

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et Environnement.
Spécialité : Protection des écosystèmes

N° d'ordre :
N° de série :

Intitulé :

**Les indices bioclimatiques et leur interprétation agroécologique
dans les stations de Bejaïa, Sétif, Biskra**

Présenté par : NOUI Mohamed Ramy & BENAZIEB Amina

Le 19/06/2023

Jury d'évaluation :

Encadreur : BENDERRADJI M.E.H

(Prof - U. Frères Mentouri, Constantine 1).

Présidente : ALATOU Hana

(MCB - U. Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur : MELIANI Aziz

(MAB - U. Frères Mentouri, Constantine 1).

Année universitaire
2022 - 2023



Remerciements

A l'occasion de la rédaction de ce mémoire de fin d'étude, nous tenons particulièrement, à remercier en premier lieu Dieu tout puissant de nous voir donner la possibilité d'étudier et de pouvoir terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à

*Mr **BENDERRADJI MOHAMED ELHABIB** pour avoir accepté de nous encadrer à travers ce sujet. Nous le remercions aussi pour son orientation, ses judicieux conseils et de sa disponibilité durant toute la période de notre rédaction du mémoire.*

Nos profonds remerciements vont à :

*Madame **ALATOU Hana** pour avoir accepté de présider ce Jury*

*Monsieur **MELIANI Aziz** pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce modeste travail.*

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire trouvent ici l'expression de nos vifs remerciements.

Nous voudrions aussi exprimer notre vive reconnaissance envers tous les enseignants du département de biologie et écologie végétale ainsi que tous ceux qui ont participé à notre formation.

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail, à mes chers parents qui ont toujours été à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens et de sacrifices pour me voir réussir dans mes études.

*À ma tendre sœur **Maya**, qui a été ma complice, ma confidente et ma meilleure amie, son soutien infaillible et son amour inconditionnel ont été une source d'inspiration et de motivation pour moi tout au long de ce parcours académique.*

*À mon cher neveu **Abdelrahmen Jade**, dont la présence joyeuse et pleine de vie a été une source de bonheur pour notre famille.*

À mes tendres tantes et mes bienveillants oncles, qui ont toujours été présents dans ma vie avec leur amour, leur soutien et leur encouragement.

À ma bien-aimée grand-mère, qui a toujours été un pilier de sagesse, de gentillesse et d'amour dans ma vie.

À la mémoire de mes chers grands-parents, qui ont laissé un héritage d'amour, de sagesse et de valeurs familiales. Leur présence et leur influence continuent de vivre en moi, et je leur suis éternellement reconnaissante pour tout ce qu'ils ont apporté dans ma vie.

*Enfin, je tiens à dédier une partie de cette réalisation à mes chers amis en souvenir de nos éclats de rire et de bons moments, et de tout ce qu'on a vécu ensemble, une mention spéciale à mon ami **Slimani Raouf**, dont l'amitié sincère, la loyauté et le soutien inconditionnel ont été d'une valeur inestimable pour moi.*

-AMINA-

Dédicace

J'ai l'honneur à dédier cet humble travail d'abord à mes parents qui ont toujours été là pour m'encourager et me soutenir. Votre amour inconditionnel a été ma force motrice, m'insufflant la détermination et la confiance nécessaires pour entreprendre ce voyage académique. Vos encouragements constants, vos mots d'encouragement et votre soutien indéfectible ont allumé la flamme de la persévérance en moi, me permettant de surmonter tous les obstacles sur mon chemin. Chaque réussite est un reflet de votre amour et de votre investissement dans ma vie.

*À mon petit frère **Nazim**, mon compagnon de route, De nos premiers pas aux épreuves les plus ardues, Nous avons partagé tant de souvenirs, de joies et de peines, Ta présence a été un réconfort, une épaule solide dans les moments incertains. Ta présence a été un pilier sur lequel je me suis appuyé, et je suis reconnaissant d'avoir un frère aussi aimant et attentionné.*

À mes oncles, qui ont été des figures paternelles pour moi, Votre sagesse, vos conseils éclairés et votre présence bienveillante ont joué un rôle essentiel dans ma vie. Votre soutien continu a renforcé ma détermination à poursuivre mes objectifs et à réaliser mes rêves.

À mes grands-parents, gardiens de notre héritage, Votre amour inconditionnel, vos récits fascinants et vos traditions précieuses ont tissé la trame de ma personnalité. Votre présence aimante et vos valeurs ont nourri mon esprit et mon cœur, me rappelant l'importance de la famille, de la persévérance et de la gratitude.

*Une dédicace spéciale à mon meilleur ami **Sidali**. Ton amitié a été un cadeau inestimable à travers de longues années. De nos premières aventures aux moments de joie partagés, Ta présence a été une source constante de bonheur et de complicité.*

Enfin à tous mes chers amis qui ont embelli mon parcours, Vous avez été les compagnons de mes plus beaux jours. À travers les rires, les études et les moments de détente, Vous avez su remplir ma vie d'une amitié si vibrante.

-RAMY-

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Généralités et notions de base. | |
| I.1. Climat | 3 |
| I.1.1. Température | 3 |
| I.1.2. Précipitation | 4 |
| I.1.3. Humidité | 5 |
| I.1.4. Vents | 5 |
| I.1.5. Rayonnement solaire et albédo | 6 |
| I.1.6. La pression atmosphérique | 6 |
| I.2. Les changements climatiques | 7 |
| I.3. Impact des facteurs écologiques sur la répartition des espèces | 7 |
| | |
| Chapitre II : Influence du relief sur le bioclimat en Algérie. | |
| II.1. Caractéristiques géographiques et climatiques de l'Algérie | 9 |
| II.2. Le relief en Algérie | 10 |
| II.2.1. Le littoral méditerranéen | 12 |
| II.2.1.1. La bordure tellienne | 12 |
| II.2.2. Les Hautes Plaines de l'intérieur | 14 |
| II.2. L'Atlas saharien | 15 |
| II.2.4. Le Sahara | 16 |
| II.3. Le climat de l'Algérie | 17 |
| II.3.1. Les régions côtières | 17 |
| II.3.2. Les principaux massifs | 17 |
| II.3.3. Le Sahara | 18 |
| II.4. Le bioclimat et les étages bioclimatiques en Algérie | 18 |
| II.4.1. L'étage bioclimatique humide | 19 |
| II.4.2. L'étage bioclimatique subhumide | 19 |

| | |
|---|----|
| II.4.2.1. Les sous-étages inférieur et moyen chaud | 20 |
| II.4.2.2. Les sous-étages inférieur doux | 20 |
| II.4.2.3. Les sous-étages moyen et supérieur doux | 20 |
| II.5. Étagement et répartition de la végétation dans l'extrême N.-E. Algérien | 20 |
| II.5.1. Les types de formation végétales | 21 |
| II.5.2. Répartition de la végétation au Nord-est Algérie selon les conditions climatiques | 23 |
| II.5.2.1. L'association du chêne liège (<i>Quercetum suberis</i>) | 23 |
| II.5.2.2. L'association à Olivier et Lentisque (<i>Olea-lenticetum</i>) | 23 |
| II.5.2.3. L'association du chêne zeen (<i>Quercetum mirbeckii</i>) | 24 |
| II.5.2.4. L'association du chêne kermès (<i>Quercetum cocciferae</i>) | 25 |
| II.5.2.5. L'association pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>) | 25 |

Chapitre III : Les indices bioclimatiques dans le domaine agroécologique en Algérie (Partie expérimentale).

| | |
|--|----|
| III.1. Introduction | 26 |
| III.2. Présentation de la zone d'étude..... | 26 |
| III.3. Les indices climatiques et bioclimatiques..... | 30 |
| III.3.1. L'indice d'agressivité climatique de FOURNIER | 30 |
| III.3.2. Rapport pluviométrique d'Angot | 31 |
| III.3.3. Indice d'aridité de De Martonne | 32 |
| III.4. L'agroécologie | 33 |

Chapitre IV : Résultats et Discussion.

| | |
|--|----|
| IV.1. Indice d'agressivité climatique de FOURNIER | 34 |
| IV.2. Rapport pluviométrique d'ANGOT | 36 |
| IV.3. Indice d'aridité climatique de De Martonne | 43 |
| IV.4. Plan d'aménagement et recommandation pour améliorer l'agroécologie dans les 3 stations (régions) | 46 |

| | |
|----------------------------|----|
| Conclusion | 48 |
| Références bibliographique | |
| Annexes | |
| Résumé | |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1. La situation géographique de l'Algérie. | 9 |
| Figure 2. Carte géographique du relief en Algérie | 11 |
| Figure 3. Coupe topographique de l'Algérie de M. COTE | 12 |
| Figure 4. Les principaux domaines bioclimatiques de l'Algérie | 19 |
| Figure 5. Coupe de végétation du versant Nord du l'Edough jusqu'au sommet du djebel Rokba. | 22 |
| Figure 6. Localisation géographique de la wilaya de Sétif..... | 28 |
| Figure 7. Localisation géographique de la wilaya de Biskra..... | 30 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Classification des climats selon l'indice de De Martonne | 32 |
| Tableau 2. L'indice d'agressivité climatique selon la méthode de FOURNIER | 34 |
| Tableau 3. Rapport pluviométrique selon la méthode d'ANGOT | 37 |
| Tableau 4. L'indice d'aridité selon la méthode de De Martonne | 44 |

Liste des Cartes

| | |
|---|----|
| Carte 1. Localisation géographique de la wilaya de Béjaïa | 27 |
|---|----|

Introduction

Introduction

Les indices bioclimatiques sont des outils utilisés pour évaluer les conditions climatiques dans une région donnée. Ils permettent de déterminer les conditions appropriées pour une culture et d'aider à prendre des décisions concernant les pratiques agricoles et la gestion des ressources en fonction du climat, tels que la durée de la saison de croissance, la température, la pluviométrie et l'ensoleillement. Ces indices sont souvent utilisés pour planifier la rotation des cultures et optimiser la production agricole en fonction des conditions climatiques.

