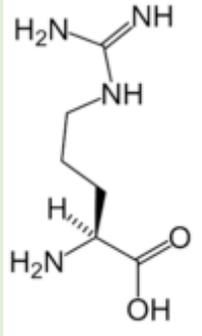
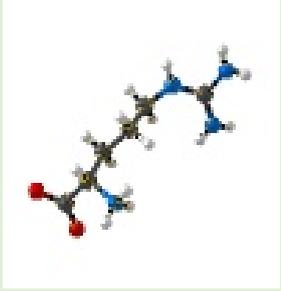
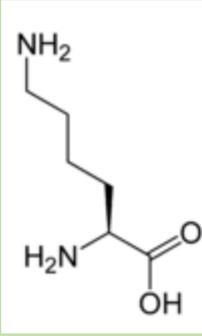
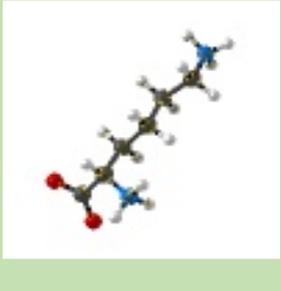
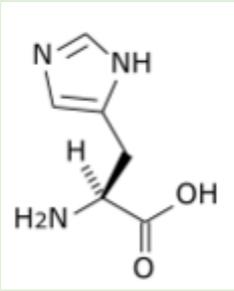
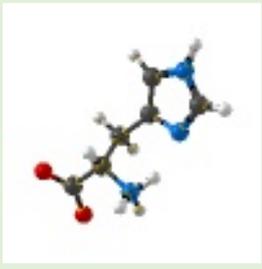
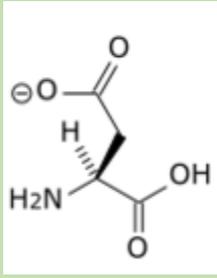
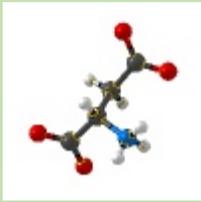
Selon la polarité de leurs chaînes latérales (à $\text{PH}=7$), les acides aminés se regroupent en 4 classes (**Tableau 42**) :

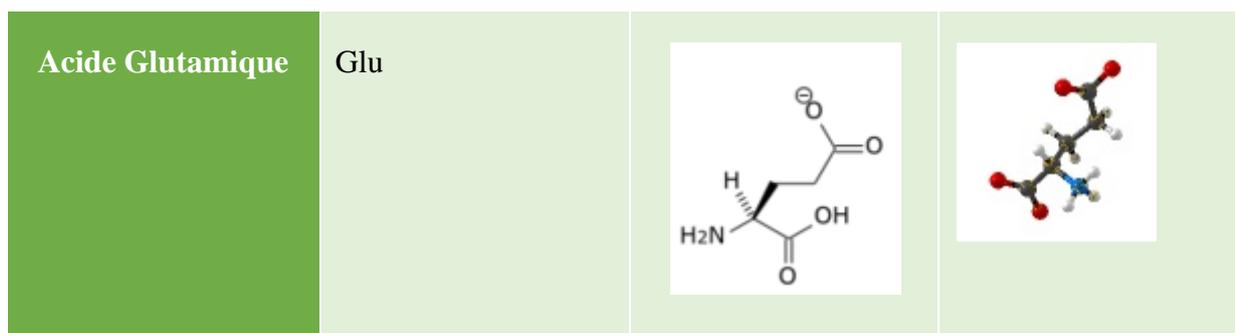
Tableau 42 : Acides aminés (BEKKAL BRIKCI)

Nom des acides aminés	Code à 3 lettres	Structure 2D	Structure 3D
Leucine	Leu		
Glycine	Gly		
Alanine	Ala		
Isoleucine*	Ile		
Valine	Val		

Sérine	Ser	 <chem>N[C@@H](CO)C(=O)O</chem>	
Thréonine	Thr	 <chem>C[C@@H](O)[C@@H](N)C(=O)O</chem>	
Phénylalanine	Phe	 <chem>N[C@@H](Cc1ccccc1)C(=O)O</chem>	
Tryptophane	Trp	 <chem>N[C@@H](Cc1c[nH]c2ccccc12)C(=O)O</chem>	
Tyrosine	Tyr	 <chem>N[C@@H](Cc1ccc(O)cc1)C(=O)O</chem>	

Proline	Pro		
Cystéine	Cys		
Méthionine	Met		
Asparagine	Asn		
Glutamine	Gln		

Arginine	Arg	 <p>Chemical structure of Arginine (Arg) showing the guanidino group attached to the side chain of the amino acid.</p>	 <p>Ball-and-stick model of Arginine, showing the spatial arrangement of atoms (Carbon in grey, Oxygen in red, Hydrogen in white, Nitrogen in blue).</p>
Lysine	Lys	 <p>Chemical structure of Lysine (Lys) showing the long aliphatic side chain.</p>	 <p>Ball-and-stick model of Lysine, showing the spatial arrangement of atoms.</p>
Histidine	His	 <p>Chemical structure of Histidine (His) showing the imidazole ring side chain.</p>	 <p>Ball-and-stick model of Histidine, showing the spatial arrangement of atoms.</p>
Acide Aspartique	Asp	 <p>Chemical structure of Aspartic acid (Asp) showing the carboxylate side chain.</p>	 <p>Ball-and-stick model of Aspartic acid, showing the spatial arrangement of atoms.</p>



b- Présentation de l'enzyme α -amylase:

L'enzyme choisie pour notre étude est α -amylase, l'alpha-amylase est une enzyme digestive majeure qui agit dans la première étape de la digestion du maltopolysaccharide. Chez les insectes, elle est principalement sécrétée dans l'intestin moyen mais l'expression salivaire est également fréquente. C'est une hydrolase digestive impliqué dans la production d'énergie chez les insectes (**PELEGRINI et al 2006**). Cette enzyme est synthétisée et sécrétée par les cellules épithéliales de l'intestin moyen des insectes et joue un rôle essentiel dans leurs digestions et leurs survies (**SHARMA, 2009**), l'alpha amylase a été caractérisé dans le système digestive des insectes appartenant aux ordres orthoptères, diptères, hyménoptères, lipédoptères et coléoptères. Selon **MACEDO ET FREIRE 2011**, les enzymes digestives des insectes en particulier l' α -amylase sont de bonnes cibles pour les inhibiteurs.

De nombreux travaux se sont focalisés sur l'action des inhibiteurs d'amylase végétale sur les amylases d'insectes ravageurs, dans le cadre de la protection des cultures. Selon **BAHAREH et al 2016**, l'utilisation des inhibiteurs de l' α -amylase issus de plantes constitue une nouvelle stratégie de lutte contre les insectes ravageurs pour diminuer l'utilisation des pesticides chimiques.

L'objectif de notre étude, est de déterminer de nouveaux ligands (inhibiteurs) pour l'enzyme α -amylase présent dans l'espèce *Dociostaurus maroccanus*. Ces ligands sont issus de plantes de la famille des anacardiées

c- Docking moléculaire :

Le docking moléculaire ou « amarrage moléculaire » vise à prédire la structure d'un complexe moléculaire à partir des molécules isolées, dans lesquelles différentes approches sont combinées pour étudier les modes d'interaction entre deux molécules. Les logiciels de docking sont donc des outils très utiles en biologie, pharmacie et médecine, car la plupart des

principes actifs sont de petites molécules (ligand) qui interagissent avec une cible biologique d'intérêt thérapeutique. Le récepteur macromoléculaire étant le plus souvent une protéine, le terme docking seul est couramment employé pour désigner un « docking protéine-ligand ».

Le docking moléculaire a pour but de déterminer le mode d'interaction d'un complexe formé de deux ou plusieurs molécules, en cherchant des orientations dans l'espace et des conformations favorables pour la fixation d'un ligand à un récepteur.

Une simulation de docking comprend essentiellement deux étapes : le docking proprement dit et le scoring (**figure 74**)

- La première (le docking) est l'étape de sélection, consistant à placer le ligand dans le site actif de la protéine et à échantillonner les conformations, positions et orientations (poses) possibles, en ne retenant que celle qui représentent les modes d'interactions les plus favorables.
- La deuxième (le scoring) est l'étape de classement, qui consiste à évaluer l'affinité entre le ligand et la protéine et de donner un score aux poses obtenues lors de la phase de docking. Ce score permettra de retenir la meilleure pose parmi toutes celles proposées.

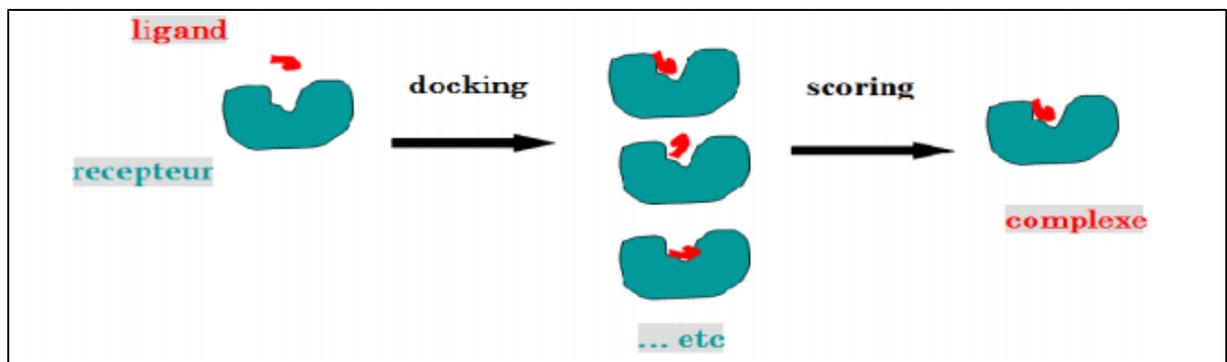


Figure 74: Principe générale d'un programme de docking (source LALOUT 2016)

Le ligand est généralement une molécule flexible étrangère de petite taille tandis que le récepteur est une protéine qui possède un ou plusieurs sites actifs spécifiques (**American Chemical Society.1997**).

➤ **Fonction des scores :**

Le Docking moléculaire permet de déterminer le mode d'interaction d'un complexe formé de deux ou de plusieurs molécules, en cherchant des orientations dans l'espace et des conformations favorables pour la fixation d'un ligand à un récepteur (**DUHOVNY et al**

2006). Cependant le choix des meilleurs modes nécessite l'appelle à des fonctions ou paramètres de sélection c'est ce qui est le Scoring.

L'association entre protéines et ligands est associée par plusieurs paramètres thermodynamiques : les interactions hydrophobes, les interactions électrostatiques et les liaisons hydrogène (FOLOPPE et HUBBARD, 2006). En se basant sur ces paramètres on sélectionne le mode d'interaction le plus favorisé

Un grand nombre de programmes (commerciaux ou non) de docking moléculaire sont d'ores et déjà disponibles. Parmi ceux-ci, nous citerons par exemple AUTODOCK (MORRIS et al 1998), DOCK (EWING et al 2001), le logiciel MOE (Molecular Operating Environment).

➤ Les étapes du docking Moléculaire :

Pour la modélisation du système protéine-ligand, Deux approches sont principalement employées.

- Téléchargement des molécules à traiter depuis la Bank PDB (<http://www.pdb.org>).
- pour le ligand (pour notre cas c'est les composés extraits des huiles essentielles des plantes) ; soit on le dessine à l'aide des logiciels de chimie pour notre cas on a utilisé **Chemdraw** » version 12.0.2.1076, soit on l'obtient à partir des bases de données comme « **Pub Chem** » Project ou autres bases de données des structures.

➤ Protocole général du docking moléculaire :

- Recherche conformationnelle : de la position et la forme du ligand dans le cas flexible.
- Minimisation de l'énergie des poses et conformations obtenues (scoring).
- Classement des résultats (poses) basé sur la fonction du score et visualisation des résultats.

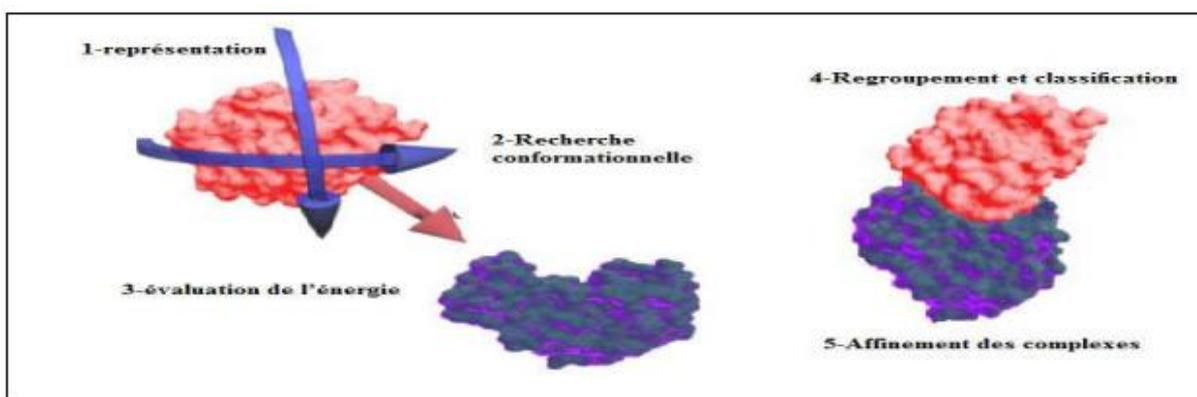


Figure 75: Protocole général de docking

IV.3 Présentation du matériel informatique :

- L'utilisation des banques des données est nécessaire pour télécharger les enzymes (RCSB), et les ligands (PubChem)

The screenshot shows the RCSB PDB website interface. At the top, there are navigation menus for 'RCSB PDB', 'Dépôt', 'Chercher', 'Visualiser', 'Analyser', 'Télécharger', 'Apprendre', and 'Plus'. Below this is the PDB logo and a banner stating '170172 Structures macromoléculaires biologiques permettant des percées dans la recherche et l'éducation'. The main content area features a 3D ribbon diagram of a protein structure labeled 'Assemblée biologique 1'. To the right of the diagram, the entry ID '1CLV' is displayed, along with its full name: 'VER DE REPAS JAUNE ALPHA-AMYLASE EN COMPLEXE AVEC L'INHIBITEUR D'ALPHA-AMYLASE D'AMARANTH'. Additional information includes the DOI (10.2210/pdb1CLV/pdb), classification as 'HYDROLASE', organism 'Tenebrio molitor', and deposition date '1999-05-04'. A 'Validation wwPDB' section shows a 'Clashscore' metric with a scale from 0 to 2, and a 'Rapport 3D' button.

Figure76: Banque des données RCSB

Pubchem :

PubChem est une [banque de données américaine](#) de [molécules chimiques](#) gérée par le [National Center for Biotechnology Information](#) (NCBI), branche de la [Bibliothèque nationale de médecine des États-Unis](#) sous l'autorité des [National Institutes of Health](#) (NCI).

PubChem répertorie plusieurs millions de composés en mettant gratuitement en ligne, pour chaque substance, une grande quantité de données de divers ordres : chimique, biochimique, pharmacologique, production, toxicologie, environnemental, etc.

On a basé sur cette ressource pour télécharger les structures des ligands extraits à partir des huiles essentielles issus des plantes de la famille des anacardiées.

The screenshot shows the PubChem website homepage. At the top, there is the NIH logo and the text 'National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information'. Below this is the PubChem logo and navigation links for 'About', 'Blog', 'Submit', and 'Contact'. A banner reads 'PubChemRDF 1.7β has been released'. The main heading is 'Explore Chemistry' with the tagline 'Quickly find chemical information from authoritative sources'. A search bar is present with a magnifying glass icon. Below the search bar, there are several search suggestions: 'Try aspirin EGFR C9H8O4 57-27-2 C1=CC=C(C=C1)C=O InChI=1S/C3H6O/c1-3(2)/h1-2H3'. At the bottom, there is a 'Use Entrez' button and radio buttons for 'Compounds', 'Substances', and 'BioAssays'.

Figure 77: Base des données PubChem

Logiciels utilisés

- **Chemdraw :**

ChemDraw est un outil puissant, mais facile à utiliser, qui permet de produire des dessins chimiques et biologiques, destiné aux scientifiques, étudiants et auteurs scientifiques. Dans notre cas, on a utilisé le logiciel « **ChemDraw Ultra** » dans lequel on a transformé le fichier qui contient la structure téléchargée à partir de banque de données « **PubChem** » sous formes sdf, en mode de fichier mol

- **Molecular operating Environnement « MOE » :**

Nous avons utilisé dans notre travail le Molecular Operating Environment **MOE** (version 2013) qui est un package c'est-à-dire un ensemble de plusieurs programmes destinés à la découverte et à la conception assistée par ordinateur de molécules biologiquement actives.

Celui-ci permet d'effectuer plusieurs tâches pendant un temps très réduit. Il permet de dessiner les molécules, de les minimiser pour avoir les meilleures conformations de ces molécules. Il permet également de docker plusieurs ligands rassemblés dans une base de données dans le site actif d'une protéine de manière successive.

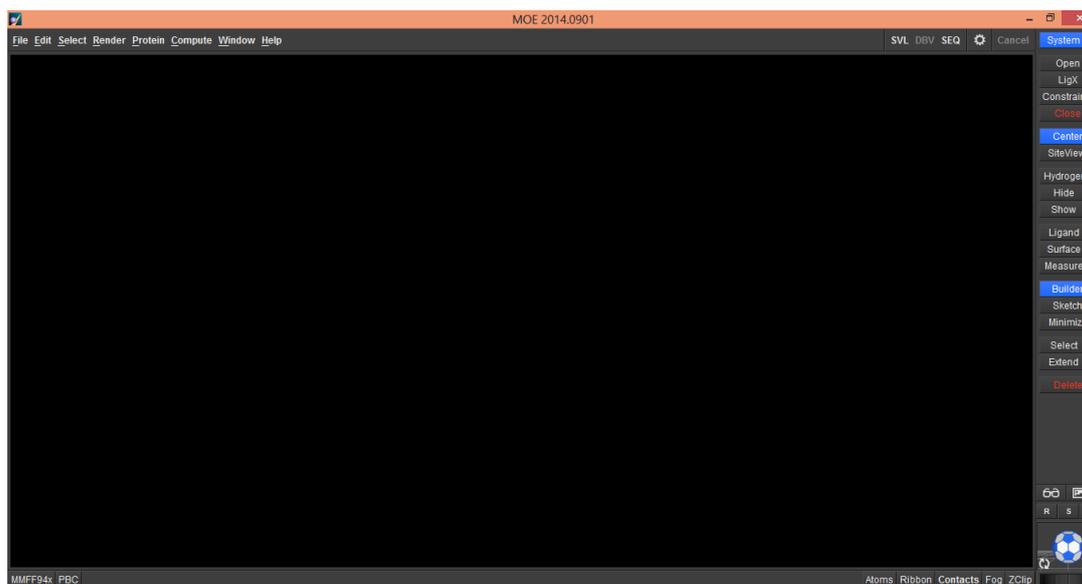


Figure 78: Molecular Operating Environment MOE

Simulation de dynamique moléculaire

La simulation de la dynamique moléculaire a été réalisée par le serveur en ligne iMODS le serveur est un utilisateur rapide et outil de simulation de dynamique moléculaire convivial et efficace qui peut être utilisé efficacement pour étudier la dynamique structurale des complexes protéique. Le serveur fournit les valeurs de déformation, facteur B (profils de mobilité), valeurs propres, variance, carte de covariance et réseau élastique.

Pour un complexe ou une protéine, la déformabilité dépend de la capacité de se déformer à chacun de ces résidus d'acide aminés. La valeur propre à une relation avec l'énergie nécessaire pour déformer une structure donnée, plus la valeur propre est faible, plus la déformabilité du complexe n'est facile. De plus, la valeur propre représente également la raideur du mouvement du complexe protéique. iMODS est un serveur rapide et facile pour déterminer et mesurer la flexibilité des protéines (AWAN *et al.* 2017, PRABHAKAR *et al.* 2016, LOPEZ-BLANCO *etal.*, 2014, LOPEZ-BLANCO *et al.*, 2011, KOVACS *et al.*, 2004).

V. Résultats et Discussions :

V.1- Préparation de l'enzyme :

La préparation de l'enzyme a été effectuée suivant les étapes :

Téléchargement de L'enzyme α -amylase à partir de la banque des données « **Protéin Data Bank** » (PDB) avec le code 1CLV (**Figure 79**). En général, la structure de protéines ayant une résolution entre 1,5 et 2,5Å sont les plus qualifiés pour réaliser des études. Pour cela, Parmi plusieurs complexes proposés par la PDB, nous avons choisi le code 1CLV avec une résolution de 2 Å. (**Tableau 43**).

