

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 Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département d'Écologie et Environnement

Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

MEMOIRE

Présenté par

BELAIDI MUSTAPHA AYMEN

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Écologie Végétale Et Environnement

Thème

**Etude ethnobotanique et comportementale d'une espèce montagnarde
méditerranéenne cas de *Ephedra major* Host.1831=*E.nebrodensis* Tineo, 1844**

Soutenu le : 14/07/2024 Devant le jury d'examen composé par :

Président	Mr	BABALI Brahim	M.C.A	Université de Tlemcen
Encadrante	Mme	HASSANI-ABDELLI Imane	Pr	ESSA Tlemcen
Co-encadrant	Mr	HASSANI Faïçal	Pr	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme	BOUAYED Sarra Ibtissem	Maitre assistance	Université de Tlemcen

Année universitaire 2023 – 2024

Remerciement

Tout d'abord, mes grands remerciements et gratitude sont pour notre Dieu Tout-Puissant pour ses bénédictions et sa grâce et qui m'a aidé et m'a donné le pouvoir, la patience et la volonté pour la réalisation de ce modeste travail.

Je tiens à remercier :

*Monsieur **HASSANI FAÏÇAL**, Professeur à l'Université de Tlemcen et chef du département d'Écologie et Environnement, d'avoir accepté de m'encadrer, un grand merci pour son orientation éclairée, et ses commentaires constructifs qui ont grandement contribué à la réalisation de ce projet.*

*Madame **ABDELLI Imane**, Professeur E.S.S.A Tlemcen, pour sa bienveillance et sa patience. Elle a dirigé ce travail avec gentillesse, en me prodiguant de précieux conseils et encouragements. Travailler aux côtés a été une expérience véritablement enrichissante. Elle a supervisé ce travail avec bienveillance, en me prodiguant des conseils précieux et des encouragements. Travailler en collaboration a été une expérience extrêmement gratifiante.*

*Monsieur **BABALI Brahim**, Maître de conférences « A » à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider ce jury. Je voudrais le remercier pour avoir toujours été présent pour répondre à mes questions durant mes recherches.*

*Madame **BOUAYED Sarra Ibtissem**, Maitre assistante à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de ce jury.*

*J'aimerais aussi exprimer ma reconnaissance. Mme **BERRAYAH Nassima**, ingénieure de laboratoire, pour m'avoir accueilli dans le laboratoire du département d'Écologie et Environnement 1000 PP.*

*Aussi à Mme **BELHADJI Amina** pour son aide précieuse dans la partie de la modélisation moléculaire.*

Dédicace

Je dédie ce travail à :

*Mes très **chère parents** qui m'ont beaucoup soutenu et encouragé
jusqu'au bout et que dieu leur accorde une longue vie.*

*Mes deuxième parents ma tante et son mari : **NACERA ET DJILALI***

Je leur souhaite le bonheur suite à leur vie.

*Mes frères et sœurs : **CHEMSSOU, ARSELANE, FERIEL, AFFAF
ET RADJAA.***

*A mes camarades de promotion Master LMD Ecologie et
Environnement*

*Mes dédicaces vont également à tous ce qui m'ont aidé de près ou de
loin.*

BELAIDI MUSTAPHA AYMEN

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Liste Des Figures	
Liste Des Tableaux	
INTRODUCTION GENERALE.....	1

Chapitre I: Synthèse bibliographique

1. Généralités sur la famille Ephedraceae	3
2. Généralités sur le genre Ephedra	3
2.1. ETHYMOLOGIE.....	3
2.2. Présentation du genre EPHEDRA.....	3
3. L'espèce d'Ephedra major.....	4
3.1. Description botanique du genre <i>EPHEDRA MAJOR</i>	4
3.2. Classification systématique	5
3.3. Répartition géographique :.....	5
3.4. Compositions phytochimiques	6
3.4.Utilisation	6
4. Pharmacologie	7
4.1. TOXICOLOGIE.....	8
5. Molécules actives d' <i>Ephedra major</i>	8
5.1.Norephedrine.....	8
5.2.Norpseudoephedrine :	10

Chapitre II: Etude de milieux physique

Introduction	12
1. La wilaya de Tlemcen.....	13
2. Situation géographique des stations d'étude	14
3. Description de la région (Béni-Snous)	16
4. Géologie.....	16
5. Géomorphologie	16
6. Aperçue pédologique.....	17

Chapitre III: Etude bioclimatique

Introduction	18
1. Méthodologie.....	18
2. Factures climatiques	19
2.1. Précipitations.....	19
2.2. Températures.....	22
3. Synthèse bioclimatique.....	26
3.1. Indice d'aridité de Martonne.....	26
3.2. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1956).....	27
3.3. Quotient pluviothermique d'Emberger	29
Conclusion	31

Chapitre IV: Etude morphométrique

Introduction	32
1. Méthodologie.....	32
Conclusion	45

Chapitre V: Etude histologique

1. Classification des Tissus végétaux	46
1.1. Les tissus fondamentaux	46
1.2. Les tissus protecteurs	47
1.3. Les tissus de soutien.....	47
1.4. Les tissus conducteurs.....	47
2. Matériels et méthodes.....	47
2.1. Matériel utilisé	47
2.2. Méthodes d'étude	49
3. Montage des coupes et observation au microscope.....	51
4. Résultats et interprétation	51
5. Etude histométrique.....	53
Conclusion	56

Chapitre VI: Etude phytochimique

INTRODUCTION	57
1. Matériels et méthodes.....	58
1.1 Matériels.....	58

1.2 Méthode de Travail	65
2 Docking moléculaire.....	65
3. Préparation de la protéine :.....	68
4. Préparation des ligands.....	69
4.1. Optimisation du ligand par Hyperchem	71
5. Docking Moléculaire	72
6. Résultats de Docking des meilleurs ligands	74
7. Interactions Enzyme-Ligand	75
Conclusion generale et perspectives.....	76
conclusion generale	77
Référence bibliographique.....	80
résumé.....	88

Liste Des Figures

Figure 01 : Photos originales de l'espèce végétale <i>Ephedra major</i> sur le lieu de récolte	4
Figure 02 : Répartitions géographique de l'Ephedra dans le monde	5
Figure 3 : Carte de situation géographique de la wilaya de Tlemcen et la zone d'étude.	13
Figure 4 : les stations d'études (Beni Snous El mihrab, Slib) wilaya de Tlemcen	14
Figure 5 : Vue générale de la station de El Mihrab-Beni snous	15
Figure 6 : Vue générale de la station de Slib - Beni Snous	16
Figure 7 : Régime pluviométrique mensuel pour la station de ZENATA pour l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023)	19
Figure 08 : Régimes saisonniers de Zenata pour l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023)	21
Figure 09 : Variations mensuelles des températures de la station de Zenata pour l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023)	23
Figure10 : Abaque de l'indice d'aridité de De Martonne.	27
Figure 11: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de Zenata (1913-1938)	28
Figure 12 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de Zenata (1991-2023)	28
Figure 13 : Position de la station de Zenata sur le climat gramme pluviothermique d'Emberger.	30
Figure 14 : Diagramme en boîte de moustache d'effet date sur la croissance de la hauteur d'Ephedra dans la station Mihrab	34
Figure 15 : Diagramme en boîte de moustache d'effet de la date sur la croissance la hauteur d'Ephedra dans la station Slib	36
Figure 16 : Diagramme en boîte de moustache d'impact de la station sur la croissance en hauteur des touffes	38
Figure 17 : Diagramme en boîte de moustache d'effet de la date sur la croissance du taille d'Ephedra dans la station Mihrab	40
Figure 18 : Diagramme en boîte de moustache d'effet de la date sur la croissance en largeur d'Ephedra dans la station Slib	42
Figure 19 : Diagramme en boîte de moustache d'impact de la station sur la croissance en largeur des touffes	44
Figure 20: Produit d'extraction	48
Figure 21: Les différentes étapes d'histologie	50
Figure 22 : des coupes (La racine)	51
Figure 23 : Vue d'ensemble d'une coupe histologique au niveau de racine	52

<i>d'Ephedra major</i>	
Figure 24 : Observation microscopique de l'ensemble (Xylème-Phloème)	52
Figure 25. : Présentation graphique des différents tissus de la racine d' <i>Ephedra major</i>	53
Figure26: Comparaison entre le Xylème, Phloème et le Cambium de l'espèce <i>Ephedra major</i>	54
Figure 27 : Relation entre l'épiderme et le liège d' <i>Ephedra major</i>	55
Figure 28 _: schéma de formation de complexe inhibiteur-enzyme	58
Figure 29 : interface de la banque des données PubChem	61
Figure 30 : Interface de banque des données RCSB	62
Figure 31 : interface de logiciel ChemDraw ultra 12	63
Figure 32: interface de logicielle HyperChem Professional	64
Figure 33 : interface de logiciel MOE	65
Figure34 : le docking moléculaire. Le Docking moléculaire a été réalisé à l'aide de logiciel « MOE » en suivant le protocole suivant	66
Figure 35 : Protocole de la préparation des molécules (Docking moléculaire)	67
Figure 36 : Structure 2D de Norephédrine	70
Figure 37 : Structure 2D de Norpseudoéphédrine	70
Figure 38: Structure optimisée de Norephédrine.	71
Figure 39 : Structure optimisée de Norpseudoéphédrine.	71
Figure 40 : Complexe 1ESD – Norephédrine	73
Figure 41 : Complexe 1ESD – Norpseudoéphédrine	74
Figure 42 : Interactions 1ESD – Norphédrine.	75
Figure 43: _Interactions 1ESD – Norpseudoéphédrine.	75

Liste Des Tableaux

Tableau 1 : Information sur la station Mihrab	15
Tableau 2 : Information sur la station SLIB	15
Tableau 3 : Données géographiques de la station ZENATA.	19
Tableau 4 : Moyennes mensuelles des précipitations des deux périodes	19
Tableau 5 : Variation saisonnière des précipitations et type de régimes pluviométriques (en mm).	21
Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles et annuelles de stations de Zenata pour les deux périodes	22
Tableau 7 : Températures maximales moyennes enregistrées au niveau de la station de Zenata pour les deux périodes (1913-1938) et (1991-2023).	23
Tableau 8 : Températures minima moyennes enregistrées au niveau de la station de Zenata pour les deux périodes (1913-1938) et (1991-2023).	25
Tableau 09 : Amplitude thermique des stations étudiées.	25
Tableau 10 : Indice de De Martonne.	26
Tableau 10 : Quotient pluviothermique d'Emberger	29
Tableau 11 : propriétés de la protéine ESTERASE	69
Tableau 12 : Valeurs d'énergie d'optimisation des ligands.	72
Tableau 13 : Valeurs de score du docking moléculaire.	75

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La biodiversité constitue une notion complexe, qui englobe à la fois la diversité génétique des populations, la diversité spécifique et fonctionnelle des communautés, la diversité des écosystèmes et les interactions entre ces différents niveaux organisationnels. L'ensemble de ces composantes ne pourrait être pris en compte par aucun indicateur : les indicateurs évaluent des parties partielles de la biodiversité (**BALMFORD ET AL., 2010**).

Selon IBOUKASSENE(2008), la diversité végétale en Méditerranée découle d'une paléogéographie complexe et dynamique, ainsi que d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse du milieu par l'homme.

L'espace méditerranéen possède une grande diversité biologique. La plupart des espèces de la flore endémique, notamment en Afrique du Nord, montrent une grande résistance aux conditions arides et salines. Ces espèces jouent un rôle essentiel dans les ressources génétiques régionales, offrant des ressources précieuses pour le pastoralisme, la culture fourragère, la production alimentaire, ainsi que pour les extractions de produits aromatiques et médicinaux (**ABDELGUERFI ET LAOUAR, 1999 ; OHBA ET AMIROUCHE, 2003**).

Les opportunités de l'Algérie sont indispensables pour évaluer et appréhender les processus de diversification et d'adaptation des plantes à l'évolution des environnements. Cela s'explique par sa position spécifique dans la région méditerranéenne et par le gradient bioclimatique remarquable du nord au sud. Les secteurs humides et subhumides du territoire algérien abritent des zones d'une biodiversité élevée, communément désignées sous le nom de « points chauds » (**MEDAIL ET QUEZEL, 1997 ; QUEZEL ET MEDAIL, 2003 ; VELA ET BENHOUBOU, 2007**).

La diversité climatique et taxonomique de l'Algérie lui confère une grande variété végétale. La flore algérienne compte plus de 3152 espèces de différentes familles botaniques, dont 15% sont des espèces endémiques (**QUEZEL ET SANTA, 1963**).

Les monts de Tlemcen font partie du patrimoine forestier national algérien. Ces derniers proposent un modèle d'étude extrêmement captivant grâce à la variété des paysages et à la distribution remarquable de la couverture végétale, qui est influencée par de nombreux facteurs écologiques (**TINTHOIN, 1948**).

INTRODUCTION GENERALE

L'étude de la diversité végétale à Tlemcen offre un exemple intéressant de la dynamique naturelle des écosystèmes, depuis le littoral jusqu'à la steppe (**STAMBOULI ET AL., 2009**).

Depuis des millénaires, les êtres humains ont utilisé les plantes naturelles pour traiter et soigner les maladies, afin de répondre à leurs besoins en soins de santé essentiels, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (**HADJADJ ET AL., 2019**).

L'objectif de cette étude est de mettre en lumière les caractéristiques botaniques et histologiques de la plante *Ephedra major*, ce qui permet de déterminer ses vertus phytochimiques. En conséquence, le but de ce manuscrit est de mener un essai *in silico* afin d'évaluer l'efficacité insecticide des composés chimiques de *Ephedra major*.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons structuré le document comme suit :

- Synthèse bibliographique
- Etude du milieu physique
- Etude bioclimatique
- Etude morphométrique
- Etude histologique
- Etude phytochimique
- Enfin conclusion générale

Chapitre I :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIE

1. Généralités sur la famille Ephedraceae

Les Ephedracees, un groupe de plants aux origines anciennes, sont considérées comme phylogénétiquement anciennes (LEE, 2011).

Il existe un seul genre, Ephedra, au sein du groupe de gymnospermes appelées (graines nues).ces petits arbres possèdent des branches fines, anguleuses et striées, avec des feuilles considérablement réduites.

Le genre Ephedra comprend environ 40 espèces , toutes possédant des écailles membraneuses (LEE,2011) .

La majorité de ces substances sont couramment utilisées comme remèdes dans la pratique de la phytothérapie traditionnelle.(EVANS,2009 ;BAGHERI-GAVKOSH ET AL.,2009 ;GHETTAF ET AL.,2014).Parmi ces espèces :*Ephedra alata*, *Ephedra Iristancia*, *Ephedra sarcocarpa*, *Ephedra strobiliacea*, *Ephedra procera* et *Ephedra pachyclada* (RUSTAIYAN ET AL.,2011)

L'éphédra est une plante médicinale depuis des siècles, recherchée pour son efficacité contre les infections respiratoires, et est utilisée dans la médecine européenne sous le nom d'éphédrine. Pousse en Europe centrale et sur la côte méditerranéenne. Leurs baies sont utilisées comme médicament (PELLAY MARYVONNE., 2011).

2. Généralités sur le genre Ephedra

2.1. ETHYMOLOGIE

Le mot éphédra est dérivé du grec « éphédra » et fait spécifiquement référence à une plante semblable à la prêle, comme le notait (BONNIER EN 1934).

2.2. Présentation du genre EPHEDRA

La famille des Ephedra, représentée par le seul genre Ephedra, compte environ 40 espèces dans le monde (EVANS, 2009). Elle est représentée par un arbuste vivace dioïque aux branches articulées, atteignant 1 à 3 mètres de hauteur, et mince, dressé, tiges vertes. . Légèrement nervurés, les tubules mesurent 1,5 mm de diamètre et se terminent souvent par une pointe pointue. Les feuilles sont de forme triangulaire à des nœuds espacés de 4 à 6 cm, par paires ou en verticilles par trois, donnant à la plante l'apparence d'un arbuste sans feuilles. De petites fleurs apparaissent en été (LIMBERGER ET AL., 2013 ; OZENDA, 1991 ; ABOURASHED ET AL., 2003). Les espèces de ce genre peuvent pousser dans des

Chapitre I :Synthèse bibliographie

conditions semi-arides et désertiques, ce qui rend les six continents propices à la culture de ce genre. Cette dernière pousse généralement sur des sols sableux, des coteaux secs et des coteaux secs (LIMBERGER *ET AL.*, 2013 ; QINGBIAO, 2006), et pousse principalement en Chine, en Inde, en Égypte, au Moyen-Orient, en Europe et dans les Amériques (HEGAZI ET EL -LAMI, 2011).

3. L'espèce d'*Ephedra major*

3.1. Description botanique du genre *EPHEDRA MAJOR*

Arbuste dioïque, h. 0,5-1,50 m, buissonnant, à nombreux rameaux dressés en faisceaux serrés, minces, un peu rudes, ne se désarticulant pas à la dessiccation. Feuilles. Opposées, connées, réduites à une gaine courte. De 0,5-1 mm, à partie libre triangulaire su obtuse vite caduque. In flores-des pieds d en glomérules sessiles, très petits (3-5 mm), solitaires, cence ou géminés à 4-8 fleurs à bractées opposées obtuses soudées à la base ; androcée à 6-8 anthères ; inflorescence 9 à 2 fl. courtement pédonculées et opposées de part et d'autre de l'axe ; ovaire à tubille externe, entouré de 2 paires de bractées inégales, les sup. courtement soudées. Galbules de 5-7 mm ovoïdes, rouges ou jaunes à maturité, à graine oblongue, carénée, les bractées charnues (QUEZEL, P. SANTA, S, 1963)



Figure 01 : Photos originales de l'espèce végétale *Ephedra major* sur le lieu de récolte (BELAIDI 2024)

Chapitre I :Synthèse bibliographie

3.2. Classification systématique

Les botanistes ont classé l'espèce *Ephedra major*. Comme suite (OZENDA, 1989)

Règne : Plantae

Embranchement : Tracheophyta

Sous embranchement : Gymnospermes

Division : Gnetophyta

Classe : Gnetopsida

Ordre : Ephedrales

Famille : Ephedracées

G\ Espèce : *Ephedra major* = *E. nebrodenssis*

Sous espèce : *Ephedra major* subsp. *Nebrodensis*

3.3. Répartition géographique :

Évoluant de manière primordiale, le genre *Ephedra* est constitué d'arbustes qui prospèrent dans les régions arides ou désertiques caractérisées par des paysages secs, sableux ou rocheux. Possédant un parfum puissant et une saveur nettement amère, cette plante utilise ses tiges séchées comme composant principal de l'arbuste (BLUMENTHAL, 1998).

Le genre *Ephedra* est principalement réparti dans les régions arides d'Asie centrale et occidentale, d'Europe méditerranéenne, d'Amérique, du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord, englobant également les îles Canaries (FREITAG ET MAIER-STOLTE, 1989).

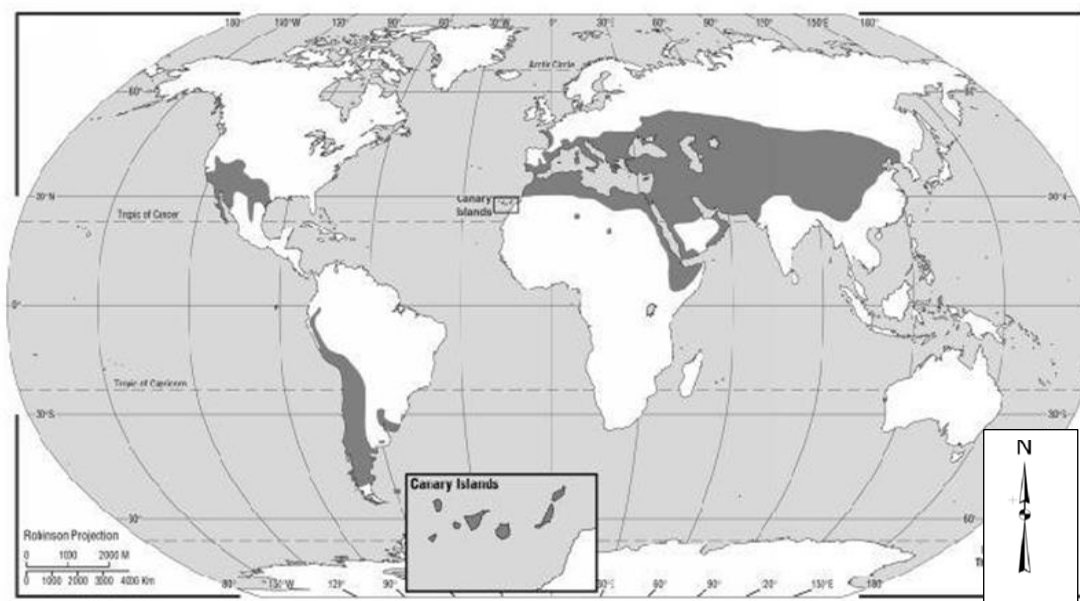


Figure 02 : Repartitions géographique de l'*Ephedra* dans le monde (Cavane, 2001).

3.4. Compositions phytochimiques

Les espèces de l'Ephédra sont des sources naturelles de nombreux phytoconstituants (« phyto- » signifie « plante » en grec) incluant des alcaloïdes, des tanins, des saponines, des proanthocyanidines, des acides phénoliques, des flavonoïdes et des huiles essentielles (EVANS ,2009). Ces phytoconstituants se trouvent naturellement dans l'éphédra et ont été largement étudiés pour leurs propriétés biologiques traditionnelles, et sont attribuables en grande partie aux alcaloïdes de type éphédrine, proto-alcaloïdes dérivés de la phénylalanine (AL-QARAWI ET AL, 2011). Notons que l'éphédrine et la pseudoéphédrine sont généralement les plus répandus, représentant environ 80% de la composition alcaloïde de la plante séchée (SONI M.G, 2004). Les espèces de l'Ephedra sont des sources naturelles de divers phytoconstituants tels que des alcaloïdes, des tanins, des saponines, des proanthocyanidines, des acides Phénoliques, des flavonoïdes et des huiles essentielles (HEGAZI ET EL-LAMEY, 2011).

3.4. Utilisation

C'est une source importante de composés pharmaceutiques (GORAI ET AL., 2015). Selon AL-RIMAWI ET AL. (2017), l'éphédra a été employée dans la médecine traditionnelle chinoise afin de soigner les allergies, l'asthme, les frissons, le rhume, le rhume des foies, la toux, l'œdème, la fièvre, la grippe, les maux de tête et congestion nasale.

Les variétés d'Ephédra font partie des herbes médicinales les plus anciennes connues de l'humanité. L'espèce principale utilisée en Chine depuis plus de 5000 ans est *E. sinica*. Depuis l'Antiquité, *E. gerardiana* a également été employée dans la médecine traditionnelle indienne. Même au cours de l'empire romain, l'Ephédra était largement réputée (ABOURASHED Et AL., 2003).

Dans le domaine de la médecine traditionnelle, cette espèce est largement utilisée, en particulier dans l'utilisation des jeunes tiges (ABOURASHED ET AL., 2003). En règle générale, ces tiges sont bouillies pendant environ 30 minutes dans de l'eau, puis la décoction est consommée par voie orale sous forme de thé chaud avec une quantité d'herbe de 1,5 à 9 g (JARADAT ET AL., 2015).

Les plantes du genre Ephedra y compris *Ephedra major* et d'autres, sont traditionnellement utilisées à diverses fins médicales, notamment pour traiter le rhume des foies, l'asthme et le rhume. Les membres de ce genre contiennent une variété d'alcaloïdes actifs médicinaux (mais surtout éphédrine) et largement utilisés dans les préparations pour le traitement

Chapitre I :Synthèse bibliographie

de l'asthme. Composés contenus dans l'éphédra les alcaloïdes jouent un rôle efficace dans le traitement de diverses maladies. (**ABOURASHED ET AL., 2003**)

En Egypte, *E. alata* est utilisée en médecine traditionnelle comme purifiant, hypotenseur, antiasthmatique et astringent (**NAWWAR ET AL., 1984**).

En Arabie Saoudite, L'éphédra est l'une des plantes de pâturage les plus répandues. De nombreux animaux sont utilisés comme pâturages pour leur arôme acceptable (**AL-QARAWI ET AL., 2012**).

Au Maroc, l'éphédra est utilisée pour traiter le diabète (**GHOORRI ET AL., 2013**).

En Algérie, *E. alata* est utilisé sous forme de tisane, d'inhalation et de gouttes nasales pour traiter la grippe, la coqueluche et la faiblesse générale (**OULD EL HADJ ET AL., 2003**).

4. Pharmacologie

Il semblerait que les effets pharmacologiques et toxicologiques de cet arbuste soient liés à ses alcaloïdes de type éphédrine, principalement (-) -éphédrine et (+) -pseudoéphédrine.

Même si les catécholamines ne présentent pas de groupement phénolique caractéristique, l'Ephédrine est un agoniste sympathomimétique qui agit à la fois sur les récepteurs adrénergiques α et β , elle a également un impact indirect sur le système sympathique en augmentant la libération de noradrénaline à partir des vésicules de stockage dans les neurones sympathiques vers la zone synaptique, où elle se fixe sur les récepteurs post-synaptiques α et β (**MA ET AL., 2007; CHEN ET AL., 2010 ; LIMBERGER ET AL., 2013**);).

Les récepteurs adrénergiques α et β sont principalement stimulés, ce qui entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque et de la contractilité. De plus, elle encourage la vasoconstriction périphérique grâce à la fraction pseudo-éphédrine et la dilatation des bronches, ce qui explique son utilisation traditionnelle en tant que décongestionnant nasal et antiasthmatique, ainsi que que la stimulation du SNC (système nerveux central) (**ABOURASHED ET AL., 2003**) (**PHINNEY ET AL., 2005**).