Le climat est l'un des facteurs les plus importants influençant la production agricole. Les variations climatiques peuvent avoir un impact considérable sur les rendements et la qualité des cultures, entraînant des pertes de récolte et des coûts supplémentaires pour les agriculteurs. Comprendre les conditions climatiques appropriées pour chaque culture et déterminer les meilleures pratiques agricoles spécifiques à chaque région climatique sont des éléments clés pour les agriculteurs.

Les indices bioclimatiques peuvent être utilisés pour planifier la rotation des cultures, choisir les semences les mieux adaptées, évaluer les risques de stress hydrique et de sécheresse, et optimiser la gestion des ressources, notamment l'irrigation.

La problématique de ce mémoire consiste à comprendre comment les conditions climatiques spécifiques de Béjaïa, Sétif et Biskra, telles que la température moyenne annuelle et les précipitations annuelles, influencent les rendements des cultures et la qualité des récoltes. Il est également crucial d'explorer comment les agriculteurs peuvent utiliser les indices bioclimatiques pour choisir les meilleures pratiques agricoles adaptées aux conditions locales, identifier les zones propices à certaines cultures et optimiser la gestion des ressources, notamment l'irrigation. Cette recherche vise à améliorer la productivité agricole de manière durable dans ces régions en tirant parti des informations fournies par les indices bioclimatiques.

L'objectif de cette recherche est donc de comprendre comment les conditions climatiques influencent la production agricole dans une région donnée et comment les indices bioclimatiques peuvent être utilisés pour évaluer et optimiser les conditions agroécologiques. Cela aidera à déterminer les zones appropriées pour certaines cultures, évaluer les besoins en irrigation et en fertilisation, ainsi qu'à prévoir les problèmes liés aux conditions climatiques. Le but final est de maximiser la production agricole de manière durable dans des conditions climatiques données.

La méthodologie d'approche de cette recherche repose sur l'utilisation et l'application des indices bioclimatiques dans l'agroécologie, en analysant les paramètres bioclimatiques suivants : la température moyenne annuelle et les précipitations annuelles.

Ce travail de recherche contient 4 chapitres qui sont :

- **Chapitre I : Généralités et notions de base.**
- **Chapitre II : Influence du relief sur le bioclimat en Algérie.**
- **Chapitre III : Les indices bioclimatiques dans le domaine agroécologique en Algérie (Partie expérimentale).**
- **Chapitre IV : Résultats et Discussion**

Chapitre I

Généralités et notions de base

I.1. Climat

Le climat est défini comme les conditions météorologiques à long terme dans une région donnée. Il est influencé par de nombreux facteurs tel que : l'altitude, la latitude, la topographie, les masses d'air, les courants océaniques. Les mesures climatiques incluent la température, le vent, la pression atmosphérique, la pluviométrie et l'humidité relative.

Au sens étroit du terme, le climat désigne généralement le « temps moyen » ; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années. Dans un sens plus large, le climat est la description statistique de l'état du système climatique. [1]

I.1.1. Température

La température est une mesure de la quantité de chaleur présente dans une substance ou un système, et est souvent définie comme la mesure de l'agitation des molécules ou des particules qui composent cette substance ou ce système.

Elle est souvent mesurée en utilisant une échelle de température, qui définit les points de référence pour les valeurs les plus basses et les plus élevées de la température. L'échelle de température la plus couramment utilisée est l'échelle Celsius (°C), qui définit le point de congélation de l'eau à 0°C et le point d'ébullition de l'eau à 100°C sous une pression normale

Elle peut être influencée par une variété de facteurs, tels que la quantité de rayonnement solaire, les conditions atmosphériques telles que la pression et l'humidité, et la composition de l'air. La température est un facteur important dans de nombreux systèmes naturels et peut avoir un impact sur des processus tels que la photosynthèse, l'évaporation, la convection et la formation des nuages.

La température est un paramètre clé dans l'étude et la caractérisation des climats vue son rôle prédominant dans le rayonnement et le bilan énergétique, d'où son importance capitale dans les études qui touchent de près ou de loin le domaine du changement climatique. [2]

Il existe 2 types de températures :

- La température vraie : c'est la valeur thermique réellement observée dans une région donnée

- La température réduite au niveau de la mer, c'est la température ramenée à la valeur qu'elle aurait en l'absence de tout relief, elle est égale à la température vraie observée en altitude à la quelle est ajouté ou soustrait un gradient de 0,5 à 0,6C pour chaque 100 m de dénivellation. [3]

La température représente donc un facteur limitant vue son implication dans le contrôle de l'ensemble des phénomènes métaboliques et par ce fait le conditionnement total de la répartition de tous les êtres vivants. [2]

I.1.2. Précipitation

Les précipitations représentent la source principale d'eau pour la production agricole dans la plupart des régions du monde, elles sont caractérisées par trois principaux paramètres suivants :

-Leurs volumes, leurs intensités, et leurs fréquences qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années ;

- La connaissance exacte de ces trois caractéristiques est essentielle pour planifier l'utilisation des précipitations par l'agriculture et éventuellement prévoir l'utilisation dans l'irrigation sachant qu'une précipitation de 1 mm correspond à un apport d'eau de 1 L/ m². [4]

D'après **ROULLEAU (1954)**, Les flux ascendants de l'air peuvent modifier le taux d'humidité relative, et lorsqu'il y a une chute de la température, une masse d'air peut atteindre son point de rosée. Toutefois, la formation de la condensation nécessite la présence de noyaux de condensation, qui sont des particules qui permettent l'attachement de molécules d'eau. Les nuages sont formés par la condensation de l'eau sous forme de fines gouttelettes liquides ou de cristaux de glace, qui se rassemblent pour former des formations nuageuses.

Les précipitations peuvent prendre différentes formes, telles que la pluie, la neige, la grêle ou la bruine, verglas rosée, brouillard ou autre type de précipitation. La quantité et la fréquence des précipitations varient selon les régions géographiques, les saisons et les conditions climatiques. Elles sont mesurées en millimètres d'eau ou de neige sur une période donnée.

I.1.3. Humidité

L'air ambiant contient de la vapeur d'eau provenant de sources telles que les plans d'eau, chauffés par la radiation solaire. Deux mécanismes sont responsables de la production de cette vapeur d'eau :

- L'évaporation physique, qui se produit à la surface des océans, mers, lacs, cours d'eau et sols humides.
- L'évapotranspiration physiologique du couvert végétal.

La quantité d'humidité dans l'air dépend de la température, qui est liée à la radiation solaire directe, ainsi que du vent qui renouvelle l'air ambiant en remplaçant l'air saturé d'eau par de l'air sec capable de stocker de l'humidité. Par conséquent, l'évaporation est plus active lorsque la pression est basse. Il convient de noter que l'air n'est jamais complètement sec en raison de la présence de vapeur d'eau. [6]

I.1.4. Vents

Les vents sont le déplacement de l'air dans l'atmosphère, qui est provoqué par des différences de pression atmosphérique entre deux zones. C'est un mouvement de l'air qui permet de transporter les caractéristiques climatiques d'un endroit à un autre à la surface de la Terre. Il provoque le déplacement des masses d'air, ce qui affecte le temps et le climat dans différentes régions. Dans les régions de moussons, le sens du vent de l'océan vers le continent ou inversement influe sur la quantité de pluie et l'humidité. Dans les régions tempérées, les changements de direction du vent ont des effets moins marqués sur le climat, mais les paramètres climatologiques restent sous son influence. Enfin, dans les régions arctiques, les variations de direction du vent ont peu d'impact sur le climat en raison du caractère uniforme de cette zone climatique. [7]

Les vents peuvent également avoir des impacts importants sur le climat, en transportant de l'air chaud ou froid, de l'humidité, des polluants et des particules. Ils peuvent également influencer les phénomènes météorologiques tels que les tempêtes, les ouragans et les tornades.