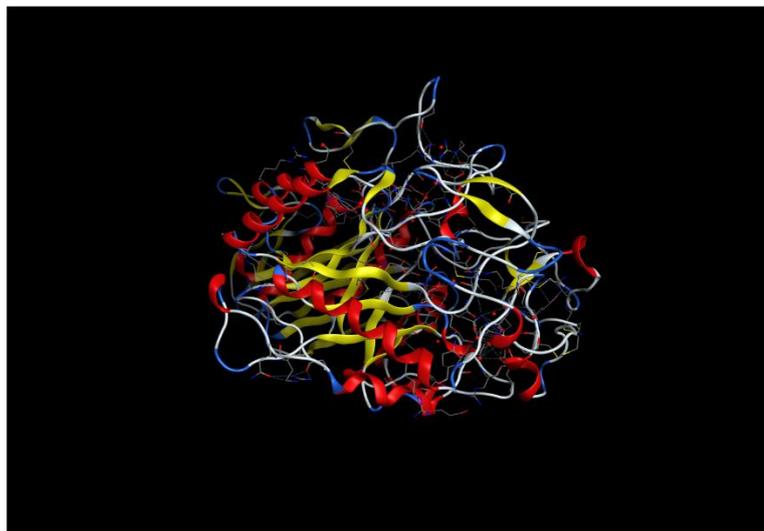


Figure 549 : structure de l'enzyme α -amylase

Tableau 43 : quelques propriétés de l'enzyme

Protéine	Classification	Méthode	Résolution	Nombre de chaîne	Longueur de chaîne
1CLV	HYDROLASE	X-Ray diffraction	2 Å°	Deux chaînes	503

- Importation de l'enzyme dans le logiciel Molecular Operating Environment (MOE) ;
- Exclusion des molécules d'eau, en gardant une seule chaîne des acides aminés avec le ligand de co-cristallisation ;
- Exclusion des molécules d'hydrogène ;
- Isolation de l'atome pour déterminer le site actif de la protéine ;
- En utilisant le module « Site Finder » du logiciel MOE ; c'est un outil pour la détection de la cavité enzymatique. Nous avons identifié et présenté les résidus formant le site actif le plus volumineux en acides aminés et qui représente le site le plus favorable pour l'interaction, les résultats sont présentés dans la figure ;
- On observe que l'enzyme 1CLV contient 20 cavité enzymatique dont le site actif le plus volumineux est formé de 21 acides aminés qui sont :

LEU 49-TRP56-TRP57-TYR60-GLN61-HIS99-GLY102-MET103-LEU150-VAL151-LEU153-ARG183-ASP185-ALA186-GLU222-ILE224-HIS286-ASP287-ARG290-ASN331-ASP332.

Site	Size	PLB	Hyd	Side	Residues
1	95	2.51	23	54	1:(LEU49 TRP56 TRP57 TYR60 GLN61 HIS99 GLY102 MET103 LEU150 VAL151 LEU153 ARG183 ASP185 ALA186 GLU222 ILE224 HIS286 ASP287 ARG290 ASN331 ASP332)
2	82	2.50	22	37	1:(PCA1 LYS2 ASP3 ALA4 ASN5 PHE6 ARG90 GLY210 PHE211 ALA212 GLY214 ALA215 ARG216 PRO217 PHE218 CYS241 GLY276 LEU277 ASP278 ALA279 VAL280 GLY318)
3	31	1.13	8	22	1:(PHE6 TRP267 GLY268 PRO269 GLU275 GLY276 LEU277 HIS315 PRO316 TYR317 GLY318 THR319 ARG374 GLU378)
4	30	0.99	11	21	1:(GLN35 ARG365 TYR368 GLY369 GLY372 PHE373 VAL427 ILE428 GLY430 GLU431 LEU432 HIS466 ASN468 ALA469)
5	21	0.15	10	16	1:(LEU264 ALA265 ASN266 TRP267 HIS315 VAL382 TRP385)
6	13	0.09	10	24	1:(ASP426 ILE428 SER429 LYS440 LEU454 GLU458 ASP459 ASP460 VAL462 LEU463)
7	30	0.06	15	30	1:(PRO302 LYS306 ASP351 ASN352 THR353 ARG363 TRP364 ARG365 GLN366 TYR368 GLU431)
8	10	-0.07	9	20	1:(GLU222 ILE224 PHE245 ASN285 HIS286 ASP287 ASN288 THR291)
9	20	-0.23	9	12	1:(CYS134 GLU135 VAL136 GLU149 LEU150 VAL151 GLY152 ARG154)
10	12	-0.29	8	14	1:(GLN289 ARG290 THR291 GLY292 GLY293 THR298 LYS300 PHE328 ASN331)
11	10	-0.40	16	26	1:(TYR139 LEU150 ALA186 LYS188 HIS189 VAL223 ILE224 GLU229)
12	17	-0.44	9	18	1:(PCA1 SER196 PHE199 SER200 ARG216 ILE219 PHE239)
13	6	-0.50	6	9	1:(LYS440 SER441 VAL442 ASP451 ILE452 SER453 LEU463)
14	6	-0.63	2	8	1:(ASP225 GLY227 GLY228 GLU229 ILE231 SER232)
15	6	-0.65	6	15	1:(PHE31 PRO34 GLN35 ASN352 TYR368 GLU431)
16	9	-0.75	4	8	1:(ASP52 GLY53 ARG54 PRO55 GLY334 PRO335 GLN337)
17	7	-0.76	3	7	1:(ASN266 TRP267 GLY268 PRO269 GLU270)
18	14	-0.79	1	7	1:(SER8 GLY9 ARG10 PRO34 GLN35 GLY36 GLY372 ASN375 ASN468)
19	8	-0.84	5	9	1:(SER441 VAL442 THR443 ALA450 ASP451)
20	7	-1.06	1	5	1:(THR69 ARG70 SER71 GLY72 ASP73 ASN342)

Figure 80: résidus du site actif de 1CLV

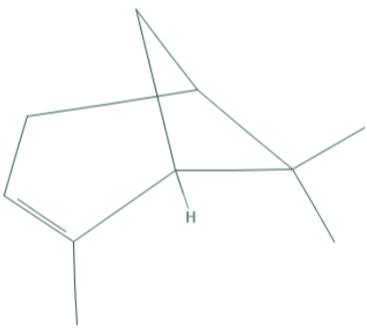
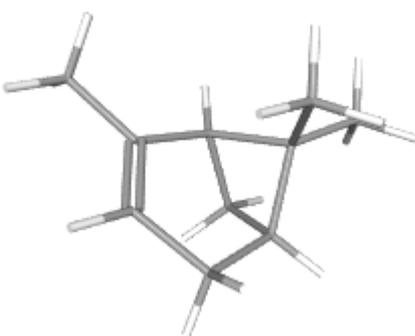
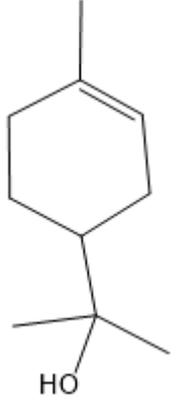
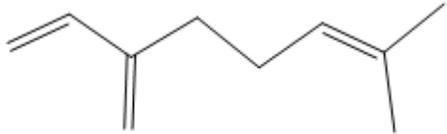
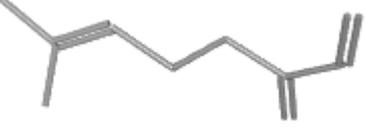
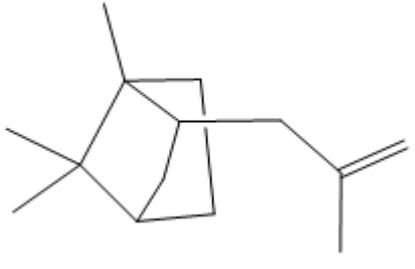
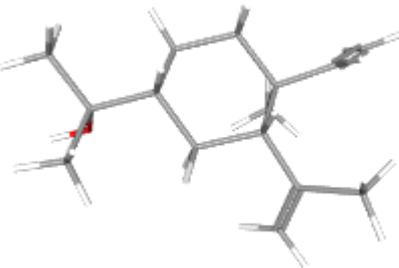
V.2- Préparation du ligand :

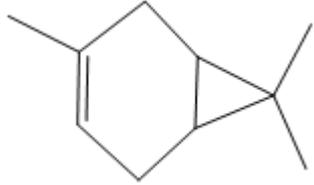
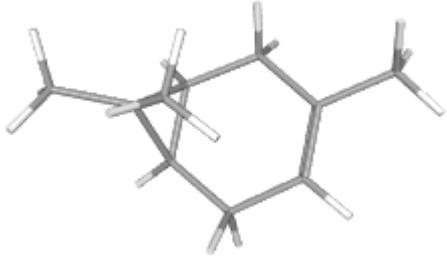
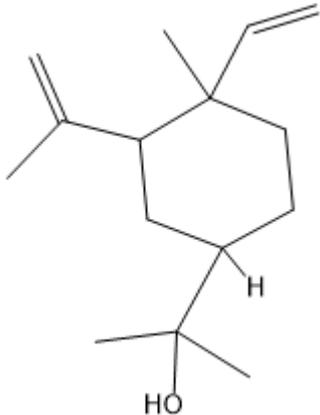
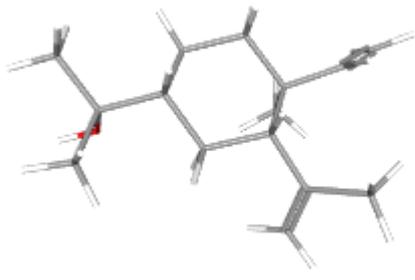
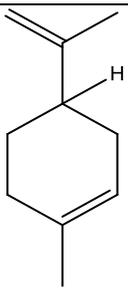
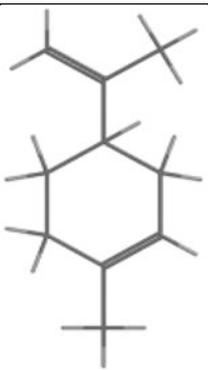
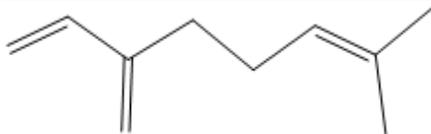
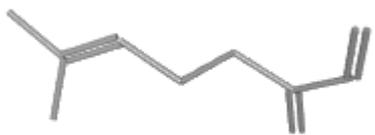
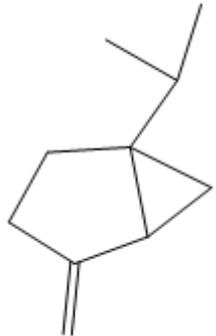
Les ligands utilisés dans ce travail sont choisis en fonction du rendement le plus important dans chaque partie de la plante (feuille et fruit).

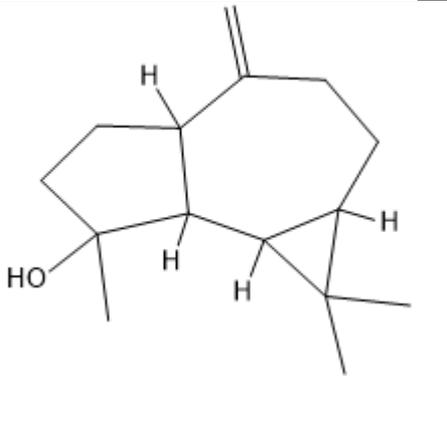
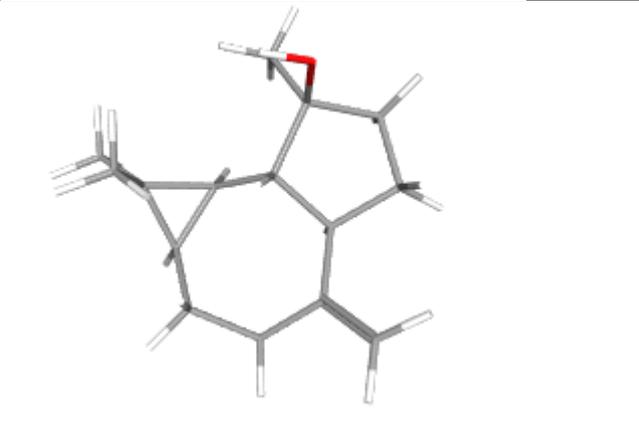
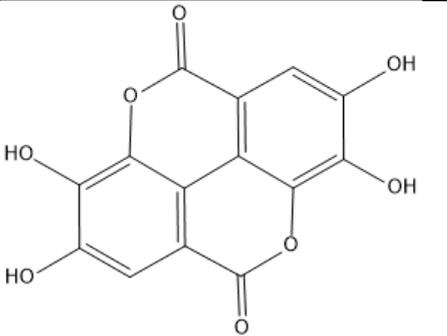
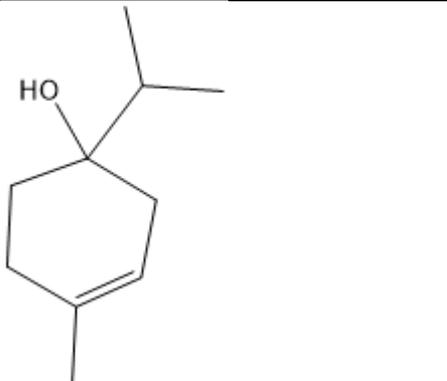
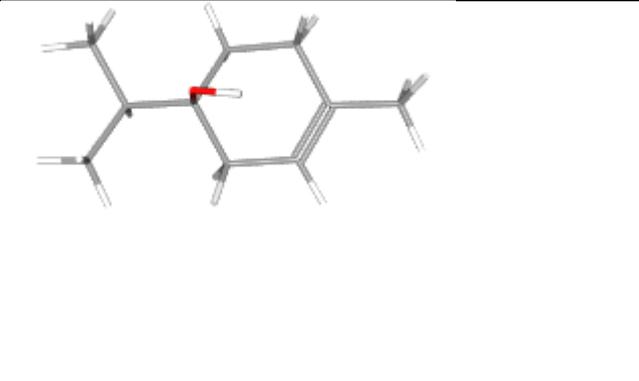
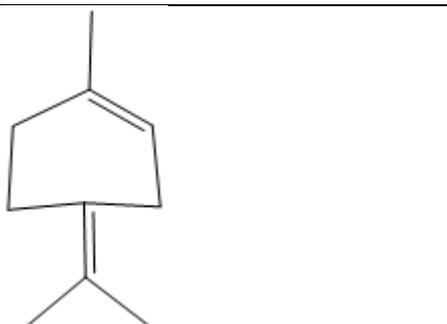
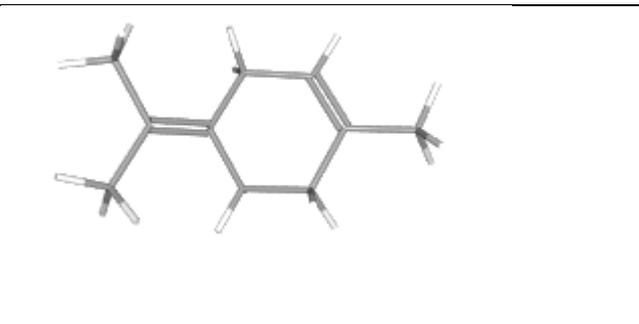
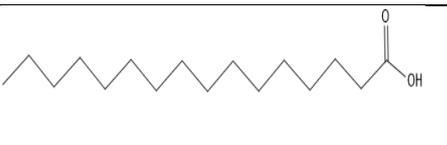
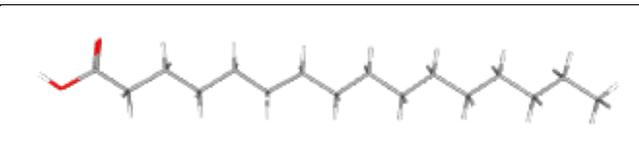
Les ligands sont téléchargés sous forme de fichier « SDF » de la banque de donnée « PubChem », ensuite ils sont transformés en fichier « MOL » utilisant le logiciel Chemdraw Ultra12. Les structures des dix ligands sont regroupées dans le **Tableau 53**.

Afin de préparer les ligands pour le Docking, nous avons minimisé les énergies des ligands en utilisant le logiciel « MOE », ensuite on a calculé le TPSA **Tableau 54**.

Tableau 53: : Structures des ligands

Composés	Ligands	Structure 2D	Structure 3D
L1	α -pinene		
L2	α -terpinéol		
L3	Beta myrcène		
L4	Bornyl acétate		

L5	Delta-3-carène		
L6	Elemol		
L7	Limonène		
L8	Myrcène		
L9	Sabinène		

L10	Spathulenol		
L11	Tannin hydrolisable		
L12	Terpinèn-4-ol		
L13	Terpinolène		
L14	Acide hexadécanoïque		

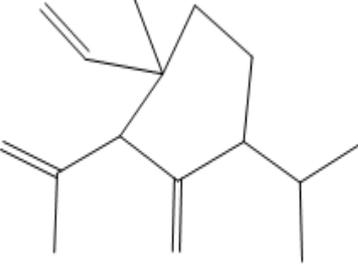
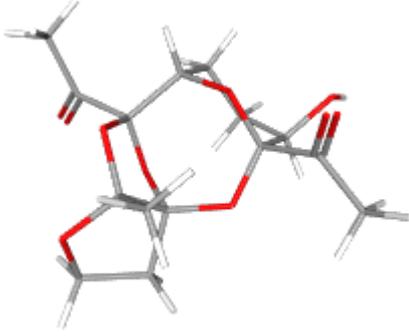
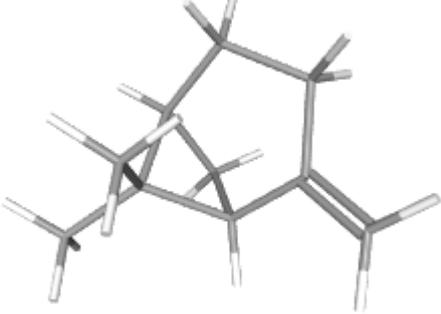
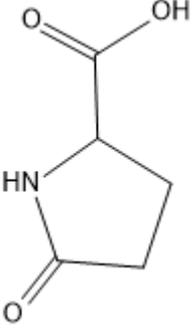
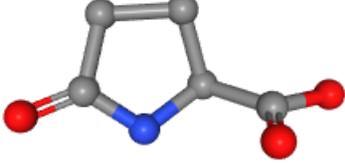
L15	Sesquitérpène	 <p>A skeletal structure of a sesquiterpene, showing a complex polycyclic carbon skeleton with several methyl groups and two double bonds.</p>	 <p>A 3D ball-and-stick model of the same sesquiterpene, with carbon atoms in grey, hydrogen in white, and oxygen in red. The model shows the spatial arrangement of the atoms.</p>
L16	Béta-pinène	 <p>A skeletal structure of beta-pinene, a bicyclic monoterpene with a six-membered ring fused to a five-membered ring, and a double bond on the six-membered ring.</p>	 <p>A 3D ball-and-stick model of beta-pinene, showing the bicyclic structure with carbon in grey, hydrogen in white, and oxygen in red.</p>
Lref	Inhibiteur de cocrystalisation	 <p>A skeletal structure of an inhibitor of cocrystallization, featuring a five-membered ring with a nitrogen atom (HN) and a carboxylic acid group (-COOH) attached to the ring.</p>	 <p>A 3D ball-and-stick model of the inhibitor, with carbon in grey, nitrogen in blue, and oxygen in red.</p>

Tableau 54: les propriétés de molécules testées

Ligands	Poids moléculaire (g/mol)	TPSA (Å ²)
α -pinene	136,23	0 (0: don, 0: acc)
α -terpinéol	154,25	20,2 (1:don, 1:acc)
Beta myrcène	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Bornyl acétate	196,29	26,3(0: don, 2: acc)
Delta-3-carène	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Elemol	222,37	20,2(1:don, 1:acc)
Limonène	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Myrcène	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Sabinène	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Spathulenol	220,35	20,2(0: don, 0: acc)
Tannin hydolysable	1701.2	778(25: don, 46: acc)
Terpinèn-4-ol	154,25	20,2 (1:don, 1:acc)
Terpinolène	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Acide hexadécanoïque	256.42	6.4 (1: don, 2: acc)
Sesquitérpene	136,23	0 (0: don, 0: acc)
Béta-pinene	136,23	0 (0: don, 0: acc)

V.3- Docking moléculaire (Interaction enzyme ligands) :

L'étape suivante, après la préparation de l'enzyme et les ligands, est le positionnement de ces inhibiteurs dans le site actif de l'enzyme 1CLV, pour cela nous avons utilisé le module « Docking ».