Toutefois, l'éphédrine a des effets hypertenseurs et vasoconstricteurs moins rapides et moins puissants, mais ils sont plus durables et plus stables dans les conditions du

métabolisme par rapport à l'adrénaline (**CHOPRA ET AL., 1960**). C'est la raison pour laquelle il est déconseillé de prendre de l'éphédrine, qui semble être le principal actif de la plupart des espèces d'Ephedra, chez les patients souffrant d'hypertension ou d'autres problèmes de MCV, de glaucome ou d'hyperthyroïdie (**SONI ET AL., 2004; CHEN ET AL., 2010**).

4.1. TOXICOLOGIE

Les variétés d'Ephedra présentent à la fois des effets positifs et néfastes (**MA ET AL., 2007**). De manière clinique, cela peut entraîner une tachycardie, une hypertension, une accumulation d'eau, une dilatation des bronches, une agitation et une mydriase. On sait aussi que l'utilisation de l'Ephédra est liée à des symptômes gastro-intestinaux et psychiatriques (**PETERS ET AL., 2005**). La médecine traditionnelle chinoise recommande l'utilisation de l'Ephédra uniquement pour les situations aiguës et contre-indique son utilisation à long terme en raison de ces effets (**CHEN ET AL., 2010**).

5. Molécules actives d'*Ephedra major*

5.1. Norephedrine

La norephedrine c'est une alcaloïde de l'éphédra, substance proche de l'éphédrine, utilisée dans le traitement de l'asthme et comme décongestionnant nasal. (**web01**)

La noréphédrine est un produit naturel qui se trouve dans *Ephedra likiangensis*, *Éphedra minuta* et d'autres organismes dont les données sont disponibles. (**web02**)

La noréphédrine est une amphétamine qui est le propylbenzène remplacé par un groupe hydroxy à la position 1 et un groupe aminé à la place 2 (the 1S, 2R-stereoisomer). C'est un membre de l'amphétamine et d'un alcaloïde de phénylamine. (**web03**)

Lorsqu'il est chauffé pour se décomposer, il émet des vapeurs très toxiques de nitroxydes. (**LEWIS, R.J, 1996**)

En tiwan, ils ont approuvé comme produit pharmaceutique : médicaments pour animaux (**web04**)

5.1.1. Les effets de norephedrine

La phénylpropanolamine, dite également noréphédrine, est une substance voisine de l'amphétamine, ayant un effet vasoconstricteur et donc une action décongestionnante. Utilisée depuis des décennies dans de nombreuses spécialités médicales pour traiter les symptômes

Chapitre I :Synthèse bibliographie

désagréables du rhume, une étude américaine publiée en décembre 2000 a jeté un doute sur son innocuité.

L'utilisation concomitante de phénylpropanolamine et d'indométhacine a été associée à une hypertension sévère chez un patient; l'hypertension n'a pas eu lieu lorsque l'un des deux médicaments a été utilisé seul **(MCEVOY, G.K. (ED.),1998)**

L'administration de phénylpropanolamine à des patients ayant reçu des anesthésiques généraux à base de cyclopropane ou d'hydrocarbures halogénés peut entraîner des arrhythmies **(MCEVOY, G.K. (ED.) ,1998)**

Signes et symptômes : les effets aigus d'une seule capsule de chacune des deux préparations contenant de la phénylpropanolamine ont été déterminés chez un groupe de jeunes adultes en bonne santé, par comparaison en double aveugle avec des préparations placebo correspondantes. La pression artérielle diastolique supine a augmenté à 100 mm Hg ou plus chez 12 sujets sur 37 prenant un médicament anorexique (85 mg de phénylpropanolamine par capsule) et chez 4 sur 34 sujets prenant une préparation décongestive (50 mg de phénylpropanolamine par capsule). Vingt des sujets prenant les capsules de 85 mg ont signalé des effets secondaires indésirables. La fréquence et l'étendue de la réponse hypertensive aux préparations contenant de grandes doses de phénylpropanolamine suggèrent que l'utilisation clinique de ces préparations doit être réexaminée et que leur disponibilité sans ordonnance médicale peut ne pas être appropriée. **(HOROWITZ JD ET AL, 1980)**

ANIMALES DE LABORATOIRE: Exposition aiguë/surdose avec l'agent sympathomimétique phénylpropanolamine peut provoquer des arrhythmies et des lésions du myocarde chez l'homme. Pour étudier le mécanisme de ces effets toxiques, des rats non esthétiques (6 animaux par groupe) ont reçu des doses intrapéritoneales uniques de 1, 2, 4, 8, 16 ou 32 mg/kg de phénylpropanolamine. Les augmentations de la pression artérielle, mesurées par la poignée de la queue, étaient liées à la dose et comparables aux augmentations rapportées chez les patients présentant une toxicité à la phénylpropanolamine. Les animaux ont été tués à 24 heures et l'examen microscopique légèrè a montré une nécrose myocardique diffuse liée à la dose. Les scores histologiques (une mesure de la sévérité de la nécrose) dans les groupes recevant 8, 16 et 32 mg/kg de phénylpropanolamine étaient respectivement de 1,4 + ou - 0, 5, 1,8 + et - 1,0, et de 2,3 + ou 0, 4, et étaient tous significativement plus élevés que le score histologique des animaux de contrôle (0,2 + ou 0,3, $p < 0,01$). La lésion observée

Chapitre I :Synthèse bibliographie

était similaire en apparence à la nécrose du myocarde produite par de grandes doses de catécholamines ou d'agents sympathomimétiques chez les rats. En résumé, les doses uniques de phénylpropanolamine ont provoqué une nécrose du myocarde chez les rats à des doses comparables à celles qui ont causé une toxicité chez l'homme. La nécrose du myocarde peut contribuer à la toxicité cardiaque de la surdose de phénylpropanolamine **(PENTEL PR ET AL, 1987)**

Autres informations sur la toxicité Une femelle de Labrador, âgée de 5 ans, de 29 kg, a développé une tachypnie, une tachycardie et une ataxie après l'ingestion d'environ 48 mg/kg de phénylpropanolamine. Les premiers tests diagnostiques ont montré une tachycardie ventriculaire multiforme, une dilatation ventriculaire gauche avec une région discinétique focale dans le septum interventricule dorsal et des augmentations de la créatinine kinase et de la troponine cardiaque I. Toutes les anomalies ont été résolues dans les 6 mois. Les anomalies électrocardiographiques, échocardiographiques et biochimiques transitoires étaient cohérentes avec la nécrose du myocarde due à l'infarctus ou à la toxicité du myocarde induite par la catécholamine directe. **(CRANDELL JM ET AL, 2005)**

Les auteurs rapportent un cas de psychose paranoïaque suite à l'utilisation d'un décongestionnant contenant de la phénylpropanolamine et résumant la littérature des rapports de cas sur les effets indésirables psychiatriques de la fénylprophanolamine dans lesquels les doses étaient connues et déclarées dans les limites des lignes directrices recommandées. Il ressort de ces rapports un modèle de facteurs de risque possibles. Ceux-ci peuvent inclure 1) des symptômes ou des antécédents de troubles du spectre de l'humeur, 2) l'historique de la psychose, 3) le sexe féminin, 4) l'histoire familiale du trouble psychiatrique. **(MARSHALL RD, DOUGLAS CJ, 1994)**

5.2. Norpseudoephedrine :

Norpseudoephedrine ou Cathine est un produit naturel trouvé dans *Catha edulis* et *Ephedra sinica* avec des données disponibles **(web05)**

norpseudoéphédrine et de (+) norpseudoéphèdrine, est un médicament psychoactif ayant des propriétés stimulantes. Il appartient aux classes chimiques de la phénythylamine et de l'amphétamine. Aux États-Unis, il est classé comme une substance réglementée de l'annexe IV. **(web06)**

Chapitre I :Synthèse bibliographie

En relation étroite avec l'éphédrine, la cathinone et d'autres amphétamines, il peut contribuer à l'effet stimulant de *Catha edulis*, bien qu'un autre constituant, la cathinone semble montrer une activité plus forte.

5.2.2. Les effets de norpseudoeohedrine :

5.2.2.1. Stimulation du système nerveux central

La cathine augmente la libération de neurotransmetteurs comme la dopamine et la noradrénaline, ce qui conduit à une stimulation accrue et à une sensation d'euphorie.(**Kalix, P. (1992).**

5.2.2.2. Augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle :

Comme d'autres stimulants, la cathine peut augmenter la fréquence cardiaque et la pression artérielle (**GEISSHÜSLER, S., & BRENNEISEN, R. 1987**)

5.2.2.3. Effets psychotropes

La consommation de cathine peut entraîner des effets psychotropes tels que l'euphorie, l'augmentation de l'énergie, et une réduction de l'appétit. (**AL-MOTARREB, ET AL, 2002**)

5.2.2.4. Effets secondaires et risques pour la santé

L'utilisation prolongée de cathine peut entraîner des effets secondaires tels que l'insomnie, l'hypertension, et des troubles psychiatriques comme l'anxiété et la psychose (**TOENNES, S, ET A 2003**)

Chapitre II :
Etude de milieux physique

Chapitre II :Etude de milieux physique

Introduction

Selon **BOUAZZA ET AL(1998)** les steppes sont le lieu d'un déséquilibre écologique néfaste et continu qui résulte de la variation du milieu physique.

Il est crucial de comprendre les données du milieu physique sous ses diverses formes afin de comprendre les phénomènes liés aux divers aspects du milieu et des bio-composantes **(SIBA, 2022)**.

Nous nous intéressons à la flore steppique du versant sud de la région de Tlemcen afin de saisir les éléments qui influencent son développement et ses changements. Afin de repérer les éléments qui impactent la répartition spatiale et la répartition de la végétation à la station de Beni Snous, il est essentiel de pouvoir caractériser, identifier et localiser précisément cette station sur le terrain. La différenciation de la couverture végétale est influencée par divers facteurs locaux tels que la localisation géographique, la topographie, la géologie, la géomorphologie, la climatologie, la pédologie...

Chapitre II :Etude de milieux physique

1. La wilaya de Tlemcen

La région de Tlemcen se trouve dans la partie occidentale du nord-ouest de l'Algérie, et elle est frontalière avec le Maroc. Elle s'étend sur une superficie de 9017,69 km² et est géographiquement délimitée par (ALLAM, 2014).

- ✓ La mer Méditerranée au Nord
- ✓ Wilaya de Naama au Sud
- ✓ Le Maroc à l'Ouest
- ✓ Wilaya d'Ain Temouchent au Nord- Est
- ✓ Wilaya de Sidi Bel Abbés au Sud-Est

Les montagnes de Tlemcen se trouvent entre la latitude Nord 34° et 35° et les longitudes Ouest 0°30' et 2°. Elles sont divisées par une chaîne qui commence à 600 m d'altitude et atteint des sommets de plus de 1800 m à certains endroits. Ces montagnes s'étendent sur une superficie de 178000 hectares, couvrant huit communes entières : Beni-Snous, Bouhlou, Béni-Bahdel, Azail, Sidi-Mjahed, Aïn-Ghoraba, Sebdou, Beni-Smiel, et deux communes partielles : Aïn-Tallout représentée par la région de Tadjemout et Béni-Boussaïd par celle de Ras Asfour (BELHACINI, 2011).

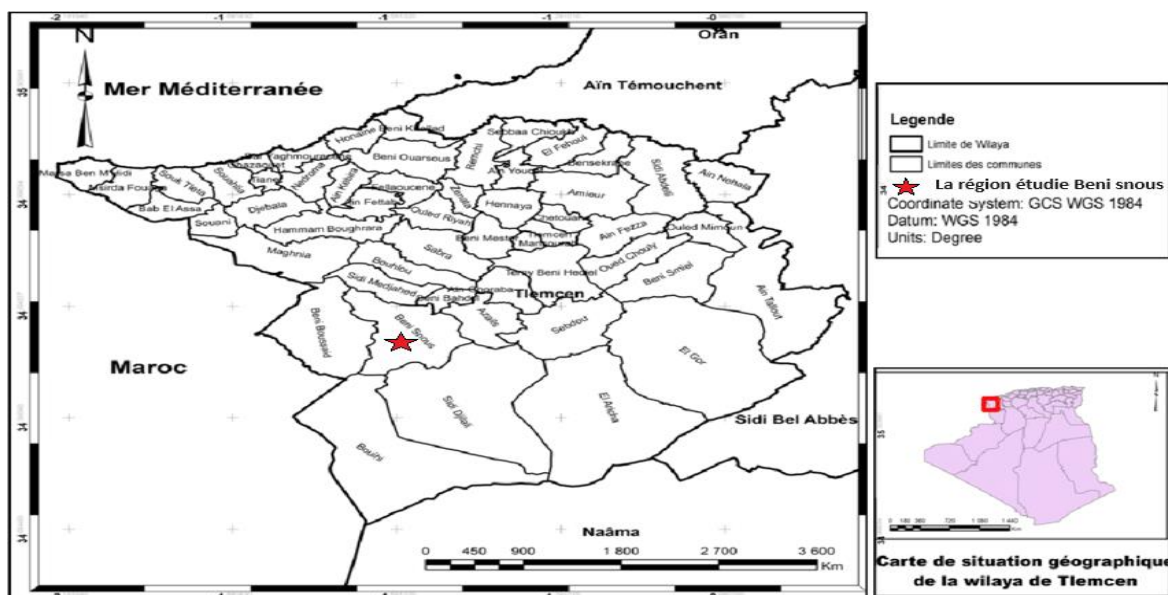


Figure 3 : Carte de situation géographique de la wilaya de Tlemcen et la zone d'étude (site web 07).

2. Situation géographique des stations d'étude

Benisnous est situé à environ 35 kilomètres au sud-ouest de la ville de Tlemcen. Il a des frontières auteurs : Beni Bousaid (Ouest), Sidi Djillali et Sebdou (Est), Beni Hedia vue du nord, Tierney du nord-est et les montagnes McHamidage du nord au sud se trouve la frontière marocaine. il occupe une grande partie de la chaîne de montagnes connue comme Oud Tefna et Oud El Khemis (**BENAÏSSA, 2003**).

Benisnous est administrativement divisé en trois parties principales (comme le montre l'image ci-dessus) : Azail, Beni Behdel et El Khemis chacune de ces zones comprend également les petites zones suivantes :

✓ El Khemis : le plus grand district du Benisnus, contenant une dizaine de villages à savoir Fahs, Ouled Moussa, Ouled Arbi, Dar Eyyad, Beni Achir,

Benizidas, Sid Albi, Maazel, Urad Markl et Urad Chayeb.

✓ Azail : Contient six villages Zehra, Memlouh, Jelin, Mghanine et Diar EL Arabe.

✓ Beni Behdel : Se compose de trois villages à savoir Kadara, Tassa et Gaada. (**BENAÏSSA, 2003**).

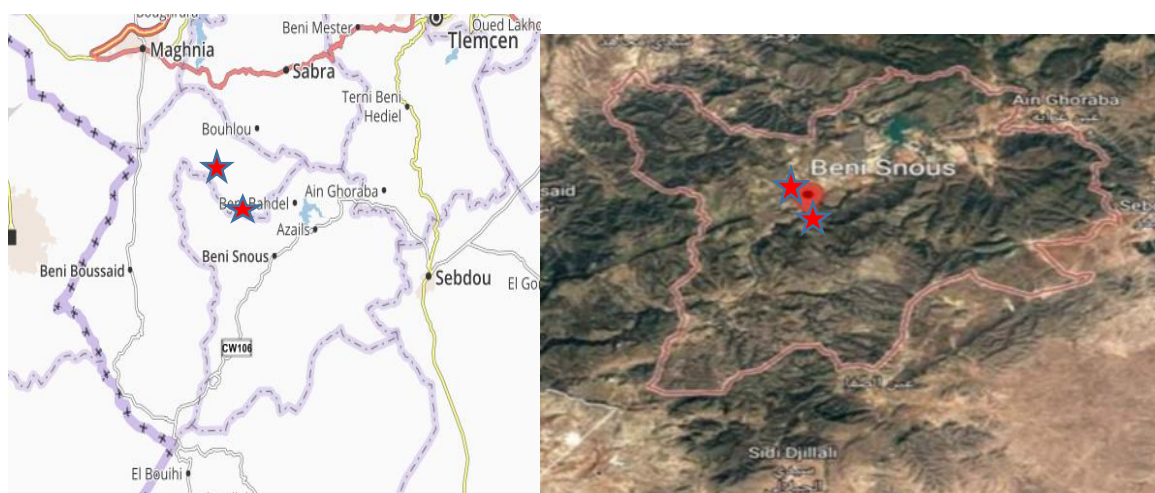


Figure 4 : les stations d'études (Beni Snous El mihrab, Slib) wilaya de Tlemcen (source : **Google Earth 2024**)

Chapitre II :Etude de milieux physique

2.1. Choix des stations

Le choix des stations est principalement basé sur la présence *d'Éphédra major (nebrodenssis)* qui est l'objet de notre recherche.

Nous avons choisi deux stations au niveau de Beni-Snous (El Mihrab et Slib).

2.1.1 Station d'El Mihrab

Tableau1 : Information sur la station Mihrab

Wilaya	Station	Latitude	Longitude	Altitude
Tlemcen	El Mihrab	N34°38'9,56	1°33'9,	1112m

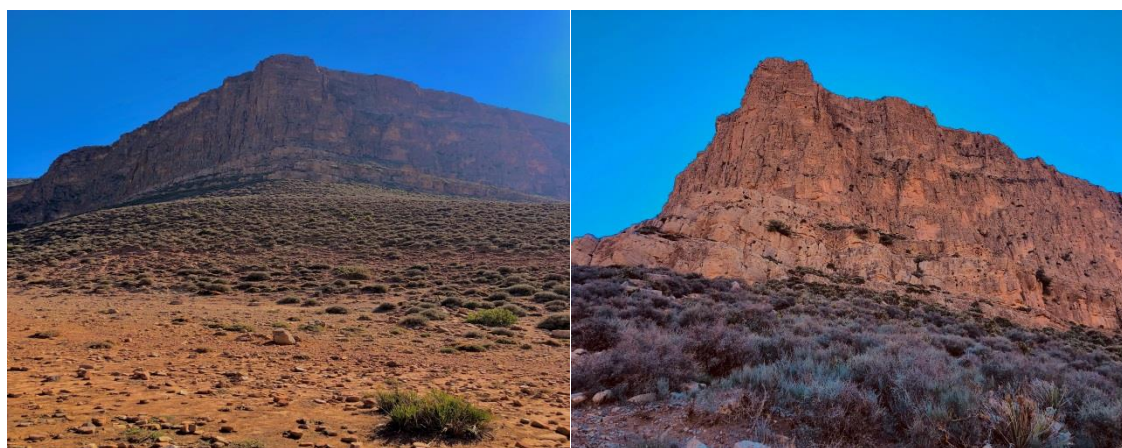


Figure 5 : Vue générale de la station d'El Mihrab-Beni snous (BELAIDI 2024)

2.1.2 Station de Slib

Tableau 2 : Information sur la station SLIB

Wilaya	Station	Latitude	Longitude	Altitude
Tlemcen	Slib	N34°37'54,06	1°36'47,96	1408m



Figure 6 : Vue générale de la station de Slib - Beni Snous (BELAIDI 20224)

3. Description de la région (Béni-Snous)

La zone d'étude est située dans une chaîne de montagnes caractérisée par des formations forestières dominées par le chêne vert (*Quercus ilex*). Cette chaîne constitue l'extrémité occidentale des monts de Tlemcen et s'élève progressivement du nord au sud, connue sous le nom de monts de Rhar-Roubane (MEKAHLI, 1988).

4. Géologie

Beni-Snous est une région située dans la partie occidentale des monts de Tlemcen. Elle se trouve entre deux falaises dont les pentes sont abruptes et peuvent dépasser 25 %. Les formations géologiques observées dans cette zone sont représentées de la manière suivante :

- Les grès de Boumediene sont principalement composés de grès, avec des passées argileuses pouvant atteindre 500m, se trouvant dans le secteur d'El-Khemis.
- Les formations dures (dolomie, calcaire et grés) d'âge jurassique, avec des intercalations de bancs argileux, caractérisent les sols à rots pentes au niveau d'Azail.
- Le calcaire et la dolomie jurassique caractérisent toutes les formes des reliefs, tandis que le pliocène continental (pouding et calcaire) caractérisent la commune de Beni-Bahdel. (PDAU, 2008).

5. Géomorphologie

80% de la superficie du territoire communal est occupé par la zone montagneuse, qui fait partie de la partie occidentale des monts de Tlemcen, dont le relief est abrupt. Les sommets s'élèvent de 500 à 800 mètres d'altitude jusqu'au sommet le plus élevé, le TAGA,

qui atteint une altitude proche de 1675 mètres. Le reste (20%) est constitué de quelques vallées, dont la plus significative est celle d'El-Khemis.

6. Aperçue pédologique

Selon **DU CHAUFFOUR (1977)**, la plupart des sols des régions méditerranéennes, y compris ceux qui ont un climat méditerranéen, sont des sols fersialitiques. Selon **GAOUAR (1980)**, la wilaya de Tlemcen est caractérisée par trois catégories de sols différentes :

- Les sols bruns-rouges fersialitiques non lessivés sont généralement trouvés dans des climats semi-arides à faible pluviométrie, où la végétation est très dégradée. Ils se distinguent par leur présence de matorrals à Doum ou à Diss, notamment vers Nedroma, Remchi et la sortie nord de Tlemcen...
- Les sols fersialitiques lessivés brun-rouge sont en réalité rouges en zone sub-humide, caractérisés par le processus de sédimentation, et sont accélérés en forêt au sous-bois moins dense.
- Les sols fersialitiques bruns-rouges appelés Tarra Rossa se trouvent partout dans les matorrals de Doum et de Diss. Ils sont également répartis dans les dolomies, notamment dans les poches de Terny et au nord-ouest vers Beni-Bahdel.

Chapitre III :
Etude bioclimatique

Introduction

Deux explications sont proposées pour expliquer ce climat : Certains explorateurs considèrent que le climat méditerranéen demeure marqué par des étés secs et des hivers doux. Parmi eux, on peut mentionner (**DEMARTONNE, 1926**), (**TURRIL, 1929**), (**GAUSSEN, 1954**), (**WALTER ET AL., 1960**), (**MOONEY ET AL., 1973**), (**PAGNEY, 1976 DANS DAGET, 1980**).

Certains chercheurs soutiennent que le climat méditerranéen se caractérise par une concentration des précipitations en hiver et des étés secs. Parmi ces auteurs, on peut également mentionner la position de (**CONRAD, 1943**), (**SAUVAGE, 1960**), (**LE HOUEROU, 1969**) ET (**DAGET, 1980**).

Divers chercheurs ont étudié le climat de l'Algérie, notamment **SELTZER (1946)**, (**BAGNOULS ET GAUSSEN, 1953**), **EMBERGER (1955)**, **STEWART (1985)**, **BOTTNER (1981)**, **LE HOUEROU (1995)** ET **BENABADJI ET AL. (1996)**. Tous ces écrivains sont d'accord sur l'intégration du climat algérien dans le contexte du climat méditerranéen, qui se caractérise par des étés chauds et secs correspondant à la saison estivale, ainsi que des hivers froids et pluvieux alignés avec la saison hivernale.

L'objectif de cette analyse bioclimatique est d'établir une comparaison étroite entre l'ancienne et la nouvelle période de la région de Zenata, dans le but de pouvoir établir une corrélation entre les variations bioclimatiques et leur impact sur la distribution du couvert végétal.

1. Méthodologie

La région de Beni Snous ne possède pas sa propre station météorologique, donc nous avons utilisé les données climatiques de la station météorologique Zenata la plus proche pour notre étude climatique.

Nous avons étudié les données des deux principaux paramètres climatiques, à savoir les précipitations et les températures, en considérant qu'ils peuvent influencer la végétation.

L'analyse bioclimatique vise à établir une comparaison étroite entre l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023) des stations d'étude.

Chapitre III :Etude bioclimatique

Tableau 3 : Données géographiques de la station ZENATA.

Station	Altitude(m)	Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)
ZENATA	247	35°01' N	-1°.46' W	640 516,28	3 875 235.59

2. Factures climatiques

2.1. Précipitations

Le concept de variation des précipitations est simple : les précipitations diminuent au fur et à mesure que l'on se déplace du nord au sud et d'est en ouest. Toutefois, dans les régions montagneuses à haute altitude, les précipitations peuvent jouer un rôle important. (CHAABANE ,1993) a confirmé cette observation.

Les précipitations sont caractérisées par la chute d'un ensemble de particules : pluie, bruine, neige, grêle, granules de glace, grésil et prismes de glace. En général, elles se trouvent dans les nuages. Il est possible que ces particules atteignent partiellement la surface terrestre après avoir été partiellement évaporées, ou qu'elles s'évaporent complètement lors de leur descente. (RATA ,2022)

2.1.1. Régime mensuel

Tableau 4 : Moyennes mensuelles des précipitations des deux périodes

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moy
(1913/1938)	65	62	49	44	38	11	1	4	23	42	68	67	474
(1991/2023)	48,9	35,6	41,2	39,3	28,2	7,0	2,5	16,7	18,4	30,1	45,1	40,0	353,0

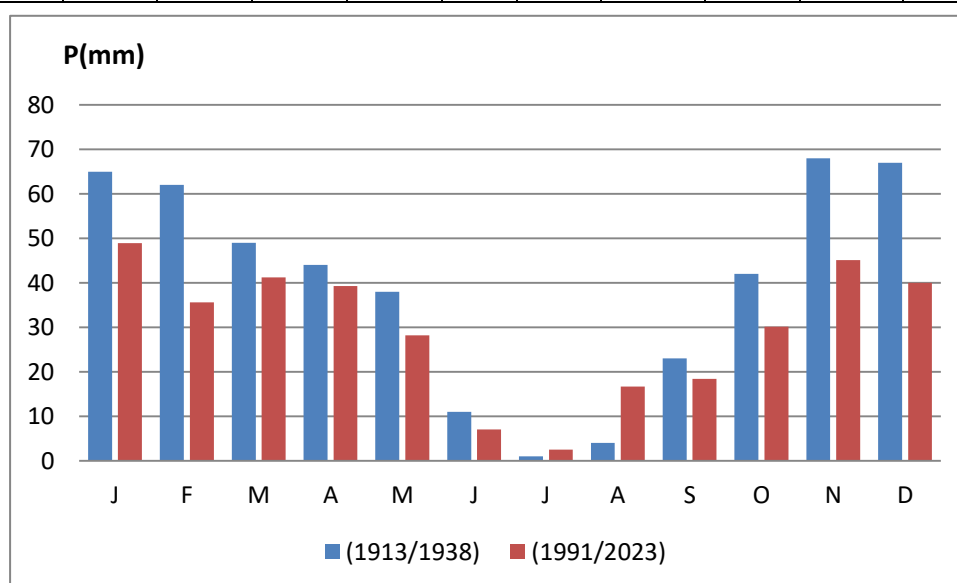


Figure 7 : Régime pluviométrique mensuel pour la station de ZENATA pour l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023)

Chapitre III :Etude bioclimatique

Le tableau N°4 et la figure 07 mettent en évidence les particularités des précipitations mensuelles enregistrées dans la station de ZENATA durant les deux périodes de référence.