I.1.5. Rayonnement solaire et albédo

Sont la source d'énergie primaire qui alimente le système climatique terrestre. Ils sont constitués d'ondes électromagnétiques qui sont émises par le Soleil et se propagent dans l'espace jusqu'à atteindre l'atmosphère terrestre.

Une partie des rayonnements solaires est absorbée ou réfléchi par l'atmosphère, les nuages et la surface de la Terre. La quantité de rayonnement solaire qui atteint la surface terrestre dépend de facteurs tels que la latitude, l'heure de la journée, la saison, la couverture nuageuse et la composition de l'atmosphère.

Les rayonnements solaires jouent un rôle important dans la régulation du climat terrestre en influençant le bilan radiatif de la planète, c'est-à-dire la différence entre la quantité d'énergie solaire reçue et la quantité d'énergie renvoyée dans l'espace appelé « albédo ». Ce dernier est affecté par la teneur en eau et la couleur du sol. Les sols plus clairs réfléchissent davantage de radiation directe que les sols plus foncés qui, eux, absorbent plus de chaleur. L'impact du sol sur la température de l'air dépend également de sa capacité à conduire la chaleur. Si un sol est un bon conducteur thermique, la chaleur peut facilement pénétrer à l'intérieur, limitant ainsi les variations de température en surface. Les sols moins poreux sont généralement de meilleurs conducteurs thermiques. Les sols froids comme l'argile se réchauffent et se refroidissent lentement, maintenant ainsi une température élevée pendant la nuit et réduisant la fréquence du gel. [8]

I.1.6. La pression atmosphérique

La pression est le poids de la colonne d'air qui surmonte l'unité de surface sur laquelle elle s'exerce. Sa variation temporelle est liée à celle de la température et son gradient génère le vent (force et direction). [9]

La pression atmosphérique est la force exercée par l'atmosphère terrestre sur une surface. Elle est causée par le poids de l'air au-dessus de cette surface et varie en fonction de l'altitude, de la température, de l'humidité et d'autres facteurs. La densité de l'air et sa température diminuent en même temps que la pression atmosphérique diminue. Pour mesurer la pression atmosphérique, on utilise un baromètre qui utilise le mercure pour contrebalancer le poids de l'air. La pression atmosphérique est généralement mesurée en pascals (Pa), en hectopascals (hPa) ou en bars (B). [7]

I.2. Les changements climatiques

Les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes (généralement, pendant des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou encore à des changements anthropiques persistants en particulier l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par la déforestation, l'utilisation des énergies fossiles, mauvaise gestion des parcours et l'agriculture intensive. [10]

Il y a cependant une différence entre changement climatique et variabilité climatique, la variabilité climatique désigne des variations de l'état moyen et d'autres statistiques (écarts standards, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà des phénomènes climatiques individuels. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne), ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externe). [11]

Les changements climatiques ont des effets majeurs sur les écosystèmes et les sociétés humaines à travers le monde. Les impacts incluent une élévation du niveau de la mer, une augmentation des événements climatiques extrêmes tels que les inondations et les sécheresses, tempêtes, une diminution des ressources en eau douce, une perte de biodiversité et une augmentation de la propagation de maladies liés directement aux activités anthropiques.

I.3. Impact des facteurs écologiques sur la répartition des espèces

Les facteurs écologiques se subdivisent en deux grandes catégories facteurs biotiques et facteurs abiotiques leur influence sur la répartition des espèces est complexe et interconnectée.

Les facteurs biotiques, tels que la concurrence pour les ressources, la prédation, les relations mutualistes et parasites, et la disponibilité de la nourriture et de l'habitat, peuvent influencer la survie, la croissance et la reproduction des espèces. Par exemple, la disponibilité de la nourriture peut limiter la croissance d'une population, tandis que la prédation peut influencer la taille et la densité d'une population.

Les facteurs abiotiques, tels que la température, la lumière, l'humidité, les précipitations, les sols, les vents et les conditions climatiques, peuvent également influencer la répartition des espèces. Par exemple, les espèces ont des tolérances différentes pour la température et l'humidité, ce qui peut influencer leur distribution géographique. Les conditions du sol peuvent également limiter la répartition des espèces, car certaines espèces ont besoin de types spécifiques de sol pour survivre. De plus, les conditions climatiques peuvent influencer la répartition des espèces à long terme, car les changements climatiques peuvent modifier les conditions environnementales et affecter la distribution des espèces.

La combinaison de ces facteurs peut avoir des effets différents sur les espèces, conduisant à des distributions géographiques distinctes. Il existe en écologie ce qu'on appelle la valence écologique qui signifie les limites de tolérance d'une espèce face à un facteur écologique limitant, il est important de comprendre comment les facteurs abiotiques et biotiques interagissent pour influencer la répartition des espèces. Par exemple, la concurrence pour les ressources peut être exacerbée par une disponibilité limitée de l'eau ou des nutriments du sol. De même, la prédation peut être affectée par les changements de température et les conditions climatiques, qui peuvent influencer la distribution des proies. Comprendre ces interactions peut aider à prédire comment les changements environnementaux futurs peuvent affecter la répartition des espèces.

Chapitre II

**Influence du relief sur le
bioclimat en Algérie**

Le relief a en effet un impact important sur les conditions climatiques et, par conséquent, sur la distribution des écosystèmes et des espèces végétales. En Algérie, pays aux reliefs accidentés et très variés, l'impact du relief sur le bioclimat est particulièrement important et peut expliquer la diversité de la végétation.

II.1. Caractéristiques géographiques et climatiques de l'Algérie

L'Algérie, pays d'Afrique du Nord est le plus grand pays du Maghreb et d'Afrique avec une superficie de 2 381 741 km². Elle possède une côte méditerranéenne de près de 1200 km au nord et est bordée par la Tunisie à l'Est, la Libye au Sud-Est, le Niger et le Mali au Sud, la Mauritanie au Sud-Ouest et le Sahara Occidental et le Maroc à l'Ouest comme le montre la **figure 1**. [7]



Figure 1. La situation géographique de l'Algérie. (atlas-monde.net)

Située entre les latitudes 18° et 38° Nord et les longitudes 9° Ouest et 12° Est (passant près de la ville de Mostaganem), présente une grande diversité de zones climatiques qui ont été classées en trois catégories : le Tell, les Hautes Plaines et le Sahara. La première classification des zones climatiques en Algérie a été réalisée en 1962 par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et a servi de base de calcul pour le dimensionnement de chauffage ou de climatisation. Une deuxième classification, basée sur les données climatiques les plus représentatives de la période de 1974 à 1984, a permis de définir avec plus de précision les zones climatiques du pays. [12]

L'Algérie est un pays doté d'une grande diversité climatique en raison de sa vaste étendue géographique. Cette diversité se manifeste par la présence de plusieurs climats tels que le climat méditerranéen sur la côte nord, le climat semi-aride dans les régions intérieures et le climat désertique dans le sud. Cette variation climatique a une grande influence sur les écosystèmes, les activités économiques et la vie quotidienne des populations locales. Il est donc essentiel de comprendre cette diversité climatique pour mieux appréhender les défis environnementaux et socio-économiques auxquels fait face l'Algérie.

En tant que zone d'étude, l'Algérie présente un intérêt particulier en raison de sa diversité géographique et climatique, qui offre une grande variété d'écosystèmes et de communautés végétales à étudier. Les facteurs écologiques, tels que le relief et le climat, ont une influence importante sur la répartition des espèces végétales en Algérie, ce qui en fait une zone d'étude idéale pour explorer les relations entre la géographie, le climat et la végétation.