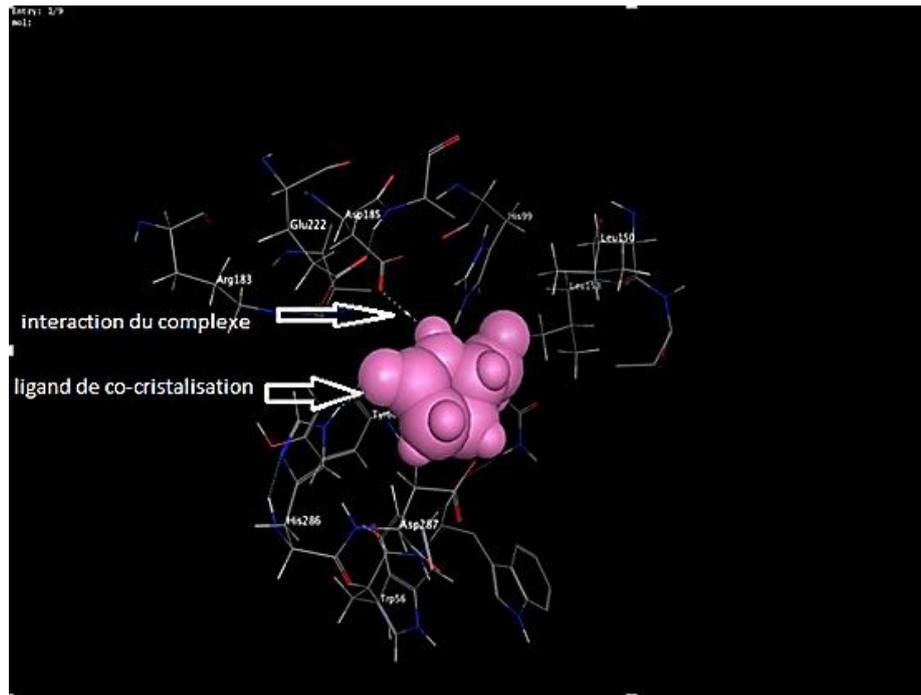


Figure 81: : complexe 1CLV- ligand de co-cristallisation

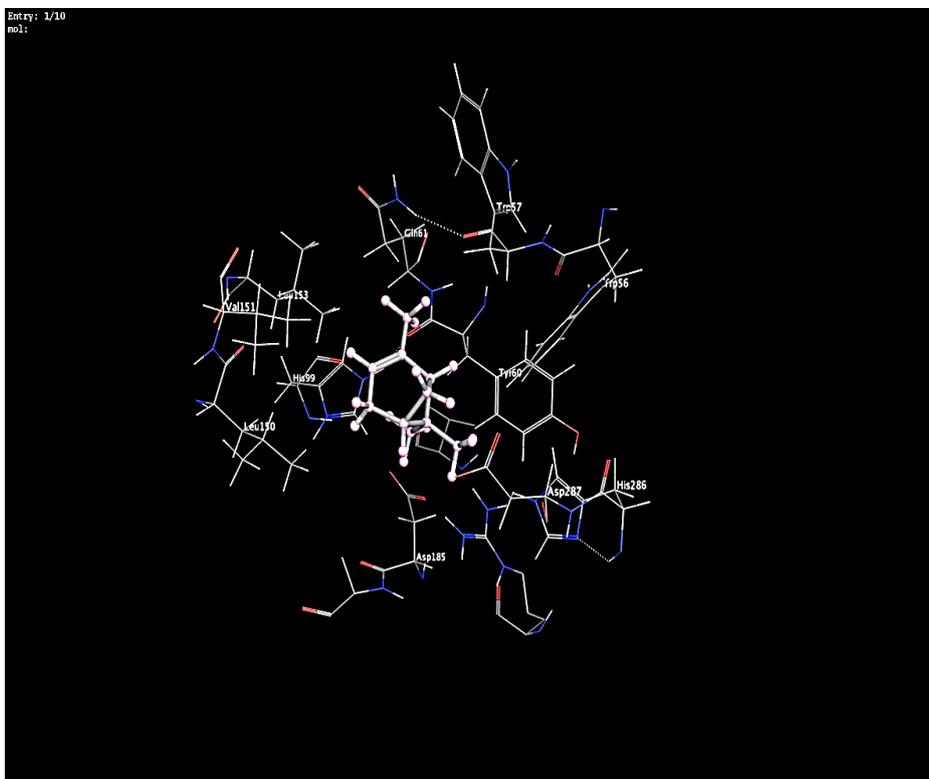


Figure 82 : Complexe 1CLV-L1

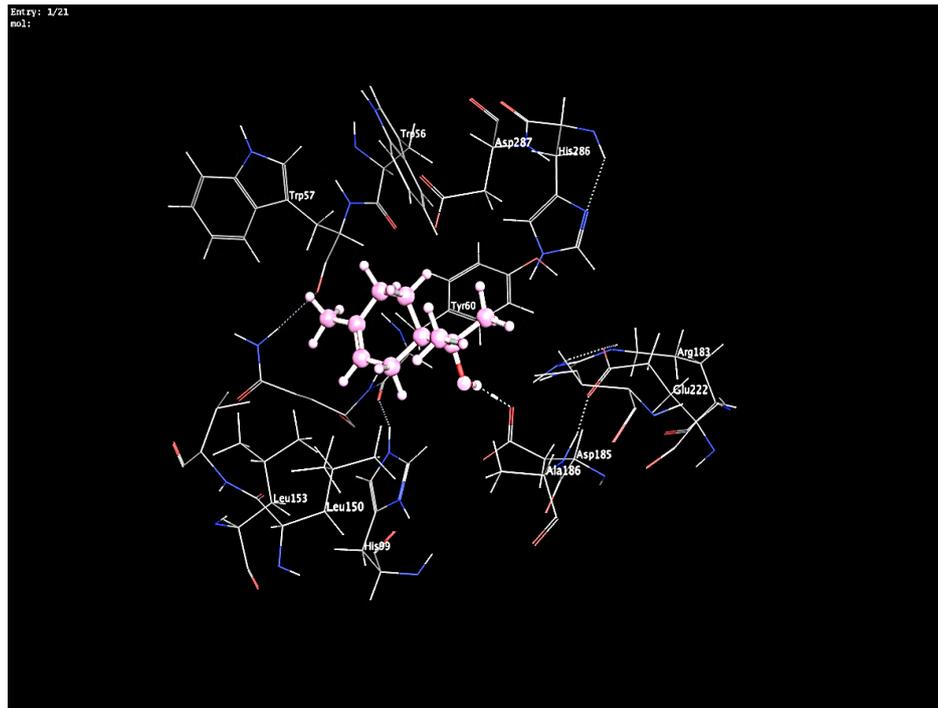


Figure 83: Complexe 1CLV-L2

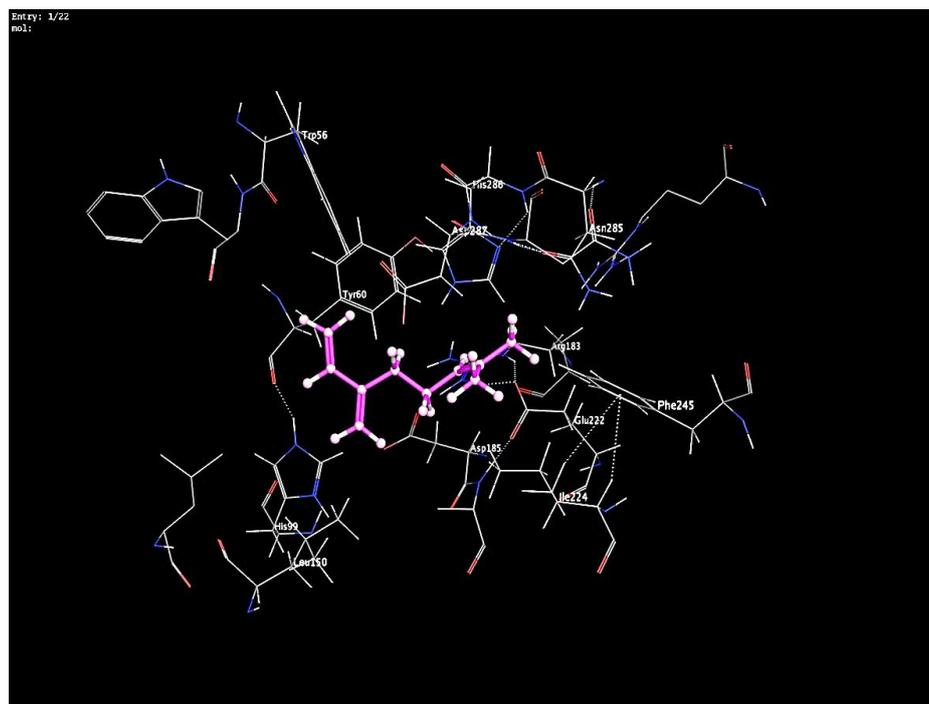


Figure 84: complexe 1CLV-L3

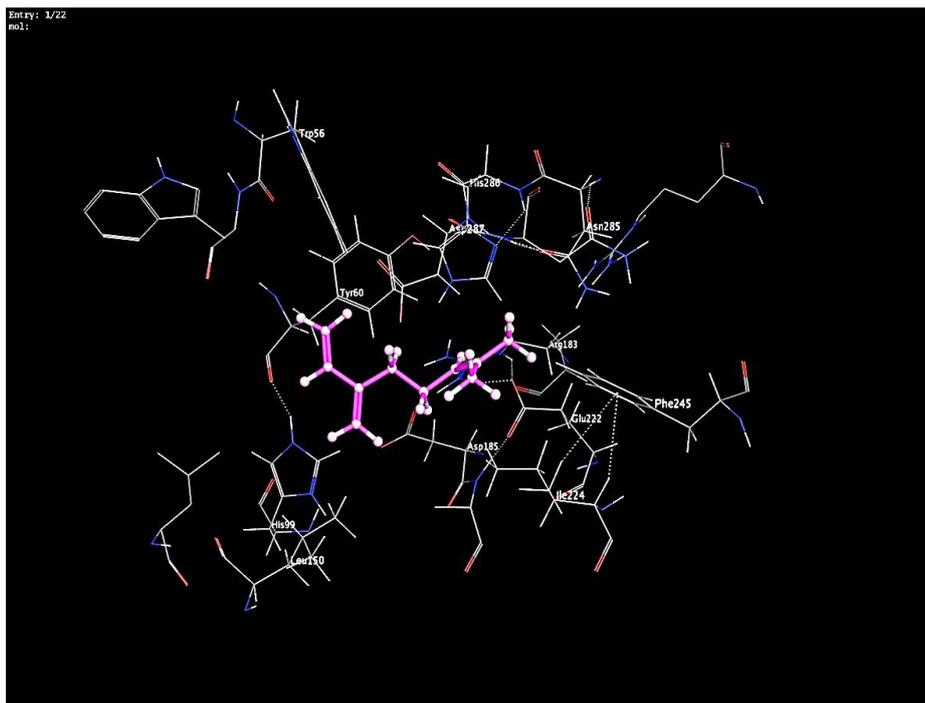


Figure 85 : Complexe 1 CLV-L4

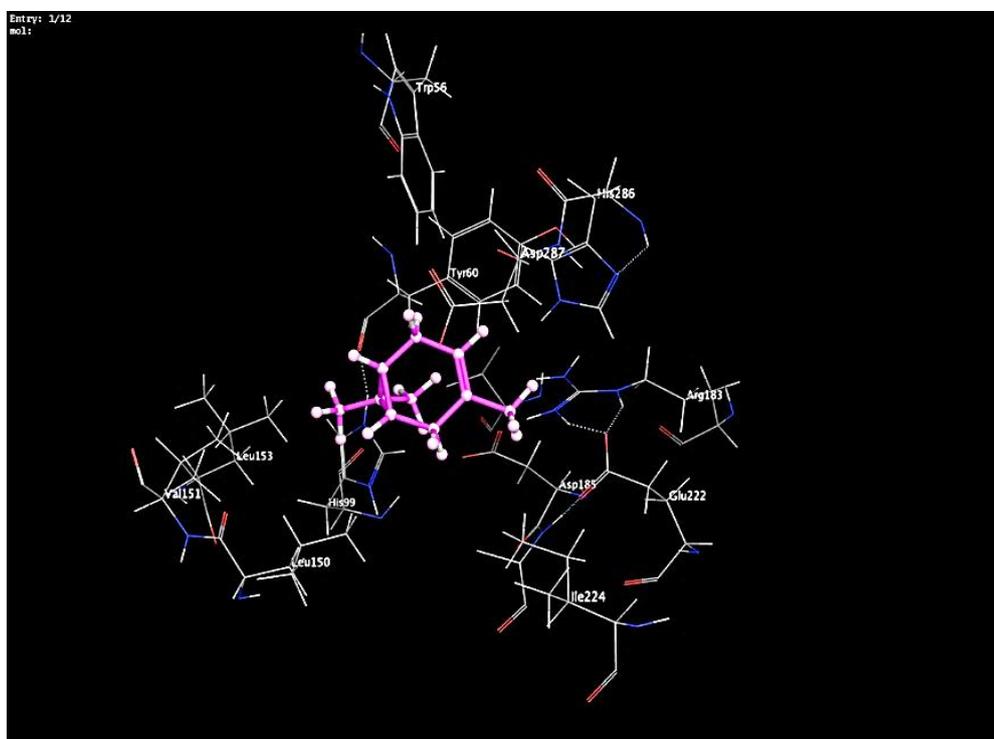


Figure 86: Complexe 1CLV-L5

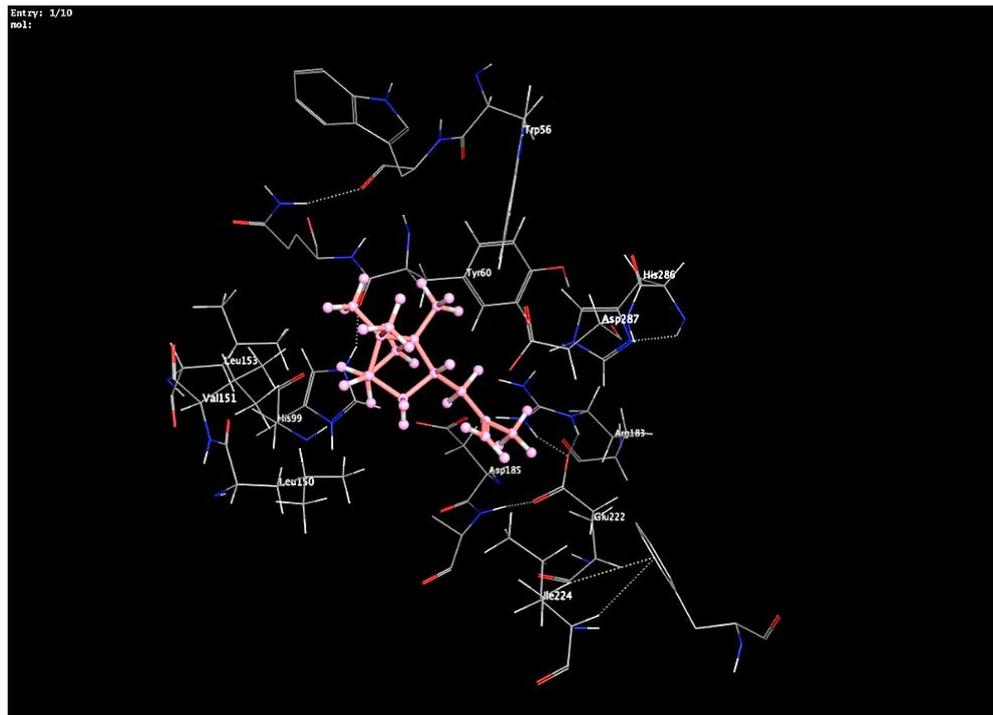


Figure 87: Complex 1CLV-L6

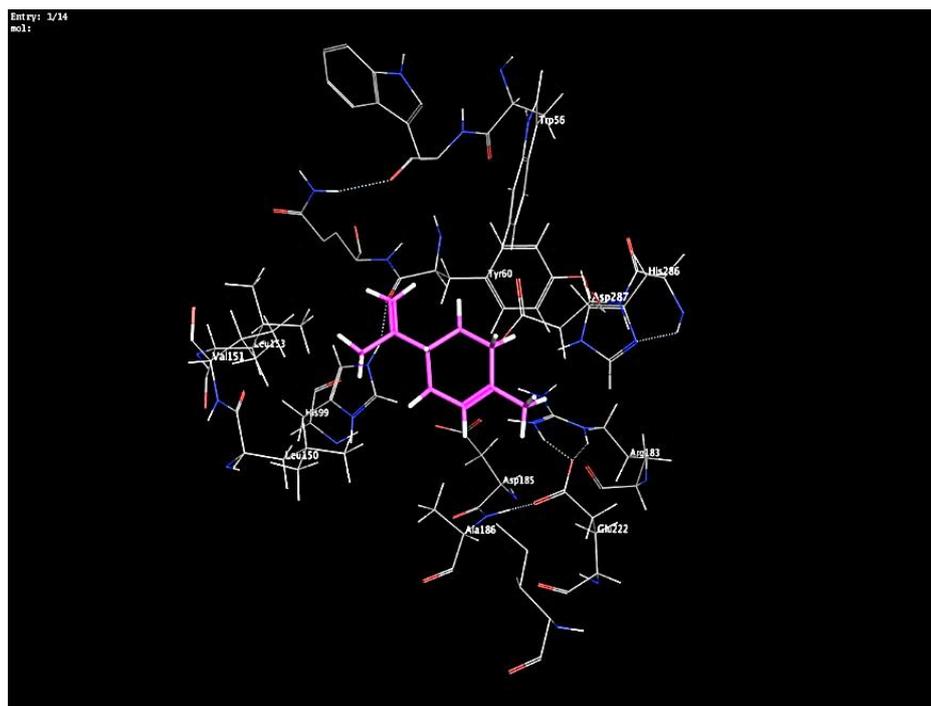


Figure 88 :Complex 1CLV-L7

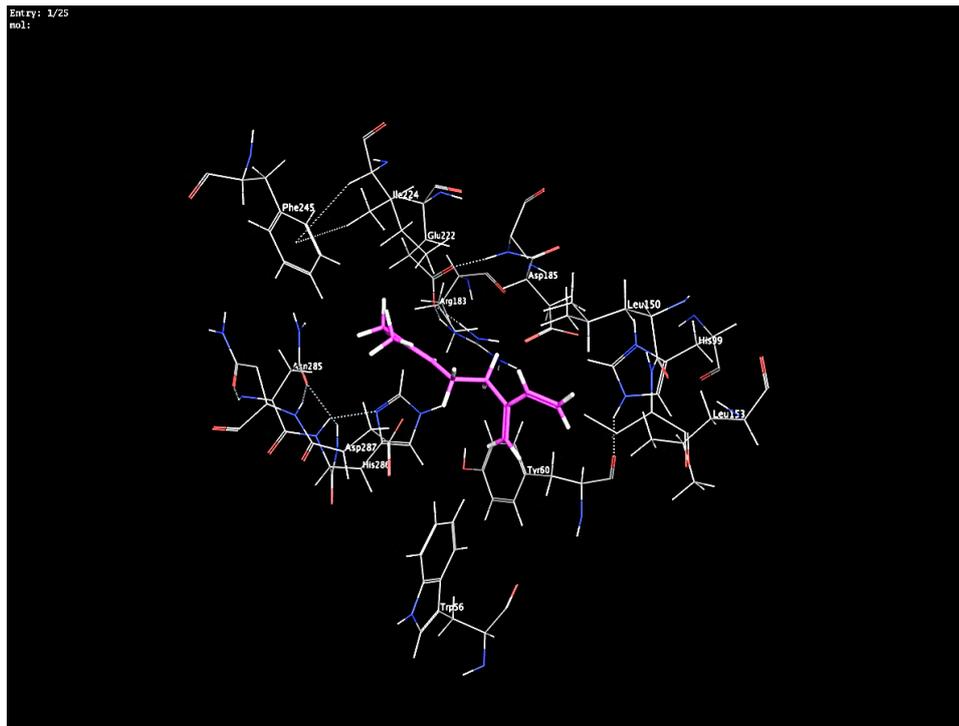


Figure 89: Complexe 1CLV-L8

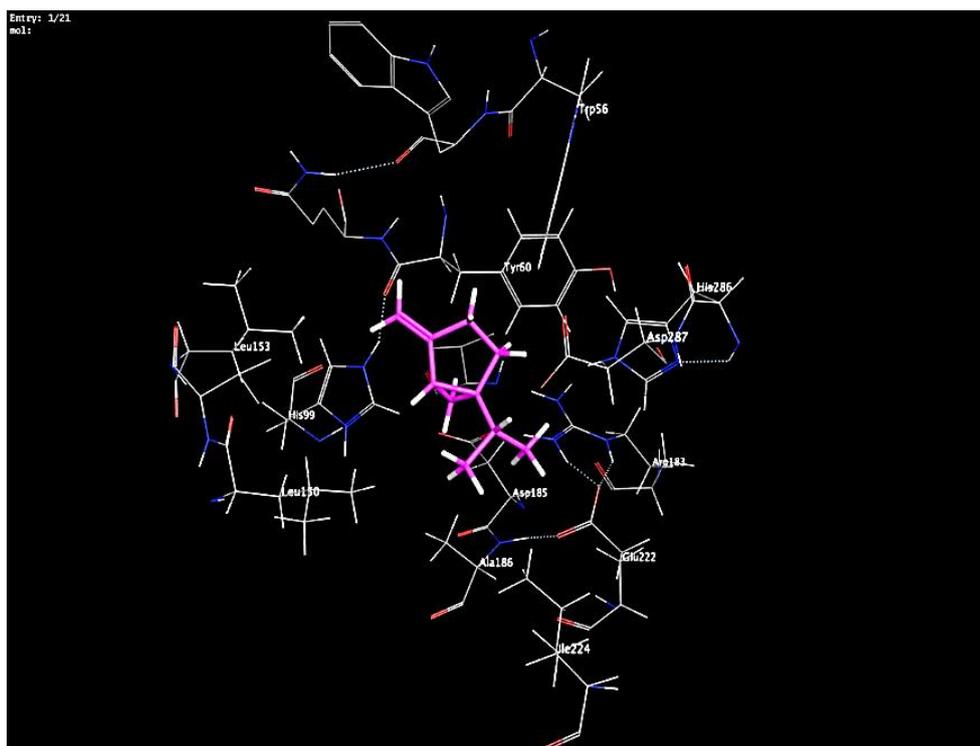


Figure 90: Complexe 1CLV-L9

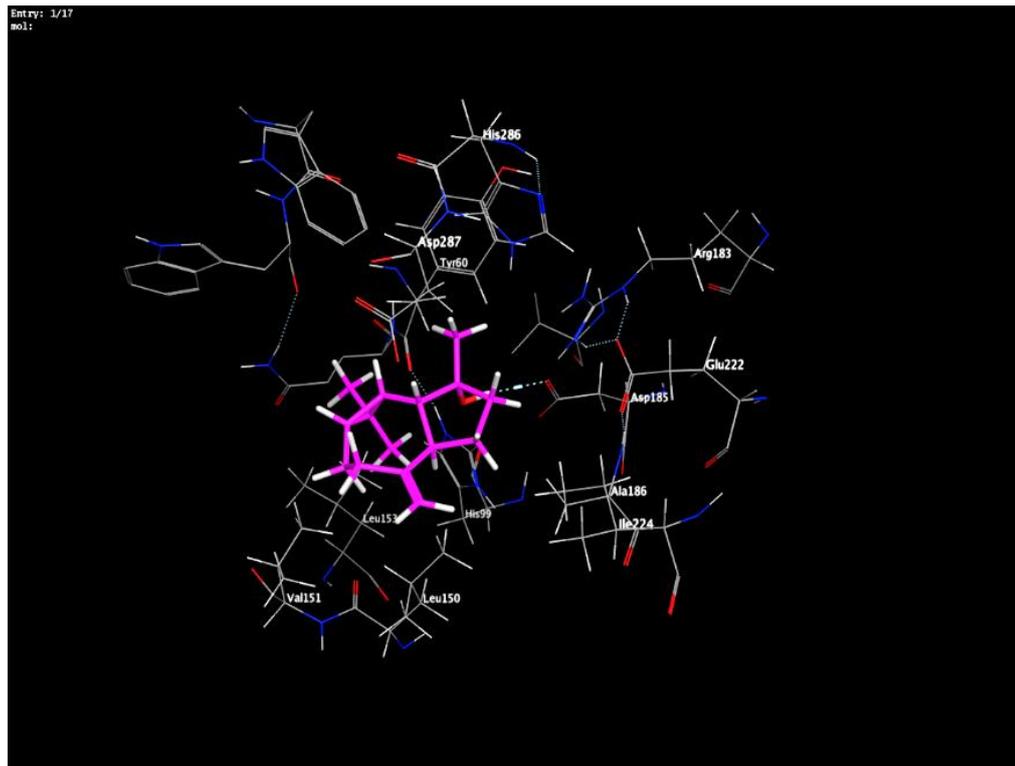


Figure 91: Complexe 1CLV-L10

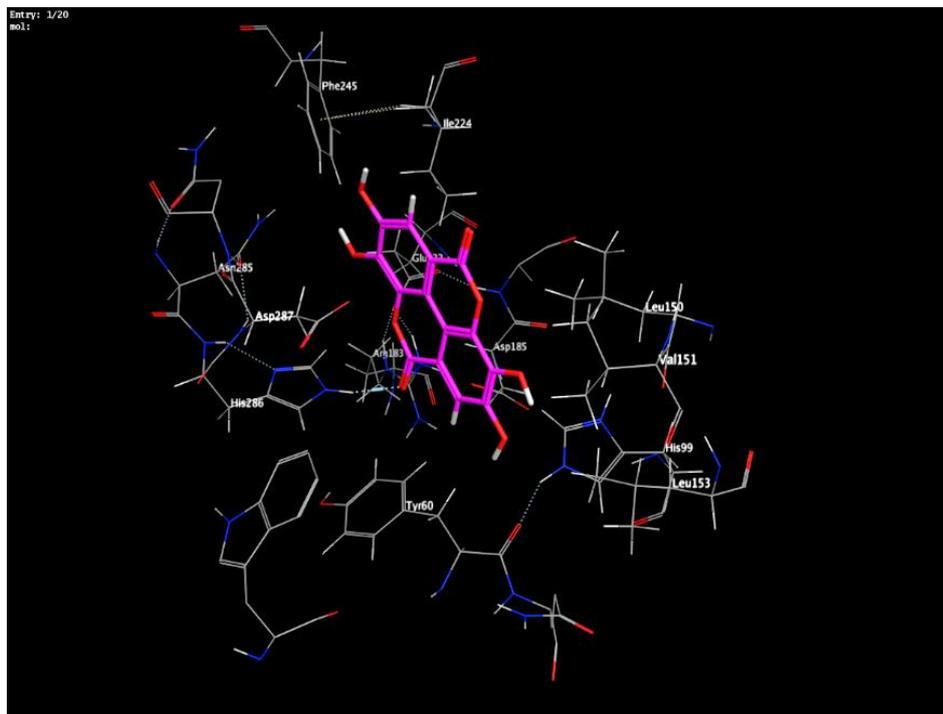


Figure 92 55: Complexe 1CLV-L11

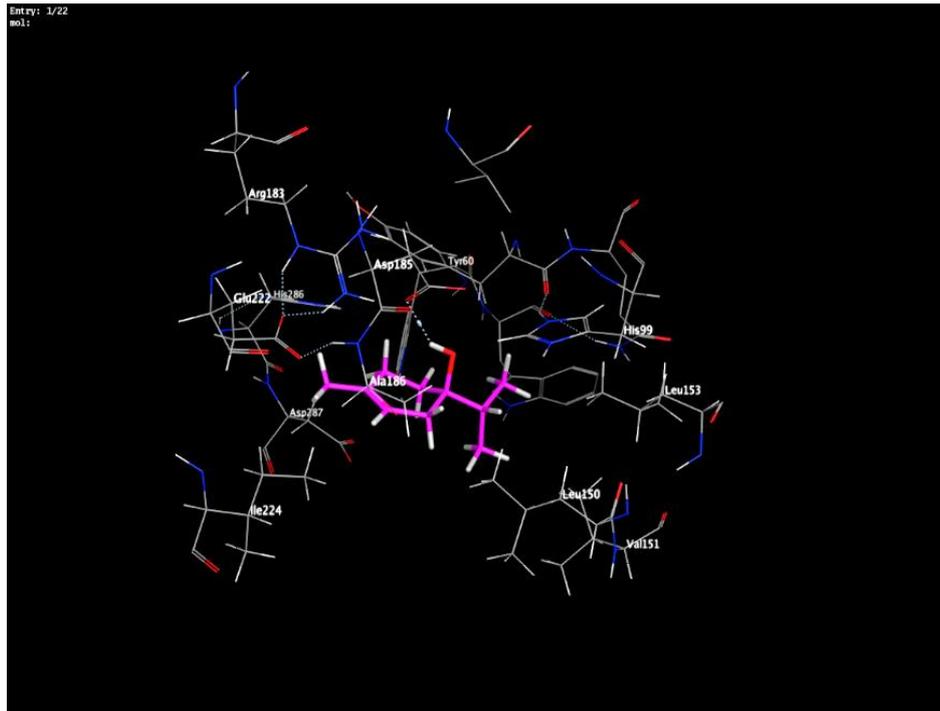


Figure 93: Complexe 1CLV-L12

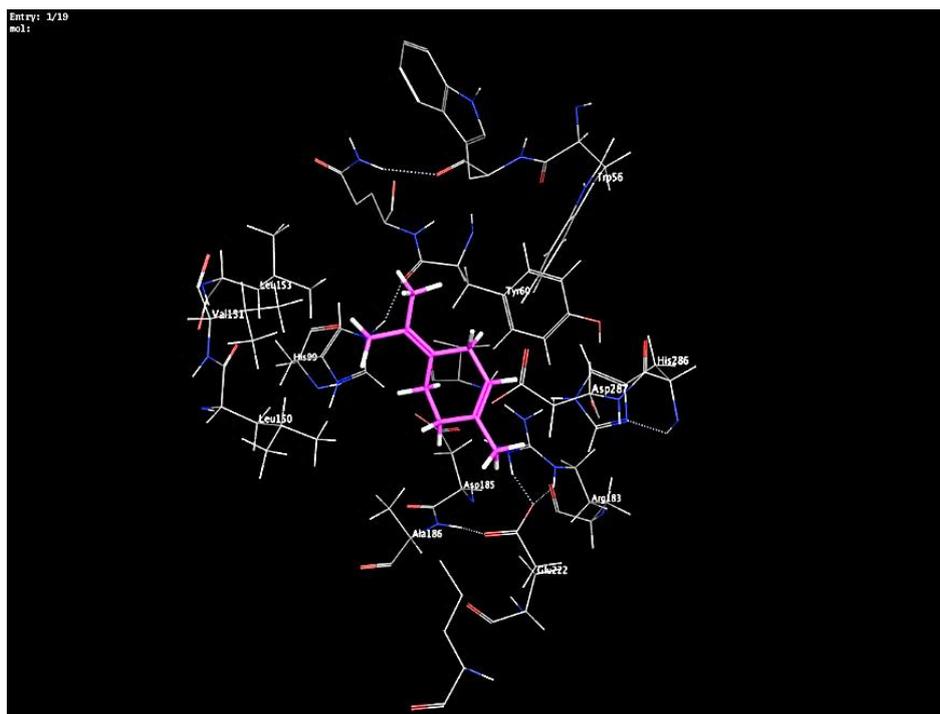


Figure 9456: Complexe 1CLV-L13

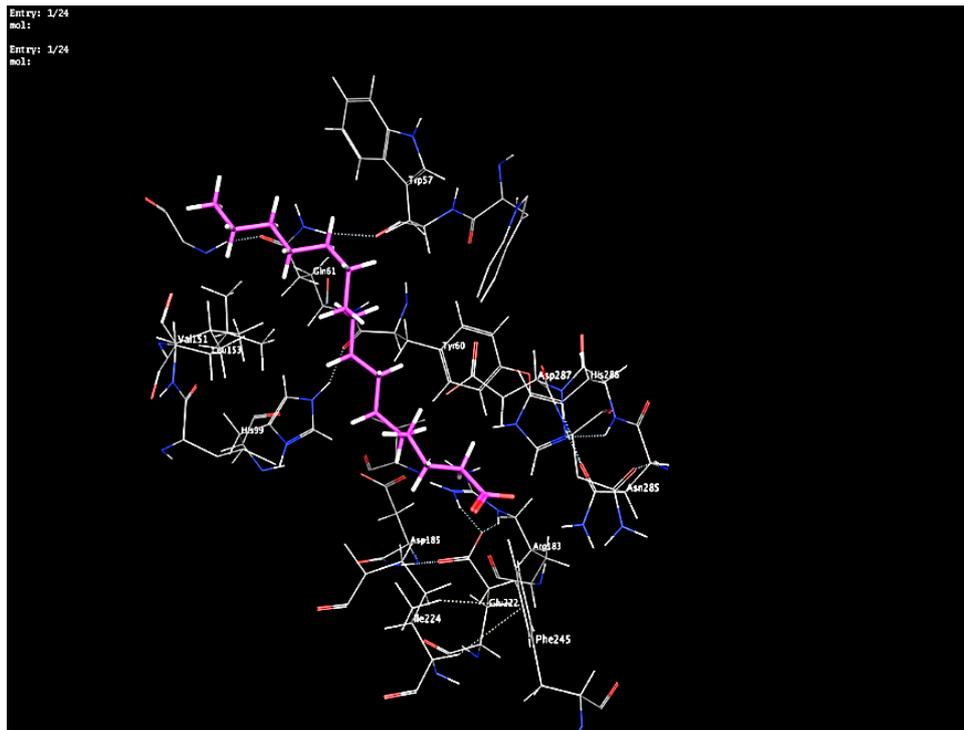


Figure 95 : Complexe 1CLV-L14

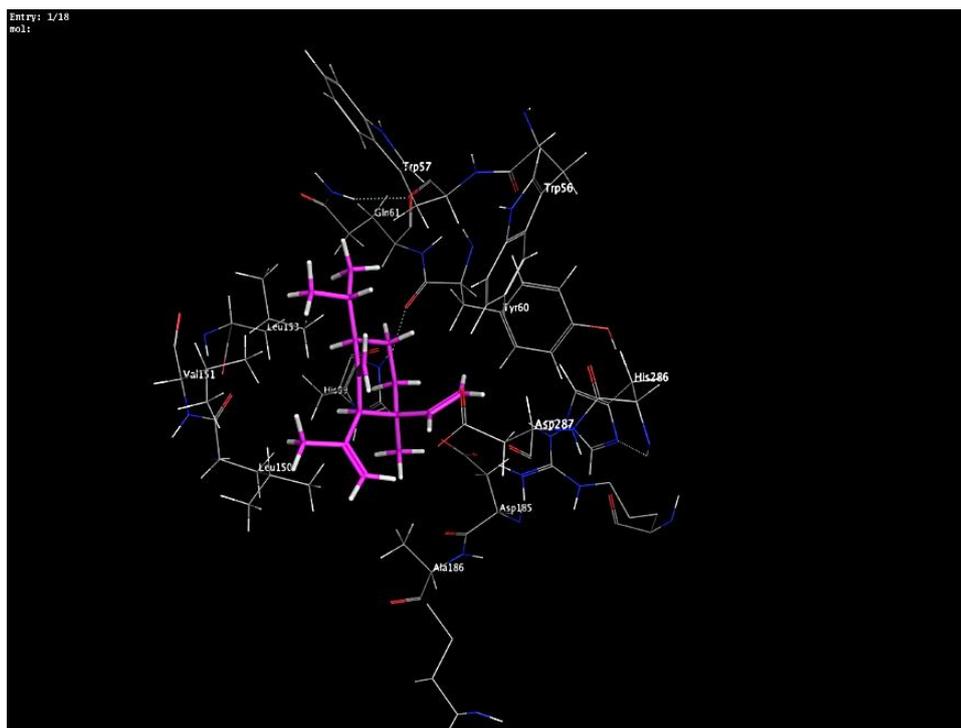


Figure 96: Complexe 1CLV-L15

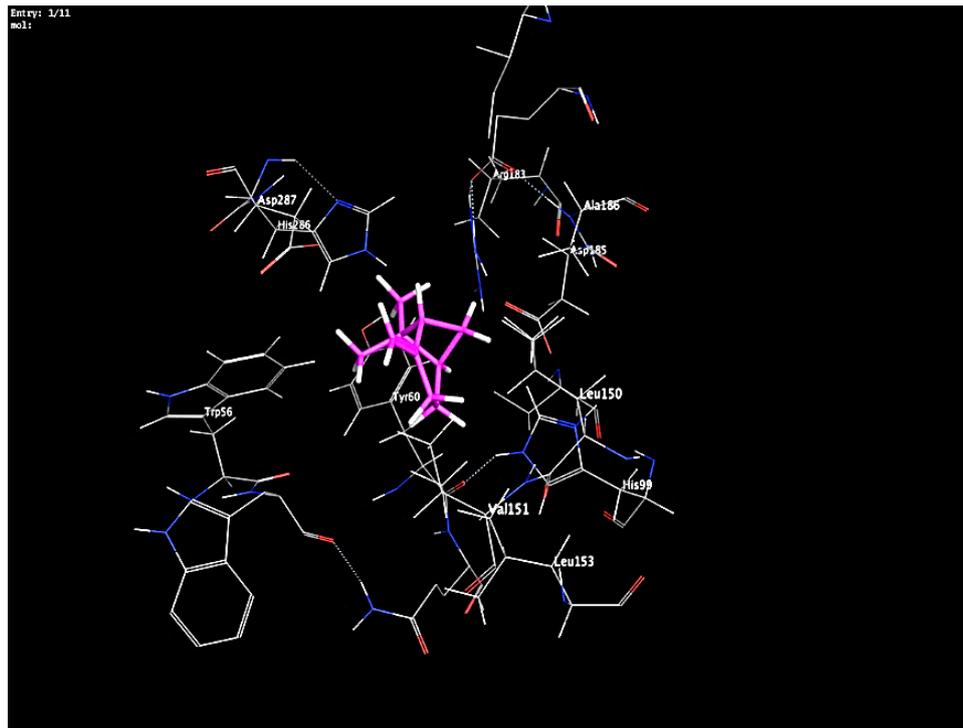


Figure 97 : Complexe 1CLV-L16

a- Comparaison entre les différents complexes (1CLV /ligands)

Une fois le complexe « enzyme-ligands » est formé, nous allons comparer la stabilité entre les ligands étudiés dans le site actif du 1CLV. Les résultats obtenus pour chaque ligand sont classés et regroupés dans le **tableau 05** suivant :

Tableau 55: Résultats obtenus après le docking

ligands	score Kcal/mol	Intéraction avec les résidus	Type d'interaction	Distance (Å°)	EnergieKcal/mol
L14	-5,7057	/	/	/	/
L15	-5,0104	/	/	/	/