On observe que le mois de Juillet est le plus sec dans les deux périodes.

- Pour l'ancienne période, les précipitations mensuelles de la station ont varié de 68 mm en novembre à 1 mm en juillet
- Les précipitations mensuelles pour la nouvelle période fluctuent d'un mois à l'autre. Le mois de janvier enregistre une valeur maximale de 48,5 mm, tandis que le mois de juillet est le plus sec avec une valeur minimale de 2,5 mm.

L'étude des informations sur les précipitations (ancienne et nouvelle période) révèle une diminution de la pluviosité par rapport à l'ancienne période. Elle était d'environ 474 mm pendant la période précédente (1913-1938) et de 353 mm pendant la période actuelle (1991-2023)

2.1.2. Régime saisonnier

Le régime saisonnier est établi à partir de la somme des précipitations par saison et en classant chaque saison par ordre de pluviosité décroissante, en utilisant la première lettre alphabétique de chaque saison, comme suit :

P : Printemps ;

H : Hiver

E : Eté ;

A : Automne.

La notion de régime saisonnier a été définie pour la première fois par (**MUSSET ,1953**).

Chaque saison est représentée par une période de trois mois, désignée par sa première lettre par l'initiale (P.H.E), Ou (A). Par conséquent, nous avons :

- **P** : printemps (Mars–Avril-Mai).
- **H** : hiver (Décembre-Janvier-Février).
- **E** : été (Juin-Juillet-Aout).
- **A** : automne (Septembre-Octobre -Novembre).

$$Csr = \frac{Ps}{X4/Pa}$$

Crs : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET

Chapitre III :Etude bioclimatique

Ps : précipitations saisonnières

Pa : précipitations annuelles

Tableau 5 : Variation saisonnière des précipitations et type de régimes pluviométriques (en mm).

Répartitions saisonnières des pluies (mm)										
Station	Saisons								Pluviosité annuelle	Régime pluvial
	Hiver		Printemps		Eté		Automne			
	P (mm)	Crs	P (mm)	Crs	P (mm)	Crs	P (mm)	Crs		
Zenata 1913/1938	194	1,63	131	1,1	16	0,13	133	1,12	474	HAPE
Zenata 1991/2023	124,5	1,41	108,7	1,23	26,2	0,29	93,6	1,06	353	HPAE

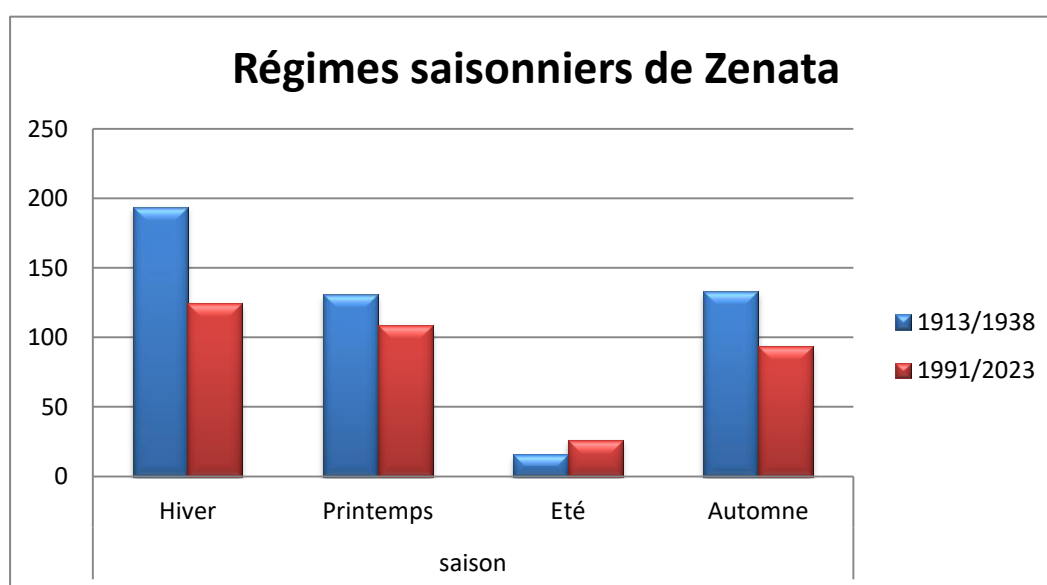


Figure 08 : Régimes saisonniers de Zenata pour l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023)

Chapitre III :Etude bioclimatique

Selon les données du Tableau5 et de la figure08, les fluctuations saisonnières des précipitations pour notre zone d'étude sont classées comme HAPE pour l'ancienne période et HPAE pour la nouvelle période.

On observe une forte pluviométrie pendant l'hiver (décembre, janvier, février) pour l'ancienne période. Par contre la nouvelle période on observe que le pourcentage de Hiver et le Printemps sont proche, avec une période très sèche pendant l'été (juin, juillet, août) pour les deux périodes.

2.2. Températures

(DUCHAUFFOUR ,1983) affirme que le climat est influencé par de nombreux facteurs. La température joue un rôle essentiel dans la répartition et la croissance des plantes, ainsi que dans l'évolution du sol et même dans la reproduction. Les scientifiques utilisent souvent plusieurs indicateurs clés pour étudier la végétation, comme la moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M », ainsi que l'amplitude thermique.

Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles et annuelles de stations de Zenata pour les deux périodes

Moyennes mensuelles des Températures des deux périodes													
Période	Les mois												
	J	F	M	A	M	JU	JT	A	S	O	N	D	T(moy)c °
Zenata 1913/1938	9,9	10	10,5	13	15	21	24	26	21,5	17	13	10	16,97
Zenata 1991/2023	11,3	12,1	14,2	16,1	19,4	23,1	26,5	27,2	23,9	20,3	15,5	12,6	18,5

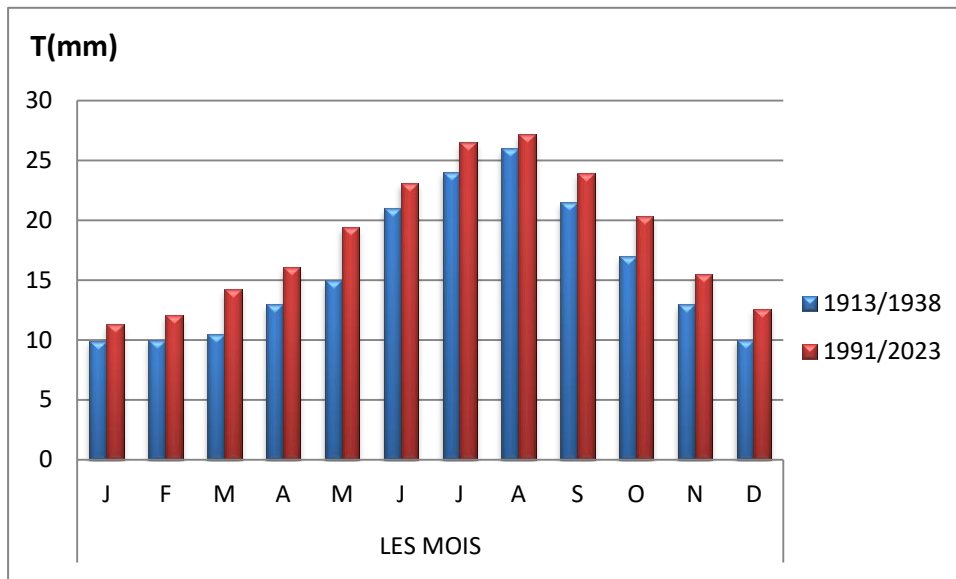


Figure 09 : Variations mensuelles des températures de la station de Zenata pour l'ancienne période (1913-1938) et la nouvelle période (1991-2023)

Les températures moyennes mensuelles jouent un rôle important dans la sécheresse climatique. **Le tableau 6** présente les variations mensuelles moyennes de température à la station de recherche pendant l'ancienne et Nouvelle période.

Nous remarquons que les températures pourraient être plus élevées pendant la nouvelle période par rapport à la période précédente. Le mois d'août a connu la plus haute température de l'ancienne période (1913-1938), avec 26°C et aussi pour la nouvelle période (1991/2023) avec 27,2°C.

Les deux périodes de référence ont enregistré la température minimale en janvier, avec 9,9°C dans l'ancienne période et 11,3°C dans la nouvelle période.

Chapitre III :Etude bioclimatique

2.2.1 Températures moyennes des maximas du mois le plus chaud (M)

Tableau 7 : Températures maximales moyennes enregistrées au niveau de la station de Zenata pour les deux périodes (1913-1938) et (1991-2023).

Températures maximales moyennes M (° C)		
Période	M (° C)	Mois
Zenata 1913/1938	32,04	Août
Zenata 1991/2023	33,9	Août

Selon le **tableau 7**, les valeurs de M ont augmenté entre les deux périodes dans la station de Zenata. Les maximums se produisent au mois d'août avec 32,04°C pour l'ancienne période et 33,9°C pour la nouvelle période.

2.2.2. Températures moyennes des minima du mois le plus froid (m)

Dans la classification du climat, **EMBERGER** utilise la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, connue sous le nom de "m", pour mesurer à la fois l'intensité et la durée de la période critique des gelées.

Selon le **tableau 08**, les températures ont atteint un minimum en janvier avec une estimation de 6,7°C pour l'ancienne période et 5,8 °C pour la nouvelle période.

Il est observé que la moyenne des températures minimales a diminué au cours des deux périodes dans notre station d'étude.

Chapitre III :Etude bioclimatique

Tableau 8 : Températures minima moyennes enregistrées au niveau de la station de Zenata pour les deux périodes (1913-1938) et (1991-2023).

Températures moyennes des minima m (° C)		
Période	m (° C)	Mois
Zenata 1913/1938	6,7	JANVIER
Zenata 1991/2023	5,8	JANVIER

2.2.3. Amplitude thermique moyenne (indice de continentalité)

La différence entre les maxima et les minima (M-m) est mesurée par l'amplitude thermique moyenne, ce qui permet de classer les climats de la manière suivante :

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

(M) : Moyenne mensuelle des maxima du mois le plus chaud

(m) : Moyenne mensuelle des minima du mois le plus froid. **(EL MESTARI ET DJILALI 2021).**

Tableau 09 : Amplitude thermique des stations étudiées.

Période	M ° C	m ° C	M-m (°C)	Type de climat
Zenata 1913/1938	32,4	6,7	25,7	semi-continentale
Zenata 1991/2023	33,9	5,8	28,1	semi-continentale

Selon les résultats, la station de Zenata est correspondent au climat de type semi-continentale pour les deux périodes.

3. Synthèse bioclimatique

3.1. Indice d'aridité de Martonne

L'indice d'aridité de (DE MARTONNE ,1926), noté « I », permet de déterminer l'intensité de la sécheresse exprimée par la relation suivante :

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

Où « T » est la température moyenne annuelle (°C) et « P » la pluviosité totale annuelle (mm).

DE MARTONNE propose la classification suivante :

- $I < 5$: Climat hyper aride.
- $5 < I < 10$: Climat désertique.
- $10 < I < 20$: Climat semi-aride.
- $I > 20$: Climat humide.

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

Tableau 10 : Indice de De Martonne.

Période	P (mm)	T (°C)	Indice de De Martonne	Type de climat
Zenata 1913/1938	474	16,97	17,57	Climat semi-aride
Zenata 1991/2023	353	18,5	12,38	Climat semi-aride

En comparant l'indice d'aridité de De Martonne pendant les deux périodes de référence, nous pouvons conclure que la station de Zenata a connu une diminution de l'aridité pendant les deux périodes concernées. Il varie entre 17,57 pour l'ancienne période (1913/1938) et 12,38 pour la nouvelle période (1991/2023)

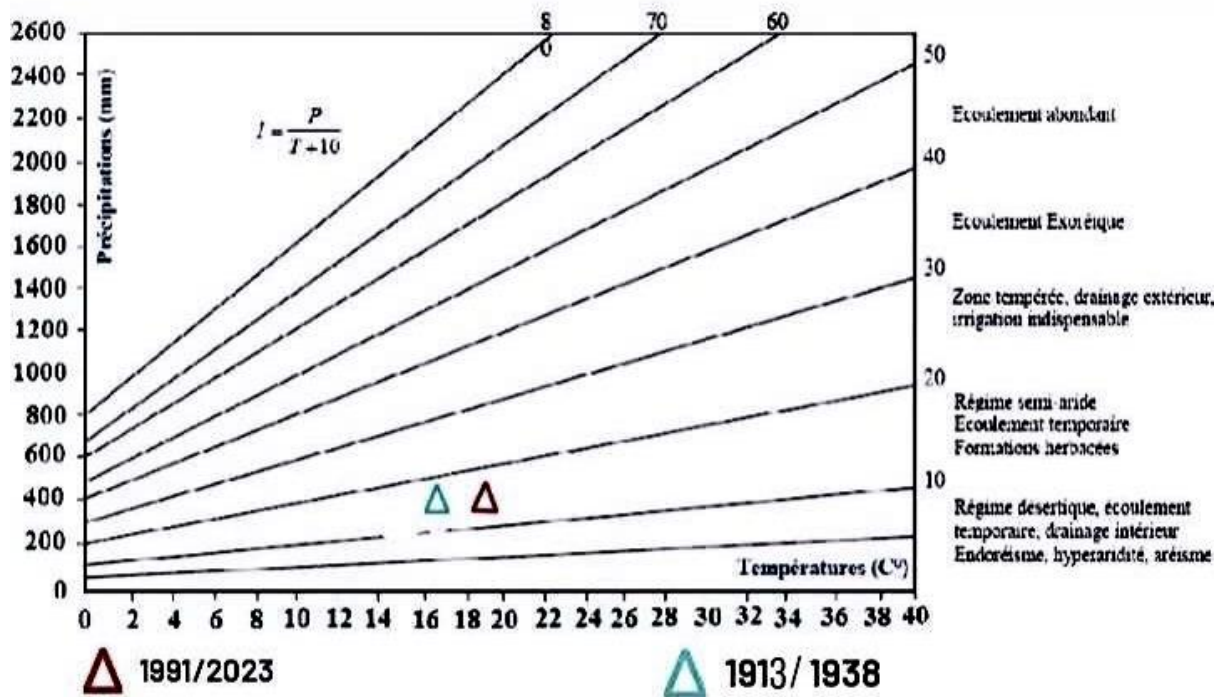


Figure10 : Abaque de l'indice d'aridité de De Martonne.

3.2. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausse (1956)

Le diagramme ombrothermique de (BAGNOULS ET GAUSSEN ,1953) vise à illustrer les précipitations moyennes mensuelles ainsi que les températures moyennes mensuelles sur le même graphique. La saison sèche est la période pendant laquelle la courbe des températures dépasse la courbe des précipitations ($P \leq 2T$). Le terme "P" est représenté en millimètres et le terme "T" en degrés centigrades. On nomme ce genre de graphique « ombrothermique ». La saison des pluies débute lorsque la courbe des précipitations croise celle des températures et descend au-dessous de celle-ci, et elle se termine lorsque les deux courbes se croisent.

Plus l'aire ombrothermique est importante et plus la saison est sèche (valeur de l'intégrale).

Chapitre III :Etude bioclimatique

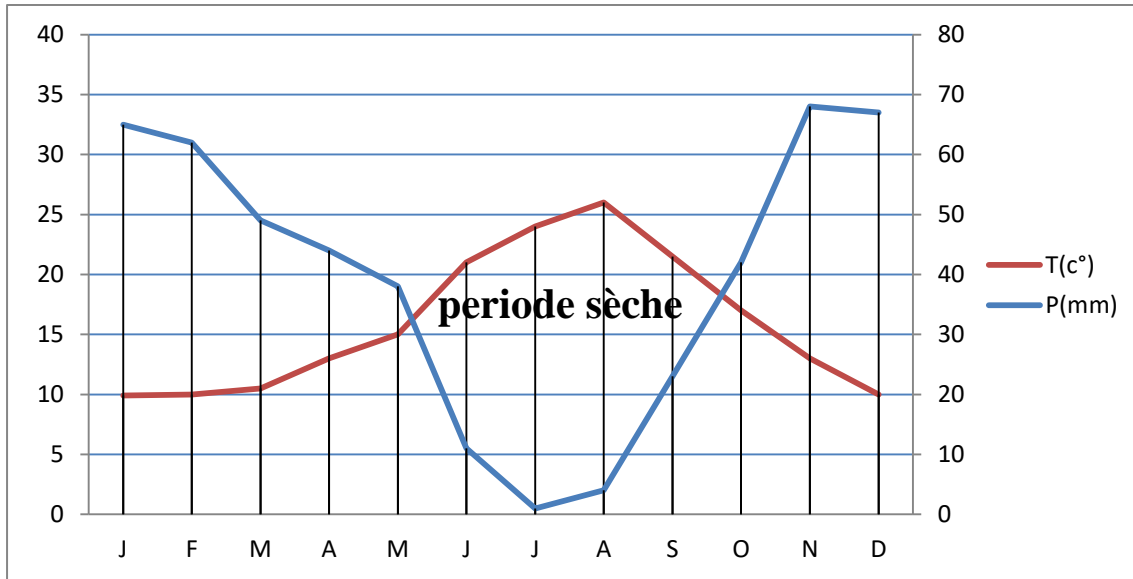


Figure 11: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de Zenata (1913-1938)

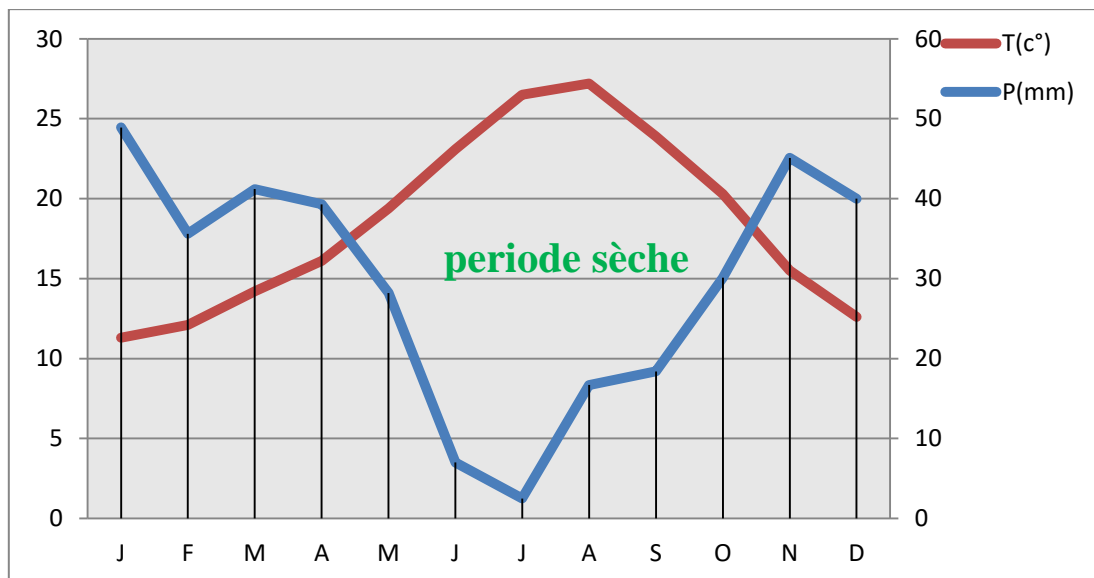


Figure 12 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de Zenata (1991-2023)

La période sèche correspond aux moments où le stress hydrique devient prévalent. Cela se visualise sur le graphique lorsque la courbe des précipitations croise en dessous de celle des températures.

Comme la montre les figures 11 et 12 la station de Zenata 1913/1938 est caractérisée par une sécheresse estivale qui s'étend de 5 à 6 mois du Mai jusqu'au la fin du Septembre. Par contre, la nouvelle période de Zenata 1991/2023, la période sèche s'étend du moitié d'Avril au moitié d'octobre.

Chapitre III :Etude bioclimatique

3.3. Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique « Q2 » a été développé par (**EMBERGER, 1930,1955**) qui est spécifique au climat méditerranéen. C'est le plus couramment employé en Afrique du Nord.

(**SAUVAGE ET DAGET ,1963**) ont modifié la formule du Q2 d'Emberger afin d'obtenir :

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

- **P** : Précipitations moyennes annuelles (**mm**)
- **M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (**T°K = T°C + 273**)
- **m**: Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (**T°K = T°C + 273**)

Tableau 10 : Quotient pluviothermique d'Emberger

Période	P (mm)	M (°c) +273	m (°c) +273	Q2	Etage bioclimatique
Zenata 1913/1938	474	305,4	279,7	63,04	Climat semi- aride
Zenata 1991/2023	353	306,9	278,8	42,89	Climat semi- aride

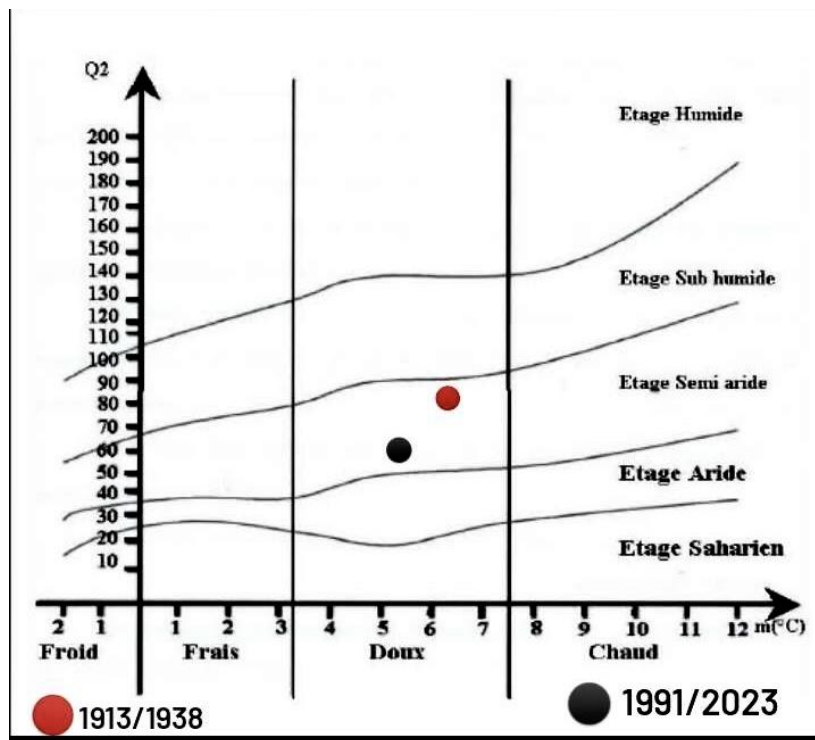


Figure 13 : Position de la station de Zenata sur le climat gramme pluviothermique d'Emberger.

D'après le **tableau 10** et la **figure 13**, L'application du quotient pluviothermique d'Emberger indique la diminution de la valeur du Q2 entre les deux périodes (elle a diminué de 63,04 pour l'ancienne période à 42,89 pour la nouvelle période). On observe que la station de Zenata passe de l'étage semi-aride supérieure à hiver tempéré doux vers le semi-aride inférieure à hiver tempéré doux.

Chapitre III :Etude bioclimatique

Conclusion

L'analyse du contexte bioclimatique de la zone d'étude nous a amené à tirer les conclusions suivantes :

- ✓ Selon la classification d'Emberger, notre zone d'étude est
- ✓ Le mois le plus froid est janvier pendant les deux périodes, avec un minimum de 9,9 °C pour l'ancienne période et 11,3 °C pour la nouvelle période.
- ✓ Le mois le plus chaud est celui du mois d'août pour l'ancienne période avec 26°C et pour la nouvelle période avec une valeur maximale de 27,2 °C.
- ✓ Le régime saisonnier est de type HAPE pour l'ancienne période et HPAE pour la nouvelle période.
- ✓ Le type de climat est Climat semi-continental pour les deux périodes.
- ✓ Selon l'indice d'aridité de De Martonne, la station d'étude est classée dans un régime semi-aride.
- ✓ La période de sécheresse estivale varie de 5 à 6mois.

Chapitre IV :

Etude

morphométrique

Chapitre IV : Etude morphométrique

Introduction

Le mot « morphométrie » provient du grec : « morpho » se traduit par « forme », et « métrie » par « mesure ».

La morphométrie fait partie de la biométrie (étude quantitative des organismes vivants) et a pour objectif d'étudier les variations de la géométrie des formes biologiques et leurs interactions avec d'autres variables ou facteurs biologiques susceptibles d'expliquer leur évolution. Selon **JOLIECOEUR (1991)**, il est décrit comme des mathématiques appliquées à la biologie, ou la science de l'analyse des données numériques fournies par l'observation ou l'expérience en biologie.

1. Méthodologie

Dans cette recherche, nous avons examiné *Ephedra major*, une espèce de la famille des ephedraceae.