II.2. Le relief en Algérie

L'Algérie se trouve au contact de deux grands domaines géographiques : la zone méditerranéenne et le Sahara. Le compartimentage du relief en grandes bandes grossièrement orientées de l'ouest à l'est accentue les oppositions entre les différents milieux naturels qui se succèdent du nord au sud. [13]

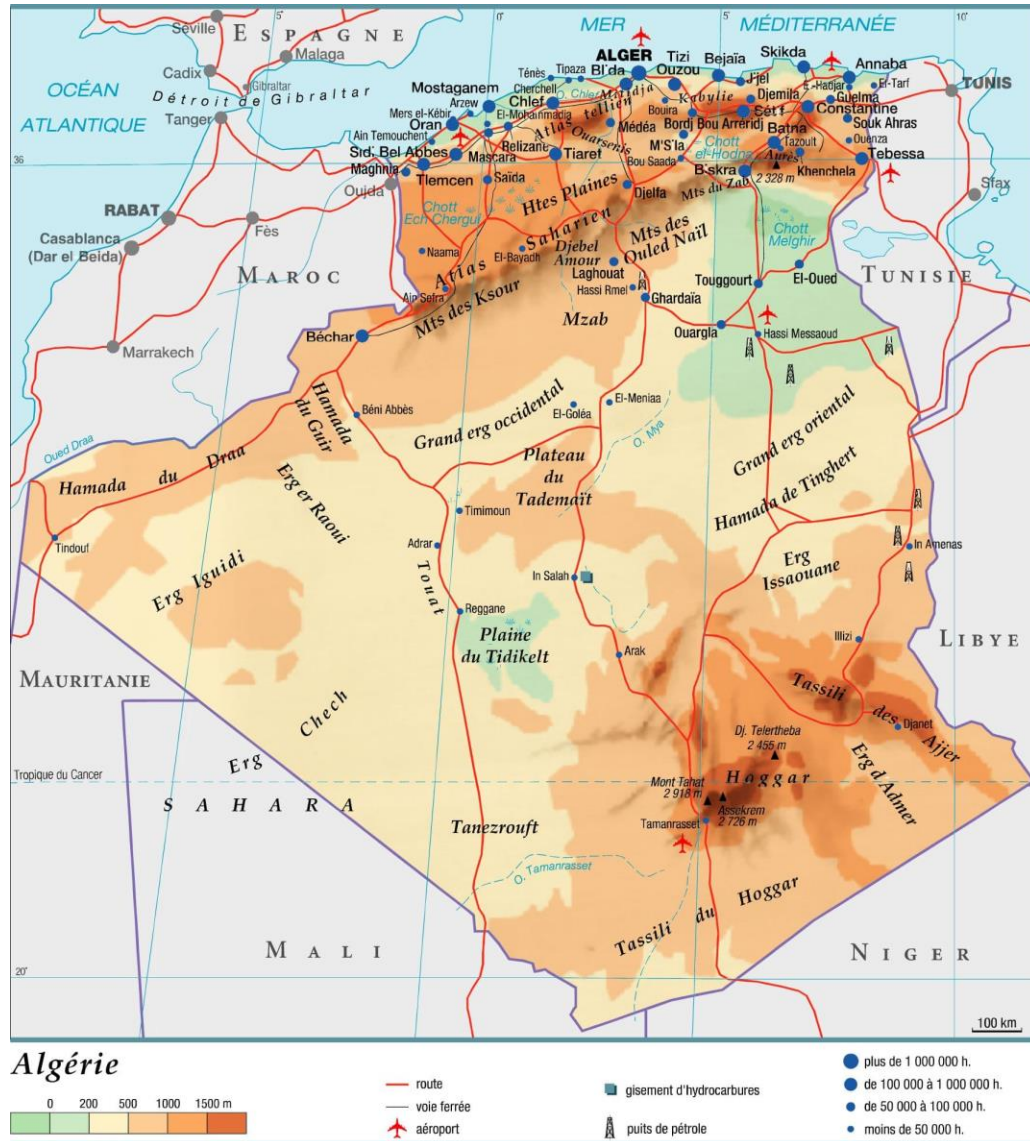


Figure 2. Carte géographique du relief en Algérie. (Larousse)

Au sud, le Sahara offre de vastes contrastes entre les étendues monotones de plateaux couverts de pierraille (hamadas du Draa), les cuvettes ourlées de dunes (Grand Erg occidental, Grand Erg oriental) et les reliefs imposants des massifs montagneux de l'extrême Sud, centrés sur le Hoggar, qui culmine vers 3 000 m. [13]

Au nord, dans le Maghreb proprement dit, deux bourrelets montagneux aux formes vigoureuses encadrent les Hautes Plaines intérieures, où quelques djebels (montagnes) isolés dominant de vastes cuvettes, dont le fond est souvent occupé par des sebkhza (lacs d'eau saumâtre, réduits en été à une pellicule de sel). [13]

Dans le Tell, des plaines littorales ou sublittorales de petite dimension (Mitidja) alternent avec des massifs montagneux relativement peu élevés, mais aux reliefs très escarpés, qui juxtaposent des éléments de massifs anciens (Grande Kabylie) et des morceaux de couverture sédimentaire (calcaires, marnes, grès, flysch) violemment plissés, faillés et redressés, en plusieurs phases, à l'ère tertiaire. [13]

Au sud des Hautes Plaines et au contact du Sahara, un deuxième bourrelet montagneux, l'Atlas saharien, élève les formes plus lourdes de plissements plus réguliers dans un matériel à base de calcaires et de marnes. [13]

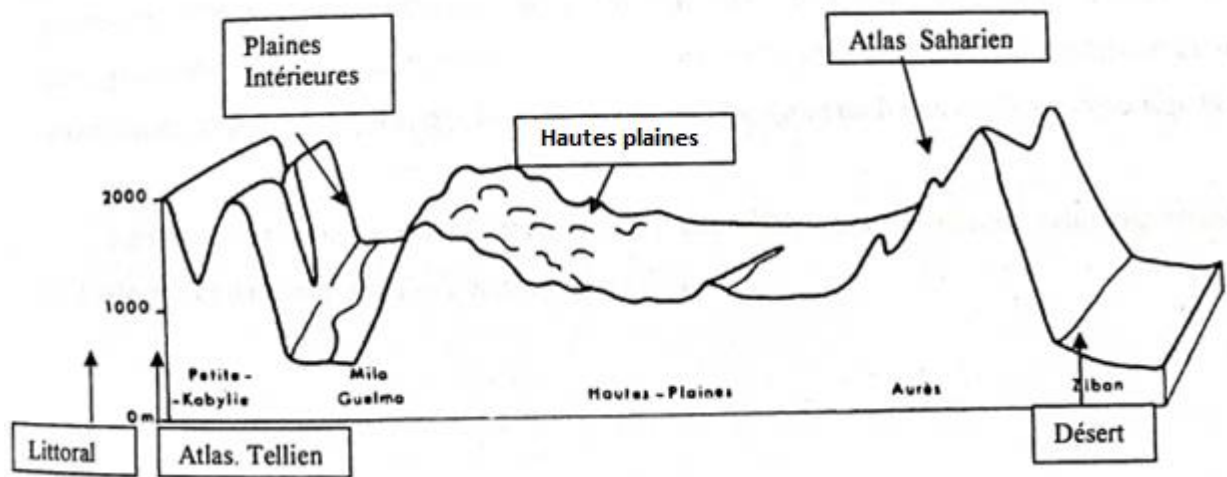


Figure 3. Coupe topographique de l'Algérie de M. COTE. [14]

II.2.1. Le littoral méditerranéen

Le littoral méditerranéen bénéficie d'un climat doux et assez humide. Bordé par les chaînes telliennes, il présente le plus souvent des reliefs escarpés et pittoresques, comme la corniche de Petite Kabylie. Mais il s'ouvre aussi sur quelques belles plaines littorales ou sublittorales à proximité desquelles se sont développées les villes principales. [13]

II.2.1.1. La bordure tellienne

La bordure tellienne, au contact immédiat des rivages méditerranéens, apparaît comme la zone la plus favorisée : de belles montagnes humides y dominent de leurs versants escarpés et boisés des

plaines étroites et marécageuses à l'état naturel. La végétation y est celle du milieu méditerranéen, groupée en forêts de chênes verts, de chênes lièges et de pins d'Alep ou dégradée en maquis et en garrigues. Une érosion violente, au cours de la période hivernale, ravine les versants lorsqu'ils se trouvent dénudés. Cependant, les conditions ne sont pas exactement semblables d'est en ouest. [13]

- **Le Tell oriental**

Le Tell oriental s'étend d'Alger à Annaba. Il est dominé par les montagnes de la Grande et de la Petite Kabylie et il se caractérise par une allure très montagneuse, ne laissant qu'une place très réduite à de petites plaines littorales (Bejaia, Djidjelli, Skikda, Annaba) ou à des bassins intérieurs resserrés derrière des défilés escarpés (oueds Soummam, Rummel, el-Kebir, Seybouse). Des noyaux de massifs anciens, redressés et profondément disséqués par l'érosion, tombent en corniche sur la mer (Grande Kabylie, Kabylie de Collo, massif de l'Edough) et sont enveloppés vers le sud par les puissantes « sierras » calcaires du Djurdjura, des Bibans et par la chaîne calcaire discontinue des Babors qui portent à plus de 2 000 m les sommets les plus élevés. Cette région, la plus densément montagneuse de toute l'Algérie, est aussi la plus humide. Des lames d'eau de 1 à 2 m tombent annuellement sur ces djebels, souvent sous forme de neige. Des forêts de cèdres occupent les plus hauts sommets, mais c'est la futaie de chênes lièges, encombrée d'un épais sous-bois broussailleux, qui couvre les pentes humides et siliceuses de la Grande Kabylie et des péninsules de Collo et d'Edough. C'est ici, par excellence, l'Algérie des grands djebels, humides et boisés. [13]