L6	-4,9763	OD1- ASP18 NE2 – HIS286	H- donneur H- accepteur	3,03 3,27	-2,1 -1,6
L10	-4,9324	OD1- ASP185	H-donneur	3,15	-1,9
L8	-4,7707	/	/	/	/
L3	-4,6807	/	/	/	/
L12	-4,6694	OD1- ASP185	H- donneur	3,26	-1,0
L4	-4,6049	/	/	/	/
L11	-4,5634	NE2 – HIS286	H-accepteur	3,06	-3,3
L2	-4,5059	OD1 – ASP 185	H- donneur	2,99	-1,9
L13	-4,4409	/	/	/	/
L7	-4,42	/	/	/	/
L1	-4,1707	/	/	/	/
L16	-4,0883	/	/	/	/
L5	-3,9983	/	/	/	/
Lref	-3,5513	OD1 – ASP185 NE2 - HIS286 ND1 – HIS99 NE2 – HIS99 NE2 - HIS99	H-donneur H- accepteur ionic ionic ionic	3,41 3,04 3,87 3,23 3,83	-0,7 -4,4 -0,8 -3,1 -0,9

Les ligands sont classés en ordre croissant, dont le score le plus faible présente un meilleur inhibiteur.

L14 < L15 < L6 < L10 < L8 < L3 < L12 < L4 < L11 < L2 < L13 < L7 < L1 < L16 < L5 < Ligand de référence

Le tableau ci-dessus nous permet de conclure que le meilleur score obtenu après le docking est celui du **L14** avec un score de **-5,7057 kcal/mol**, suivi par le **L15** avec un score de **-5,0104 kcal/mol**, les valeurs des autres scores **-4,9763 kcal/mol** du **L6** et **-4,9324 kcal/mol** du **L10** sont meilleur par rapport au **ligand de référence** avec un score de **-3,5513 kcal/mol**.

D'après les résultats obtenues, on considère que le **L14** est un meilleur inhibiteur pour le 1CLV par le score obtenu après le docking, mais on peut considérer les autres ligands **L15**, **L6**, **L10** comme de bons inhibiteurs de 1CLV.

b- Interaction enzyme-ligands :

Dans cette partie, nous avons présenté les interactions présentes entre les ligands et l'enzyme (**figures présentés ci-dessous**).

Les interactions comprises entre 2.5 Å et 3.1Å sont considérées comme fortes et celles comprises entre 3.1Å et 3.55Å sont supposées moyennes. Les interactions supérieures à 3.55Å sont faibles ou absentes (**Imberty et al 1991**).