L'objectif de cette étude était d'utiliser la méthode de mesures sur cette espèce dans deux stations, en effectuant plusieurs échantillonnages par mois et des prélèvements. Depuis le 02 Février 2024, les données obtenues ont été analysées à l'aide du logiciel Mini tab 16 pour mettre en évidence l'influence de divers facteurs environnementaux sur sa croissance en largeur et en longueur.

Chapitre IV : Etude morphometrique

Station Mihrab hauteur

ANOVA à un facteur contrôlé : Hauteur; date

Somme des					
Source	DL	carrés	CM	F	P
Facteur	1	80183	80183	41,92	0,000
Erreur	34	65040	1913		
Total	35	145224			

S = 43,74 R carré = 55,21 % R carré (ajust) = 53,90 %

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la
moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp	-----+-----+-----+-----+-----
Hauteur	18	95,89	61,85	(-----*-----)
date	18	1,50	0,51	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				0 35 70 105

Ecart type regroupé = 43,74

- Le facteur date au niveau de la station Mihrab influe significativement sur la croissance de la hauteur d'*Ephedra major* pour **P=0 et Fobs=41,92.**
- Une croissance très homogène durant les deux dates d'échantillonnage

Voir la figure 14

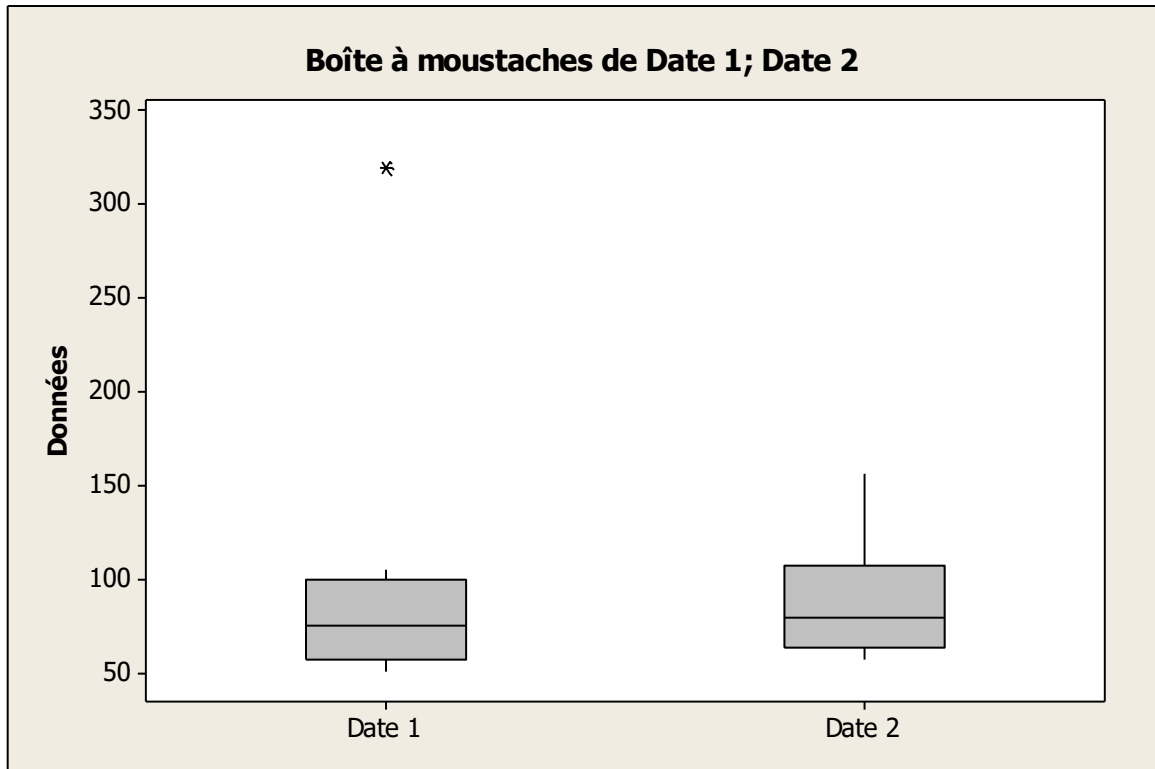


Figure 14 : Diagramme en boîte de moustache d'effet date sur la croissance de la hauteur d'Ephedra dans la station Mihrab

Chapitre IV : Etude morphometrique

Station Slib hauteur

ANOVA à un facteur contrôlé : Hauteur; Date

Somme des					
Source	DL	carrés	CM	F	P
Facteur	1	84390	84390	44,33	0,000
Erreur	34	64732	1904		
Total	35	149123			

S = 43,63 R carré = 56,59 % R carré (ajust) = 55,31 %

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la
moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp	-----+-----+-----+-----+---
Hauteur	18	98,33	61,71	(-----*-----)
Date	18	1,50	0,51	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+---

0 35 70 105

Ecart type regroupé = 43,63

- Même pour la station de Slib la date a un effet très significativement sur la croissance des tiges du plant étudié pour **P=0** et **Fobs=44,33**
- Cette hétérogénéité a été justifiée par **la figure n15** comparant de la croissance durant les deux dates d'échantillonnage.

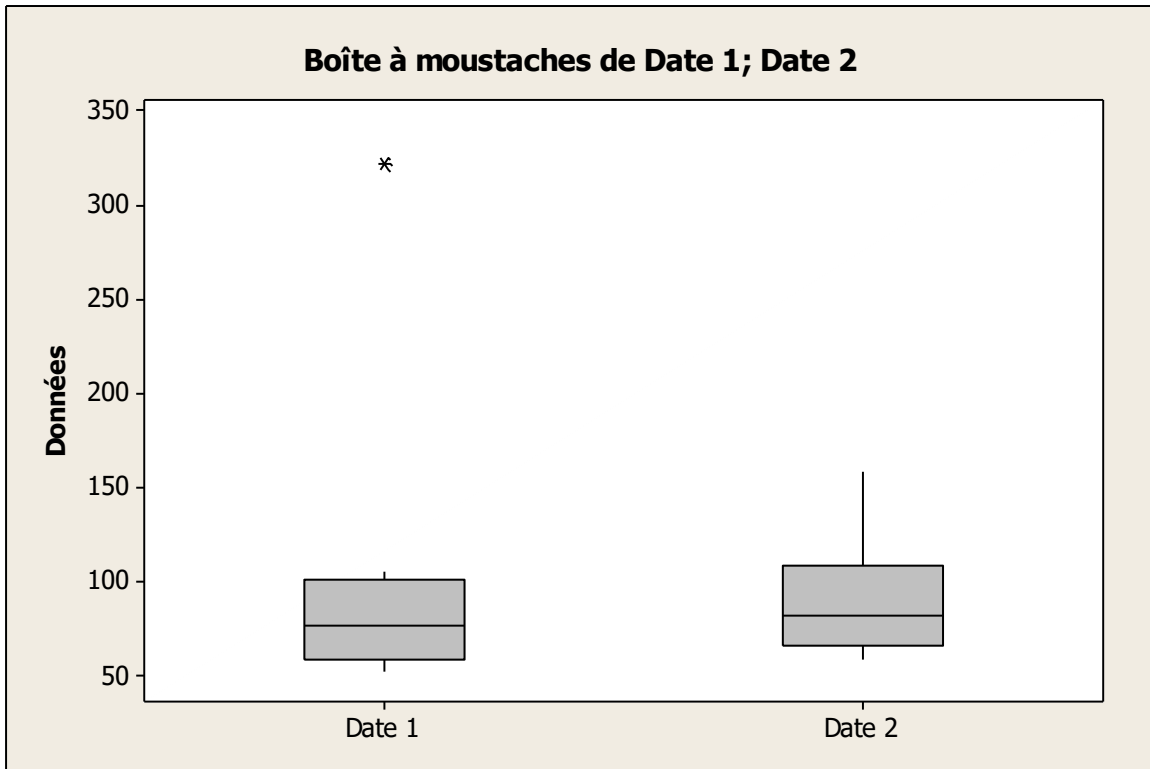


Figure 15 : Diagramme en boite de moustache d'effet de la date sur la croissance la hauteur d'Ephedra dans la station Slib

Chapitre IV : Etude morphométrique

Impact de la Station sur la croissance en hauteur des touffes

ANOVA à un facteur contrôlé : Hauteur; Station

Somme des					
Source	DL	carrés	CM	F	P
Facteur	1	164547	164547	88,72	0,000
Erreur	70	129827	1855		
Total	71	294373			

S = 43,07 R carré = 55,90 % R carré (ajust) = 55,27 %

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la
moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp	-----+-----+-----+-----+-----
Hauteur	36	97,11	60,90	(---*---)
Station	36	1,50	0,51	(---*---)

-----+-----+-----+-----+-----

0 35 70 105

Ecart type regroupé = 43,07

- On comparant les deux stations par une anova à un seule facteur contrôler, il ressort que la station (hauteur ; altitude) à un impact sur la croissance des touffes d'Ephedra pour **P=0** et **Fobs=88,72**.
- La présentation graphique on boit a moustache **figure n16** nous justifie l'influence de ce facteur écologique sur le développement du plant.

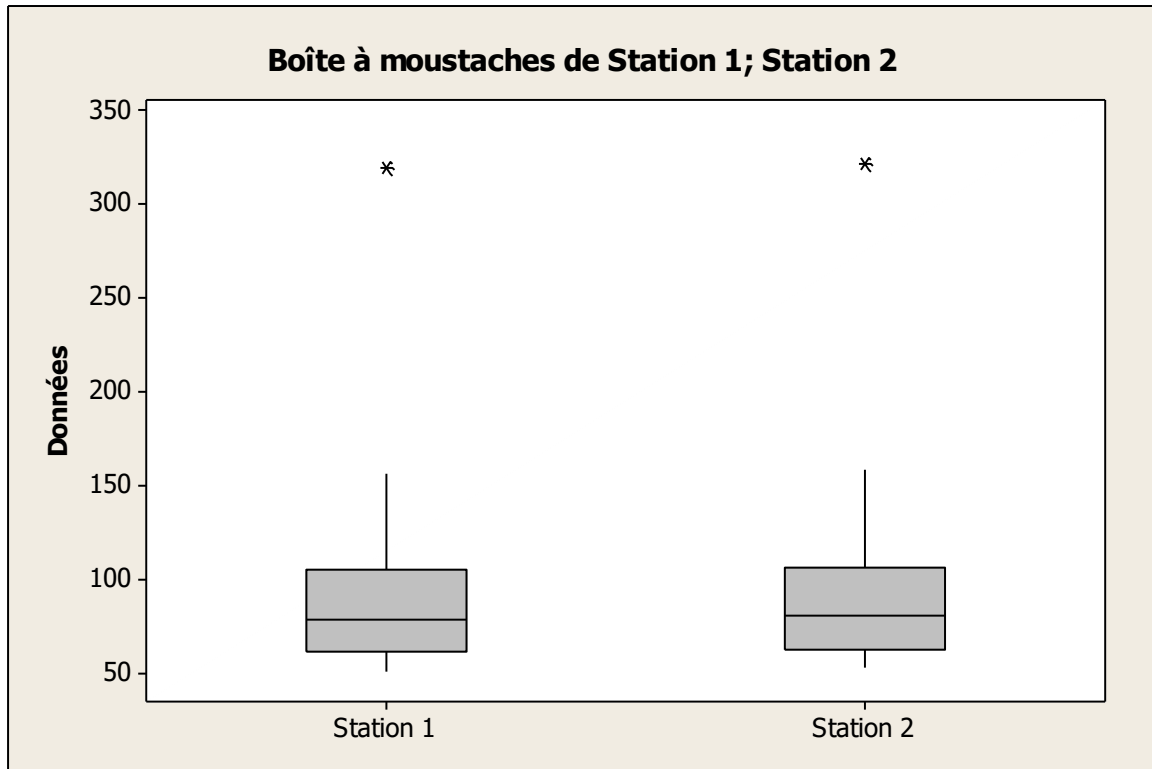


Figure 16 : Diagramme en boîte de moustache d'impact de la station sur la croissance en hauteur des touffes

Chapitre IV : Etude morphometrique

Station Mihrab la largeur

ANOVA à un facteur contrôlé : Largeur; Date

Somme des					
Source	DL	carrés	CM	F	P
Facteur	1	308210	308210	78,88	0,000
Erreur	34	132849	3907		
Total	35	441059			

S = 62,51 R carré = 69,88 % R carré (ajust) = 68,99 %

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la
moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp	-----+-----+-----+-----+-----
Largeur	18	186,56	88,40	(----*---)
Date	18	1,50	0,51	(---*---)

-----+-----+-----+-----+-----

0 70 140 210

Ecart type regroupé = 62,51

- Le facteur de la date à la station Mihrab a une influence significative sur la croissance en taille d'*Ephedra major* pour **P=0** et **Fobs=78,88**.
- Une croissance très homogène durant les deux dates d'échantillonnage **Voir la figure 17**

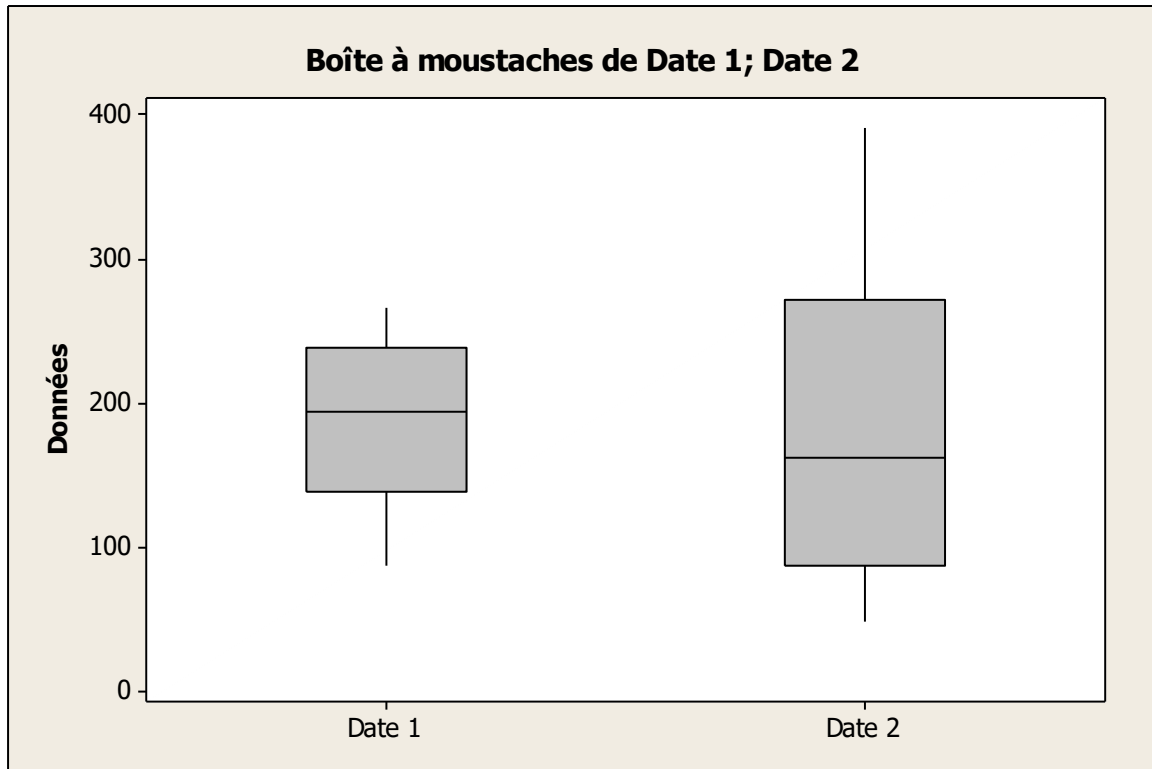


Figure 17 : Diagramme en boîte de moustache d'effet de la date sur la croissance du taille d'Ephedra dans la station Mihrab

Chapitre IV : Etude morphometrique

Station Slib largeur

ANOVA à un facteur contrôlé : Largeur; Date

Somme des					
Source	DL	carrés	CM	F	P
Facteur	1	315282	315282	81,69	0,000
Erreur	34	131223	3859		
Total	35	446505			

S = 62,12 R carré = 70,61 % R carré (ajust) = 69,75 %

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la
moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp	-----+-----+-----+-----+-----
Largeur	18	188,67	87,86	(---*---)
Date	18	1,50	0,51	(---*---)
				-----+-----+-----+-----+-----
				0 70 140 210

Ecart type regroupé = 62,12

- La différence est nettement significative de la croissance de la taille du plant durant les deux dates pour **P=0** et **Fobs=81,69**

Voir la figur18

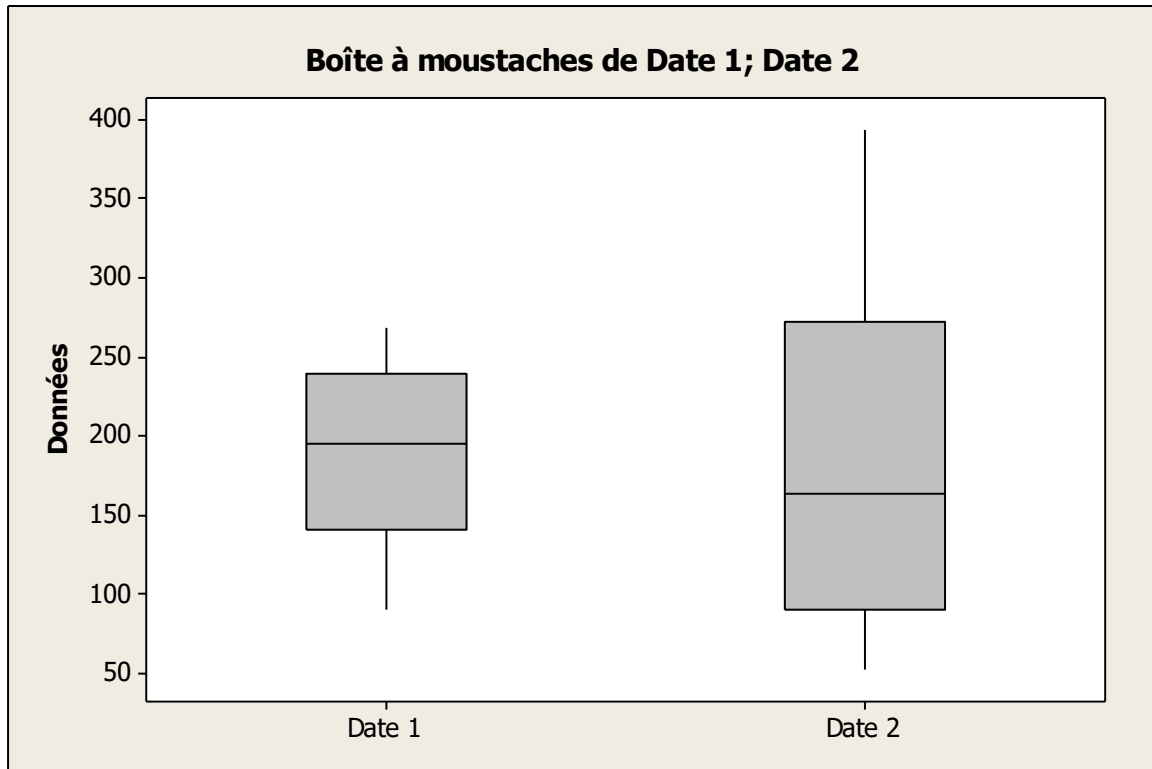


Figure 18 : Diagramme en boite de moustache d'effet de la date sur la croissance en largeur d'*Ephedra* dans la station Slib

Chapitre IV : Etude morphométrique

Impact de la Station sur la croissance en largeur des touffes

ANOVA à un facteur contrôlé : Largeur; Date; Station

Somme des					
Source	DL	carrés	CM	F	P
Facteur	2	831296	415648	165,24	0,000
Erreur	105	264121	2515		
Total	107	1095417			

S = 50,15 R carré = 75,89 % R carré (ajust) = 75,43 %

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la
moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp	---+-----+-----+-----+-----
Largeur	36	187,61	86,87	(-*--)
Date	36	1,50	0,51	(--*--)
Station	36	1,50	0,51	(--*--)

---+-----+-----+-----+-----

0 60 120 180

Ecart type regroupé = 50,15

- La représentation graphique **n19** dévoile que le facteur écologique : station (hauteur = altitude) a un impact important sur la croissance on largeur des touffes *d'Ephedra*.

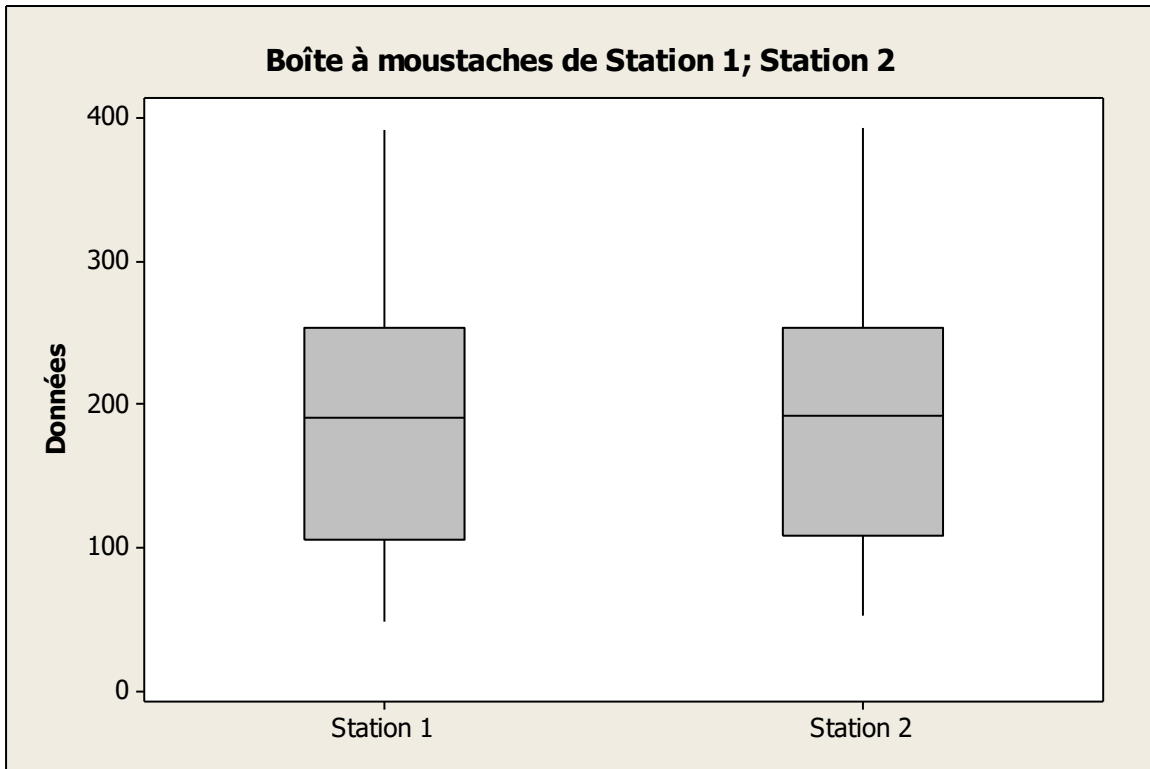


Figure 19 : Diagramme en boîte de moustache d'impact de la station sur la croissance en largeur des touffes

Conclusion

L'analyse morphométrique effectuée sur l'*Ephedra major* nous a donné des résultats très intéressants afin de mieux appréhender la dynamique de cette espèce dans les deux stations sélectionnées, à savoir EL MIHRAB et SLIB (Beni Snous).

Les analyses biométriques des spécimens caractéristiques révèlent des corrélations significatives entre les diverses parties des plantes, telles que le diamètre et l'orientation. La croissance des plantes est étroitement conditionnée par les caractéristiques écologiques des (topographie, roches, etc.).

Le calcul des moyennes de croissance en hauteur et largeur d'*Ephedra major* dans les deux stations révèle des variations significatives :

- L'effet date influence hautement sur la hauteur d'*Ephedra*.
- L'effet date influence fortement sur la largeur de la plate étudiée.
- Le facteur écologique station a un impact sur la croissance des touffes d'*Ephedra major*

Chapitre IV

ETUDE HISTOLOGIQUE

Introduction

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude de la structure interne des différentes parties d'*Ephédra major* à l'échelle microscopique.

L'étude de la structure microscopique des tissus végétaux est l'histologie végétale, une branche de la biologie végétale. L'étude de la physiologie s'appuie sur cette science **(LESSON ET LESSON, 1980)**.

L'appellation histologie provient du grec « histo » qui signifie « tissu » et « logos » qui signifie « science ». L'histologie se concentre sur l'analyse de la structure des tissus constitutifs des organes et de leur organisation. On parlait autre fois d'anatomie microscopique. L'objectif de celle-ci est d'étudier la structure des organismes vivants, les relations constitutives et fonctionnelles entre leurs composants, ainsi que le renouvellement des tissus **(GHALEM, 2020)**

Selon **(SCHWENDIMAN, 1989)**, elle examine également la qualité des tissus, tandis que l'anatomie fait référence à l'acte de "Couper" pour étudier les caractéristiques des structures internes. Cette étude se déroule généralement au niveau microscopique et examine leur position dans l'organisme, ce qui permet de comprendre leurs relations de développement et d'association à des niveaux hiérarchiques de plus en plus élevés.

L'examen microscopique des organes offre la possibilité de découvrir l'organisation et les structures internes des plantes primaires et secondaires, des divers organes, ainsi que leurs modifications ou adaptations. Elle demeure l'un des éléments fondamentaux de la biologie végétale. De plus, elle permet d'effectuer des comparaisons pratiques entre les plantes actuelles **(MEHENNI ET AL. 1986)**.

1. Classification des Tissus végétaux

1.1. Les tissus fondamentaux

- ❖ **Le parenchyme** : Le tissu le plus commun est constitué de cellules vivantes de forme globulaire à paroi mince, qui remplissent et conservent.