- **L'Algérois**

Au centre, dans l'Algérois, le relief s'aère et s'organise en grands compartiments bien distincts : des hauteurs allongées au contact du littoral, assez peu élevées, mais de morphologie très complexe (lourde échine du Dahra, Sahel d'Alger, massifs calcaires du Zaccar) ; des couloirs de plaines toutes proches de la mer, mais à peine ouvertes sur celle-ci (la Mitidja) ou même franchement fermées (la moyenne vallée du Chlef) ; en arrière-plan, de grands massifs, atteignant près de 2 000 m, avec des plissements assez amples et de fortes dénivellations (l'Ouarsenis, l'Atlas de Blida). Le climat et la végétation accusent ces contrastes simples. Les montagnes, humides et boisées, fraîches en été et enneigées en hiver, s'opposent au littoral, dont le climat est très doux, et aux plaines, plus sèches et mal drainées en hiver, souvent surchauffées en été, jadis domaines marécageux, maintenant riches régions agricoles. [13]

- **Le Tell occidental**

Le Tell occidental présente des caractères relativement homogènes jusqu'aux environs d'Alger. À l'ouest, dans l'Oranais, le bourrelet tellien se morcelle en un grand nombre d'unités de relief peu étendues. La chaîne tellienne méridionale (monts des Tessalas, des Beni Chougrans, massif de l'Ouarsenis, domine au sud une suite de plaines intérieures (plaine de Tlemcen, de Sidi-bel-Abbes, de Mascara, du Sersou), situées en contrebas des Hautes Plaines oranaises. La chaîne tellienne côtière est représentée à l'ouest par les petits massifs de la région d'Oran (Murdjajo) et d'Arzew. Plusieurs bassins assez vastes, littoraux, sublittoraux (Les Andalouses, Beni Saf, Oran, Mostaganem), séparent des djebels (de Tlemcen et de Saïda) dont les altitudes dépassent exceptionnellement 1 500 m. Les dômes calcaires du massif des Traras sont les dernières manifestations du plissement du Moyen Atlas. Les plaines et les djebels de l'Oranais constituent une zone sèche à l'intérieur du Tell algérien. La région se trouve relativement abritée des flux d'air atlantique par les hautes montagnes du Maroc et de l'Espagne méridionale. En outre, les influences sahariennes pénètrent ici aisément jusqu'aux rivages méditerranéens, tel le souffle brûlant du chergui, ou sirocco. De la sorte, les paysages de l'Oranais sont plus arides que ceux de l'Algérois ou des Kabylies. Les précipitations ne dépassent 500 mm annuellement que sur les sommets des principaux djebels. L'endoréisme se manifeste tout près de la mer (sebkha d'Oran). Sur les versants des djebels, les forêts de pins d'Alep, de thuyas ou de chênes kermès sont presque toujours dégradées en garrigues broussailleuses. Les plaines portent des formations maigres, où l'alfa, plante de steppe, s'intercale au milieu des lentisques et des oliviers sauvages. [13]

II.2.2. Les Hautes Plaines de l'intérieur

Les Hautes Plaines de l'intérieur s'étendent entre le Tell et les montagnes présahariennes, qui les séparent du désert. Elles sont larges de 200 km et élevées de 1 000 m à 1 200 m. Les conditions du relief changent en même temps que celles du climat. Derrière l'abri de l'Atlas tellien, les précipitations diminuent assez sensiblement (moins de 500 mm, mais le plus souvent moins de 400 mm). Elles deviennent de plus en plus irrégulières et faibles vers le sud. L'altitude et la continentalité accusent les contrastes de températures entre le jour et la nuit (amplitude journalière nettement plus élevée que sur le littoral), mais aussi entre l'été et l'hiver (températures d'été très élevées avec des maximums supérieurs à 40 °C ; hivers froids avec de nombreux jours de gel). La

steppe constitue la végétation habituelle des hautes plaines, formation rase composée de plantes basses qui couvrent mal le sol et qui sont adaptées à la sécheresse (armoise, alfa, etc.). Les montagnes présahariennes, surtout les plus élevées, reçoivent quelques pluies supplémentaires. Aussi portent-elles, au-dessus des bas versants steppiques ou broussailleux, des forêts claires de chênes verts et de pins d'Alep, et même quelques cédraines sur certains sommets (Aurès). Le relief offre des horizons beaucoup plus ouverts que ceux du Tell. Dans les Hautes Plaines, en effet, la couverture sédimentaire, moins épaisse et plus discontinue que dans le Tell, a été affectée de mouvements sans ampleur. Peu épaisse, elle recouvre un socle ancien et disparaît elle-même sous des alluvions. Seuls quelques djebels isolés, notamment dans le Constantinois, se dressent au-dessus des plaines steppiques. C'est seulement au sud qu'un deuxième bourrelet montagneux, composé de plissements dans l'ensemble plus réguliers que ceux du Tell, forme un ensemble de hauteurs presque continu. [13]

Quelques différences affectent cependant cet ensemble de Hautes Plaines du Maroc à la Tunisie. À l'ouest, dans le sud de l'Algérois et de l'Oranais, les horizons sont très ouverts, les djebels rares et peu élevés, et la sécheresse accentuée. C'est le domaine, par excellence, de la plaine steppique ourlée de grandes sebkhas. À l'est, dans le Constantinois, bourrelet tellien et djebels présahariens se resserrent, encadrant de reliefs plus élevés des plaines plus étroites et plus humides, qui ne sont endoréiques qu'au sud. Elles sont dues à un remblaiement alluvial remplissant des cuvettes structurales. La chaîne du Hodna, transversale, apporte un élément de complication supplémentaire. [13]

II.2.3. L'Atlas saharien

L'Atlas saharien ferme les Hautes Plaines vers le sud. Il s'allonge jusqu'à Biskra. Il est constitué d'une série de chaînes plissées dans les calcaires et les marnes. D'ouest en est se succèdent les monts des Ksour (2 230 m), le djebel Amour (1 930 m), les Ouled Naïl (1 600 m) et les Zibans. A l'est de la percée de Kantara (au nord de Biskra), les altitudes se relèvent, le volume montagneux devient imposant avec l'Aurès, auquel appartient le djebel Chelia (2 328 m), point culminant de l'Algérie. Ce massif aux plis réguliers est flanqué à l'ouest par le massif du Belezma et à l'est par

les monts des Nemencha et de Tébessa. Au pied de l'Atlas saharien, l'Aurès domine brutalement de plus de 2 000 m la dépression des Chotts (chott Melrhir : – 24 m). [13]

Plaines et djebels sont affectés par la rigueur du système d'érosion. Ce dernier est caractérisé par l'endoréisme (sauf dans le Constantinois, les oueds ne vont pas jusqu'à la mer) et par la violence de l'attaque de sols dénudés déclenchée par des averses rares mais très fortes. Aussi, le relief s'organise-t-il autour de bassins endoréiques dont le fond humide et salé, creusé dans les alluvions, est occupé par des sebkhas, parfois très vastes (chott Chergui, chott el-Hodna), qu'entourent les plans doucement inclinés de glacis d'érosion (façonnés par l'écoulement en nappe) et les versants plus abrupts de quelques djebels. Plus humides que les plaines voisines, les massifs portent, au-dessus de bas versants broussailleux, quelques forêts de chênes verts et de pins d'Alep. [13]

II.2.4. Le Sahara

Le Sahara, au sud de l'Atlas saharien, couvre la plus grande partie du territoire algérien. Milieu extraordinaire par la sécheresse très accentuée de son climat, par la monotonie de ses horizons entièrement dénudés (ergs sableux, hamadas pierreuses), par l'ampleur des reliefs grandioses de l'extrême Sud (dont le Hoggar), hostile au développement de la vie, il n'en abrite pas moins depuis des siècles quelques groupes humains et, dans son sous-sol, le pétrole et le gaz naturel, grandes chances de l'Algérie contemporaine. [13]

Selon **LELUBRE (1952)**, le Sahara se distingue comme une région où les formes de relief sont particulièrement nettes et visibles. En raison des processus morphogénétiques spécifiques tels que le vent et l'eau, les formes qui en résultent dans cette région sont tout aussi remarquables. L'auteur identifie également les principales familles de paysage saharien tel que :

- **Les accumulations sableuses :** Le sable est un élément clé du paysage saharien, mais il ne recouvre pas entièrement le Sahara. Les dunes se concentrent généralement dans les vastes régions ensablées appelées ergs, comme le souligne **LELUBRE (1952)**.