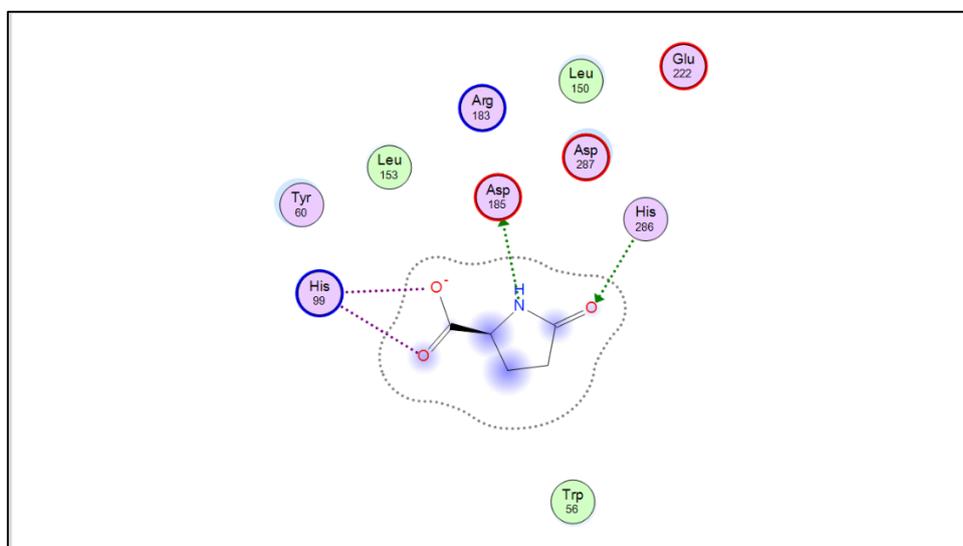


Figure 98: interaction 1CLV- ligand de référence

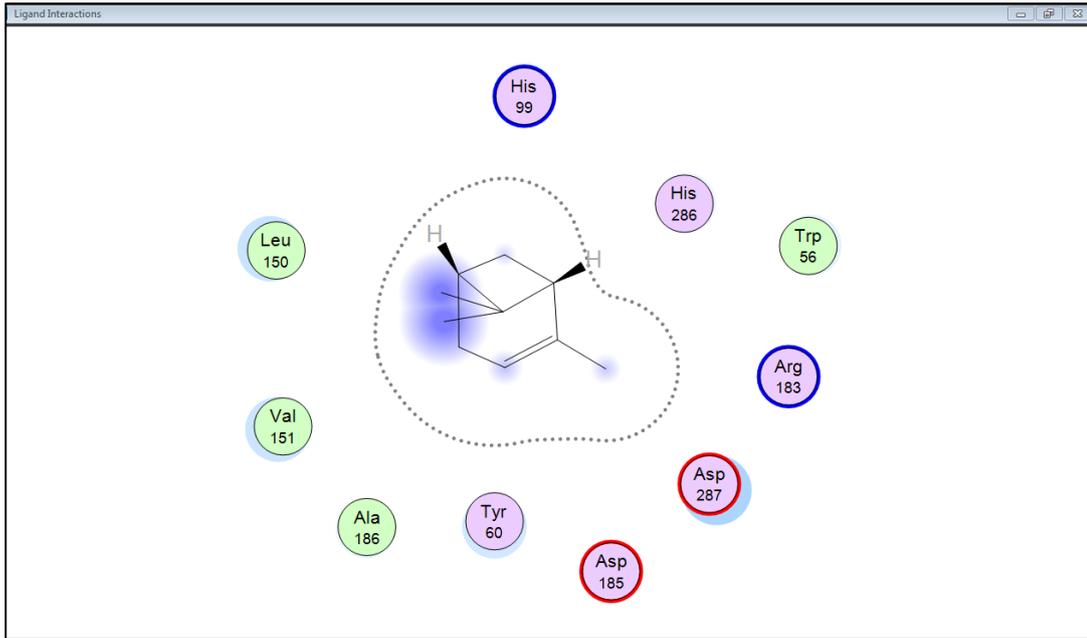


Figure 99: Interaction 1CLV-L1

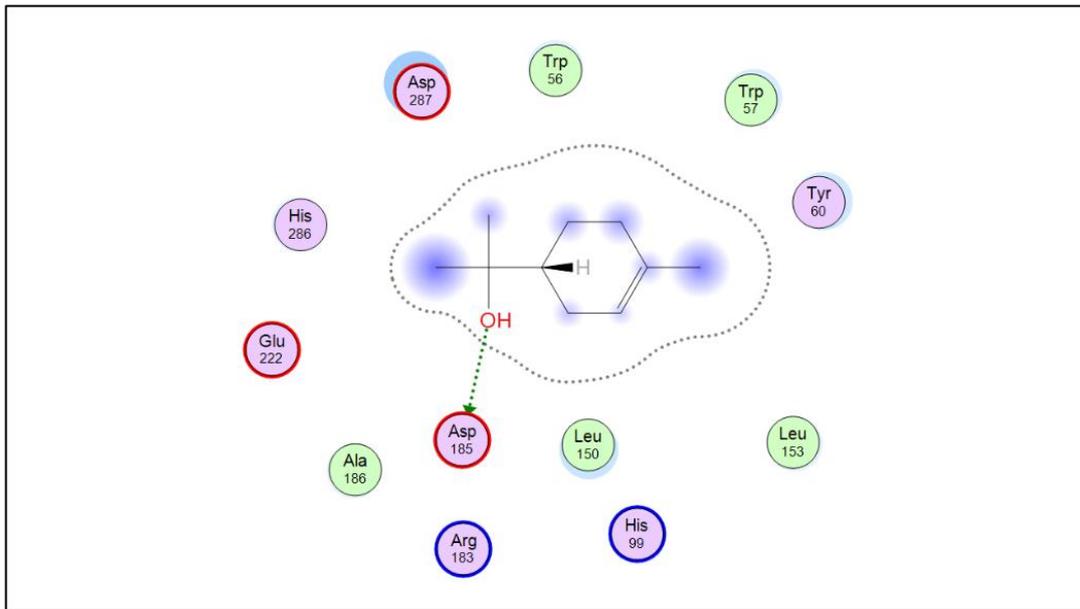


Figure 100: Interaction 1CLV-L2

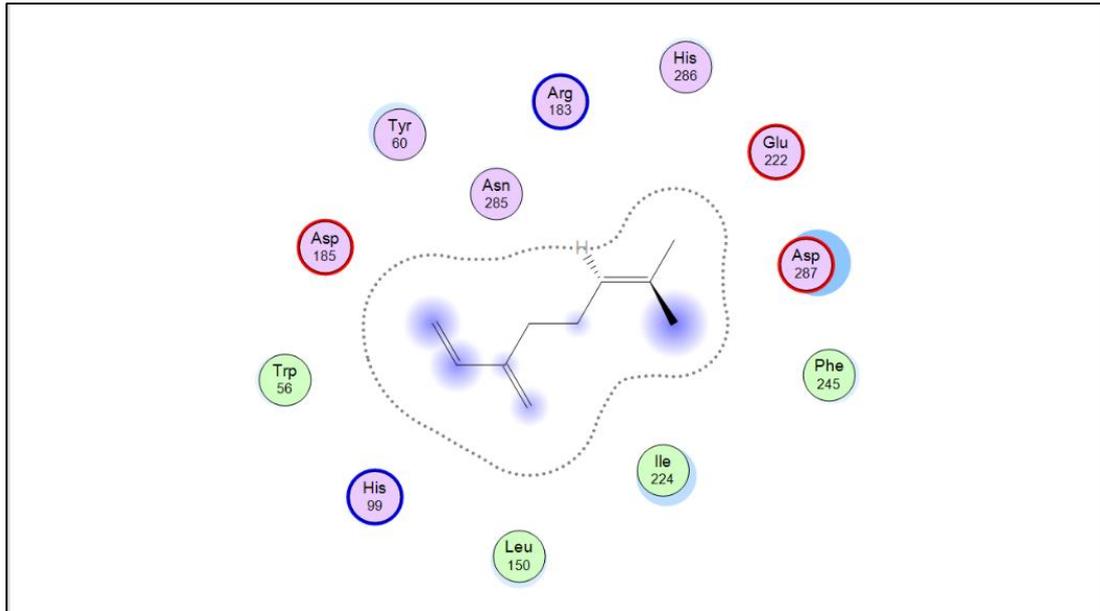


Figure 101: interaction 1CLV-L3

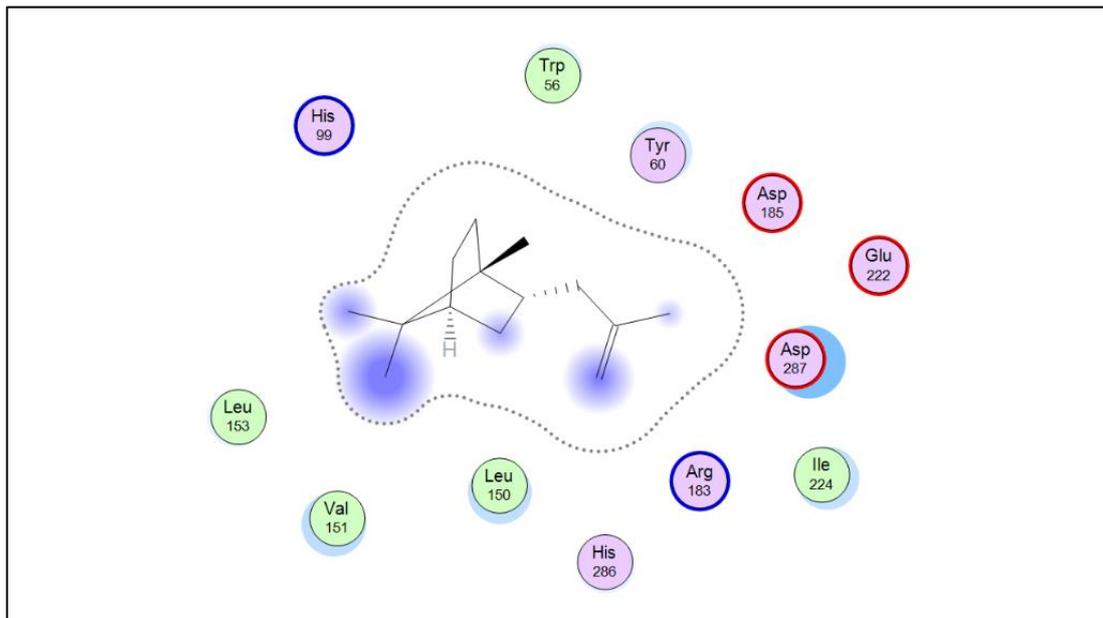


Figure 10257: Interaction 1CLV-L4

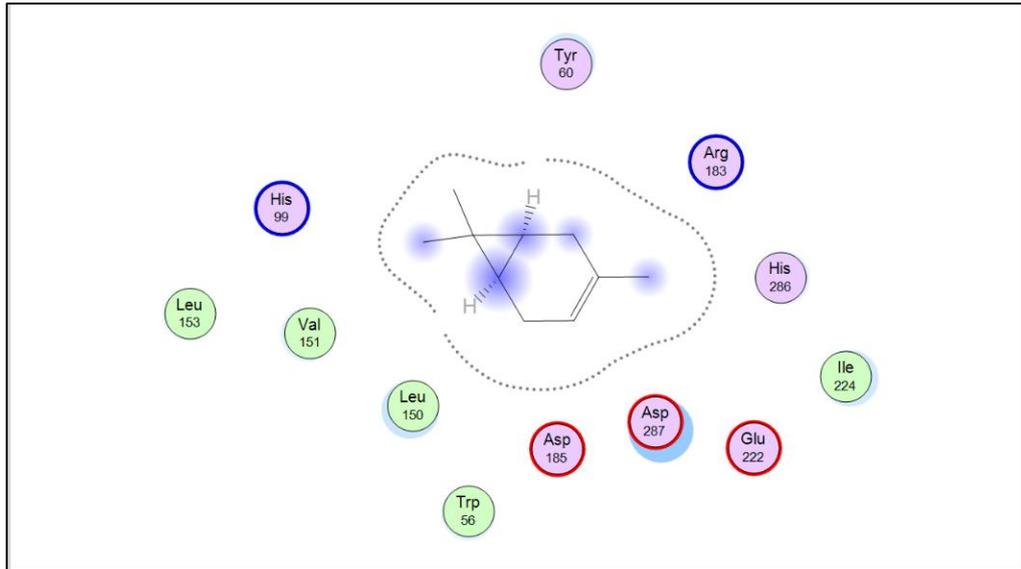


Figure 103 : Interaction 1CLV-L5

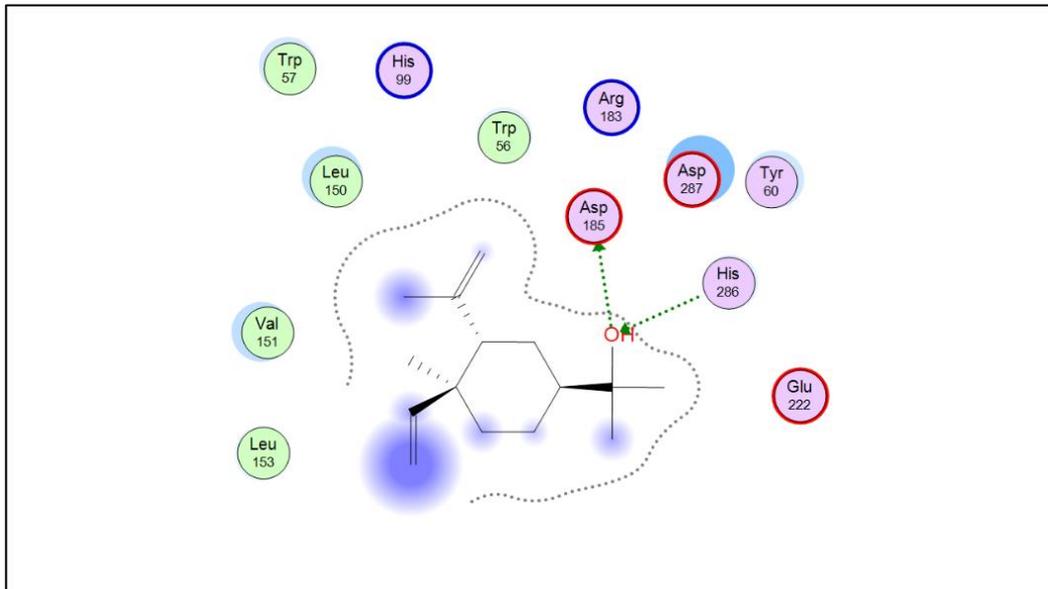


Figure 104: Interaction 1CLV-L6

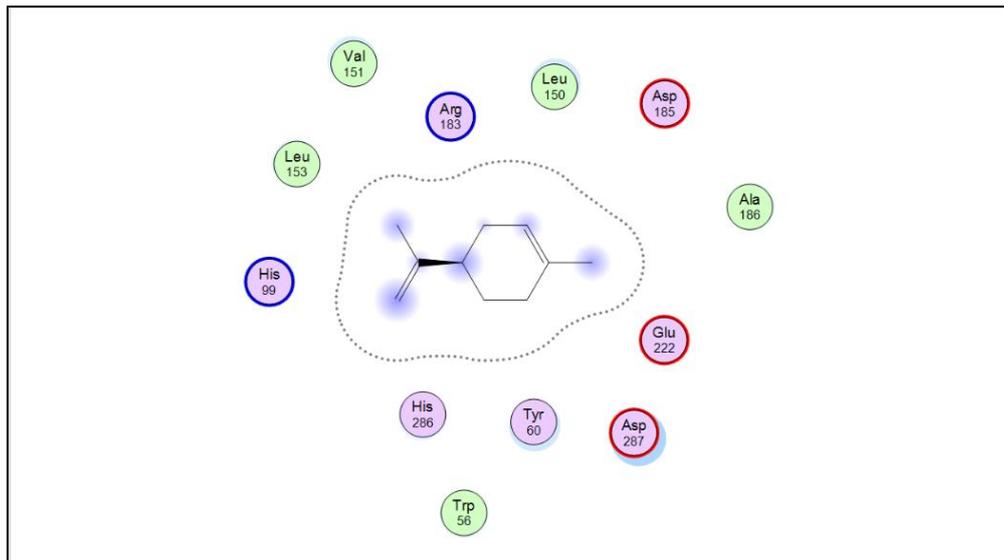


Figure 105: Interaction 1CLV-L7

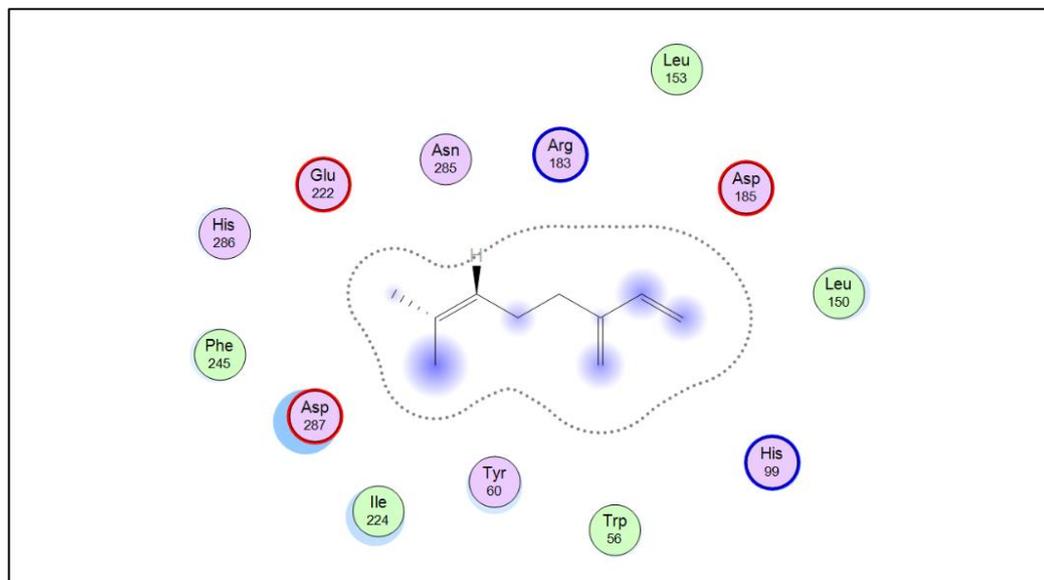


Figure 106: Interaction 1CLV-L8

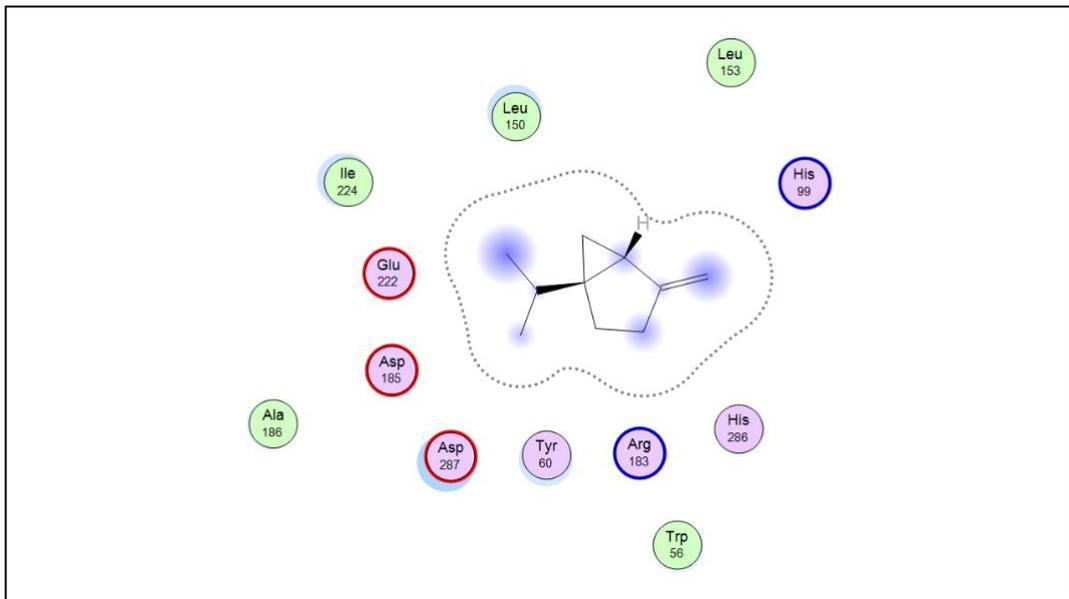


Figure 107: Interaction 1CLV-L9

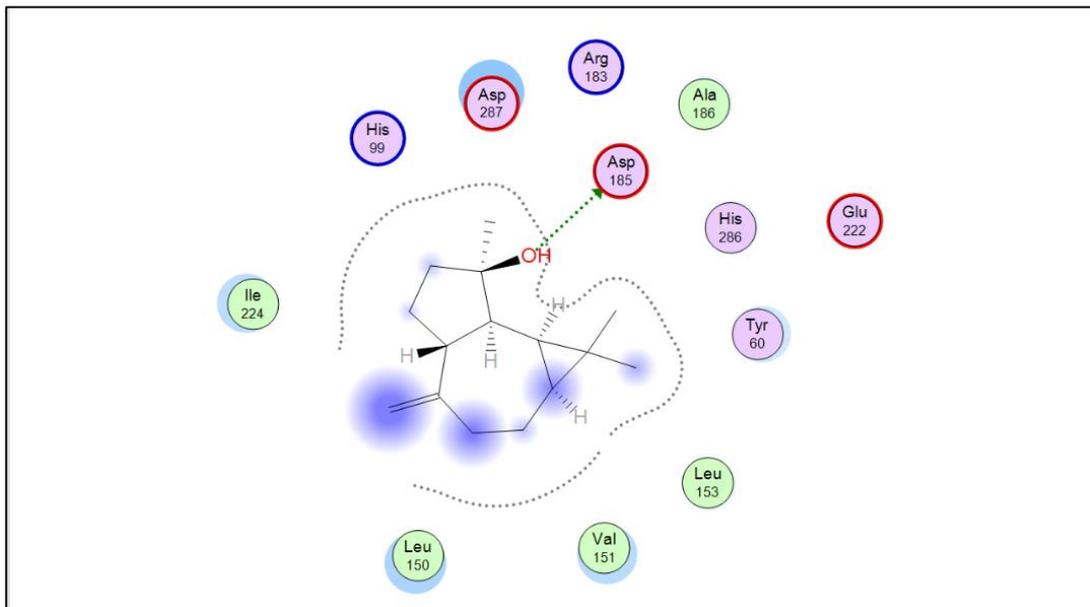


Figure 108: Interaction 1CLV-L9

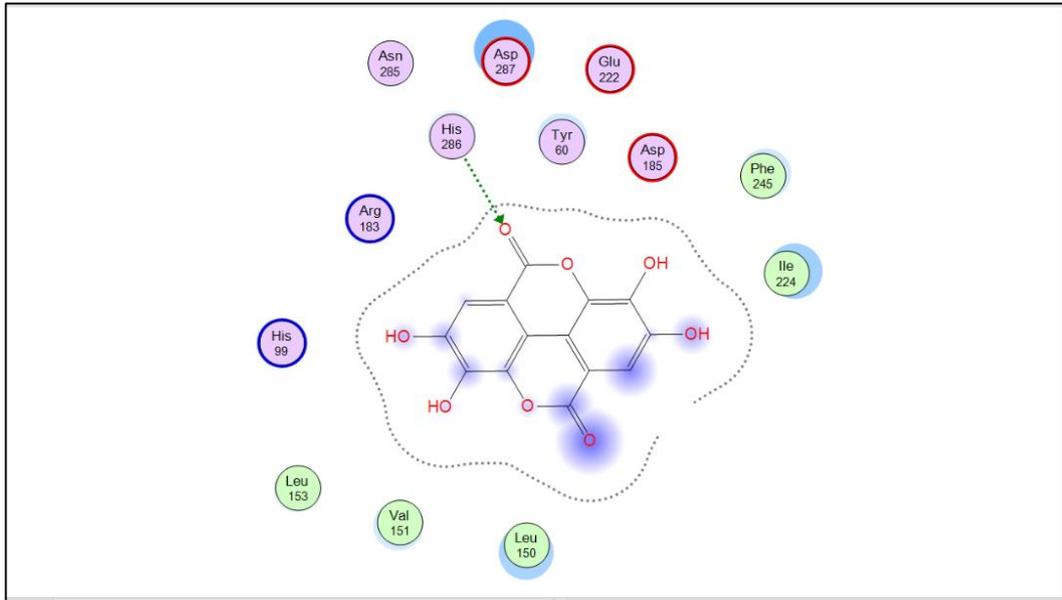


Figure 109 : Interaction 1CLV-L11

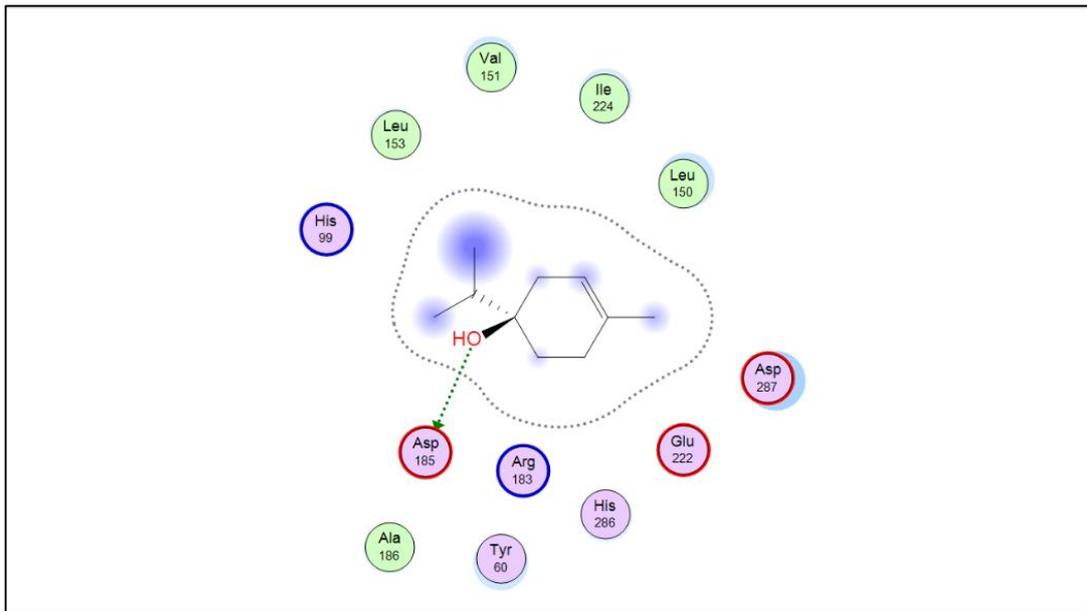


Figure 110: Intercation 1CLV-L12

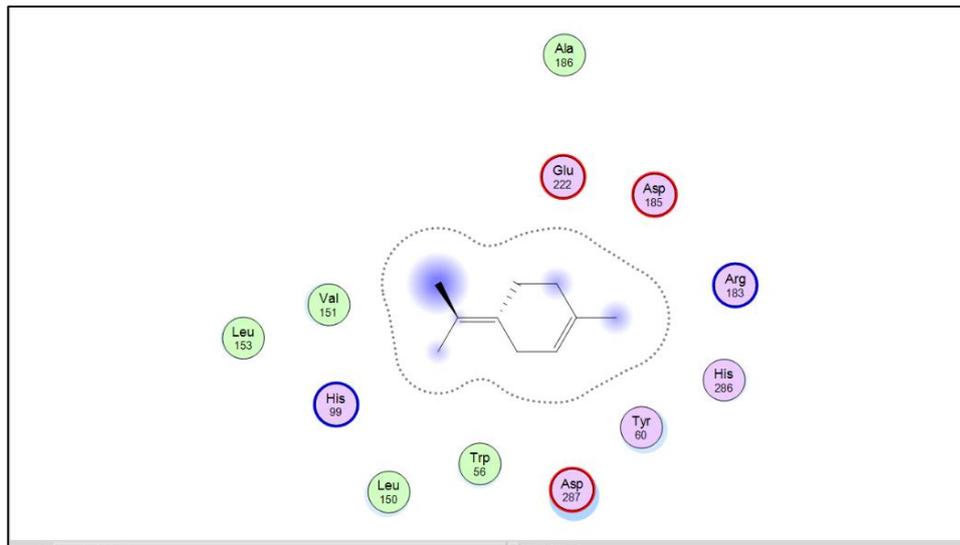


Figure 111: Interaction 1CLV-L13

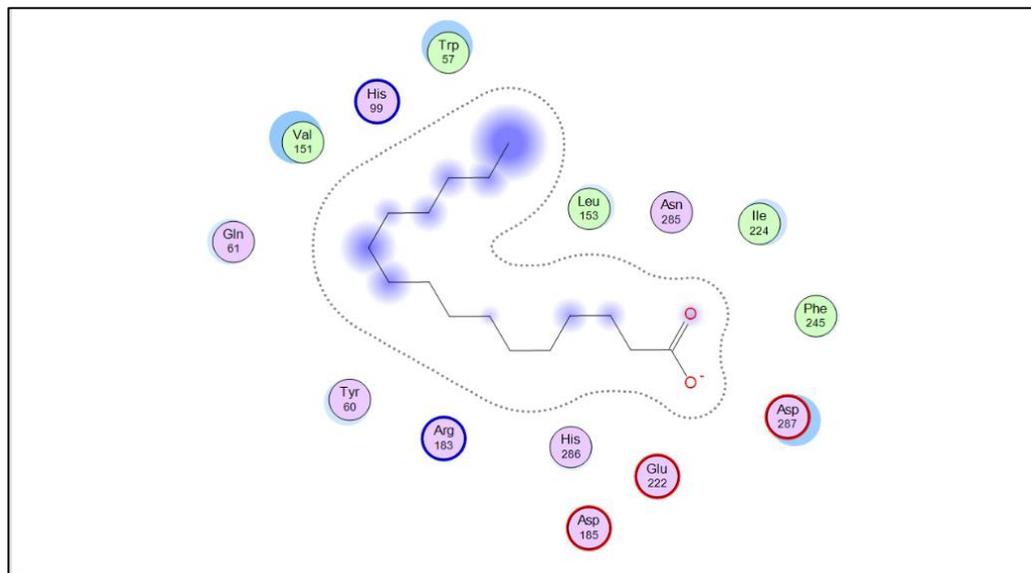


Figure 112: Interaction 1CLV-L14

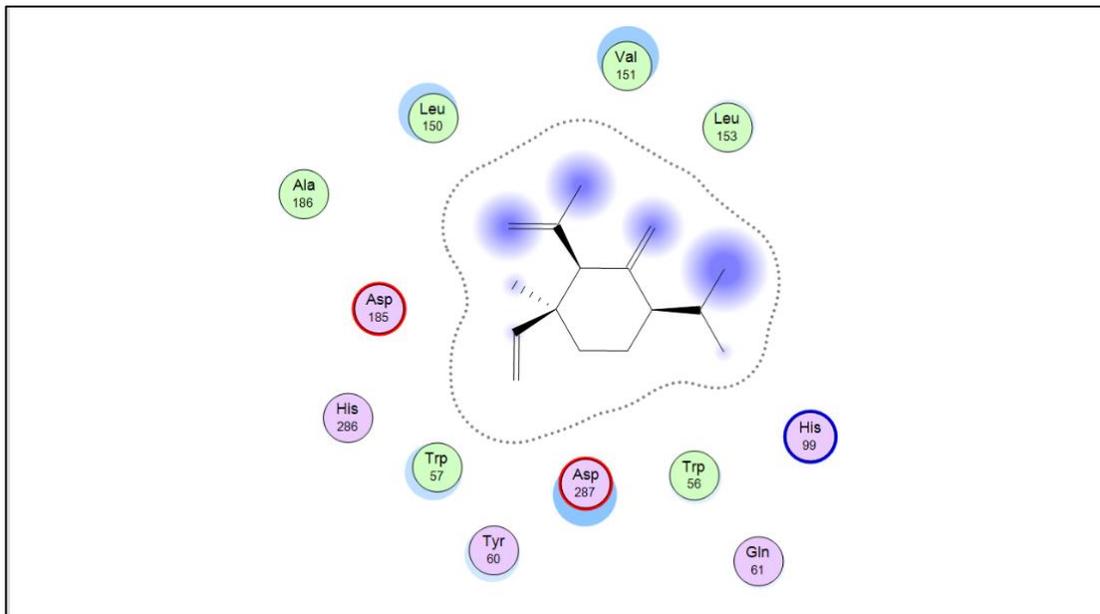


Figure 113: Interaction 1CLV-L15

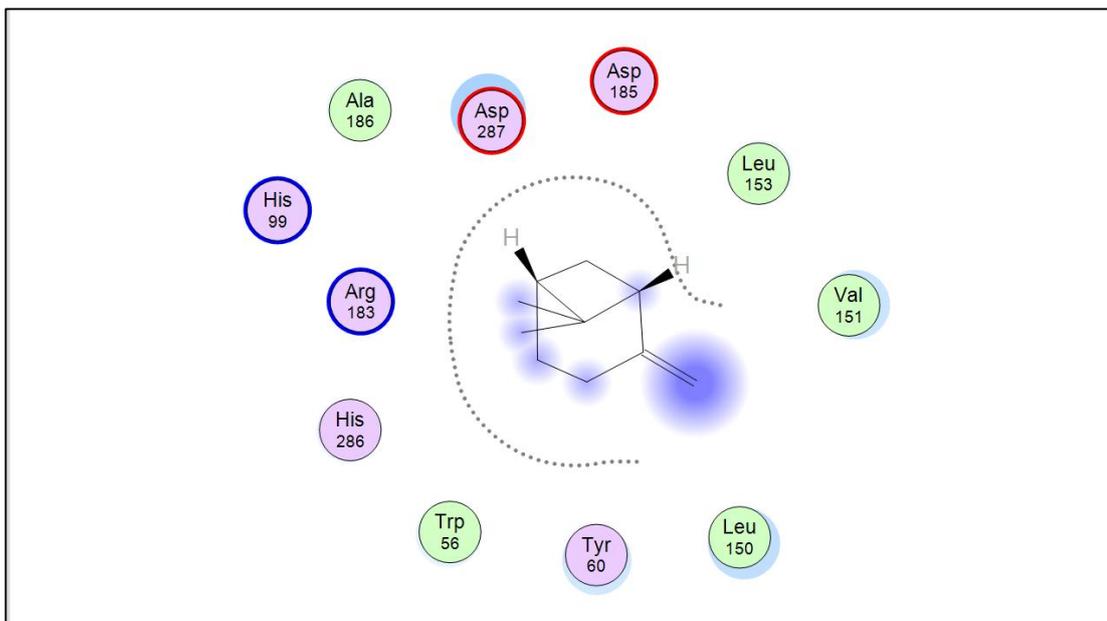


Figure 114: Interaction 1CLV-L16

Les distances mesurées entre les ligands et les acides aminés du site actif varient entre $2,99\text{\AA}$ et $3,26\text{\AA}$.

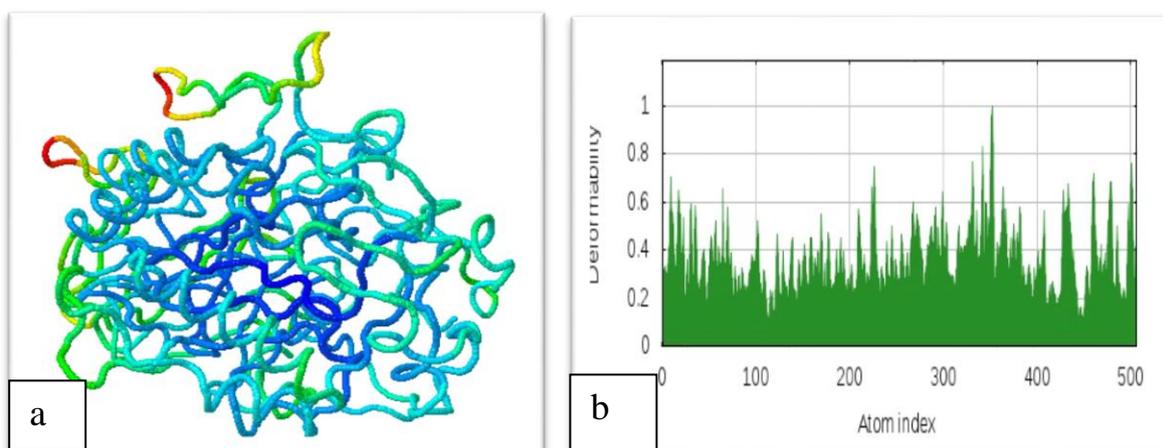
On conclut que nous avons des interactions moyennes entre **L6** et le site actif de l'enzyme α -amylase avec une distance de $3,27\text{\AA}$, cette interaction se fait entre NE 2 et l'acide aminé **HIS286** présent dans la cavité enzymatique de notre enzyme avec une énergie de $-1,6\text{ kcal/mol}$. En plus on a remarqué une interaction forte entre **L10** et le site actif de l'enzyme avec une distance de $3,15\text{\AA}$ et elle se fait entre leOD1 et l'acide aminé **ASP 185** avec une énergie de $-1,9\text{ kcal/mol}$.

c- Simulation de la dynamique moléculaire

Les résultats de la simulation de dynamique moléculaire sont présentés dans la **figure 115**.