Chapitre V : Etude histologique

1.2. Les tissus protecteurs

- ❖ **L'épiderme** : se compose d'une assise de cellules vivantes jointives, parfois recouvertes de cuticules. L'épiderme joue un rôle de défense.
- ❖ **Le suber** : est un groupe de cellules mortes qui sont imperméables en raison de la présence de subérine.

1.3. Les tissus de soutien

- ❖ **Le collenchyme** : en général, il se trouve sous l'épiderme des tiges et des pétioles et se compose d'une cellule vivante à paroi épaisse riche en cellulose. Le collenchyme occupe des positions externes et joue principalement un rôle de support.
- ❖ **Le sclérenchyme** : Il est composé de cellules allongées et mortes pourvues d'une paroi très épaisse faite de lignine. Le sclérenchyme se trouve généralement plus en profondeur que le collenchyme.

1.4. Les tissus conducteurs

- ❖ **Le xylème** : vers l'intérieure, conduit la sève brute (montante)
- ❖ **Le phloème** : conduit la sève élaboré (éléments organique issus de la photosynthèse vers toutes les parties de la plante. (Descendante)

2. Matériels et méthodes

L'étude histologique réalisée a pour objectif de comprendre le comportement morphologique et physiologique de l'espèce vivant dans un milieu naturel.

L'étude histologique des racines d'*Ephedra major* nous permettra de voir les structures tissulaires de ces parties de la plante et de mesurer tous les tissus observés avec précision. En même temps, nous avons pris des photos afin de mettre en évidence notre travail.

2.1. Matériel utilisé

La récolte de matériel végétal (*Ephedra major*) de notre station d'étude ainsi que l'étude histologique et l'obtention des coupes anatomiques nécessitent les matériaux suivants :

Sur terrain :

- Pioche
- Des gants

Chapitre V : Etude histologique

Au laboratoire :

- Lames de rasoir
- Des verres de montre pour mettre les coupes
- Pince fine
- Des lames portent objet
- Un tamis pour filtrer les coupes
- Des lamelles couvrent objet
- Passoire pour filtrer les coupes
- Un microscope optique pour l'observation des coupes
- Un micromètre pour effectuer les mesures histométriques
- Eau de javel
- Eau distillée
- Bleu de méthylène
- Carmin aluné
- Acide acétique à 10%



Figure 20: Produit d'extraction

2.2. Méthodes d'étude

2.2.1. Sur le terrain

Nous avons récolté la plante *Ephédra major* en juin. Nous avons extrait le matériel végétal frais des racines et l'avons transporté au laboratoire dans un bocal rempli d'eau pour maintenir les sujets frais et humides, ce qui facilite les coupes histologiques et préserve les tissus de la plante.

2.2.2. Au laboratoire

2.2.2.1. Préparation des coupes

- Nous avons réalisé des coupes transversales fines en utilisant une lame de rasoir et en appliquant la technique des coupes à main levée. Ces coupes ont été effectuées au niveau de la racine. Ces échantillons doivent être prélevés avec la plus grande précaution, car la qualité des coupes a un impact direct sur l'observation au microscope.
- Les coupes sont ensuite placées dans des verres de montre remplis d'eau distillée pour éviter qu'elles ne se dessèchent.
- Finalement, on choisit les coupes les plus fines pour passer à l'étape de la coloration.

2.2.2.2. Double coloration des coupes

La technique consiste en une coloration double avec le Bleu de Méthylène et le Rouge Carmin, ce qui permet de distinguer deux types de tissus présents dans la structure histologique de la plante :

- Le Bleu de Méthylène colore les tissus lignifiés, comme le xylème, en bleu.
- Le Rouge Carmin aluné colore les tissus celluloseux, tels que le phloème, en rose.

Chapitre V : Etude histologique

❖ La méthode

- Immerger les coupes sélectionnées dans un verre de montre contenant de l'eau de Javel pendant 10 à 20 minutes afin de blanchir les membranes et de détruire le contenu cellulaire.
- Rincer les coupes avec de l'eau distillée pour éliminer l'eau de javel.
- Plonger les coupes dans de l'acide acétique pendant 5 à 10 minutes pour fixer les colorants.
- Plonger les coupes dans le bleu de méthylène pendant 30 secondes.
- Effectue un rinçage minutieux afin d'éliminer tout excès de colorant.
- Immerger les coupes dans le Rouge Carmin aluné pendant 5 à 10 minutes.
- Rincer avec l'eau distillée

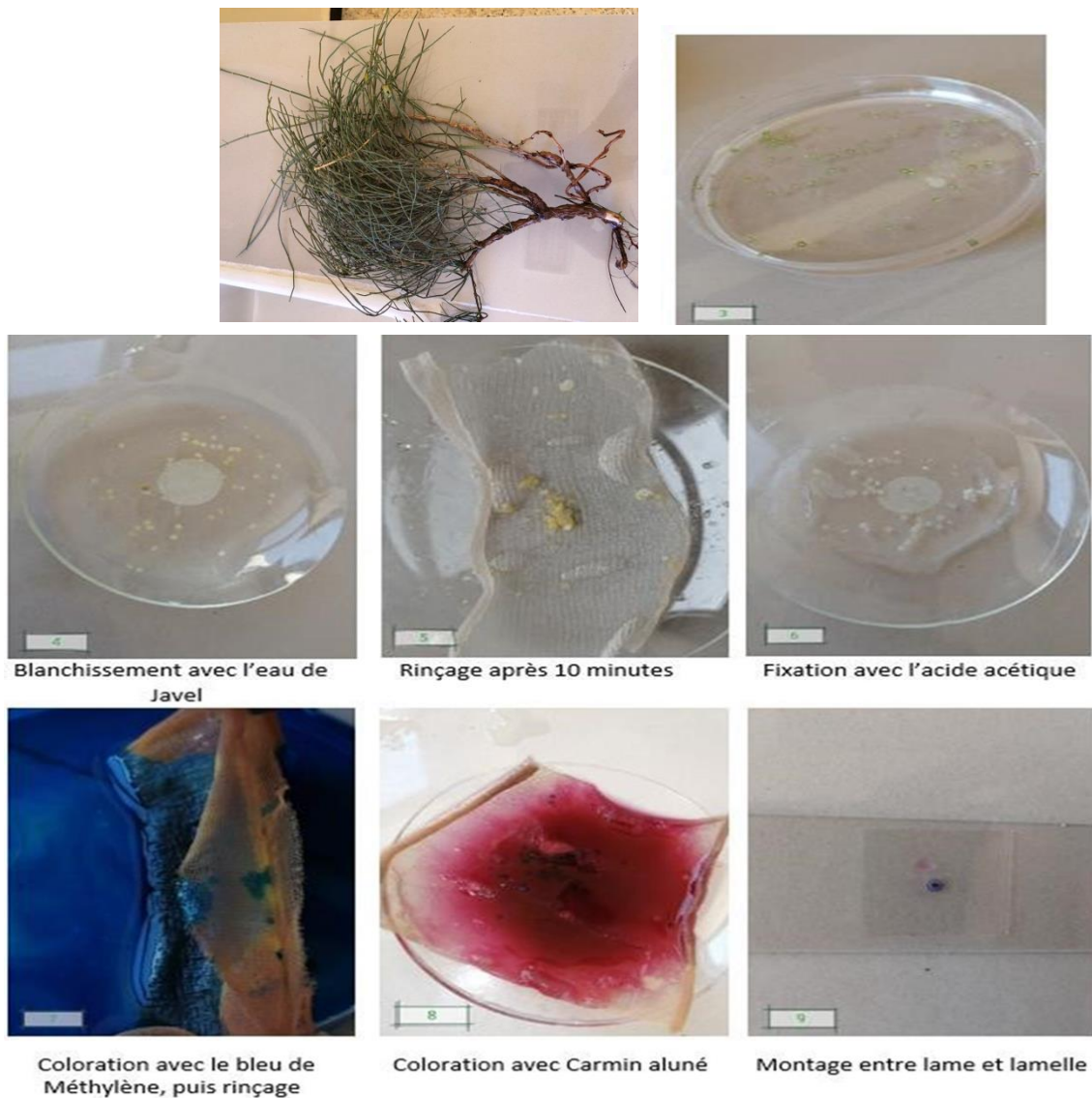


Figure 21: Les différentes étapes d'histologie

3. Montage des coupes et observation au microscope

À l'aide d'une pince, les coupes ont été placées entre lame et lamelle et sont immergées dans une goutte d'eau. Par la suite, nous avons examiné les sections à différents niveaux de grossissement sous un microscope optique, avant de sélectionner les meilleures pour effectuer des mesures à l'aide d'un micromètre et pour prendre des photos.



Figure 22 : des coupes (La racine) (BELAIDI, 2024)

4. Résultats et interprétation

L'observation d'une coupe pratiquée au niveau de la racine d'*Ephedra major* montre la présence des tissus suivants (de l'extérieur vers l'intérieur) :

1. **L'épiderme** : formé une couche superficielle constitué par une seule assise cellulaire plus ou moins épaisses.
2. **Liège** : la couche marron
3. **Parenchyme** : formé des cellules incolores de forme globulaire.
4. **Fibre de sclérenchyme** : coloré en bleu.
5. **Phloème** : coloré en rose.
6. **Cambium** : une fine couche de cellules méristématiques secondaires qui sont des cellules indifférenciées pouvant toutes se diviser.
7. **Xylème** : coloré en vert, qui conduit la sève brute de bas vers les feuilles.

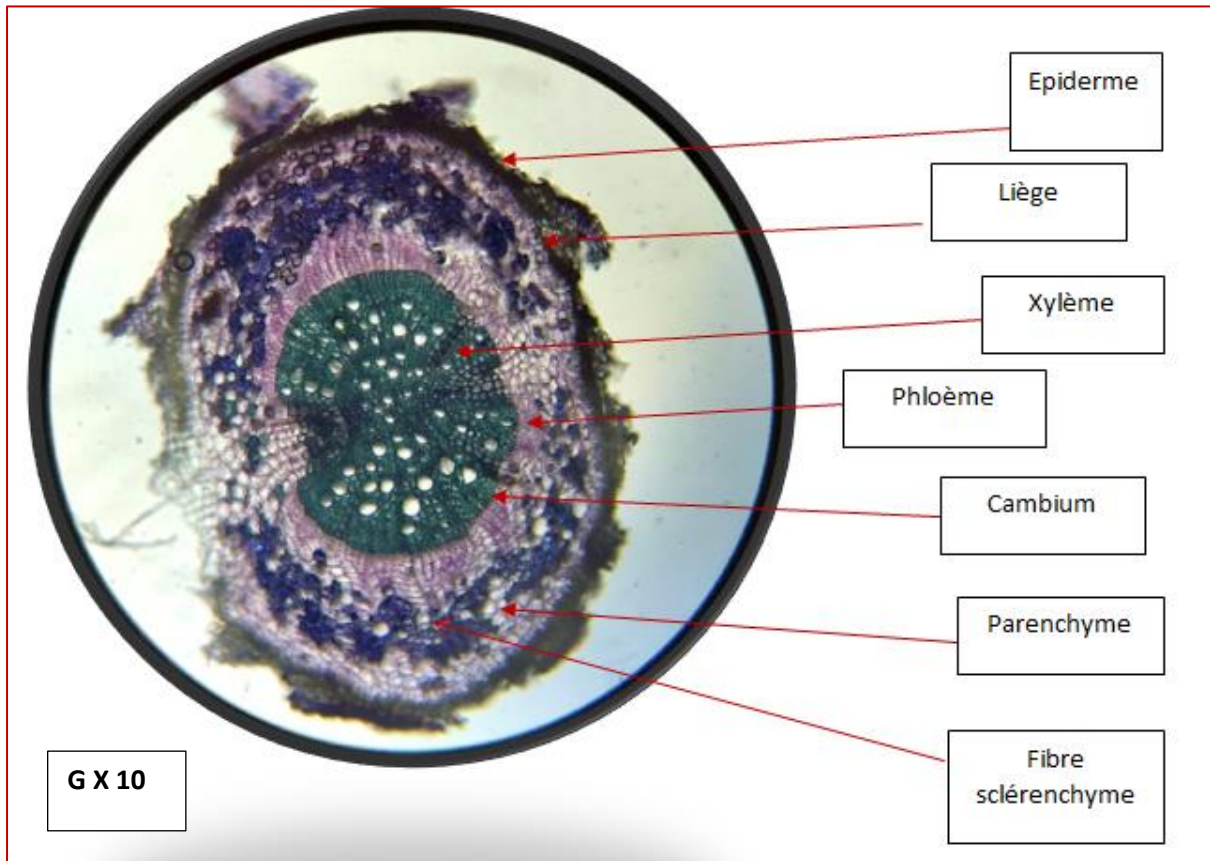


Figure 23 : Vue d'ensemble d'une coupe histologique au niveau de racine d'*Ephedra major* (BELAIDI, 2024)

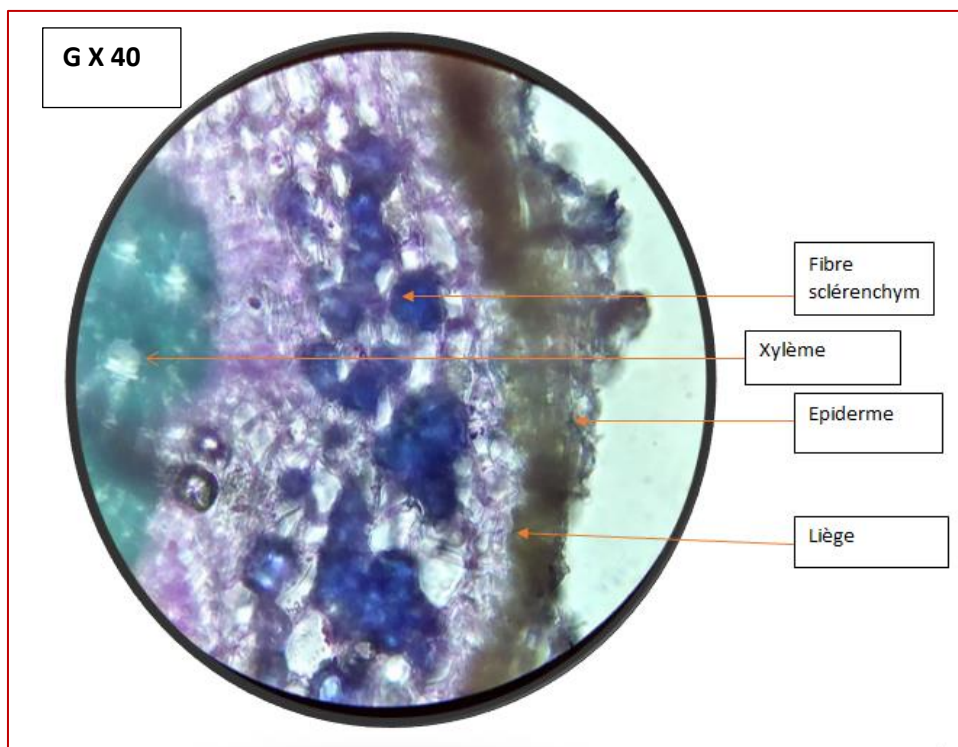


Figure 24 : Observation microscopique de l'ensemble (Xylème-Phloème) (BELAIDI, 2024)

5. Etude histométrique

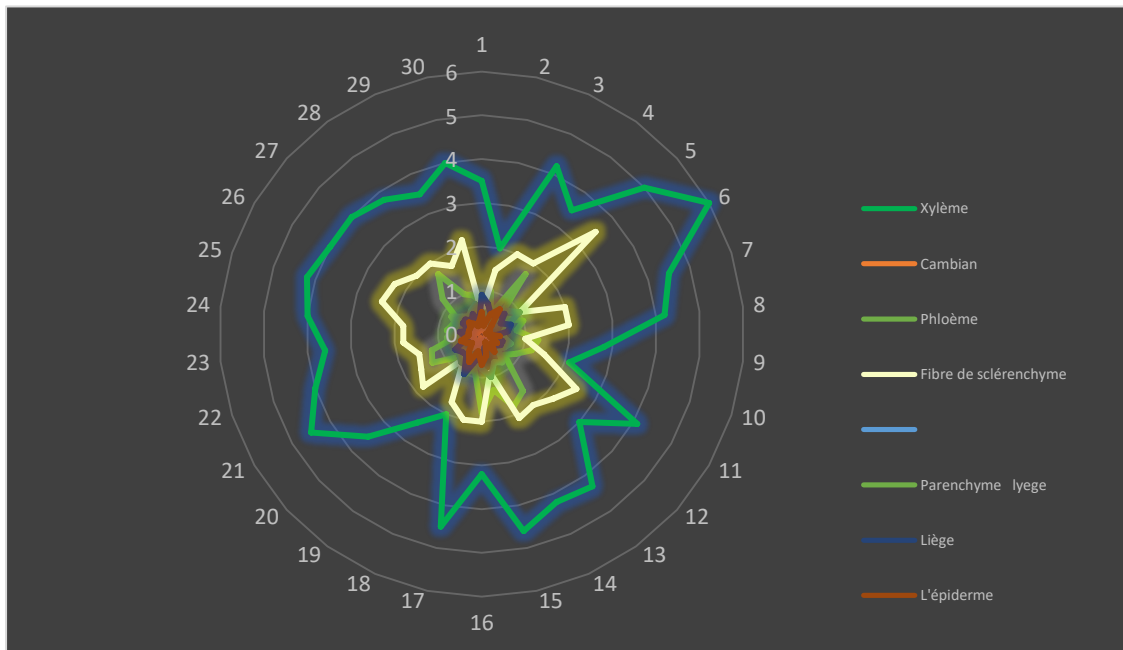


Figure 25. : Présentation graphique des différents tissus de la racine d'*Ephedra major*

Cette figure montre un graphique radar représentant les résultats de la biométrie au niveau de la racine. La figure précédente illustre l'épaisseur de chaque tissu, à savoir le xylème, cambium, phloème, fibre de sclérenchyme, Parenchyme, Liège, l'épiderme.

Il ressort de la figure ci-dessus que : Le xylème qui domine par une épaisseur très importante et qui écrase les autres tissus, est suivie par le fibre de sclérenchyme, puis le phloème et parenchyme liège et en suit le liège, l'épiderme, cambium ont des valeurs plus concentrées vers le centre.

- Comparaison entre le Xylème et le Phloème au niveau

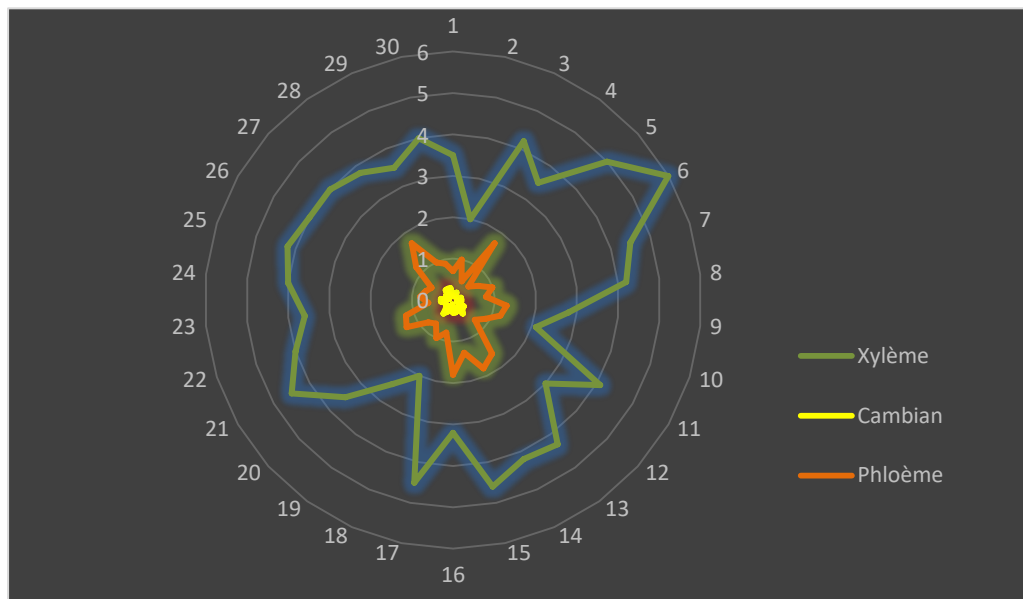


Figure26: Comparaison entre le Xylème, Phloème et le Cambium de l'espèce *Ephedra major*

La figure 26 montre un graphique radar comparant les mesures du xylème, phloème et le cambium au niveau de la racine.

On n'observe que le xylème (vert) présente des variations très importantes par rapport aux autres, viens en seconde position le phloème (rouge) et au dernier le cambium (jaune).

- En résumé, le graphique illustre que les mesures du xylème sont plus élevées et plus fluctuantes que celles du phloème et du cambium.

- Relation entre l'épiderme et le liège

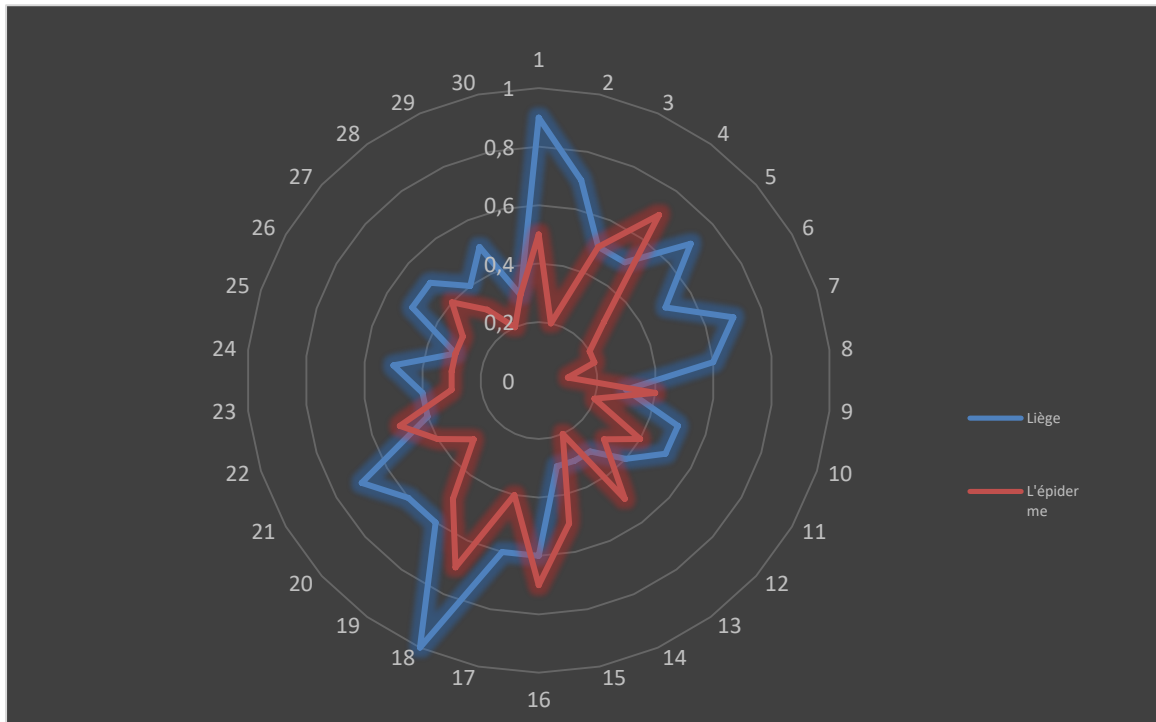


Figure 27 : Relation entre l'épiderme et le liège d'*Ephedra major*

La figure 27 est une représentation graphique des mesures des tissus de la racine. Nous marquons que le liège occupe en premier lieu un espace important, venant ensuite l'épiderme.

Conclusion

La réalisation d'une étude histologique sur la racine *d'Ephedra major* nous a permis de repérer les divers tissus qui composent la plante et leurs rôles et importances.

L'épiderme de liège qui recouvre la couche externe de ces organes leur garantit une protection. L'ensemble xylème et phloème, également présents dans la racine, qui jouent un rôle essentiel pour le transport des nutriments dans la plante. Le développement de xylème et parenchyme offre toujours à la plante une résistance supplémentaire contre les contraintes environnementales dans un milieu fortement anthropisé.

D'après ces résultats, il est possible de conclure que cette étude nous a donné une connaissance approfondie des divers tissus de la racine *d'Ephedra major*, leur taille et leur disposition, ainsi que leur adaptation, et nous a également permis de comprendre les relations entre les tissus.

Chapitre VI :
Etude phytochimique

Chapitre VI : Etude phytochimique

Introduction

Les espèces d'Ephédra ont une longue histoire dans la médecine traditionnelle chinoise, datant d'environ 5000 ans, où elles étaient utilisées pour traiter les allergies, la congestion nasale, l'asthme bronchique, la toux et la grippe. **(HEGAZI ET EL-LAMEY, 2011).**

En Arabie Saoudite, Ephédra est l'une des plantes de parcours les plus répandues. Elle a été exploitée comme pâturage pour de nombreux animaux, charmés par son arôme agréable. **(AL-QARAWI ET AL., 2012).**

En Afrique du nord, le problème des insectes nuisibles, y compris les acridiens, a toujours été présent de demeure l'une des principales préoccupations des agriculteurs.

L'Algérie est l'un des pays les plus menacés par les invasions acridiennes ; de par sa situation géographique et son étendue territoriale, elle occupe une position dominante dans l'habitat de ces criquets. La surveillance et la lutte contre les problèmes acridiens nécessitent une compréhension approfondie de la biologie et de l'écologie de ces insectes. Ceux-ci vous permettent de découvrir afin de mener à bien la lutte économique, le stade le plus vulnérable des insectes. **(OULD EL HADJ, 1991).**

Comme plusieurs insectes, les criquets sont particulièrement dépendants des cultures, parmi lesquelles ils provoquent d'importantes pertes de récoltes. À l'échelle locale, les espèces sédentaires peuvent détruire les ressources alimentaires d'une communauté ou d'une région particulière, et d'autres sont des espèces gregariaptés migratrices. Ils envahissent les champs, vergers et pâturages de vastes zones géographiques **(LEGALL, 1989).**

Les criquets, en particulier, sont connus pour leur capacité à envahir des milliers de champs agricoles et à détruire les cultures sur leur passage **(SAIZONOU, 2000).**

Les dégâts sont souvent graves, comme ceux causés par *Schistocerca gregaria* et *Locusta* Insectes migrants et criquets nuisibles (*Ocneridia volxemii* et *Dociostaurus maroccanus*) dans différentes régions d'Algérie **(BOUNECHADA, 2007)**

Dans ce contexte notre travail est consacré à tester In silico l'inhibition de la protéine Esterase 1ESD par des ligands dérivés d'*Ephedra major*.