Selon **GARDI (1973)**, les dunes peuvent adopter différentes formes en fonction de la direction prédominante du vent.

- **Les Regs :** Le Sahara présente de vastes étendues de plaines constituées de graviers et de fragments rocheux, qui couvrent des surfaces considérables, comme l'indique **MONOD (1992)**.
- **Les Hamadas :** Les plateaux rocheux du Sahara ont une topographie très uniforme et monotone, souvent plane à perte de vue. [17]

II.3. Le climat de l'Algérie

Le climat détermine les principales oppositions zonales. [13]

II.3.1. Les régions côtières

Les régions côtières jouissent d'un climat méditerranéen, agréable en hiver (12 °C à Alger) et supportable en été (25 °C dans la même ville). L'humidité y est forte et les précipitations relativement abondantes : avec 762 mm de moyenne – concentrés sur quelques mois d'automne et de printemps –, il pleut plus à Alger qu'à Paris. Le temps d'été est déterminé par la remontée en latitude des hautes pressions sahariennes. Mais le temps s'altère à partir de l'automne et jusqu'au printemps : la déviation, vers le sud de la Méditerranée, du flux tourbillonnaire tempéré ou la progression en altitude de coulées ou de gouttes d'air polaire provoquent sur l'Algérie des types de temps perturbés, porteurs de pluie. Parallèlement, la température se trouve refroidie. Naturellement, ces conditions évoluent selon la situation, en fonction de l'altitude et de la position. [13]

II.3.2. Les principaux massifs

Sur les principaux massifs, les précipitations augmentent et les températures diminuent. Mieux abrité, l'Oranais est nettement plus sec que l'Algérois et le Constantinois. La ligne isohyète des 400 mm, qui marque la limite de précipitations en deçà de laquelle la culture du blé est impossible, englobe à l'est les hautes plaines du Constantinois et le massif de l'Aurès, mais laisse à l'écart les hauts plateaux steppiques occidentaux. [13]

II.3.3. Le Sahara

Au sud de l'Atlas saharien, les régions sahariennes restent sous l'influence permanente de masses d'air anticycloniques. C'est le désert. Les températures y sont élevées toute l'année, et les précipitations très faibles (moins de 150 mm par an) et irrégulières. In Salah, au centre du Sahara algérien, n'enregistre que 15 mm de précipitations annuelles pour une moyenne thermique de 25,4 °C. [13]

II.4. Le bioclimat et les étages bioclimatiques en Algérie

Le bioclimat est l'étude des relations entre le climat et la biocénose donc toute forme de vie sur terre y compris les animaux, les plantes et les écosystèmes d'une manière générale et comment ces derniers s'adaptent et interagissent face aux conditions climatiques locales. Le bioclimat est important pour la compréhension de la distribution spatiale des espèces afin de permettre une bonne gestion des écosystèmes.

Selon **EMBERGER (1936)**, l'étage climatique correspond à l'étage de végétation. En effet, ce dernier est un reflet du climat réel. Les similitudes entre les climats engendrent des similitudes dans les groupements végétaux qui appartiennent au même étage. Ces groupements végétaux forment un ensemble écologique, même si les genres appartenant à une même famille constituent une unité systématique distincte.

La **figure 4** montre les différents domaines (étages) bioclimatiques en Algérie.

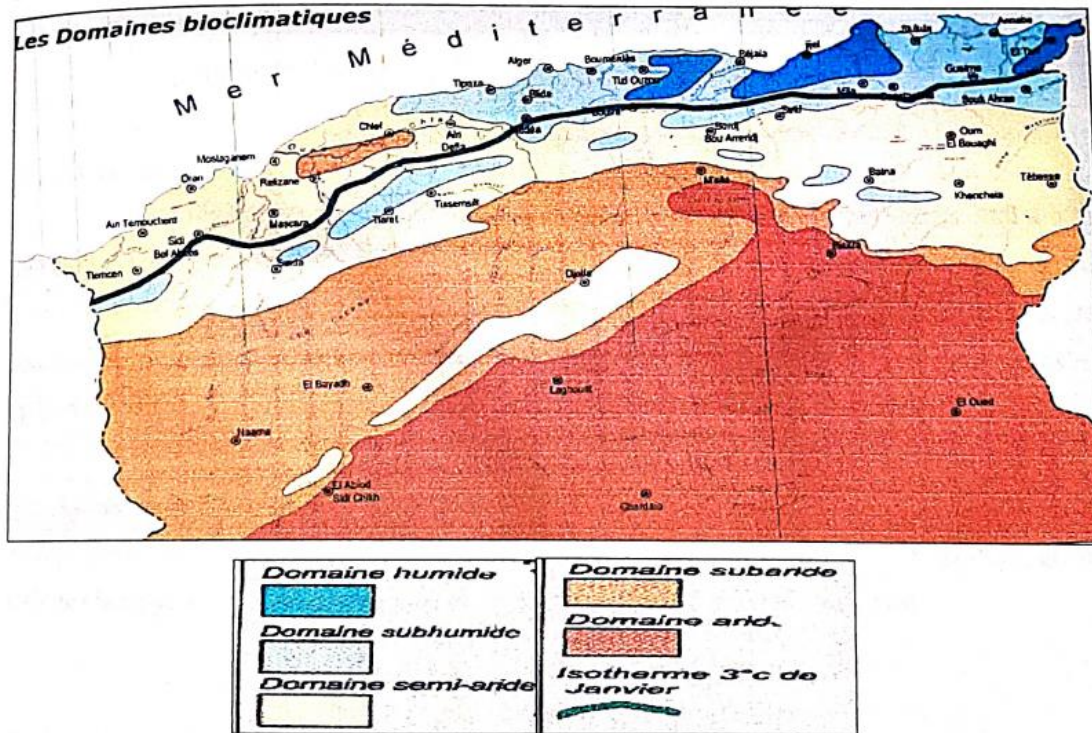


Figure 4. Les principaux domaines bioclimatiques de l'Algérie. [19]

II.4.1. L'étage bioclimatique humide

L'étage humide est divisé en deux sous-étages :

- L'un inférieur, avec une moyenne annuelle des précipitations variant entre 900 et 1000 mm, une température minimale moyenne du mois le plus froid comprise entre 4.5 et 4°C et un déficit hydrique de l'ordre de 150 à 50 mm par an. [20]
- L'autre, moyen, caractérisé par des précipitations annuelles supérieures à 1000mm, une température moyenne annuelle du mois le plus froid inférieur à 4°C et un déficit en eau inférieur 50mm par an. Ce sous étage domine particulièrement les zones montagnardes dépassant les 900m d'altitude. [20]

II.4.2. L'étage bioclimatique subhumide

Selon TIR KAMEL (1997), l'étage subhumide est divisé en cinq sous étages :

II.4.2.1. Les sous-étages inférieur et moyen chaud

Du point de vue climatique, ces deux sous-étages sont caractérisés par une moyenne annuelle des précipitations inférieures à 700 mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid supérieure à 7°C et un déficit hydrique supérieur à 250mm.

Du point de vue végétation, il présente les séries de végétation suivantes :

- La série du Genévrier de phoenicie.
- La série du chêne kermès (*Quercetum cocciferae*). [20]

II.4.2.2. Les sous-étages inférieur doux

Le sous étage subhumide inférieur doux reçoit une moyenne annuelle de précipitations inférieure à 700 mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid comprise entre 7 et 6°C et un déficit en eau supérieur à 250mm par an [20]. Les séries caractérisant ce sous étage sont:

- La série du chêne-liège (*Quercetum suberis*)
- La série à Oléo-lentisque.

II.4.2.3. Les sous-étages moyen et supérieur doux

Les deux sous étages climatiques : Le subhumide de moyen doux et le subhumide supérieur doux reçoivent une moyenne pluviométrique annuelle comprise entre 700 et 900mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid variant entre 6 et 5°C et un déficit en eau inférieur à 150mm par an dans la partie Est de la région et inférieur à 50mm dans la partie Ouest. [20]

II.5. Étagement et répartition de la végétation dans l'extrême N.-E. Algérien

Dans son cadre biogéographique, la région appartient au domaine méditerranéen, appelé aussi domaine méditerranéen Nord-Africain (QUEZEL, 1978) et plus particulièrement au secteur numidien [22]. Sa vocation est agro-sylvo-pastorale ; mais les types de végétation forestière et la flore y varient beaucoup suivant les conditions climatiques et édaphique.