La **figure115a** illustre l'analyse en mode normal (NMA) du complexe 1 CLV-acide hexadécanoïque. Le graphe de déformation du complexe illustre des pics qui correspondent aux régions déformées de la protéine (**Figure 115b**). Le graphe du facteur B du complexe permet de visualiser et de comprendre facilement la comparaison entre le champ NMA et le champ PDB du complexe (**figure 115c**). La valeur propre du complexe est illustrée sur (**la figure 115d**). Le complexe ancré a généré une valeur propre de $3.500969e-04$. Le graphe de variance indique la variance individuelle par des barres de couleur rouge et la variance cumulative par des barres de couleur verte (**figure 115e**). La **figure 115f** illustre la carte de covariance des complexes où le mouvement corrélé entre une paire de résidus est indiqué par la couleur rouge, le mouvement non corrélé est indiqué par la couleur blanche et le mouvement anti-corrélé est indiqué par la couleur bleue. La carte élastique du complexe montre la connexion entre les atomes et les régions grises plus foncées indiquent des régions plus rigides (**Figure 115g**).

D'après l'étude de la dynamique moléculaire il est clair que le complexe avait une très bonne quantité de déformation (**figure 115b**). Ainsi qu'il avait une faible valeur propre de $3.500969e-04$, pour cette raison, la déformation serait facile pour le complexe (**figure 115d**). Cependant la carte de variance a montré un degré élevé de variances cumulatives que les variances individuelles (**figure 115e**). La co-variance et la carte du réseau élastique ont également produit des résultats satisfaisants (**Figure 115f et Figure 115g**).



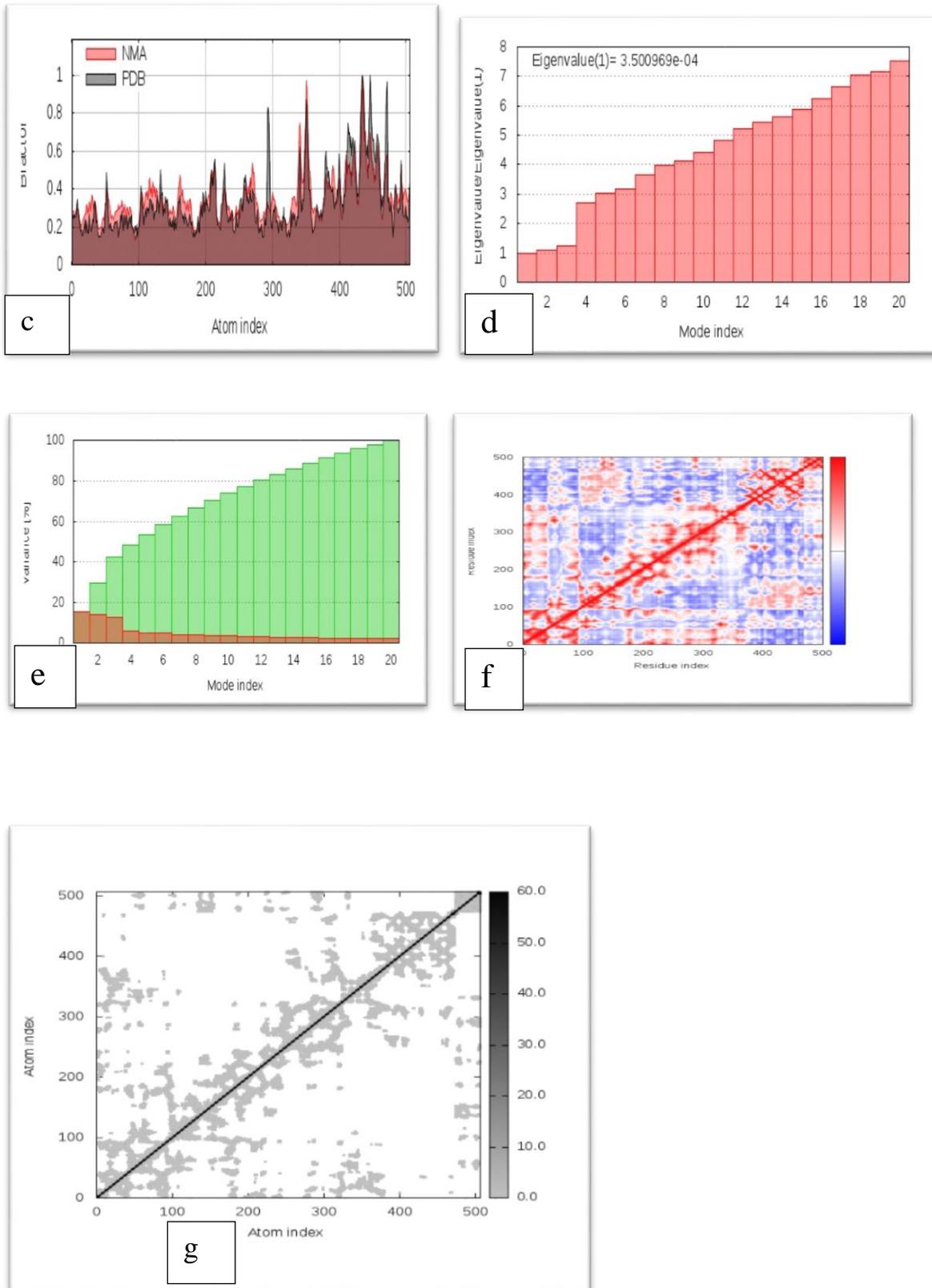


Figure 115: Résultats de la simulation de la dynamique moléculaire du complexe

alpha-amylase sécrétase. (A) mobilité NMA, (B) déformation, (C) facteur B, (D) valeurs propres, (E) variance (couleur rouge indique variances individuelles et la couleur verte indique les variances cumulatives), (F) carte de co-variance (mouvement corrélés (rouge) non corrélé (blanc) ou anti-corrélés (bleu)) et (G) élastique réseau (les régions grises plus foncées indiquent les régions les plus rigides du complexe).