Chapitre VI : Etude phytochimique

Les objectifs de cette étude consistent à établir une relation structure-activité des principes actifs *d'Ephedra major* pour bloquer l'activité enzymatique d'Esterase 1ESD

1. Matériels et méthodes

1.1 Matériels

1.1.1 Généralité sur les enzymes et les inhibiteurs

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques produits à partir de protéines métabolisme des organismes, qui augmentent la vitesse des réactions chimiques ou biologique, qui n'a subi aucune transformation au niveau de sa structure originelle. (MAAMRA ET MAISSA, 2018).

L'enzyme forme un site actif sous la forme d'une cavité dans laquelle le substrat est fixé et transformé en produit sous l'action de l'enzyme.

Un inhibiteur est une molécule qui provoque une diminution de l'activité enzymatique en formant un complexe avec une enzyme (inhibiteur-enzyme).

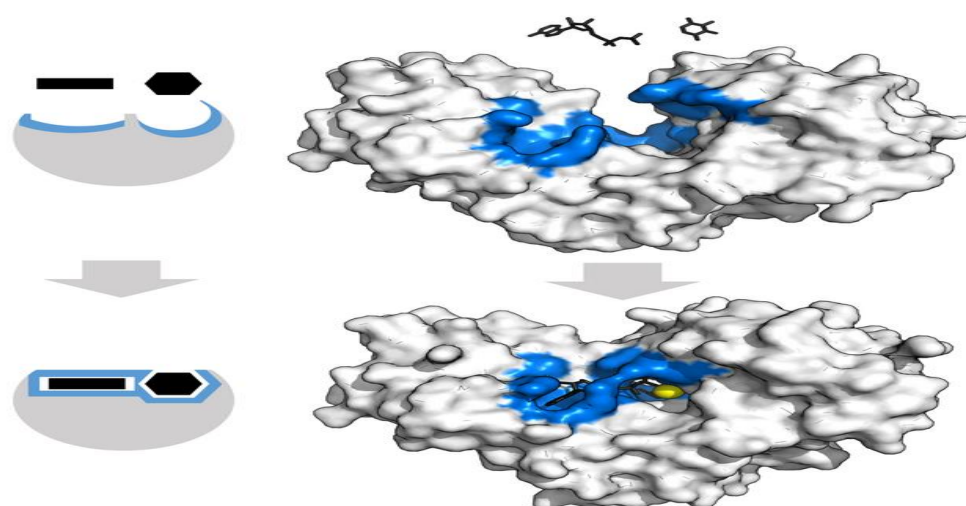


Figure 28_: schéma de formation de complexe inhibiteur-enzyme (Site web 08)

1.1.2 Présentation de la protéine ESTERASE

Une **estérase** est une enzyme du groupe des hydrolases (EC 3.1) qui catalyse l'hydrolyse des liaisons ester (entre un alcool ou phénol et un acide). Il existe de nombreuses estérases différentes en fonction du substrat utilisé, de la structure des protéines et de la fonction biologique. Voir aussi la cholinestérase, l'acétylcholinestérase et la phosphodiesterase.

Une estérase est une hydrolase qui rompt les liaisons ester dans les alcools et les acides correspondants à travers une réaction chimique utilisant une molécule d'eau, c'est-à-dire au moyen de l'hydrolyse.

Les estérases sont des enzymes représentées chez tous les êtres vivants capables d'hydrolyser des esters en un alcool et un acide (saponification). Ce sont donc des d'hydrolases. Les estérases qui décomposent les graisses sont appelées lipases. Celles qui divisent les phosphates sont nommées phosphatases. Le clivage des acides nucléiques est réalisé par des nucléases.

Les estérases (au sens étroit des carboxyestérases) sont utilisées en biocatalyse comme de biocatalyseur. Elles se trouvent notamment dans le foie humain. L'estérase du foie de porc (PLE), par exemple, a une importance industrielle.

Les estérases catalysent l'hydrolyse des esters d'acide carboxylique, tandis que les hydroxynitrile lyases catalysent l'élimination du cyanure d'hydrogène des cyanhydrines. Les deux sites actifs contiennent une triade catalytique sérine-histidine-aspartate (Ser-His-Asp). La protéine de liaison à l'acide salicylique 2 (SABP2) catalyse l'hydrolyse du salicylate de méthyle. L'ester de substrat se lie à l'oxygène carbonyle dans le trou d'oxyanion. La première étape de la réaction est l'attaque nucléophile par la sérine O sur le carbone carbonyle. Le mécanisme implique un intermédiaire d'enzyme acyle.

1.1.3. Présentation des ligands (inhibiteurs)

Ce sont des molécules avec un site actif qui leur permet de se lier à une autre molécule, généralement une protéine (enzyme), et d'exercer un effet inhibiteur en réduisant son activité ou sa réaction chimique.

Dans le cadre de notre étude nous avons étudié l'inhibition de protéine Estérase 1ESD par des ligands dérivés d'*Ephedra major*, ainsi que par des alcaloïdes présents dans la composition chimique de cette plante.

A-Les principaux alcaloïdes de la plante *Ephedra major*

Les alcaloïdes sont des composés azotés, complexes et de nature basique, qui présentent souvent une activité pharmacologique marquée. Ce sont des substances toxiques, mais elles peuvent être bénéfiques à faibles doses grâce à leur action spécifique (MAX ET ROBERT, 2003). Les alcaloïdes ont des propriétés anti-inflammatoires, analgésique, antispasmodiques, bactéricides. Toutefois, à des concentrations élevées, ces molécules entraînent très souvent une toxicité aiguë (RUJJANAWATE ET AL., 2003).

Les compositions de *Ephedra major* qui sont d'importance toxicologique comprennent les alcaloïdes. La composition relative des alcaloïdes varie considérablement entre les espèces *Ephedra major* et même au sein d'espèces elles-mêmes (KITTANI ET AL., 2009). La teneur totale en alcaloïdes, en fonction de l'espèce, de l'origine et du moment de la récolte, peut varier entre 0,5 et 49 mg/g. (PHINNEY ET AL., 2005; SONI ET AL., 2004).

1.1.4. Présentation de Matériels informatiques

Le matériel nécessaire utilisé pour mener cette étude était :

1.1.4.1 Ordinateur portable (PC)

L'ordinateur utilisé est un laptop, qui a été développé et conçu par la société ISUS, avec ces capacités :

- une RAM de 8Go
- un processeur d'Intel CORE i5
- un système d'exploitation Windows 10 professionnel 64 bits

1.1.4.2 Banques des données

- **PubChem** :

PubChem est une base de données chimique accessible aux National Institutes of Health (NIH), offrant la possibilité de rechercher des substances chimiques en fonction de leur nom, de leur formule moléculaire, de leur structure et d'autres caractéristiques. Elle renferme principalement des molécules de petite taille, mais également des molécules plus grandes comme des nucléotides, des glucides, des lipides, des peptides et des macromolécules

Chapitre VI : Etude phytochimique

chimiquement altérées. Il collecte des données concernant les structures chimiques, les identifiants, les caractéristiques chimiques et physiques, l'activité biologique, les brevets, la santé, la sécurité, les données de toxicité, et ainsi de suite. PubChem est devenue une source essentielle d'informations chimiques pour les chercheurs, les étudiants et le grand public depuis sa fondation en 2004.

(Site web08)

Pour entamer notre étude, cette banque de donnée nous a permis le téléchargement en extension « SDF 2D » les structures des ligands de *Ephedra major*, ainsi que les ligands des médicaments de la comparaison.

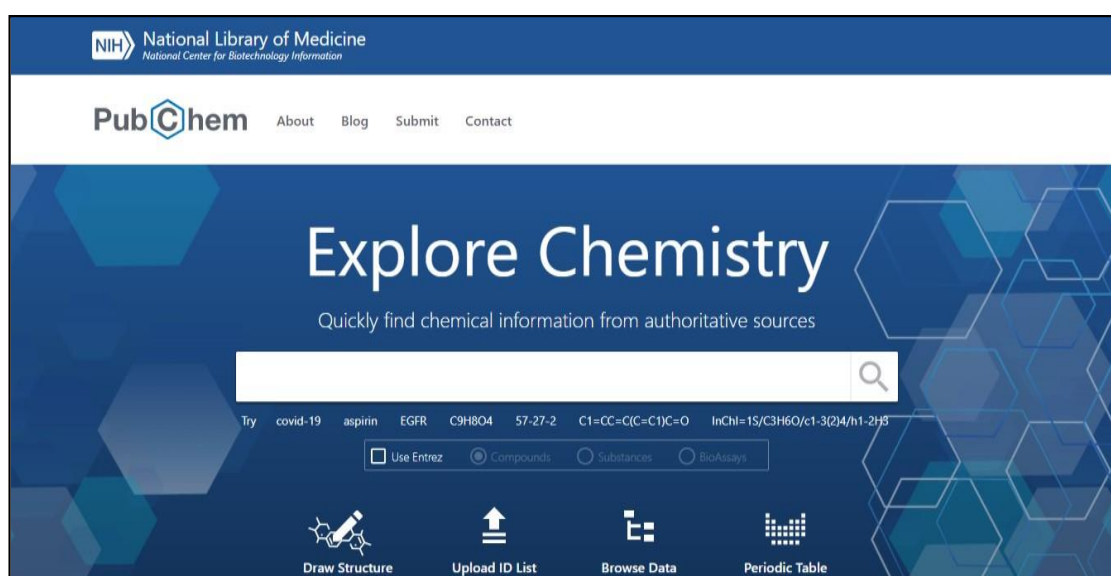


Figure 29 : interface de la banque des données PubChem

• RCSB :

Le RCSB, également connu sous le nom de PDB (Protein Data Bank), a été créé en 1971 en tant que première ressource de données numériques accessibles à tous dans le domaine de la biologie et de la médecine, avec une chronologie historique. Actuellement, il s'agit d'une ressource mondiale majeure pour les données expérimentales dans le domaine de la découverte scientifique. Le PDB offre la possibilité d'accéder aux données de structure 3D de grandes molécules biologiques (protéines, ADN et ARN) grâce à un portail d'information en

Chapitre VI : Etude phytochimique

ligne et à des archives de données téléchargeables. Il s'agit des composés de la vie, qui se trouvent dans tous les êtres vivants de la terre.

(Site web10)

À partir de cette base de données nous sommes arrivés à télécharger la protéine étudiée (**Estérase-1ESD**) sous format « **PDB** ».



Figure 30 : Interface de banque des données RCSB

1.1.4.3 Les logiciels :

➤ ChemDraw Ultra :

ChemDraw est un logiciel qui facilite la manipulation des structures chimiques, Il permet aux chimistes de travailler de manière plus efficace et d'accéder plus rapidement aux informations essentielles pour plusieurs disciplines, de la chimie spécialisée à la recherche de médicaments pharmaceutiques.

Chapitre VI : Etude phytochimique

(Site web11)

Ce logiciel nous a permis de convertir la structure de ligand qui a été téléchargée de la base des données PubChem sous format (SDF) 2D, en mode de fichier (.mol)

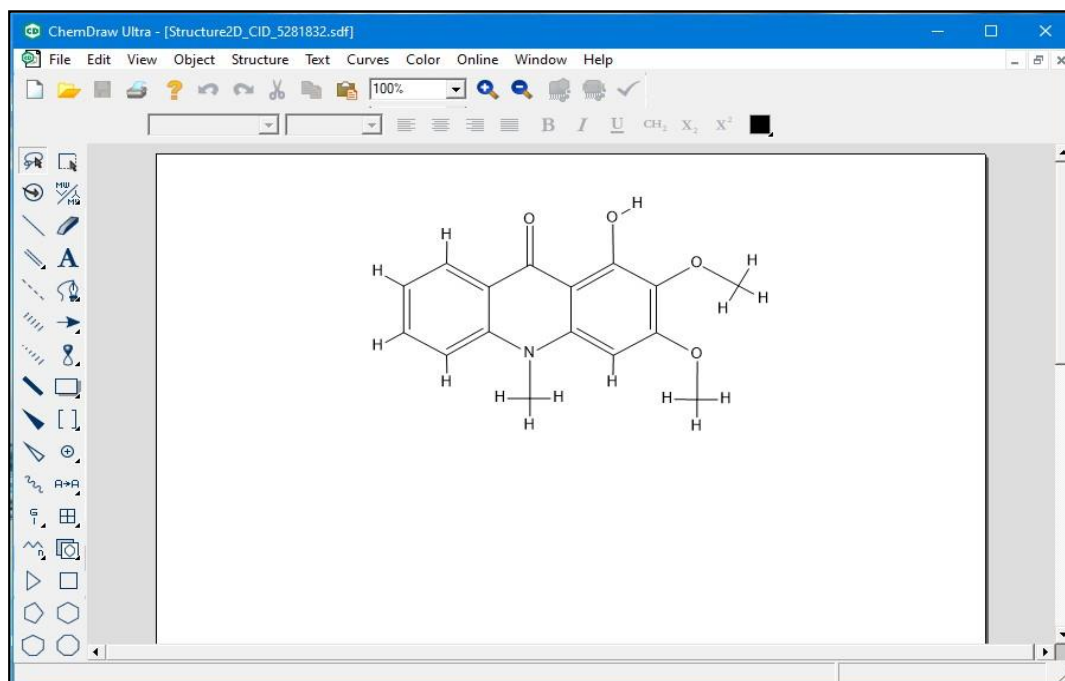


Figure 31 : interface de logiciel ChemDraw ultra 12

➤ **HyperChem Professional :**

Hyperchem est un programme de modélisation moléculaire créé par Auto desk et commercialisé par hypercube, (Ontario, Canada).

C'est un logiciel sophistiqué, qui est connu pour sa qualité, sa flexibilité et sa facilité d'usage. En combinant l'animation et la représentation en 3D, HyperChem peut faire des calculs de mécanique, de dynamique moléculaire et même quantique (**DOUIDI, 2017**). Grâce à ce programme, nous avons pu réduire l'énergie des ligands téléchargés et les enregistrer sous forme de (.mol).

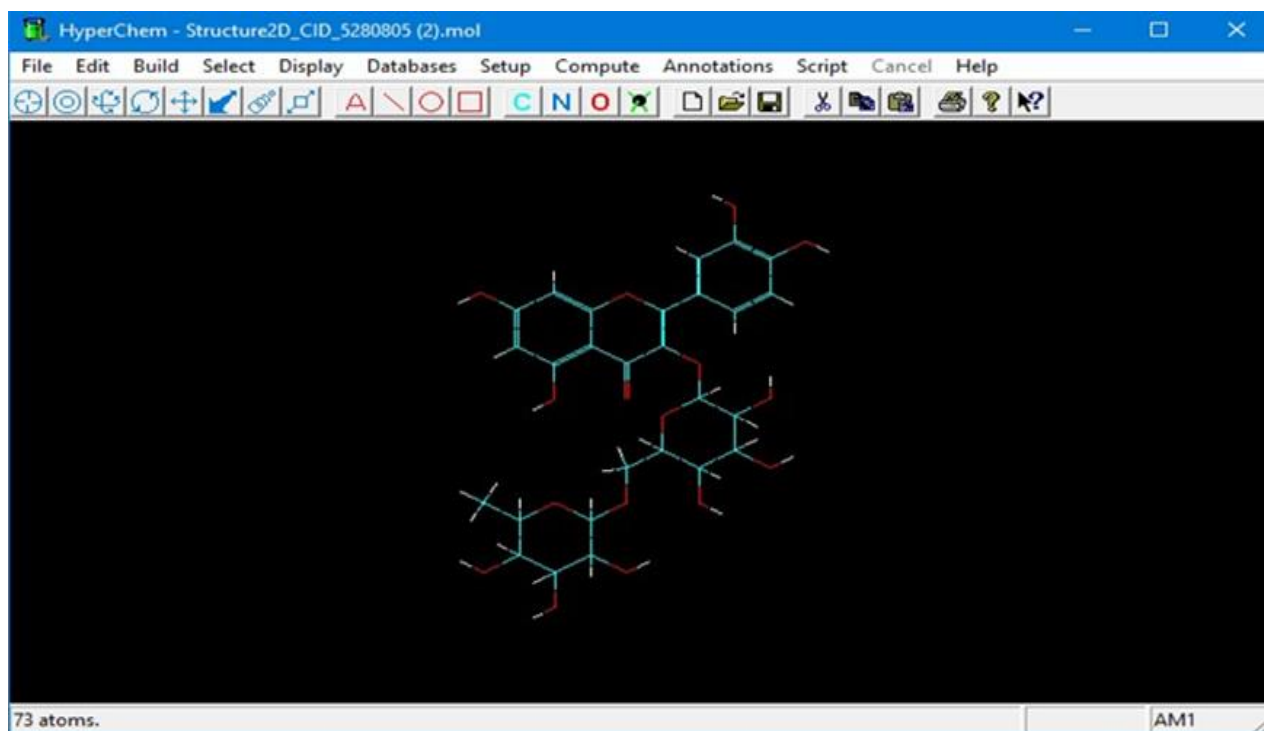


Figure 32: interface de logicielle HyperChem Professional

➤ **Molécular Operating Environment « MOE » :**

C'est un logiciel de recherche de médicaments qui combine la visualisation, la modélisation, la simulation et la méthodologie de développement. Selon **MOE (2012)**, il est employé dans le domaine de la recherche pharmaceutique, biotechnologique et universitaire. Il permet de dessiner des molécules et de les réduire afin d'obtenir les meilleures conformations pour le Docking de plusieurs ligands avec des protéines dans le site actif. L'optimisation des ligands et l'étape de « Docking » ont été réalisées à partir de ce logiciel.



Figure 33 : interface de logiciel MOE

1.2 Méthode de Travail

À l'heure actuelle, la recherche de nouveaux composés chimiques est associée à une étude *Insilico* (en simulation informatique basée sur la modélisation moléculaire) dans le but d'évaluer leurs propriétés chimiques et de créer des modèles en 2 ou 3 dimensions. Par ailleurs, la modélisation est basé sur l'utilisation de méthodes de calcul et de théories qui permettent de gagner du temps, de l'argent et d'obtenir un résultat aussi efficace avec le même effet (**FAYET & GUILLAUME, 2010**) ; (**LOITTA & DENNIS, 1988**).

2 Docking moléculaire

Le Docking, également connu sous le nom d'amarrage moléculaire, est une technique qui permet de prédire l'orientation adéquate des complexes formés entre deux molécules au niveau du site actif (enzyme-ligand) afin d'obtenir le complexe le plus stable. Cette méthode est également utilisée pour réduire les tests expérimentaux afin de trouver la molécule médicamenteuse cible (**BOUCHERIT, 2012**).

Le Docking moléculaire est basé sur 2 étapes :

- ✓ Le premier processus est appelé « Docking », qui implique la fixation d'un ligand à la cavité enzymatique du récepteur afin de créer un complexe stable et de tester les différentes possibilités de conformations.

Chapitre VI : Etude phytochimique

- ✓ La deuxième étape consiste à calculer l'Energie du complexe et à évaluer l'affinité entre le ligand et la protéine, ce qui donne un score des meilleures positions obtenues après avoir effectué un Docking (**ARAULT, 2007**).

L'amarrage moléculaire vise principalement à simuler par calcul le processus d'identification moléculaire et à obtenir une conformation optimale pour réduire au minimum l'énergie libre de l'ensemble du système. La recherche d'un nouveau médicament est un travail extrêmement complexe. La découverte de médicaments modernes est principalement basée sur une approche in-silico-chimico-biologique. Les techniques assistées par ordinateur sont de plus en plus utilisées dans le processus de découverte et de développement de médicaments, notamment en ce qui concerne leur mise en œuvre et l'appréciation. (**JAIN, 2006**).

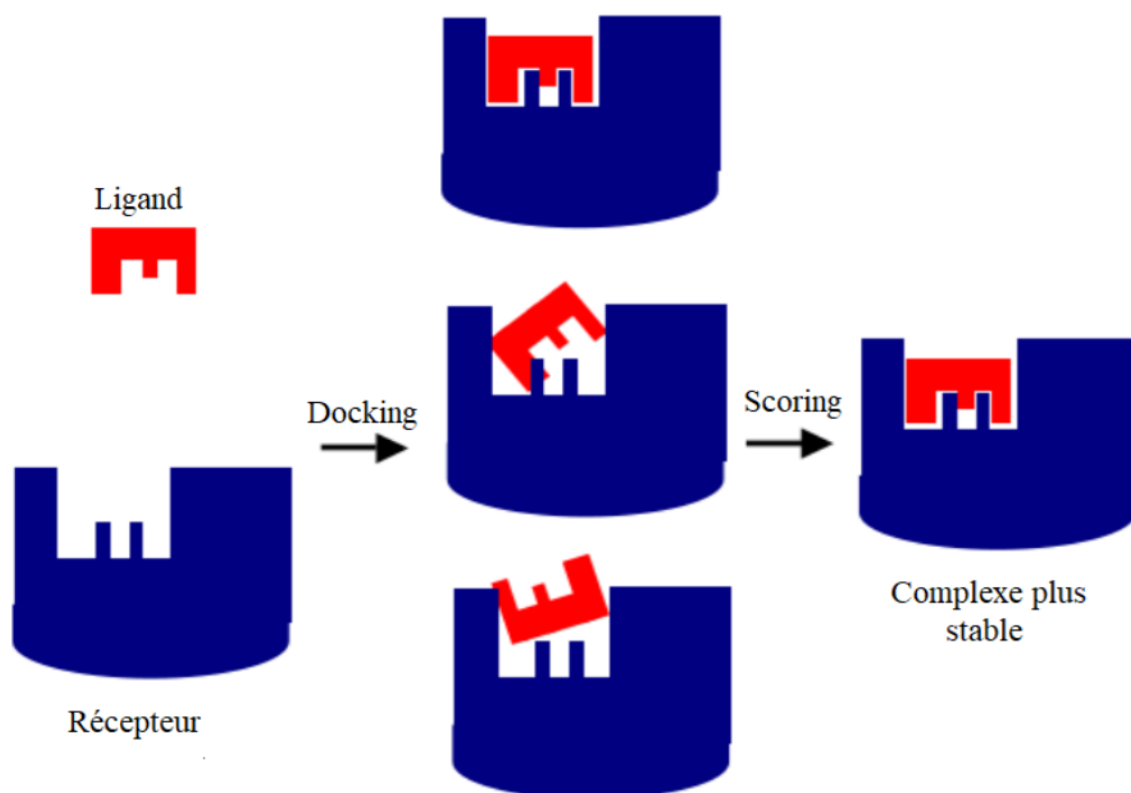


Figure34 : le docking moléculaire

Le Docking moléculaire a été réalisé à l'aide de logiciel « **MOE** » en suivant le protocole suivant

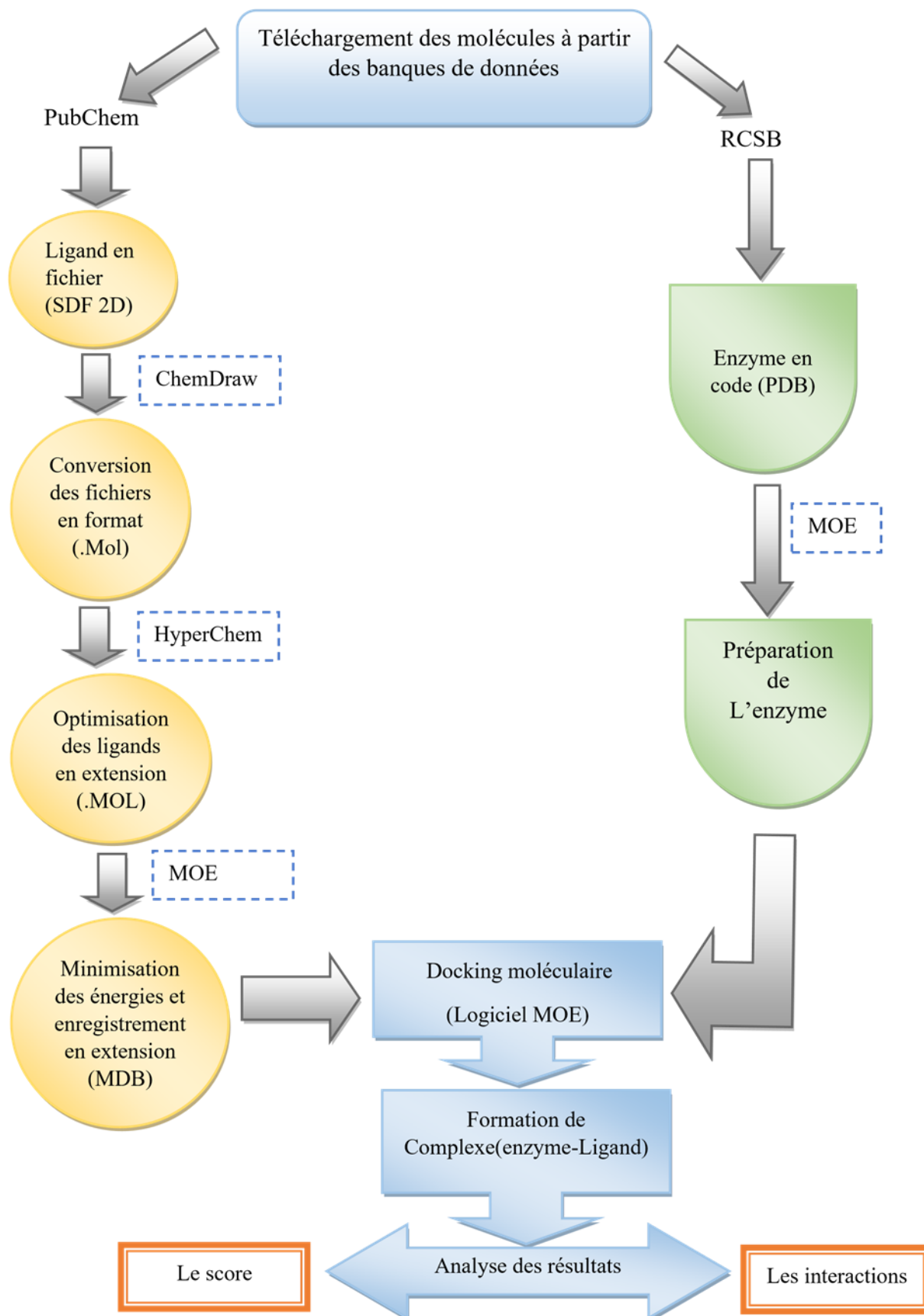


Figure34 : le docking moléculaire

3. Préparation de la protéine :


La préparation de la protéine étudiée suit plusieurs étapes :

- Téléchargement de la protéine à partir de la banque de données (RCSB) sous forme de fichiers avec extension PDB, généralement avec une résolution de 1,5 à 2,5 Å, la plus appropriée pour l'étude in silico.
- Importation de la protéine dans le logiciel (MOE) « Molecular Operating Environment »
- Suppression des molécules H₂O et du ligand de co-cristallisation, en ne conservant qu'une seule chaîne d'acides aminés.
- Exclusion des molécules d'hydrogène.
- Isolation de l'atome pour déterminer le site actif de la protéine.