Ce secteur est bien arrosé ; la lame d'eau annuelle y varie de 600 à 1500mm. Les sols siliceux **engéogène**, frais et profonds (dont les prototypes sont les grès de Numidie) y dominent. La zone est caractérisée par le développement du *Quercetum Suberis*. [20]

II.5.1. Les types de formation végétales

En suivant le transect Nord-Sud (**Figure 5**), nous avons la succession des formation végétales suivantes :

- Sur le versant Nord du massif de l'Edough, à partir de 0m jusqu'à 200m d'altitude, *le Quercus coccifera* occupe les formations dunaires (Cordon dunaire) juxta littorale.
- l'espace compris entre 200 et 700 m. est dominé par un maquis haut constituer essentiellement par le *Quercus suber* ;
- A partir de 700 m. et jusqu'au sommet, on rencontre une forêt de chêne zèen;
- Sur le versant Sud, entre 1000 et 900 m. une forêt dense de chêne zèen se cantonne surtout sur les crêtes sommitales. [20]

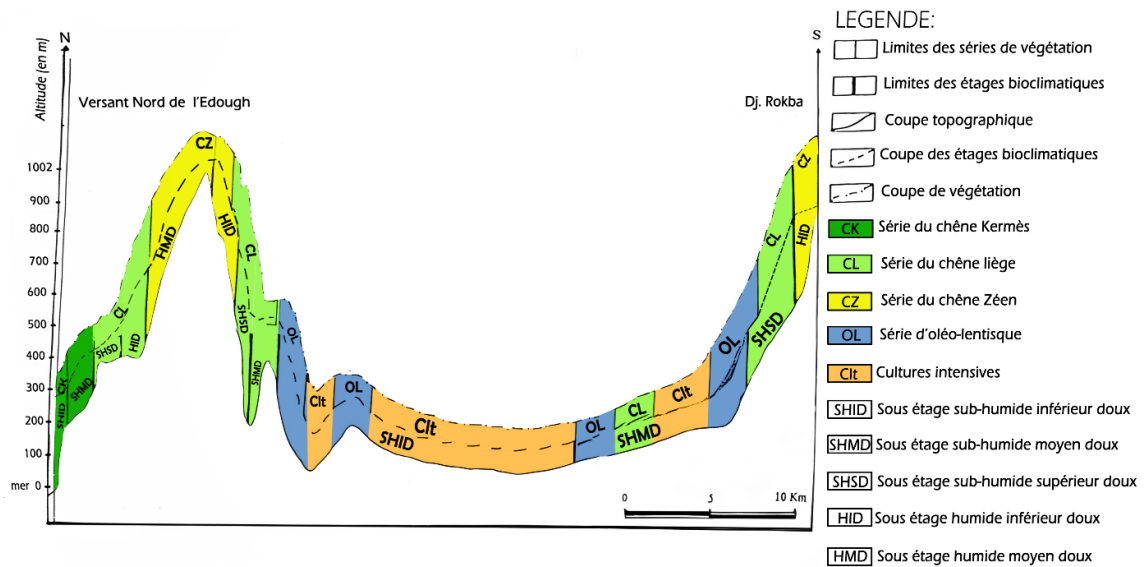


Figure 5. Coupe de végétation du versant Nord de l'Edough jusqu'au sommet du Djebel Rokba. [20]

- Entre 900 et 500m on rencontre un maquis haut de chêne liège ;
- Entre 500 et 200m et sur les deux rives de l'Oued Mafragh, des maquis hauts d'Oléo-lentisque dominent les contres bas des versants et les glaciers terrestres des vallées.
- Entre les deux massifs (Djebel de l'Edough et Djebel Rokba), en allant vers la chaîne numidique, on rencontre des maquis bas de chêne liège, d'Oléo-lentisque et des cultures intensives.
- Les altitudes comprises entre 300 et 500m correspondent à un maquis bas d'Oléo-lentisque ;
- Les altitudes comprises entre 500 et 700m présentent un maquis bas de chêne liège ;
- Les altitudes comprises entre 700 et 900m sont dominées par un maquis haut de chêne liège ;
- Les altitudes supérieures à 900m (jusqu'au sommet de Djebel Rokba) correspondent à une Forêt dense de chêne zéen. [20]

II.5.2. Répartition de la végétation au Nord-est Algérie selon les conditions climatiques

En Algérie, la répartition de la végétation est largement influencée par les conditions climatiques. On peut distinguer plusieurs zones de végétation en fonction des conditions climatiques :

II.5.2.1. L'association du chêne liège (*Quercetum suberis*)

Le chêne liège descend à ses plus basses altitudes dans la région d'EL-Kala (200m). Sur la coupe de végétation de Cap Rosa au sommet de Diebel Rhourra, le *Ouercetum Suberis* se présente sous forme d'une formation clairsemée où la hauteur des arbres dépasse à peine le maquis, Sur des altitudes qui varient entre 200 et 400 m. Par contre sur la coupe de végétation depuis le versant Nord du l'Edouch jusqu'au sommet du Diebel Rokba le chêne liège se présente en forme arborescente plus dense ; le *Ouercetum Suberis* ne se développe que dans des zones a fortes précipitations, il est d'autant plus luxuriant que ces précipitations sont plus fortes, il Caractérise l'étage bioclimatique subhumide doux, mais la suberaie typique se trouve dans les sous étages subhumide moyen et supérieur doux. Le *Ouercetuim suberis* exige une température minimale moyenne comprise entre 4.5 et 7°C, un sol profond, meuble et non calcaire. [20]

II.5.2.2. L'association à Olivier et Lentisque (*Olea-lenticetum*)

C'est une formation sublittoral, l'association d'oléo-lentisque est xérophile et thermophile, Assez indifférente à la nature du sol. Sur les deux coupes de végétation réalisée, *L'Oleo-lenticetum* apparait dans l'étage subhumide inférieur doux. [20]

Les précipitations abondantes ne lui sont pas défavorables. Cette association s'élève du niveau de la mer jusqu'à 1000 m. Sur les terrains meubles non calcaire, au niveau des piémonts dégradés, elle est en concurrence avec le *Quercetum suberis*. [20]

L'Oleo-lenticetum est une des associations les plus fréquemment et les plus profondément modifiée par l'homme. Elle occupe en effet surtout les terrains argileux, qui sont ceux où la végétation forestière s'implante le plus difficilement et où elle résiste le moins, et qui, d'autre part, sont en général d'excellents terrains de culture pour les céréales. Les stades de dégradation les plus

habituelles est la broussaille basse el claire de lentisques et d'oliviers rabougris, mêlée de *Zizyphus* sur les sols argileux. [20]

II.5.2.3. L'association du chêne zeen (*Quercetum mirbeckii*)

L'association typique du chêne zeen est une futaie élevée, dense, à dôme de verdure continu, très ombreuse, sous laquelle le sol reste presque toujours humide. [20]

La strate arborescente est constituée par le *Quercus mirbeckii* pur, ou mélangé à *Q. afares*, à *Sorbus terminalis*, *Acer obtusatum*, *A. campestre*, parfois à *Q. suber*. La strate frutescente y est très peu développée, en raison du couvert épais ; on peut rencontrer *Erica arborea*, *Cytisus triflorus*, *Crataegus monogyna*, *C. lacinata*, *Arbutus unedo*, *Jlex aquifolium*, etc. Les lianes sont rares ou nulles, sauf *Hedera helix*. La strate herbacée est très réduite ; on y trouve surtout des hémicryptophytes [23].

L'association du chêne zeen est mésophile ; peut se développer sur presque tous les sols (saut les argiles, les roches dures dysgéogènes et les sols salés ou mouillés) ; elle dépend donc surtout des conditions climatiques. Elle vit dans les régions à fortes précipitations (au moins 800 mm) et à l'état hygrométrique élevé. La nébulosité, les brouillards favorisent son développement, elle supporte bien le froid, on l'observe dans les contrées où la température minimale moyenne du mois le plus froid est comprise entre 4 et 5,5°C. [20]

Le *Quercetum mirbeckii* prospère surtout au-dessus de 1000m, où il peut atteindre 1800m dans les massifs des Babors. [20]

Aux altitudes basses le *Q. mirbeckii* est en concurrence avec le *Q. suberis* en terrain calcaire, avec l'*Oleo-lenticetum* en terrain calcaire. Il se mélange très souvent intimement avec le *Q. afares*. [20]

L'exploitation abusive, les incendies et le pâturage donnent lieu à la formation de stades de dégradation ; futaie avec rejets mal venants, puis futaie claire avec strate frutescente abondante, puis broussailles formées d'éléments de sous-bois avec quelques *Q. mirbeckii* buissonnants, puis ptéridaie, asphodélaie ou ampélodesmaie. [20]

L'utilisation rationnelle du *Q. mirbeckii* est l'exploitation en futaie jardinée ; avec mise en défens des jeunes coupes et reboisement des clairières par semis de glands. [20]