Discussions :

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertorié (**REGNAULT-ROGER et al 2008**). Par conséquent, l'utilisation des extraits végétaux en tant qu'insecticides naturels présente un intérêt purement écologique et peu nocif à l'environnement (**HAMID OUDJANA 2017**). Les dégâts causés par le criquet constituent une menace de stabilité des zones agricoles Les dégâts et les ravages imputés à ces insectes résultent autant de l'activité des larves que celle des adultes (**ACHEUK 2012**). La lutte antiacridienne demeure l'une des préoccupations majeures dans la stratégie de protection des cultures des régions arides et semi-arides déjà soumises aux aléas climatiques. Parmi celle-ci la lutte chimique la plus exploitée depuis plusieurs décennies, les insecticides utilisées sont généralement neurotoxiques. Ce moyen de lutte a des effets néfastes pour la santé humaine et à l'environnement, la lutte biologique reste le seul moyen pour les éliminer. Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (**CSEKE et KAUFMAN, 1999**).

Plusieurs travaux ont mis en évidence l'efficacité de nombreuses huiles essentielles appliquées en tant que bio-insecticides. Parmi les travaux, **OULD El HADJ et al 2003**, qui a fait l'étude sur la toxicité des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria*. **SENOUCI 2016a** confirmé à travers son étude sur le pouvoir des huiles essentielles des plantes médicinales de *pistacia lentiscus* et *Marrubium vulgare* contre les bio-agresseurs de l'olivier, que *pistacia lentiscus* a un rôle important dans la lutte biologique. Selon **HAMDAN et AFIFI 2004**, les propriétés pharmaceutiques de *pistacia atlantica* comprennent une activité hypoglycémiant qui est probablement en relation avec l'activité inhibitrice de l'alpha-amylase ce qui confirme notre travail.

D'après les résultats obtenus à partir du docking moléculaire, seize complexes « enzyme-ligand » sont formés, il s'est avéré qu'on a plusieurs ligands qui favorise l'inhibition de l'enzyme 1CLV à travers leurs scores les plus faibles par rapport au score de l'inhibiteur de co-cristallisation (**-3,5513 kcal/mol**).

Conclusion :

D'après les différents résultats obtenus, où on a utilisé les méthodes de modélisations moléculaire qui est le docking moléculaire par le logiciel « MOE » en formant seize complexes « Enzyme-Ligand ».

A partir des interactions moléculaires entre l'enzyme α -amylase (1CLV) et les ligands extraits de huiles essentielles de feuilles et fruits de plantes aromatique appartenant à la famille des anacardiées qui sont *Pistacia lentiscus*, *P.atlantica*, *P.terebenthus*, *P.vera*, *Rhus pentaphylla* et *Rhus tripartitum* ; Il s'avère que le ligands le plus favorisé pour l'inhibition de l'1CLV est l'acide hexadécanoïque car le complexe formé possède un score (énergie) plus faible de **(-5,7057 kcal/mol)** en comparant avec les autres ligands qui possèdent des scores plus élevés, prenant en considération les interactions formées entre les résidus de la cavité enzymatique et le ligand.

Donc l'acide hexadécanoïque a une possibilité de désactiver le fonctionnement de l'enzyme α -amylase par la suite l'arrêt de production de d'énergie chez l'espèce *Dociostaurus maroccanus*.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique, les orthoptères (criquets) jouent un rôle très important dans la dégradation des cultures et des zones de pâturages.

L'étude des caelifères (orthoptères) dans la région Sud Ouest de Tlemcen a été réalisée sur neuf stations « Sebdou, El Gor, Kasdir, Sid Mokhfi, Sidi yahia, El Aricha, Abdelmoula, Magoura, El Aouedj ». L'inventaire des acridiens dans la région d'étude totalise 17 espèces acridiennes appartenant au sous-ordre des Caelifères et une absence totale des Ensifères. Elles sont réparties en deux familles : Pamphagidae, Acrididae.

Le plus grand nombre d'espèce orthoptérologique est noté dans la station de Sebdou avec 10 espèces, suivi par la station Sidi yahia par 8 espèces, 7 espèces dans les stations El Gor, Sidi Mokhfi et Aricha et en dernière position la station de Magoura avec 4 espèces.

La densité du peuplement atteint son maximum durant la saison estivale d'où le mois de juillet et Aout.

DAJOZ (1971) souligne que la diversité est conditionnée par la stabilité du milieu et les facteurs climatiques. Lorsque les conditions de vie du milieu sont favorables on rencontre beaucoup d'espèces et chacune d'entre elles est représentée par un faible effectif, l'indice de diversité est alors élevé.

La valeur de l'indice de Shannon-Weaver est entre 0,31 bits et 1,74 bits indiquant un milieu assez diversifié et stable. L'équitabilité confirme les résultats de l'indice de Shannon-Weaver ; elle se rapproche de 1 avec la valeur maximale égale à 0,8 pour la station Kasdir

L'étude bioclimatique des stations montre que nos stations ont un climat semi-aride et aride caractérisé par un hiver frais à tempéré, caractérisé par deux saisons :

- Saison hivernale: courte et froide, elle s'étale de Novembre à Mars, et caractérisée par l'irrégularité pluviométrique.
- Saison estivale: longue et sèche, elle est caractérisée par la moyenne des précipitations et de fortes chaleurs et s'étale sur 8 à 9 mois pour la zone sud.

L'inventaire floristique effectué au niveau des stations d'étude, nous a permis de réaliser les caractérisations biologique, morphologique, biogéographique et de faire ressortir les résultats suivants:

- Les familles les plus importantes sont les astéracées et les poacées

- Le type biologique "Thérophyte" c'est-à-dire les espèces herbacées annuelles domine largement les stations étudiées.
- Concernant la répartition biogéographique, la région est marquée par l'élément méditerranéen.

La diversité floristique et la répartition des espèces sont exprimées par des stratégies adaptatives face à des contraintes environnementales liées aux conditions écologiques des biotopes qu'elles colonisent. En effet les conditions stationnelles jouent un rôle fondamental dans la répartition des différentes espèces et la mise en place des groupements végétaux. De ce fait, toute modification du milieu est suivie par une réaction immédiate de la végétation dont la sensibilité et la fragilité sont très accusées (disparition de certains groupements cédant leur place à d'autres plus adaptés).

Concernant la lutte anti-acridienne contre les criquets, les moyens utilisés sont d'ordre chimique ; les pesticides chimiques ne sont pas spécifiques pour les acridiens mais ils ont un effet néfaste pour la santé humaine pour cela on s'intéresse à la lutte biologique en utilisant des plantes.

Dans cette partie nous nous sommes intéressées aux interactions moléculaires entre l'enzyme α -amylase (1CLV) et les ligands extraits de huiles essentielles de feuilles et fruits de plantes aromatique appartenant à la famille des anacardiées qui sont *Pistacia lentiscus*, *P. atlantica*, *P. terebenthus*, *P. vera*, *Rhus pentaphylla* et *Rhus tripartitum*. A l'aide du docking moléculaire, on a pu déterminer 10 ligands qui sont : Acide Hexadécanoïque (**L14**), Sesquiterpène (**L15**), Elemol(**L6**), Spathulenol(**L10**), Myrcène (**L8**), beta-myrcène (**L3**), Terpinèn-4-ol (**L12**), Bornyl acétate (**L4**), Tannin hydrolysable(**L11**), α -terpineol (**L2**).

L14 —————> feuille de *Rhus pentaphylla*

L15 —————> feuille de *R.pentaphylla*

L6 —————> feuilles de *P. atlantica*

L10 —————> Feuille de *R.pentaphylla* et *P. atlantica*

L8 —————> fruit de *P.atlantica* et feuilles de *P.lentiscus*

L3 —————> Fruit de *P.lentiscus*

L12 —————> Feuille de *P.terebenthus*, *P.atlantica* et *P.lentiscus*

L4 —————> Feuille de *P.vera* et Fruit de *P.atlantica*

L11 —→ Feuille de *R.tripartitum*

L2 —→ Feuille de *P.lentiscus*

Ces ligands ont un pouvoir anti-acridien envers l'enzyme α -amylase qui permet la digestion et la production d'énergie chez *Dociostaurus maroccanus*, cependant d'après les scores obtenus on aboutit à ce que la plante *Rhus pentaphylla* possède un pouvoir bio-insecticide grâce à l'acide hexadécanoïque qu'elle contient avec un score **-5,7075Kcal/mol** qui est le score le plus faible par rapport aux autres ligands ainsi que le ligand de co-cristalisation, mais on considère, que les autres ligands ont un pouvoir bio-insecticide.

Perspectives :

Dans la perspective de développer la lutte biologique contre les criquets

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- ❖ **ABDAOUI Badr-Eddine, 2014.** Bio écologie de la faune orthoptérologique des régions d'El Aricha et Maghnia (Tlemcen) : Régime alimentaire et rôle trophique. Mém.Ing. Ecologie des Peuplements animaux. 77p.
- ❖ **ABOURA, 2006** – comparaison phytoécologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Thèse. mag.Biol.171 P+ Annexe.
- ❖ **ACHEUK Fatma, 2012.**Evaluation des effets du Teflubenzuron et de l'extrait méthanolique de la plante *Haplophyllum tuberculatum* (Rutacée) sur le développement et la reproduction du criquet migrateur : *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (Orthoptera, oedipodinae). Thèse doctorat en science agronomique. Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach Alger.
- ❖ **ADJLANI M., 1998**-Contribution à l'étude bioécologique de la faune de *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur et Schinez. 1895 (Graminée) dans la région de Tlemcen. Mém d'ingénieur Eco.Univ.Tlemcen. 117p.
- ❖ **AIDOUD A. ; et TOUFFET J. 1996** : “La régression de l'alfa (*stipa tenacissima*) graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes”. *Sécheresse* (Paris), vol. 7, pp. 187-193.
- ❖ **AIDOUD Lounis, F. 1997.** Le complexe alfa-armoïse-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* Asso, *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, Marseille, 263 p.
- ❖ **AMHAMDI Hassan, Fatima AOUINTIL, Jean Paul WATHELET and Ali ELBACHIRI.** Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Rec. Nat. Prod.* 3:2 (2009) 90- 95
- ❖ **AWAN, F., OBAID, A., Ikram, A., & JANJUA H., (2017).** Mutation-structure-function relationship based integrated strategy reveals the potential impact of deleterious missense mutations in autophagy related proteins on hepatocellular carcinoma (HCC): A comprehensive informatics approach. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(1), 139. doi: 10.3390/ijms18010139.
- ❖ **BAHAREH Rafiei, Mohammad GHADRAOUI hadamyari, SOHRAB Imani, Vahid Hosseinaveh & Ali Ahadiyat, 2016.** Purification and characterization of α -amylase in Moroccan locust, *Dociostaurus maroccanus* Thunberg (Orthoptera:

Références bibliographique

- Acrididae) and its inhibition by inhibitors from *Phaseolus vulgaris* L., Toxin Reviews, 35:34, 90-97, DOI: [10.1080/15569543.2016.1207190](https://doi.org/10.1080/15569543.2016.1207190) .
- ❖ **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953** – Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte prote. veg. art.8. Toulouse : 47
 - ❖ **BAGNOULS F. et GAUSSEN M., 1957**- Les climats biologiques et leur classification Ann. Géogr. 355, pp.193-220.
 - ❖ **Barbero M., Quézel P., 1980** – La végétation forestière de Crète. *Écol. Médit.* 5: 175-210.
 - ❖ **BARBERO M., LOISEL R., et QUEZEL P., 1990**- Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt méditerranéenne SII : 194-215.
 - ❖ **BARBERO M., MEDAIL F., LOISEL R., et QUEZEL P., 2001** -Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 13: 11-25.
 - ❖ **Barka F., 2016**- Etude des groupements à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographie. 9-101-169-171-278-244-265-277-283p.
 - ❖ **BEDRANI Slimane, NEDRAOUI Dalila, 2008**. La désertification dans les steppes algériennes : causes impacts et actions de lutte. *Vertig* 0.8.10.4000 / vertigo.5375.
 - ❖ **BEKKAL BRIKCI Sohayb, 2019**. Contrôle biologique du nématode des *Citrus* *Tylenchulus semipenetrans* (Cobb 1913) (Tylenchylidae) par des substances naturelles. Mémoire master en écologie. Université de Tlemcen.
 - ❖ **BELFADEL, 2009**- Huile de fruit de *Pistacia lentiscus*, caractéristiques physico-chimique et effet biologique (effet cicatrisant chez le rat). Mémoire magister en Chimie organique. Univ. Mentouri Constantine.
 - ❖ **BELLMANN H. et LUQUET G., 1995** - Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale. Ed. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 383p.
 - ❖ **BENABADJI N., 1991**- Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba alba* Asso. Au Sud de Sebdou (Oranie-Algerie). Thèse Doct Univ Aix Marseille. 119p + Annexes.
 - ❖ **BENABADJI N., 1995**- Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba alba*. Asso. Et à *Salsola vermiculata*, au Sud de Sebdou. (Oranie, Algérie). Th. Doct. Ès. Sci. Univ. Tlemcen : 153P texte + 150P annexe.

Références bibliographique

- ❖ **BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000**-Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Arthemisiaherba alba* Asso. (Algérie occidentale).Cahier sécheresse, II(2),117-123 P)
- ❖ **BENABADJI N., BOUAZZA M., LOISEL R., et METGE G., (2004-b)**-Evolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Tome 30, Fasc. 2, pp : 219-231.
- ❖ **BENDJELLOUN M. EI GHADRAOUI L., D. ESSAKHI, J. ALFIGUIGUI ET N. ERRABHI,2014**. Contribution à l'étude de la diversité des orthoptères acridiens dans le Moyen Atlas (Maroc). Laboratoire EFE, FST, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès-Maroc. AFPP-Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier -22 et 23 octobre2014.
- ❖ **BENDJEMAI Soumia 2017**. Contribution à l'étude de la faune orthoptérologique de la région d'Ain Youcef (Tlemcen) : Régime alimentaire de *Calliptamus barbarus*. Mémoire master en ecologie. Université de Tlemcen.
- ❖ **BENHALIMA T., 1983**- Etude expérimentale de la niche trophique de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse Doc Ing., Paris, 178p.
- ❖ **BENHALIMA T., GILLON Y., & LOUVEAUX A., 1984**. Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologia, Oecologia Generalis*, 5(4), 383-406.
- ❖ **BENKEDDACHE L., 1996**- Contribution à l'étude du régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orthoptera, Acrididae) dans deux stations de la région de Djelfa. Thèse Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., ElHarrach, 84p.
- ❖ **BENKENANA Naima, 2012**. Inventaire et analyse bio systématique de la famille des Pamphagidae (Orthoptera, Caelifera) de l'Est Algérien. Thèse. Doc. Biol. animale. Université Constantine 1.
- ❖ **BILEM Amel ; 2012**. Contribution à l'étude histologique du *Chamaerops humilis*, L : approche comparative des peuplements des Monts de Trara et les Monts de Tlemcen. Thèse. Magistère en Biologie. Université ES-SENIA Oran.
- ❖ **BOITIER E., 2003** – Auto-écologie des Orthoptères de la Réserve Naturelle du Rocher de la Jaquette (Puy-de-Dôme, France). Matériaux entomocénologiques, 8, 2003 : 5-19.

Références bibliographique

- ❖ **BOUAZZA M. 1991-** - Etude Phytoécologique de la steppe à *Articulata herba alba* Asso. Et au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie).ThèseDoct .Set.Uni.Aix Marseille III 119p +annexes.
- ❖ **BOUAZZA M., 1995-** Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. et à *LygeumSpartium* L, au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie).Th.Doct.Es.Sci.Univ.Biologie des Organismes et Populations. Tlemcen : 153P texte+150P annexe.
- ❖ **BOUAZZA M., BENABADJI N., LOISEL R. et METGE G., 2004-**Évolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med., 30(2):219-231.
- ❖ **BOUCIF Hayat, 2014-** Contribution à l'étude de la productivité des parcours steppique de la région de Tlemcen (Cas de la commune d'El Bouihi). Mémoire master Foresterie.Univ.Tlemcen
- ❖ **BOUKLI HACENE A.S., 2009 -** Bioécologie de la faune orthoptérologique de la région de Sidi-Djilali (Tlemcen) : Régime alimentaire et rôle trophique. Mémoire Magister en Ecologie et Biologie des populations, Univ. Tlemcen, 111p.
- ❖ **BRAHIMI Djamel , 2014.** Bio-écologie et régime alimentaire des principales espècesd'Orthoptères dans la région de Naâma. Thèse. Magister.
- ❖ **BRUNNER VON WATTENWYL, 1882**
- ❖ **CHAABANE A.,1993-** Etude de la végétation du littoral septentrional de la Tunisie :Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement. Thèse. Doct.Es. Sci. Univ. AixMarseille III. 338p.
- ❖ **CHARA B., 1987 –** Etude comparée de biologie et de l'écologie de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1936) et de *Calliptamus wattenwylanus* (Pantel, 1896) (Orthopt-Acrididae) dans l'Ouest Algérien. Thèse docteur ingénieur. Uni. AixMarseille. P190.
- ❖ **CHOPARD, 1920.** Recherche sur la conformation et le développement des derniers segments abdominaux des orthoptères.Thèse Fac, Sc, Paris Rennes :428-523
- ❖ **CHOPARD 1943 a-**Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Librairie Larousse, coll.« Faune de l'empire Français » Vol. 1 Paris. P117.
- ❖ **CHOPARD, 1943 b-**Contribution à l'étude des Orthoptéroïdes du Nord del'Afrique (4^{ème} note).- *Revue française d'Entomologie*, **9** (3-4) : 144-146.
- ❖ **CHOPARD, 1943 c-** Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord.- *Faune de l'Empirefrançais*, Librairie Larose, Paris, **1** : viii + 450 p., 658 fig.

Références bibliographique

- ❖ **CHOPARD L., 1958b.**- Mission du Muséum dans les Îles du Golfe de Guinée. Entomologie, VI. Orthoptéroïdes.- *Bulletin de la Société entomologique de France*, **63** : 73-85, 2 fig.
- ❖ **COLLIGNON S., 1986**- Hydrologie appliquée des aquifères karstique des Monts de Tlemcen. Thèse. Doct.116 p.
- ❖ **Cseke, L.J. et P.B. Kaufman. 1999.** How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90 in P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), *Natural Products from Plants*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- ❖ **DAGET PH., 1977**-Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetation*, 34 :1-20 P
- ❖ **DAGET PH. , 1980** –Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. *Nat. Mons. H.S.* : 101 – 126P
- ❖ **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.^{3e} cycle. Univ. H.Boumediène, Alger, 238p+annexes.
- ❖ **DAHMANI -MEGROUCHE M., 1997** - Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomiephytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse doct. Es-sciences.Univ Houari Boumediene. Alger.383P.
- ❖ **DAJOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, paris, 434p.
- ❖ **DAJOZ R., 1974**- Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris, 301p.
- ❖ **DAJOZ R., 1982**- Précis d'écologie. Ed. Gautier-Villars, Paris, 503 p.
- ❖ **DAMERDJI, MEKKIOUI & DOUMANDJI-MITICHE, 2000** ; Mise en évidence D'*Ampelodesmamauritunicum* (DISS) dans les feces de différentes espèces de caelifères (orthoptères) récoltée dans les monts de Tlemcen. Etude qualitative. *Kccherche Agronomique* 12000). 1, 67-15 INKAA.
- ❖ **DAMERDJI A. et KEBBAS C. 2006.** Orthoptéroïdes dans la plaine deMaghnia (Région de Tlemcen). 6èmes Journées Scientifiques etTechniques Phytosanitaires. I.N.P.V. -El -Harrach- 20- 21 Juin 2006.
- ❖ **DAMERDJI, 2012b** ;les orthoptéroïdes sur différentes plantes dans la région de Tlemcen (Algérie). *Afrique SCIENCE* 08(3) (2012) 82 - 92 82 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>
- ❖ **DAMERDJI A., DJEDID A., 2012.** Les orthoptéroïdes associées à une plante xérophile (*CALYCOTOMESPINOSA* L. (LINK)) (FABACEES) dans la région de

- Tlemcen (NORD-OUEST ALGÉRIEN). Rev. Ivoir. Sci. Technol., 20 (2012) 111 - 123 111. ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>
- ❖ **DAMERDJI, 2014.** Diversité Orthoptérologique sur différentes plantes dans la région de Tlemcen. AFPP- Dixième conférence internationale sur les ravageurs. Les ravageurs en agriculture Montpellier 22 - 23 octobre 2014.
 - ❖ **DANOUN Meryem, 2016.** Bio-écologie et régime alimentaire des principales espèces d'Orthoptères dans la région de Tlemcen. Mémoire magister. Ecologie animale. 137 p.
 - ❖ **DEFAUT B. 1988a.** La détermination des Orthopteroïdes Ouest-Paléarctiques 6. Caelifera.
 - ❖ **DEFAUT B. 1988b.** Détermination des Orthopteroïdes Ouest-Paléarctiques 3. Le genre *Pyrgomorpha* au Maroc (Caelifera : Pyrgomorphidae). *L'Entomologiste* 44(1): 35-45.: Acrididae (Suite), 7. Ensifera, 8. Mantodea. Ed. Université Paul Sabatier, Toulouse, France 6(1): 1-93.
 - ❖ **DEFAUT Bernard & BENMAMMAR-HASNAOUI Hafeda, 2013.** Pré-inventaire des Orthoptéroïdes des monts de Tlemcen et des environs immédiats (Algérie nord-occidentale) (Orthoptera, Mantodea, Phasmida). *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 2016, **21** : 5-33
 - ❖ **DEFAUT Bernard & Hafeda BENMAMMAR-HASNAOUI, 2016** – Pré-inventaire des Orthoptéroïdes des monts de Tlemcen et des environs immédiats (Algérie nord-occidentale) (Orthoptera, Mantodea, Phasmida). *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 21:5-33.
 - ❖ **DE MARTONNE E., 1926-** Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météo. Pp : 449 – 459.
 - ❖ **DIRSH V. M., 1965-** The African genera of Acridoidea: i-xiii, 1-579 (Cambridge University Press, Cambridge).
 - ❖ **DJEBAILI S., 1984-** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U Alger, 127p.
 - ❖ **DJELLOULI Y ; 1981** - Etude climatique et bioclimatique des hautes plateaux au sud Oranaise (Wilaya de Saïda) " comportement des espèces vis avis des éléments du climat" Thèse, Doct, en Scien Biolo, Univ des Scien et de la Techn Houari Boumediene Alger.