Le module « Site Finder » du logiciel « MOE » offre un outil permettant de détecter la cavité enzymatique et d'identifier les résidus qui constituent le site actif le plus riche en acides aminés, qui présente le site le plus convenable pour l'interaction.

Chapitre VI : Etude phytochimique

Tableau 11 : propriétés de la protéine ESTERASE

Données Cristallographiques (PDB)		Structure 3D (MOE)
Protéine	ESTERASE	
PDB ID	1ESD	
Classification	HYDROLASE (SERINE ESTERASE)	
Méthode	X-RAY DIFFRACTION	
Résolution	2.30 Å	
Chaines	A	
Longueur de séquence	306	
Ligand de référence		

4. Préparation des ligands

À partir de la base de données PubChem, nous avons téléchargé les ligands de la plante *Ephedra major* (Norephedrine et Norpseudoephedrine) au format SDF en 2D. Ensuite, nous les avons convertis en fichiers .MOL à l'aide du logiciel ChemDraw Pro 12. Enfin, nous les avons optimisés avec le logiciel HyperChem avant de les enregistrer au format .MOL.

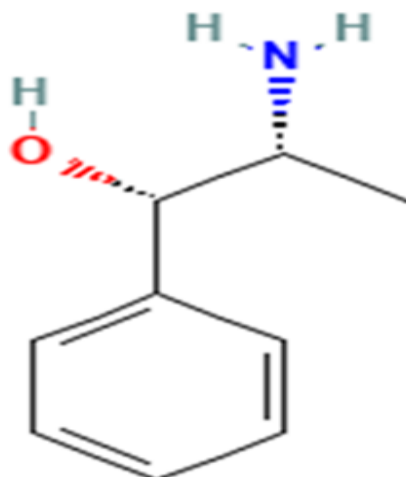


Figure 36 : Structure 2D de Norephedrine

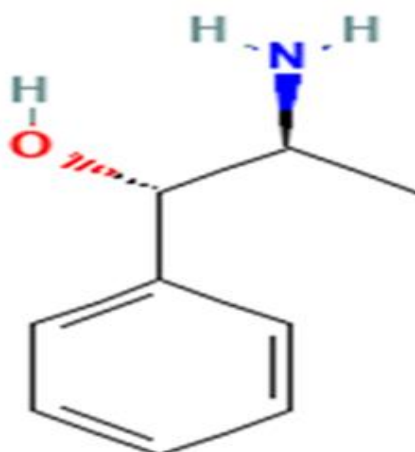


Figure 37 : Structure 2D de Norpseudoéphédrine.

4.1. Optimisation du ligand par Hyperchem

A- Norephédrine

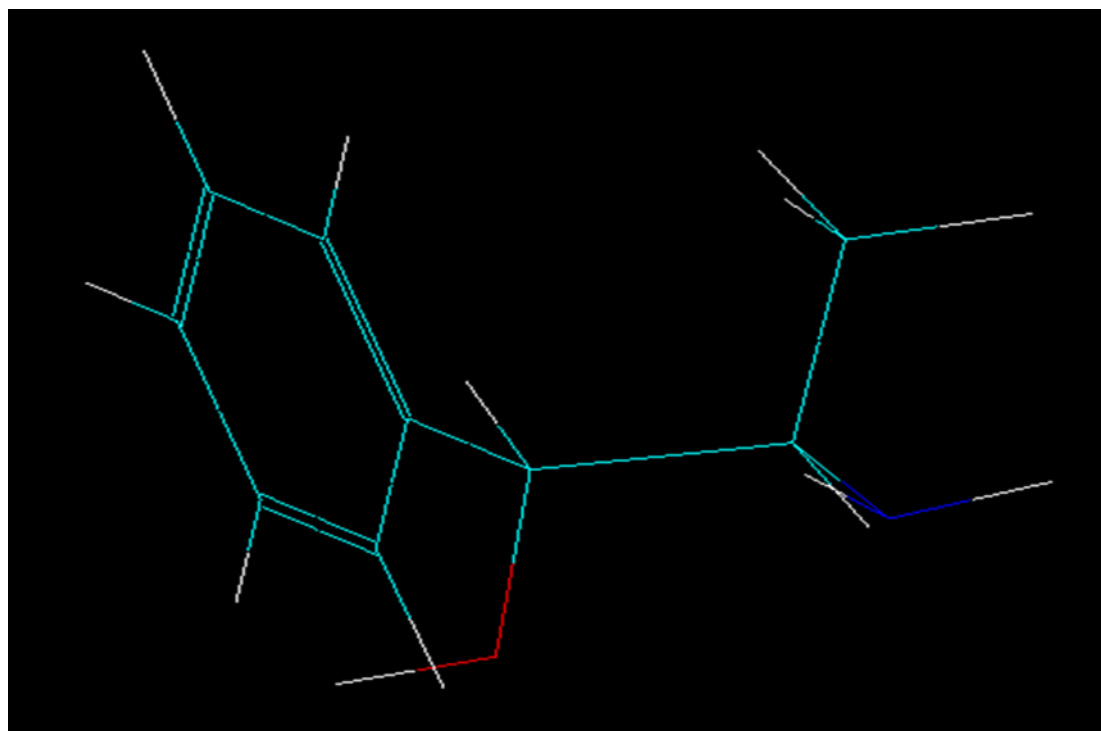


Figure 38: Structure optimisée de Norephédrine.

B- Norpseudoéphédrine

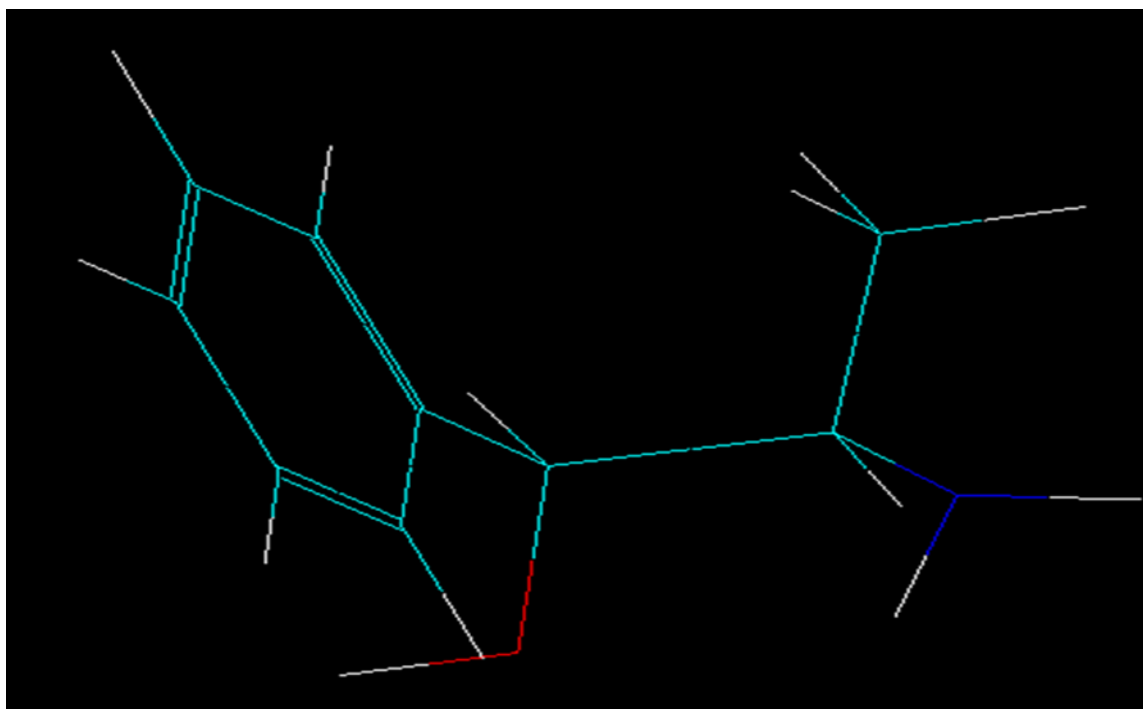


Figure 39 : Structure optimisée de Norpseudoéphédrine.

Chapitre VI : Etude phytochimique

Tableau 12 : Valeurs d'énergie d'optimisation des ligands.

Composés chimiques	Energie de l'optimisation (Kcal/mol)
Norephédrine	-2421.9779
Norpseudoéphédrine	-2421.7236

Ce tableau présente les valeurs d'énergie d'optimisation qui reflètent de la stabilité relative des composés chimiques après l'optimisation. L'énergie d'optimisation représente l'énergie minimale que la molécule peut avoir lorsque sa conformation est la plus stable.

- L'énergie d'optimisation de Noréphédrine est de -2421.9779 Kcal/mol, ce qui suggère une certaine stabilité par rapport à la Norpseudoéphédrine, dont l'énergie d'optimisation est de -2421.7236 Kcal/mol.
- La différence d'énergie d'environ 0,2543 Kcal/mol entre ces deux composés indique une légère différence de stabilité, avec Norephédrine étant légèrement stable des deux.

5. Docking Moléculaire

Après avoir préparé les ligands de la plante, ainsi que des molécules d'alcaloïdes, nous avons effectué le Docking moléculaire à l'aide du logiciel MOE. Cette étape a pour objectif était de trouver le complexe (protéine-inhibiteur) le plus stable, en se basant sur le score le plus bas.

Le positionnement de ces inhibiteur dans le site actif de l'enzyme, nécessite que le ligand soit flexible et l'enzyme soit rigide, ainsi une fois que le complexe (enzyme-ligand) est formé, ce dernier prendra plusieurs poses pour saisir celle la plus stable. Chaque pose est enregistrée avec un score et le meilleure correspond à celui avec la valeur la plus faible. Les différents complexe formées lors de Docking sont visualiser avec logiciel « MOE ».

A- Norephédrine

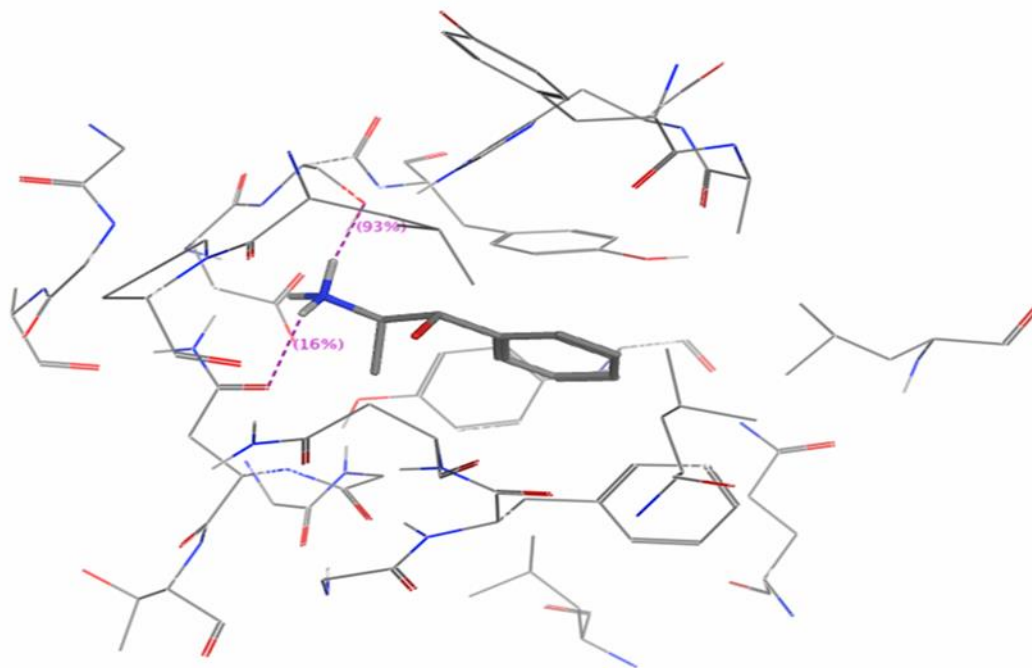


Figure 40 : Complexe 1ESD – Norephédrine

B-Norpseudoéphedrine :

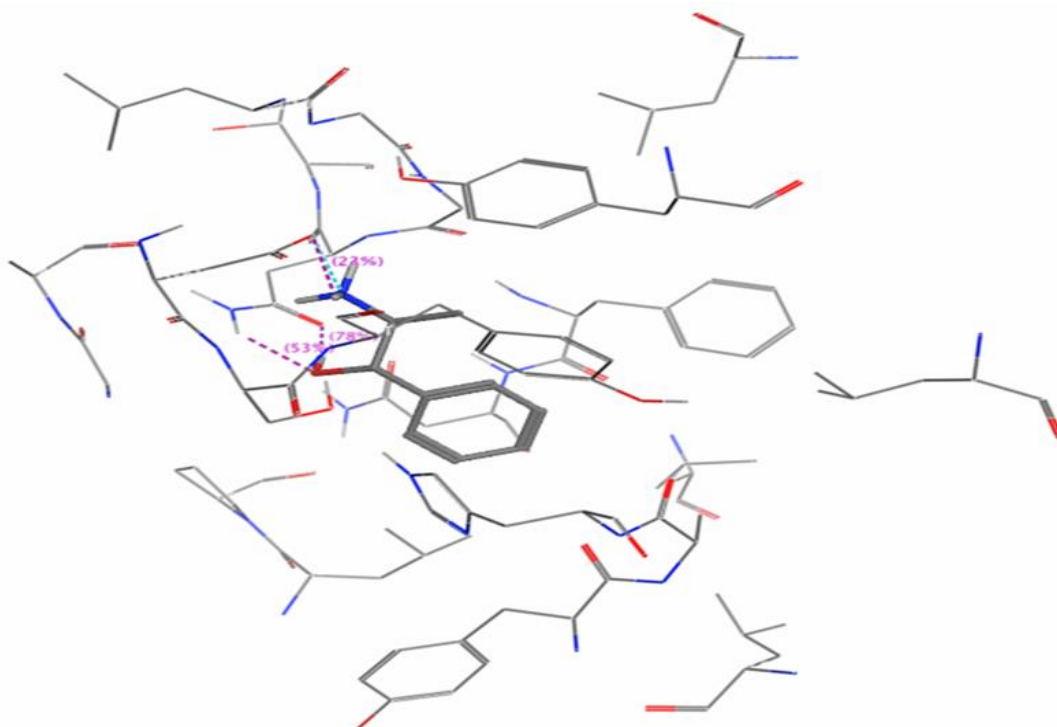


Figure 41 : Complexe 1ESD – Norpseudoéphédrine.

6. Résultats de Docking des meilleurs ligands

Tableau 13 : Valeurs de score du docking moléculaire.

Composés chimiques	Score (Kcal/mol)
Norephédrine	-10.5711
Norpseudoéphédrine	-11.5648

Ce tableau 13 présente les résultats de docking moléculaire pour deux composés chimiques Norephédrine et la Norpseudoéphédrine. Le docking score, mesuré en Kcal/mol, reflète l'affinité de liaison entre les inhibiteurs et le site actif de l'enzyme. Un score plus bas indique une interaction plus stable et une meilleure affinité de liaison.

- Norpseudoéphédrine a obtenu un score de -11.5648 Kcal/mol, indiquant un complexe très stable avec l'enzyme et suggérant une forte interaction inhibitrice.
- Noréphédrine a un score de -10.5711 Kcal/mol, supérieur à celui de Norpseudoéphédrine, suggérant une interaction inhibitrice moins stable que Norpseudoéphédrine.

La différence de score entre les deux composés est de 0.9937 Kcal/mol, ce qui indique que Norpseudoéphédrine est plus efficace en tant qu'inhibiteur potentiel, malgré la bonne affinité des deux composés pour l'enzyme. Ces informations sont cruciales pour sélectionner les candidats les plus prometteurs en vue d'applications pharmacologiques et pour orienter les futures études visant à optimiser les interactions enzyme-inhibiteur.

7. Interactions Enzyme-Ligand

Cette partie est la représentation des différentes interactions des meilleures poses enzyme-ligand:

A- Norephédrine

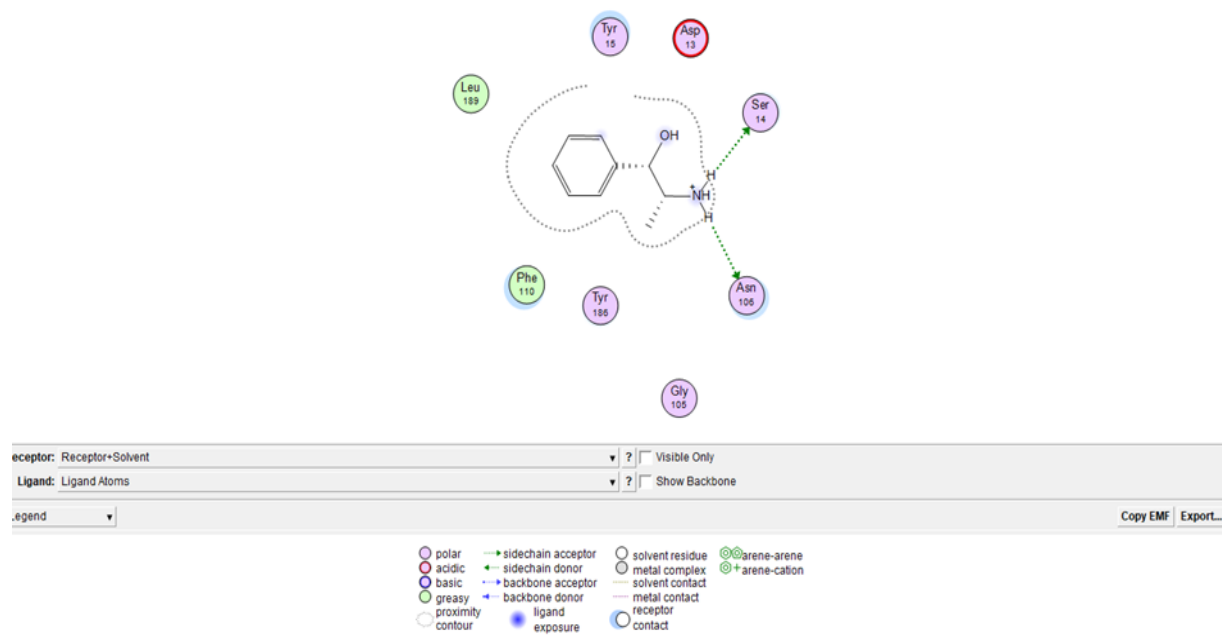


Figure 42 : Interactions 1ESD – Norephédrine.

B- Norpseudoéphédrine

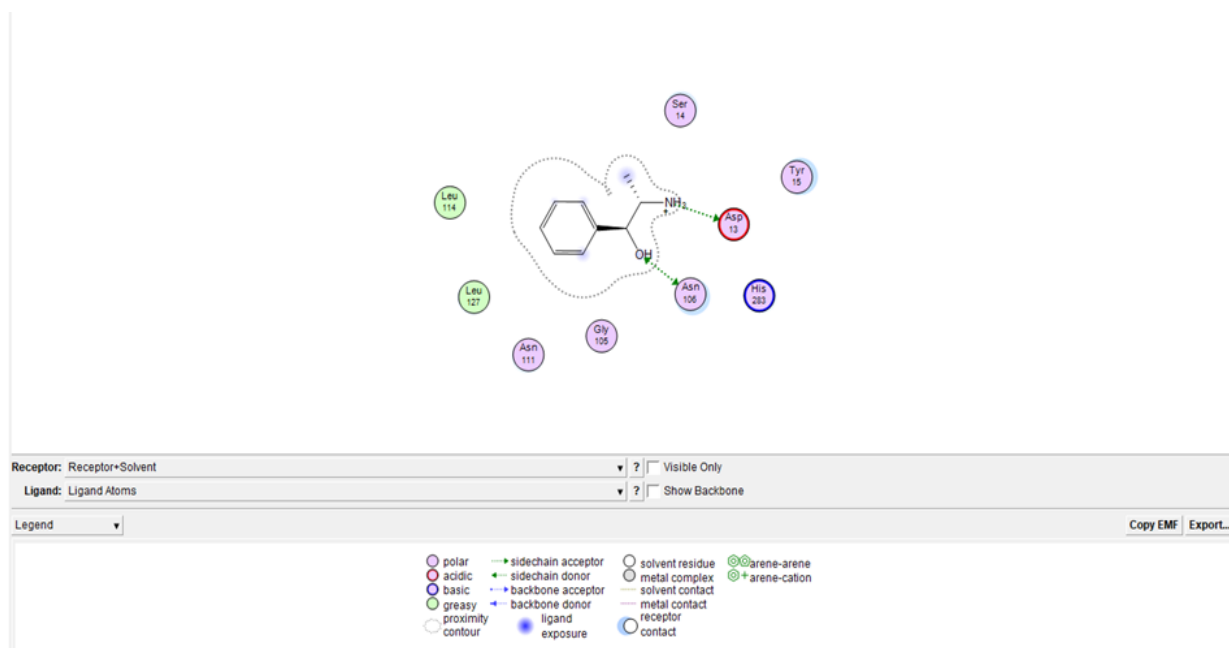


Figure 43: Interactions 1ESD – Norpseudoéphédrine.

Chapitre VI : Etude phytochimique

Les interactions établies entre le complexe protéine/ligands ont été identifiées à l'aide du logiciel MOE.

Nous avons observé dans les figures 53 et 54 que le ligand Norephédrine a formé 02 interactions avec les résidus, Asn 106 et Ser 14 de la protéine Estérase sous le code pdb 1ESD.

De même, le ligand Norpseudoéphédrine a formé 02 interactions avec les résidus Asp13, Asn 106 de la protéine Estérase sous le code pdb 1ESD.

Conclusion

L'objectif de notre étude est d'évaluer théoriquement l'activité insecticide de deux molécules extraites de la plante *Ephedra major* (Norephedrine et Norpseudoephedrine) en utilisant des méthodes de modélisation moléculaire, en se basant sur leur meilleur rendement avec la protéine Estérase 1ESD.

Nous avons employé la modélisation et le docking moléculaire dans cette étude afin de créer deux complexes "Enzyme-Ligand". Selon les résultats, Norpseudoephedrine est le ligand le plus efficace pour inhiber l'1ESD, tandis que Norephédrine présente des scores plus élevés. Ceci est basé sur les interactions entre les résidus de la cavité enzymatique et le ligand. Le complexe formé avec de Norpseudoephedrine présente un score (énergie) plus bas (-11,5648 Kcal/mol), ce qui suggère une stabilité accrue du complexe 1ESD-NORPSEUDOEPHEDRINE.

Cette étude *in silico* a montré que les composés extraits d'*Ephedra major* ont une forte capacité d'inhibition sur l'enzyme 1ESD, Ce qui Suggère leur potentiel d'utilisation comme bioinsecticides efficaces contre les criquettes.

Un aspect essentiel est que ces bioinsecticides ne présentent pas les conséquences néfastes des produits chimiques classiques, qui sont extrêmement toxiques pour l'environnement, les êtres vivants et la santé humaine. Les composés bioactifs extraits de la plante sont des substances naturelles, à la différence des insecticides classiques, qui ne nuisent pas aux champs agricoles, à l'environnement ni aux êtres vivants.

Chapitre VI : Etude phytochimique

Même si les résultats du score montrent que la rutine offre des résultats supérieurs aux insecticides chimiques, ce qui suggère une plus grande efficacité, les composés bioactifs extraits de la plante présentent une activité élevée tout en étant sans danger et sans dommages.

**CONCLUSION GENERALE ET
PERCPECTIVE**

Conclusion Générale

Dans ce travail, nous examinons la plante *Ephedra major* dans la région de Tlemcen (Beni Snous). Cette étude nous a donné la possibilité de repérer l'espèce et d'identifier plusieurs caractéristiques pour comprendre le comportement de cette plante dans son environnement, sa résistance et son adaptation à son environnement, nous citons ainsi les plus importants :

- Dans le premier chapitre intitulé synthèse bibliographique, nous avons présenté des informations générales sur la famille des Ephedracées, en particulier sur la position, les caractéristiques générales, les caractéristiques botaniques, la systématique de l'espèce *Ephedra major*, sa distribution géographique dans le monde, notamment en Algérie occidentale, et ses différentes utilisations.
- Le deuxième chapitre donne une description globale de l'environnement physique (la localisation géographique de stations d'étude, les caractéristiques géologiques, pédologiques et hydrologiques de la station d'étude Beni Snous.
- Dans le chapitre trois, nous avons analysé les caractéristiques climatiques. La station météorologique choisie appartient au climat méditerranéen, et qu'elle est située dans l'étage bioclimatique Semi-aride avec deux périodes : une période pluvieuse qui s'étend du Octobre jusqu'au Mai et une période sèche du Mai jusqu'au Octobre
- Dans le quatrième chapitre, l'étude morphométrique d'*Ephedra major*, mettant en évidence les relations entre différents paramètres. Dans les deux stations, les moyennes de croissance en hauteur et en largeur indiquent :
 - ✓ L'effet date influence hautement sur la hauteur d'*Ephedra*.
 - ✓ L'effet date influence fortement sur la largeur de la plate étudiée.
 - ✓ Le facteur écologique station a un impact sur la croissance des touffes d'*Ephedra major*.
- Ensuite, le cinquième chapitre est sur l'étude histologique et histométrique d'*Ephedra major*, au niveau des racines. Cette étude a permis de définir les différents tissus de la plante, en précisant la fonction et l'importance de chacun. L'ensemble xylème et phloème, également présents dans la racine, qui jouent un rôle essentiel pour le transport des nutriments dans la plante.

Conclusion Generale

- Le dernier chapitre est l'étude phytochimique. Le but principal de cette étude consiste à évaluer *in silico* les caractéristiques phytochimiques des composants chimiques d'*Ephedra major* afin de traiter leur potentiel en tant que bioinsecticides. Le criquette a été pris comme cas principal. La modélisation moléculaire a été employée et l'amarrage moléculaire a été réalisé en utilisant le logiciel AutoDock Vina sur l'enzyme Estérase 1ESD afin de mettre en évidence la corrélation entre la structure et l'activité des molécules (Norephédrine, Norpseudoéphédrine). Ces substances ont été démontrées comme des inhibiteurs efficaces de l'enzyme.

Après avoir effectué un docking moléculaire avec l'enzyme Estérase 1ESD et deux ligands distincts extraits d'*Ephedra major*, ainsi que deux insecticides (Norephédrine, Norpseudoéphédrine), nous avons constaté que Norpseudoéphédrine est l'inhibiteur le plus favorisé pour l'enzyme, avec le score le plus bas (-11,5648 Kcal/mol), ce qui suggère un complexe très stable. Comparé aux insecticides et aux autres ligands avec des scores plus élevés, on prend en considération les interactions entre les résidus de la cavité enzymatique et le ligand.

Puisque la modélisation moléculaire a donné des résultats satisfaisants, nous incitons à une autre étude *In silico* plus approfondie qui examine les autres molécules extraites d'*Ephedra major* et tester leur capacité inhibitrice sur d'autres ravageurs et d'autres pathologies.

La valorisation des autres espèces des genres *Ephedra* de la région de Tlemcen fin de traiter différentes maladies, ainsi que de promouvoir les traitements naturels.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

1. **ABDELGUERFI A. & LAOUAR M., 1999.** Autoécologie et variabilité de quelques légumineuses d'intérêt four- rager et/ou pastoral : possibilités de valorisation en région méditerranéenne. *Pastagens e Forragens* 20 : 81-112.
2. **ABOURASHED E., EL-ALFY A., KHAN I ET WALKER L., 2003** - "Ephedra in perspective—a current review". *Phytother Res*, 17(7) PP: 703–712.
3. **ALLAM S, 2014.** Contribution À Une Étude Écologique De Genre *Phillyrea* Dans la région De Tlemcen. Mémoire De Master En Pathologie Des Écosystèmes. Université Abou Bekr Belkaid.Tlemcen.72p.
4. **AL-MOTARREB, A., BAKER, K., & BROADLEY, K. J. 2002.** "Khat: pharmacological and medical aspects and its social use in Yemen". *Phytotherapy Research*, 16(5), 403-413.
5. **AL-QARAWI A.A., ABD ALLAH E.F. ET HASHEM A., 2012-** Effect of *Ephedra alata* on nucleic acids and nitrogen metabolism of seedborne *Aspergillus flavus* . *Pak. J. Bot.*, Vol. 44, N°1, pp. 425-428
6. **AL-QARAWI A.A., ABD_ ALLAH E.F. ET ABEER H.,** *Ephedra alata* as biologically-based strategy inhibit aflatoxigenic seedborne mold. *African Journal of Microbiology Research*, (2011) Vol. 5, N°16, pp. 2297-2303.
7. **AL-RIMAWI, F., S. ABU-LAFI, J. ABBADI, A. A. ALAMARNEH,** et al. Analysis of phenolic and flavonoids of wild *Ephedra alata* plant extracts by LC/PDA and LC/MS and their antioxidant activity. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 2017, 14(2), 130-141.
8. **ARRAULT A., 2007-** Stratégies De Docking-Scoring Assistées Par Analyse De Données.Application Au Criblage Virtuel Des Cibles Thérapeutiques Cox-2 Et Ppar Gamma,France.Université D'orléans.28-29.
9. **BAGHERI-GAVKOSH S., BIGDELI M., SHAMS-GHAHFAROKHI M., RAZZAGHI-ABYANEH M., 2009-** Inhibitory Effects of *Ephedra major* Host on *Aspergillus parasiticus* Growth and Aflatoxin Production. *Mycopathologia* 168: 249-255.
10. **BAGNOULS F. ET GAUSSEN H., 1953.** – Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 88: 3-4 et 193-239.
11. **BALMFORD A., BENNUN L., TEN BRINK B., COOPER D., COTE I.M., CRANE P., DOBSON A., DUDLEY N., DUTTON I., GREENR.E., GREGORY R.D., HARRISON J., KENNEDY E.T., KREMEN C., LEADER-WILLIAMS N.,**

- LOVEJOY T.E., MACE G., MAYR. AND MAYAUX P., 2005-** The convention on biological diversity's 2010 target, *Science*, vol. 307 (5707), p.212-213.
12. **BELHACINI, 2011.** Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen
13. **BENABADJI, N, BOUAZZA, M, METGE, G, LOISEL, R. 1996.-** Description et aspects des sols en roegionsemi-aride et aride au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). *Bulletin Institut Sciences (Rabat)*, 20 (1) :77-86.
14. **BENAISSA, A., 2003 -** El-Malamih el-masrahia fi carnaval Airad Bi Benisnous. Unpublished magister thesis. University Tlemcen.
15. **BLUMENTHAL, M., (1998) -** the complete german commission monographs. American botanical council, texas, p: 125-126.
16. **BONNIER, G., 1934 -**Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique. Librairie Générale de l'Enseignement, Paris (FRANCE)
17. **BOTTNER, 1981.-**Evolution des sols et conditions climatiques méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*. Tome VIII. Fasc.1/2 Marseille. 115-1324.
18. **BOUAZZAA M. ET BENBADJI N., 1998 -** Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud-Ouest de Tlemcen. *Rev. Sci. Techn. Constantine*. 10. pp 93-97
19. **BOUCHERIT H., 2012 -** Etude Théorique Des Interactions Intervenant Dans L'inhibition De La Méthionine Aminopeptidase De Mycobacterium Tuberculosis Par Diverse Molecules.Thèse De Magister En Biochimie.Constantine. Université Mentouri. Constantine.Algérie. 71p.
20. **BOUNECHADA M., 2007 -** Recherches sur les Orthoptères. Etude bioécologique et essais de lutte biologique sur *Ocnieridia volxemi* Bol. (Orthoptera, Pamphagidae) dans la région de Sétif. Thèse de Doctorat d'état en sciences en Biologie. Universite Ferhat Abbas. Setif.177p
21. **CHAABANE A., 1993.-**étude de la végétation du littoral septentrional de la Tunisie : typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagement, Thèse. Doct. Es SCI. Uni. Aix – Marseille III.338 p.
22. **CHEN W.L, TSAI T.H., YANG C.C.H., KUO T.B.J., 2010-** effects of ephedra on autonomic nervous modulation in healthy young adults. *journal of ethno pharmacology*, vol. 130, pp. 563–568
23. **CHOPRA C., ABROL B. K. ET HANDA K. L., 1960.-** Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique: lière partie. Recherche sur les zones arides XIII. Ed. UNESCO, Rome, 97 p.

24. **CONRAD V., 1943** - Usual formulas of continentality and their limits of Validity. Frans. Ann. Geog-Union, XXVII, 4. p: 663 - 664.
25. **CRANDELL JM ET AL; 2005**-J of the American Animal Hospital Assn 41:413- 20
26. **DAGET PH., 1980** - Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranée : le climat. Nat. Monsp. , H.S. 101 : 1-126p.
27. **DE MARTONNE E., 1926** -Une nouvelle fonction climatologique. L'indice d'aridité. La météo : 449-45 p.
28. **DOUIDI A., 2017** -Contribution À La Modélisation Des Interactions Dans Les Biomolécules : Cas Du Peptide C / Gpr40. Mémoire De Master. En Biologie Moléculaire Et Génétique. Universite De Tlemcen.86p
29. **DUCHAUFFOUR PH., 1983.** –Pédologie. 2e éd. rev. act. Et augm. Tome I. Pédogénèse et classification. Masson et Cie, Paris. 419p.
30. **DUCHAUFFOUR PH., 1977** - Pédologie. Tome I. Pédogénèse et classification. Edi Masson. Paris. 477 p.
31. **EMBERGER L. (1955).** - Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Géol. Bot. et 'Lool., Fac. Sc., Montpellier, 7 ; 1-43.
32. **EMBERGER L. 1955.-** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. France. pp 3-43
33. **EMBERGER L., 1930B.** – La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Géo. Bot. 42 : 641-662.
34. **EVANS W.C., 2009-** Trease and Evans' Pharmacognosy. Saunders (16eme Ed).
35. **FAYET & GUILLAUME., 2010** - Developement De Models Qspr Pour Prediction Des Propriété D'explosibilité Des Composés Nitroaromatiques.Thèse De Doctorat.Chimie.Paris Tech
36. **FREITAG, H., & MAIER-STOLTE, M., 1989** -The Ephedra-species of P. Forss-Kal: identity and typification, Taxon, 38(4), 545-556. Doi: 10.2307/1222629
37. **GAOUAR A., 1980** -Hypothèse et réflexion sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). Forêt méditerranéenne II, 2 :141 –146.
38. **GAUSSEN H., 1954** - Géographie des plantes. Ed. 2- 233 p.
39. **GEISSHÜSLER, S., & BRENNEISEN, R. 1987.** "The content of psychoactive phenylpropyl and phenylpentenyl khatamines in *Catha edulis* FORSK. of different origin". Journal of Ethnopharmacology, 19(3), 269-277.

40. **GHALEM SARRA, 2020, these doctorat université de Tlemcen** - Etude phytoécologique d'une malvacée : *Lavatera maritima* espèce caractéristique des groupements rudéraux du Nord-ouest algérien
41. **GHOURLI M, ZIDANE L, DOUIRA A., 2013** -Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan). *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol.17, pp 2388-2411.
42. **GORAI M., LAAJILI W., SANTIAGO L., NEFFATI M., 2015**-rapid recovery of
43. **HADJADJ K ; BENAÏSSA M ; MAHAMMEDI M ; OURAGH A & RAHMOUE A., 2019** -Importance Des Plantes Médicinales Pour La Population Rurale Du Parc National De Djebel Aïssa (Sud-Ouest Algérien). *Revue De Botanique*. N° 199 .[Doi: 10.25518/0457-4184.1864].
44. **HEGAZI G.A.E. ET EL-LAMEY T.M., 2011**- In vitro Production of Some Phenolic Compounds from *Ephedra alata* Decne. *J. Appl. Environ. Biol. Sc*, 1(8): 158-163.
45. **HOROWITZ JD ET AL; Lancet 1 (8159): 60-1 1980**
46. **IBOUKASSENE S., 2008** - Dynamique de la végétation des forêts à *Quercus suber* anthropisées du Nord Est de l'Algérie (Parc National d'El-Kala). Thèse de doctorat. Université Catholique De Louvain. Faculté d'Ingénierie Biologique, Agronomique et Environnementale, Dép des sciences du milieu et de l'aménagement du territoire Unité des Eaux et Forêts.
47. **JAIN. 2006.,** Scoring Functions For Protein-Ligand Docking. *Current Protein And Peptide Science*, 7, pp : 407-420
48. **JARADAT, N., HUSSEN, F., & AL ALI, A., 2015**- Preliminary Phytochemical Screening, Quantitative Estimation of Total Flavonoids, Total Phenols and Antioxidant Activity of *Ephedra alata* Decne. *J Mater Environ Sci*, 6(6), pp : 1771-8.
49. **JOLICOEUR P., 1991.**-Introduction à la biométrie département des Sciences Biologiques. Univ. Montreal, pp.1- Joliecoeur (1991)
50. **KALIX, P. 1992.** "Cathinone, a natural amphetamine". *Pharmacology & Toxicology*, 70(2), 77-86.
51. **KITANI Y, ZHU S, OMOTE T, TANAKA K, BATKHUU J, SANCHIR C, ET AL., 2009**-molecular analysis and chemical evaluation of ephedra plants in mongolia. *biol pharm bull.* 2009;32(7):1235–1243
52. **LE GALL P., 1989** -Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). *Bulletin d'écologie* 20: 245-261.
53. **LE HOUEROU H.N., 1969** - La végétation de la Tunisie steppique. *Ann.*

54. **LE HOUEROU, H.N, 1995.-** Considerations biogeographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Secheresse*, 6(1) : 167-82.
55. **LEE, M.R., 2011-** The history of Ephedra (Ma-Huang). *The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh* Edinb, 41(1), 78-84. Doi:10.4997/JRCPE.2011.116.
56. **LEESSON C.R ET LEESSON T.S., 1980 -** Histologie. 2ème éditions. Masson. p 4-5.
57. **LEWIS, R.J. SAX's** Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996., p. 2503
58. **LIMBERGER, R. P., JACQUES, A. L. B., SCHMITT, G. C., &ARBO, M. D., 2013-** Pharmacological effects of ephedrine. In *Natural Products* (pp. 1217-1237). Springer Berlin Heidelberg.
59. **LOITTA & DENNIS., 1988-** *Advances In Molecular Modeling* .Jai Pr Greenwich.
60. **MA G., BAVADEKAR S.A., DAVIS Y.M., LALCHANDANI S.G. NAGMANI R., SCHANEBERG B.T., KHAN I.A., ET FELLER D.R., 2007-** pharmacological effects of ephedrine alkaloids on human $\alpha 1$ - and $\alpha 2$ adrenergic receptor subtypes. *the journal of pharmacology and experimental therapeutics*, vol. 322, n°1, pp. 214- 221.
61. **MAAMRA F & MAISSA N., 2018 -**Caractérisation Des Enzymes Protéolytiques Des Souches Fongiques Isolées A Partir Du Sol Saharien. Mémoire De Master En Biochimie Appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued.105p
62. **MARSHALL RD, DOUGLAS CJ; 1994-***Gen Hosp Psychiatry* 16 (5): 358-60
63. **MAX W, A ROBERT., 2003-**plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.,Lavoisier, paris, (2003),
64. **MCEVOY, G.K. (ed.).** *American Hospital Formulary Service-Drug Information* 19 98. Bethesda, MD: American Society of Health-System Pharmacists, Inc. **1998** (Plus Supplements)., p. 1063
65. **F. MÉDAIL, P. QUÉZEL,** Hot-spot analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin, *Ann. Mo. Bot. Gard.* 84 (1997) 112–127.
66. **MEHENNI M.T ET BAREL R., 1986 -** Sciences naturelles 1 " A.S. institut pédagogique national. 63p.
67. **MOLÉCULAR OPERATING ENVIRONMENT « MOE », 2012.**Chemical Computing Group. Montreal .Quebec.Canada 10.
68. **MOONEY H.A, PARSONS D.G ET KUMMEROW J., 1973 -** Plant development in Mediterranean climates. In: technical report 73-6. Origin and structure of ecosystems. San. Diego. State University. Calif. 14 p.

69. **MUSSET R., 1953 IN CHAABANE A., 1993** -Étude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.
70. **NAWWAR M A M, EL-SISSI H I , BARAKAT H H.,1984** -Flavonoid constituents of *Ephedra alata*. *Phytochemistry*.Vol. 23. N°. 12, pp 2937-2939 .
71. **OHBA H, AMIROUCHE R., 2003**-Observation of the Floraof Tadmait and Tidikelt, Central Sahara, Alge-ria.*Journal of Japanese Botany* ; 78 pp:104-11.
72. **OULD EL HADJ M D., 1991**- Bioécologie des sauterelles et des sautériaux dans trois zones d'étude au Sahara. Ecole National Supérieure d'Agronomie. El Harrach. 85p.
73. **OULD EL HADJ MD, HADJ-MAHAMMED M ET ZABEIROU H., 2003** - place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (sahara septentrional est).*Courrier du savoir*. n°3, pp 47-51 .
74. **OZENDA P., 1991**- Flore et végétation du Sahara. Centre National De La Recherche Scientifique, Paris (3éme Ed.). 662 p
75. **PDAU, 2008**. P.D. A.U, 2008.commune de beni snous
76. **PAGNEY P., 1976** - Climats de la terre. Masson, Paris 140 p.
77. **PELLAY MARYVONNE., 2011** -MEMOIRE RAHOUMA SAFIA
78. **PENTEL PR ET AL;** *Fundam Appl Toxicol* 9 (1): 167-72,**1987**
79. **PETERS C.M., O'NEILL J.O. ET YOUNG J.B., 2005**- is there an association between ephedra and heart failure? a case series. *journal of cardiac failure*,vol. 11, n°1, pp.9-1
80. **PHINNEY, K. W., IHARA, T., & SANDER, L. C. (2005)**- Determination of ephedrine alkaloid stereoisomers in dietary supplements by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 1077(1), 90-97.
81. **GORAI, MUSTAPHA, LAJILI, Wafa, SANTIAGO, LOUIS S-** photosynthesis and water relations following soil drying and re-watering is related to the adaptation of desert shrub *ephedra alata* subsp. *alenda* (ephedraceae) to arid environments.vol .109, anuary **2015**, pages 113-121
82. **QUEZEL, F. MEDAIL,** *Écologie et biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen*, Elsevier, Paris, 2003, p. 573.
83. **QUEZEL, P. SANTA, S. 1963.**- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2, Edition CNRS, Paris, 676.
84. **RUJJANAWATE, C., KANJANAPOTHI, D., ET PANTHONG, A., (2003)**- pharmacological effect and toxicity of alkaloids from *gelsemiumelegans*benth. *journal of ethnopharmacology*, 89 (1) pp: 91-95. doi:10.1016/s0378-8741(03)00267-8

85. **RUSTAIYAN A., JAVIDNIA K., FARJAM M.H., ABOEE-MEHRIZI, F., EZZATZADEH, E., 2011-** Antimicrobial and antioxidant activity of the *Ephedra sarcocarpa* growing in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*. (5) pp :4251-4255.
86. **SAIZONOU N J., 2000** -Lubilosa et la lutte contre les acridiens. Ministère d'Agriculture. Paris 1: 3-17.
87. **SAUVAGE CH. ET DAJET P., 1963.** – Le quotient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation de ses variations au Maroc. *Ann. Serv. Phys. Gl. Meteorol.* 20: 11-23.
88. **SAUVAGE CH; 1960** - Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse.
89. **SCHWENDIMAN J., 1989** - Manuel pratique de l'histologie végétale, CIRAD, 350 P.
90. **SELTZER P., 1946.** – Le climat de l'Algérie. Ed. Carbonel, Alger, 219 p.
91. **SIBA 2022.**Diagnostic phytodynamique dans la région de Tlemcen Approche biostatistique et cartographique
92. **SONI M.G, CARABIN I.G., GRIFFITHS J.C., ET BURDOCK G.A., 2004-** Safety of ephedra: lessons learned. *Toxicology Lettersn*, Vol. 150, pp. 97–110
93. **STAMBOULI H., BOUAZZA M., ET THINON M., 2009** -La diversité floristique de la végétation psammophile de la région de Tlemcen (Nord-ouest Algérie), Elsevier, v 1.111; Prn: 29/04/2009; pp: 1-9.
94. **STEWART, B.A. 1985.-**Water conservation technology in rainfed and dryland agriculture. Proceedings of the conference 'Water and water policy in world food supplies'. Texas A & M University, College Station, Texas, pp 335–35.
95. **THINTHOIN R., 1948 :** -Les aspects physiques du tell Oranais. Essai de morphologie de pays semi-aride : ouvrage publié avec les concours du C.N.R.S Ed. L. Fouque 639p.
96. **TOENNES, S. W., HARDER, S., SCHRAMM, M., NIESS, C., & KAUERT, G. F. 2003.** "Pharmacokinetics of cathinone, cathine and norephedrine after the chewing of khat leaves". *British Journal of Clinical Pharmacology*, 56(1), 125-130.
97. **TURRIL W.B., 1929** - Plant life of the balkan peninsula : a phytogeographical study. Clarendon Press. Oxford.
98. **WALTER H ET LIETH H; 1960** - Klimadiagram weltaleas. Jerrafishar. Iena. *Ecologia Med.* Tome XVIII 1992. univ. de Droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille III.

Page web

1. <https://www.universalis.fr/dictionnaire/nor%25C3%25A9ph%25C3%25A9drine/>
2. <https://www.wikidata.org/wiki/Q413147>
3. <https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:36>
4. <https://www.norman-network.com/nds/susdat/>
5. <https://www.drugbank.ca/drugs/DB01486>
6. <https://www.wikidata.org/wiki/Q423797>
7. https://www.researchgate.net/figure/Situation-geographique-de-la-wilaya-de-Tlemcen_fig3_326200216
8. <https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2023/tlemcen-zenata/valeurs/60531.html>
9. <https://www.wikiwand.com/fr/Enzyme>
10. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/docs/about>
11. <https://www.rcsb.org/>
12. <https://library.columbia.edu> > ChemDraw 17 manual

ملخص :

تتناول هذه الأطروحة التنوع البيولوجي والنظميات لنبات الإيفيدرا الكبرى في منطقة بني سنوس، تلمسان، الجزائر. ويغطي أهمية النبات وخصائصه النباتية و استخداماته. تصف الدراسة البيئة المادية لمنطقة الدراسة. تحليل القياسات المورفومترية بواسطة ANOVA لتقييم تأثير التعرض على نمو طول سيقان الإيفيدرا الرئيسية. تحدد الدراسة النسيجية الشاملة بنية و سمك أنسجة الجذر. نفذ هذا العمل بهدف تقييم النشاط المبيد للحشرات لمكونين كيميائيين مستخرجين من النبات (النوربوسودوايفيدرين، النوربوسودوايفيدرين). أظهرت هذه المكونات نشاطاً مثبطاً مثيراً للاهتمام لإنزيم Esterase 1ESD. أظهرت النتائج أن النوربوسودوايفيدرين هو مثبط أفضل بدرجة (11.5648 - كيلو كالوري/مول). وهكذا فإن نتائج هذه الدراسة تسلط الضوء على أن المكونات الكيميائية المستخرجة من نبات الإيفيدرا الكبرى يمكن استخدامها كمبيدات حيوية فعالة ضد الآفات الحشرية مثل الجراد.

الكلمات المفتاحية: الإيفيدرا الكبرى، المورفومترية، النسيجية، إنسيليكو، النوربوسودوايفيدرين، النوربوسودوايفيدرين

Etude ethnobotanique et comportementale d'une espèce montagnarde méditerranéenne cas de l'*Ephedra major* Host.1831=*E.nebrodensis* Tineo, 1844

Résumé :

Ce mémoire examine la biodiversité et la systématique d'*Ephedra major* dans la région de Beni Snous, Tlemcen, Algérie. Il couvre l'importance, la caractéristique botanique et les usages de la plante. L'étude décrit l'environnement physique de la zone d'étude. Une analyse des mesures morphométriques par des ANOVA pour évaluer l'impact de l'exposition sur la croissance en longueur des tiges d'*Ephedra major*. Une étude histologique approfondie identifie les structures et l'épaisseur de tissus racinaires. Ce travail a été réalisé dans le but d'évaluer l'activité insecticide de deux composants chimiques extraits de la plante (Norephedrine, Norpseudoephedrine). Ces composants ont démontré une activité inhibitrice intéressante sur l'enzyme Esterase 1ESD. Les résultats montrent que Norpseudoephedrine est un meilleur inhibiteur avec un score de (-11,5648Kcal/mol). Ainsi, les conclusions de cette étude mettent en évidence que les composants chimiques extraits de l'*Ephedra major* peuvent être employés comme des bio insecticides efficaces contre l'insecte ravageur comme les criquette.

Mots clés: *Ephedra major*, morphométrique, histologique, Insilico, Norephedrine, Norpseudoephedrine,

Ethnobotanical and behavioral study of a Mediterranean mountain species case of *Ephedra major* Host.1831=*E.nebrodensis* Tineo, 1844

Abstract:

This dissertation examines the biodiversity and systematics of *Ephedra major* in the region of Beni Snous, Tlemcen, Algeria. It covers the importance, botanical characteristic and uses of the plant. The study describes the physical environment of the study area. An analysis of morphometric measurements by ANOVA to assess the impact of exposure on the length growth of *Ephedra major* stems. A thorough histological study identifies the structures and thickness of root tissues. This work was carried out with the aim of evaluating the insecticidal activity of two chemical components extracted from the plant (Norephedrine, Norpseudoephedrine). These components demonstrated an interesting inhibitory activity on the Esterase 1ESD enzyme. The results show that Norpseudoephedrine is a better inhibitor with a score of (-11.5648Kcal/mol). Thus, the conclusions of this study highlight that the chemical components extracted from *Ephedra major* can be used as effective bioinsecticides against insect pests such as locusts.

Keywords: *Ephedra major*, morphometric, histological, Insilico, Norephedrine, Norpseudoephedrine .