Références bibliographique

- ❖ **DJEBAILI, S., 1984** - Algerian steppe: phytosociology and ecology. Phytosociological and ecological research on the vegetation of the high steppe plains and the Saharian Atlas. Algiers: University Publications Office (OPU).
- ❖ **DREUX P., 1980.** Précis d'écologie.éd. Paris.P131
- ❖ **DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS - LUONG M.H. et LECOQ M., 1982** - Manuel de prospection antiacridienne en zone tropicale sèche. Ed GERDAT, Paris, T2,696p.
- ❖ **DOUMANDJI S., DOUMANDJI-MITICHE B., BENZARA A., et GUECIOUEUR L., 1991** – Comparaison écologique entre plusieurs peuplements d'Orthoptères de la région de Lakhdaria (Algérie). Med. Fac. Landbouw, Gent, T. 56, n° 3b, pp. 1075-1082.
- ❖ **DOUMANDJI S. et KISSERLI O., 1993** – Paramètres écologiques de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti*, en chênaie mixte dans le Parc National de Taza (Algérie). *Alauda*, 61 (4) : 264 - 265.
- ❖ **DOUMANDJI S.E et DOUMANDJI-MITCHE B., 1994.** Criquets et Sauterelles (Acridologie). Off. Publ.Univ.Alger. 99p.
- ❖ **DOUMANDJI – MITICHE B., DOUMANDJI S ET BENFKIH L., 1992** – Données préliminaires sur la bioécologie de la sauterelle marocaine *Dociostaurus maroccanus*(THUNBERG, 1815) à Ain Boucif (Médéa - Algérie)– Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent, 57/3 a, pp 659- 665.
- ❖ **DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990** - Le criquet pèlerin au sahel. Coll. Ac. Op. n°6, CIRAD,PRIFAS, Montpellier, 84p.
- ❖ **EMBERGER L, 1930** – Sur la formule climatique applicable en géographie botanique C.R.A.cad.Sc ; 1991 :389-390 P
- ❖ **EMBERGER L., 1955**-Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Labo. Bot. Zool. Fac. Sci, Montpellier, 7 :1-43 P
- ❖ **EL GHADRAOUI, 2002.** Etude bioécologique du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* dans le site Al Azghar du Moyen Atlas. Thèse en science. Univ Sidi Mohamed BENABDELLAH Fès, 124 p.
- ❖ **EL GHADRAOUI Lahsen, Daniel PETIT & Jamal EL YAMANI, 2003.** Le site Al-Azagh (Moyen-Atlas, Maroc) : un foyer grégarigène du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* (Thunb., 1815).Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, n°25, 81-86

- ❖ **ESTIENNE P et GODRON A, 1970** – « climatologie » collection 3eme édition.80P
- ❖ **Ewing, T.J., Makino, S., Skillman, A.G. et al.** DOCK 4.0: Search strategies for automated molecular docking of flexible molecule databases. *J Comput Aided Mol Des* **15**, 411–428 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1011115820450>
- ❖ **FELLAOUINE R., 1984-** Contribution à l'étude des Sautriaux nuisibles dans la région de Sétif. Thèse ing. Agro. Inst. nat. El Harrach, 68p.
- ❖ **FELLAOUINE R., 1989.** – Bioécologie des Orthoptères de la région de Setif. Thèse de magister, Inst. Nat. Agro., El Harrach. 81p.
- ❖ **FINOT 1896.** Les lapidaires indiens, Paris, Émile Bouillon (Bibliothèque de l'École des hautes études), 1896, 280 p.
- ❖ **FRONTIER S., 1983.** L'échantillonnage de la diversité spécifique In stratégie d'échantillonnage en écologie, Frontier et Masoon edits ., (coll d'écologie)., XVIII+ 494 pages.
- ❖ **FRONTIER S., et ETIENNE., 1990.-** Etude de diversité spécifique par le moyen des diagrammes rang-fréquence : modélisation, variabilité d'échantillonnage. *Biométrie et océanographie*, 10, actes de colloques, IFREMER : 145-177.
- ❖ **GRECO J., 1966-** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie .Pub. Univ. Agr. Révolution Agraire. Algérie.
- ❖ **GOUNOT M, 1969** – Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris. 314p.
- ❖ **GUENDOUDI Lakhdar, 2014.** Contribution à l'étude de la phytomasse aérienne d'écosystème steppique de la commune de Mamoura (Saida). Mémoire. Master. Ecologie environnement. Univ. Tlemcen. Univ. Saida.
- ❖ **HADJADJ AOUL S., 1995-** Les peuplements du Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* Vahl. Master) en Algérie. Phyto-écologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse doct. En-Sci. Univ. Aix-Marseille III. 155 p. + annexes.
- ❖ **HALIMI A., 1980-** L'Atlas Blideen : climat et étages végétaux. Edit. O.P.U. Alger, 484 P.
- ❖ **HALITIM A., 1988,** Sols des régions arides, Office des Publications Universitaires OPU, Alger, 384 p.
- ❖ **HAMDAN, I.I. and AFIFI, F.U. (2004)** .Studies on the in vitro and in vivo hypoglycemic activities of some medicinal plants used in treatment of diabetes in Jordanian traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 93, 117121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2004.03.033>

Références bibliographique

- ❖ **HAMDI H, 1989-** Contribution à l'étude bioécologique de faune orthoptérologique de trois stations à Lakhdaria. Mémoi. Ing. Agro. INA EL Harrach. P 71
- ❖ **HAMDI H, 1992-** Etude bioécologique des peuplements orthoptérologiques des dunes fixée du littoral Algérois. Mémoi de Mag. Inst. Nat. Agro. El Harrach. P 167.
- ❖ **HAMID OUDJANA Aïcha, 2017.** Cholinestérases et toxicité d'extraits de quelques plantes acridicides ou acridifuges chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775).Thèse doctorat science en biologie. Université Kasdi Merbah Ourgla.
- ❖ **HASSANI F., MESLI L., & FEROUANI T., 2010-** Bioecology of the Caelifera(Orthoptera) in the area of Maghnia (Tlemcen, Algeria).International Research Journal Biosciences, Volume 07Number (1), 45-51 (2010)ISSN: 0973-1245
- ❖ **HASSANI F., 2013.** Etude des caelifères (orthoptères) et caractérisation floristique (biodiversité floristique) de leur biotope dans des stations localisées à Tlemcen et Ain Temouchent. Régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* et *Sphynonotus rubescens*. Thèse. Doc. Inst. Bio. Tlemcen
- ❖ **HENGEVELD, 1990.-** Dynamique biogéographie. Combudge Université Bresse Cambridge.
- ❖ **HERCEND Claude, 2012.** Contribution de la modélisation moléculaire à l'étude de pathologies humaines : Application au transporteur ATP7B et au récepteur 5HT2B.
- ❖ **KADI HANAFI H. 2003.** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie Science et changements planétaires Sécheresse. (1):3 169-179p.
- ❖ **KADIK 1987.** Contribution a l'étude du pin d'Alep (*Pinus Halepensis* Mill) en Algérie : écologie, dendométrie, morphologie. O.P.U, Alger. 575 page+ Annexes.
- ❖ **KHELIL M.A., 1984-** Bioécologie de la faune alfatière dans la région de Tlemcen. Thèse Magi, agro. inst. agro., El Harrache, 62p.)
- ❖ **LATCHININSKY Alexandre, 1998.** Moroccan locust *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815): a faunistic rarity or an important economic pest?Journal of Insect Conservation, 2, 167–178 (1998).
- ❖ **LE GALL P., 1989-** Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). Bull. écol. T. 20, 3, pp. 245-261.
- ❖ **LE HOUEROU H.N., 1969 -** Principes, Méthodes et techniques d'amélioration fourragère et pastorale en Tunisie. FAO, Rome: 291P

Références bibliographique

- ❖ **LE HOUEROU H.N; 1975** – Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbacées méditerranéennes. Geografili. Florence XXI.
- ❖ **LE HOUEROU H. N; CIAUDIN J; et POUGET M., 1977** -Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. Bull. Soc. Hist. Afr. Nord, pp : 36- 40.
- ❖ **Le HOUEROU H.N, 2001.** Biogéography of the arid steppe land north of the sahara. J. Arid Environ (48) : pp 103-128.
- ❖ **LOISEL R et GAMILA H., 1993** - Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestiers par un indice de perturbation. Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. De Toulon du Var 123- 132 p.
- ❖ **LOPEZ-BLANCO, J. R., GARZ_ON, J. I., & CHAC_on, P. (2011).** iMod: Multipurpose normal mode analysis in internal coordinates. *Bioinformatics*, 27(20), 2843–2850. doi:[10.1093/bioinformatics/btr497](https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr497)
- ❖ **LOPEZ-BLANCO, J. R., ALIAGA, J. I., QUINTANA-Ort_1, E. S., & Chac_on, P. (2014).**iMODS: Internal coordinates normal mode analysis server. *NucleicAcids Research*, 42(W1), W271–276. doi:[10.1093/nar/gku339](https://doi.org/10.1093/nar/gku339).
- ❖ **LOUVEAUX et BENHALIMA, 1987** : Catalogue des orthoptères Acridoidae d’Afrique du Nord-ouest. Bull. Soc .Ent. France, T.91, pp : 3-67.
- ❖ **LOUVEAUX A., GILLON YVES. (1986).** Pullulations d’acridiens en France. *L’Entomologiste*, 42 (5), p. 283-287. ISSN 0013-8886.
- ❖ **LOUVEAUX A., MOUHIM A., ROUX G., GILLON Y., BARRAL H., 1996-** Influence du pastoralisme sur les populations acridiennes dans le massif de Siroua (Maroc). *Revue d’Ecol*, 51(2), 139-151
- ❖ **MARIANNA Usai, GIORGIO Pintore, Bruno TIRILLINI, Mario CHESSA, 2006** .Essential Oil Composition of Different Aerial Parts of Pistacia terebinthus L. Growing Wild in Sardinia.Article in *Journal of Essential Oil Research*. Vol, 18. July/August 2006. pp : 383-385
- ❖ **MEDANE Amal, 2013.** Etude Bioécologiqueet régime alimentaire des principales espèces d’orthoptères de la région D’OuledMimoun (Tlemcen).Ing. Ecologie animale. Dept. Biologie. Tlemcen, 102 pp.
- ❖ **MEKIOUI A, 1997** – Etude la faune orthoptérologique de deux stations dans la région de Haffir. Thèse. Mag. Inst. Bio. Tlemcen. P 93

Références bibliographique

- ❖ **MENI MAHZOUM, 2013.** Initiation à la description morphologique et la systématique des orthoptères acridiens . Mémoire master science et technique. Université sidi Mohamed Benabdelah Faculté des sciences et technique Fès.
- ❖ **MESLI L, 1991-** Contribution à l'étude bioécologique de la faune orthoptérologique de la region de Ghazaouat. Des. Ecologie. Inst. Bio. Tlemcen.P 93.
- ❖ **MESLI L, 1997-** Contribution à l'étude bioécologique de la faune orthoptérologique de la region de Ghazaouat. Regime alimentaire de *Calliptamus barbarus* (costa, 1836). Thèse. Mag. Inst. Bio. Tlemcen.P 93.
- ❖ **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
- ❖ **MESTRE, J., 1988.** *Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'ouest.* Ed. PRIFAS, Acrid. Oper. Ecof. Enter., Montpellier, 331 pp.
- ❖ **NEDJIMI Bouzid, MOKHTAR Homida, 2006.** Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. Vol(4). Journal. El Bahit Review.
- ❖ **OUHERERRE Asmaa, ABIDAT Rabiaa 2018.** Caractérisation et l'effet de l'époque de récolte sur la composition des huiles essentielles de *Schinus molle* L.mémoire de master en microbiologie appliqué.Université DJILLALI BOUNNAMA Khmiss meliana.
- ❖ **OULD EL HADJ MD, 2001.** Etude du régime alimentaire de cinq espèces d'acridiens dans les conditions naturelles de la cuvette de Ouargla (Algérie).L'entomologiste, 2002, 58 (5-4):197-209.
- ❖ **PASQUIER A. et GERBINOT B., 1945.-** Utilisation du melia pour la protection des cultures contre les ailés de la sauterelle pèlerine. Bull. Sem.
- ❖ **POUGET M., 1980-** « Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises »Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. N° 16/555P.
- ❖ **PRABHKAR, P. K., SRIVASTAVA, A., RAO, K. K., & BALAJI, P. V. (2016).** Monomerization alters the dynamics of the lid region in *Campylobacter jejuni* CstII: An MD simulation study. Journal of Biomolecular Structure and Dynamics, 34(4), 778–791. doi:10.1080/07391102.2015.1054430
- ❖ **QUEZEL P et SANTA, 1962-1963.-** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1 et 2, Edition CNRS Paris p 3989.
- ❖ **QUEZEL P., 1957-** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Editions Le chevalier- Paris,.Rivas Martinez (1981

Références bibliographique

- ❖ **QUEZEL P. ET MEDAIL F., 2003-** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 p.
- ❖ **RAMADE F, 1984** – Elément d'écologie – Ecologie fondamentale. Edit. Mac. Graw. Hill, Paris.P397
- ❖ **RAUNKIAER C, 1934.** - The life forms of plants and statistical plant Geography clardon press, Oxford, 632p.
- ❖ **ROY R., 2003.** Les Acridiens du Nimba et de sa région. p. 311-391, 30 fig.–*In* Lamotte M. & Roy R. (Eds), Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia), *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, **190** : 724p., 423
- ❖ **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.
- ❖ **SAUVAGE CH., 1960.** Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse.Doct. Montpellier. Trav. Inst. Sci. Cherf. Série botanique, 21. 462p
- ❖ **SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de Phys- Du globe. Univ. Alger. 219 P.
- ❖ **SENOUCI Hanane. 2016.** Antiparasitic and antifungal activities of essential oils and hydrolates of two medicinal plants *Pistacia lentiscus* and *Marrubium vulgare* against the pests of the olive tree, Tlemcen, Abou Bekr Belkaid University.
- ❖ **STEWART P; 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp.23-36.
- ❖ **SONKE B., 1998** -Études floristiques et structurales des forêts de la Réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles ; 266 p.
- ❖ **TSOKOU, ANASTASIA & GEORGOPOULOU, KATERINA & MELLIU, ELENI & MAGIATIS, PROKOPIOS & TSITSA, EUGENIA. (2007).** Composition and Enantiomeric Analysis of the Essential Oil of the Fruits and the Leaves of *Pistacia vera* from Greece. *Molecules* (Basel, Switzerland). 12. 1233-9. 10.3390/12061233.
- ❖ **UVAROV B.P., 1957.** The aridity factor in the ecology of locust and grasshoppers of the old world. In *Arid Zone Research VIII. Human and animal ecology. Reviews of research.* Pp :98- 164. Paris : Unesco.
- ❖ **UVAROV. B, 1966-**Grasshoppers and locusts, Ed. Cambridge Univ., Press, T. 1, 481 pp.

Références bibliographique

- ❖ **UVAROV B.P., 1977.** Grasshoppers and locusts. A hand book of general acridology. Vol.2. Cambridge University Press, 613p.
- ❖ **STEWART P; 1969-**Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp.23-36.
- ❖ **Zergoun Y. 1994.** Bioécologie des Orthoptères dans la région de Ghardaïa - Régime alimentaire d'*Acrotylus patruelis* (Herrich-Schaeffer, 1838) [Orthoptera-Acrididae]. Institut National Agronomique El Harrach. 93 p.
- ❖ **ZHDANOV S.P., 1934.** Moroccan locust (*Doclostaurus maroccanus*) in the Stavropol region. Trudy po Zastchite Rastenii. Ser. I (Entomol) 9,3-51 (in Russian with English summary).

ملخص

تعتبر orthoptera من الحشرة المدمرة للإنتاج الزراعي والرعي. الدراسة النباتية أظهرت وجود عائلات نباتية مهمة مع إبراز النوع البيولوجي، المرفلوجي والبيو جغرافي المهيمن في محطات المعاينة. *Docioستاurs maroccanus* هي نوع من الآفات حيث يمتد مداها على المحيط شبه القاحل لساحل البحر الأبيض المتوسط. لطالما عُرف التأثير الاقتصادي والبيئي للجراد على المحاصيل والمراعي، ولهذا السبب نحن مهتمون بالمكافحة البيولوجية. لهذا، اعتمدنا في الدراسة الحالية على الزيوت الأساسية للنباتات العطرية مع الأخذ كمثال على عائلة Anacardiaceae. تمتلك بعض الروابط من الزيوت العطرية قوة مثبطة بيولوجيًا لإنزيم α -amylase في الجهاز الهضمي. بفضل طريقة النمذجة الجزيئية، تم اكتشاف أن *l'acide hexadécanoïque* هو أفضل مثبط وفقاً لدرجة الالتحام.

الكلمات المفتاحية: *Docioستاurs maroccanus*، مبيدات الآفات الحيوية α -amylase، الزيوت الأساسية،

Anacardiaceae، النمذجة الجزيئية.

Abstract:

Orthoptera are considered pests of agricultural production and pastoral. The floristic study made it possible to bring out the main families as well as their biological morphological and biogeographical types. The calculation of the Index Disruption is proportional to the species dominance therophytic stations in all station. *Docioستاurs maroccanus* is a devastating species, where their distributions are extends all around the semi-arid Mediterranean littoral. The economic and ecological impact of locusts on crops and pastures has long been known. Food security is very important, in this regard the use of chemical treatments have become paramount, so the control of these pests has become increasingly complex. The means of control used to combat locusts are essentially of a chemical nature. Anti-locust chemical pesticides are increasingly used to control locusts, but they have a negative impact on human health and the environment. For this, we are interested in biological control to control these pests by natural bio-pesticides, and it is more ecological than conventional control by pesticides. In our study we will use the phytoprotection method which is based on essential oils of aromatic plants taking as an example the *Anacardiaceae* family. Certain ligands derived from essential oils possess an inhibitory power of α -amylase enzyme, which is an enzyme of *Docioستاurs maroccanus* digestive system.

KeyWords: *Docioستاurs maroccanus*, bio-pesticides, α -amylase, essential oils,

Anacardiaceae, molecular modeling methods.

Résumé

Les orthoptères sont considérés comme des insectes ravageurs de productions agricoles et pastorales. L'étude floristique a permis de faire ressortir les principales familles ainsi que leurs types biologiques, morphologiques et biogéographiques. Le calcul de l'Indice de Perturbation est proportionnel à la dominance des espèces thérophytiques dans l'ensemble des stations. *Docioستاurs maroccanus* est une espèce ravageuse ou son aire de répartition s'étend sur tout le pourtour semi-aride du littoral méditerranéen. L'impact économique et écologique des acridiens sur les cultures et les pâturages est connu depuis longtemps, pour cela on s'intéresse à la lutte biologique. Pour cela, on s'est basé dans la présente étude sur les huiles essentielles des plantes aromatiques prenant comme exemple la famille des anacardiacées. Certains ligands issus des huiles essentielles possèdent un pouvoir bio-inhibiteur de l'enzyme α -amylase du système digestive du caelifère (orthoptères). Grâce à la méthode de modélisation moléculaire on a découvert que l'acide hexadécanoïque est le meilleur inhibiteur d'après son score du docking

Mots clés : *Docioستاurs maroccanus*, bio-pesticides, α -amylase, huiles essentielle, *Anacardiaceae*, modélisation moléculaire.