II.5.2.4. L'association du chêne kermès (*Quercetum cocciferae*)

Cette association occupe les formations dunaires consolidées du littoral. Le chêne kermès est subordonné au chêne liège jusqu'à 300m d'altitude. [20]

II.5.2.5. L'association pin maritime (*Pinus pinaster*)

Le pin maritime est localisé surtout sur le littoral Algéro-tunisien et se présente comme une futaie plus ou moins dense. C'est une association très peu xérophile ; se développant uniquement dans les parties les mieux arrosées comprises entre 600 à 700m d'altitude dans son aire Algéro-tunisien. [20]

Sur des terrains siliceux, le pin maritime est en Concurrence permanente avec l'association du chêne liège ; toute cause affaiblissant le chêne liège, par exemple, l'exploitation du liège, donne pas au *Pinus pinaster*. Celui-ci, dont la dissémination est facile, qui réagit aux incendies comme le *Pinus halepensis*, prend rapidement possession des terrains dénudés ; mais à l'état naturel la plupart des peuplements finiraient par se mélanger fortement de *Quercus suber*. [20]

Selon BOUDY (1952), la strate arborescente comprend le *P. pinaster* dominant, avec quelques *Quercus suber*. La strate frutescente comprend surtout *Arbutus unedo*, *Erica scoparia*, *E. arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea media*, *Calycotome spinosa*, *Chamaerops humilis*, *Genista numidica*, *Lavandula stoechas*, *Rubus ulmifolius*, *Cytisus triflorus*, *Daphne gridium*, *Cistus monspeliensis*, *c salviifolius*. La strate herbacée, réduite, comprend surtout *Ampelodesma mauretanicum*, *Pulicaria odora*, *Gennaria diphylla*, etc. Aucun de ces éléments du sous-bois n'est caractéristique ; on les retrouve tous dans la *Quecetum suberis*.

Chapitre III

**Les indices bioclimatiques en
relation avec l'agroécologie en**

Algérie

(Partie expérimentale)

III.1. Introduction

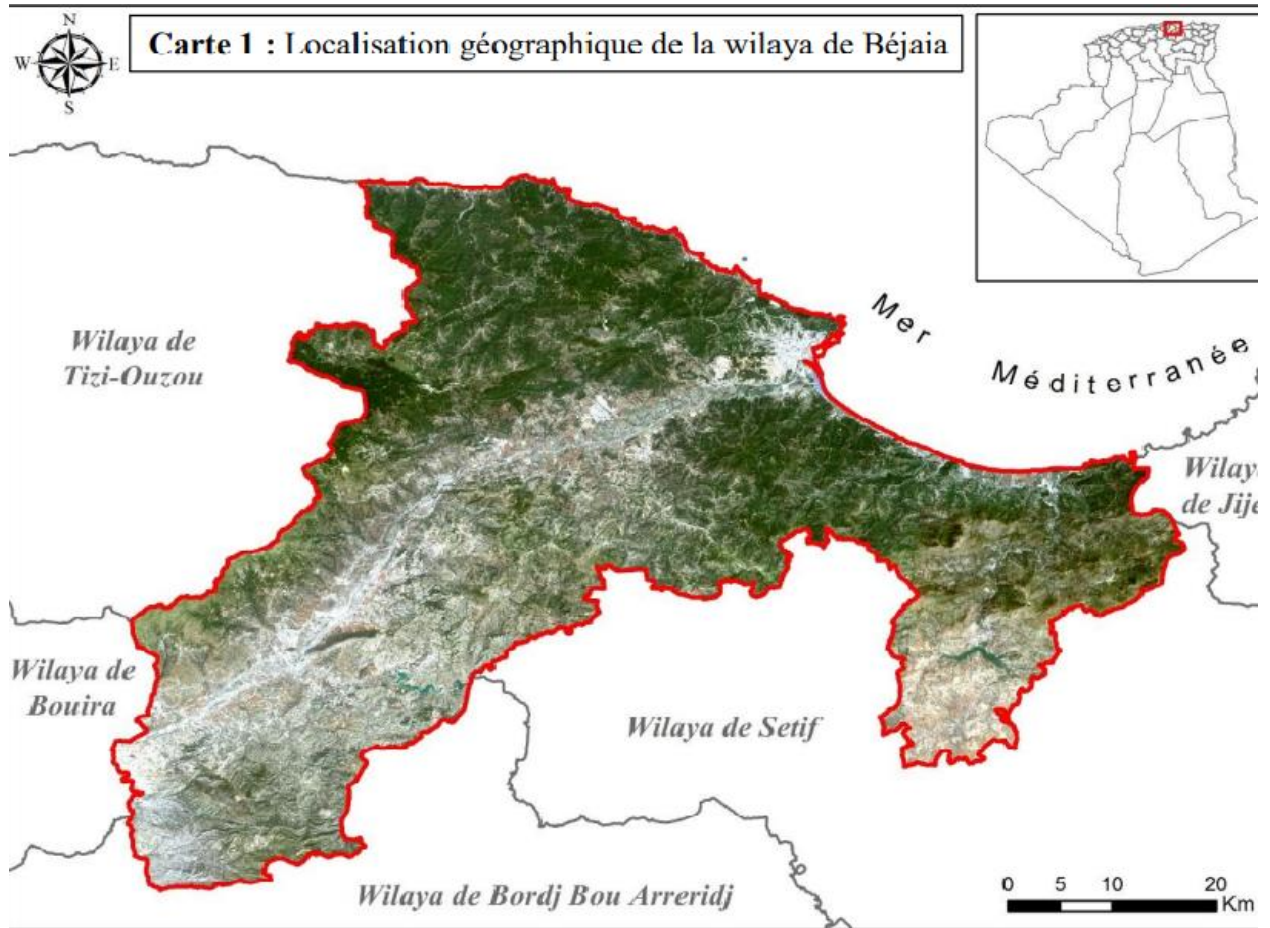
L'agriculture est une activité économique vitale pour de nombreux pays, en particulier pour les pays en développement. Elle est étroitement liée aux conditions climatiques, qui ont une influence directe sur la productivité agricole et la qualité des récoltes. Pour cette raison, l'identification et la compréhension des indices bioclimatiques sont essentielles pour améliorer la planification et la gestion des systèmes agricoles. Dans ce chapitre, nous présentons une étude sur les indices bioclimatiques dans le domaine agroécologique en Algérie. Nous discuterons les différents indices bioclimatiques utilisés dans la méthode de collecte et de traitement des données, ainsi que de l'analyse des résultats obtenus. Les résultats de cette étude sont significatifs pour le développement des stratégies de gestion agricole adaptées aux conditions climatiques en Algérie. Notre objectif est de fournir des connaissances précieuses pour les agriculteurs, les planificateurs et les décideurs afin de mieux comprendre les interactions entre le climat et l'agriculture, et d'adapter les pratiques agricoles aux conditions climatiques locales pour une production agricole durable.

III.2. Présentation de la zone d'étude

Nous avons travaillé sur les 3 stations qui sont Béjaïa, Sétif et Biskra

- **Bejaïa**

Béjaïa est une ville portuaire située sur la côte méditerranéenne de l'Algérie. Elle est localisée entre 36°12'53" et 36°53'52" de latitude Nord et 4°21'02" et 5°29'01" de longitude Est, avec une superficie de 323.570 ha. La wilaya de Béjaïa est limitée au nord par la mer méditerranée, au sud par les wilayas de Sétif et Bordj Bou Arreridj, à l'Est par la wilaya de Jijel et à l'Ouest par les wilayas de Bouira et Tizi-Ouzou. [24]



Le relief de la wilaya de Béjaïa est caractérisé par une prédominance de montagnes avec des pentes excédant souvent les 25% et des altitudes variant entre le niveau de la mer et 1000 m dont 50% ne dépassent pas les 600 m. Elle est enserrée entre deux versants plus au moins abruptes et aux pieds des quels la plaine semble délimitée de part et d'autre de sa largeur par les deux axes routiers Béjaïa, Amizour. [25]

Le climat de la wilaya de Béjaïa, qui fait partie de la région méditerranéenne, présente une variation d'une zone à l'autre. Dans la zone côtière et dans la vallée de la Soummam, le climat est doux et pluvieux en hiver, et chaud et sec en été. Quant aux zones montagneuses, elles se caractérisent par des étés chauds et secs, et des hivers froids et pluvieux, où les températures peuvent parfois descendre jusqu'à 0°C, voire en dessous, accompagnées de chutes de neige. [26]

- **Sétif**

La wilaya de Sétif est située dans les hautes plaines de l'Est de l'Algérie, entre les coordonnées géographiques suivantes : latitude 35°36'58" à 36°35'45" Nord et longitude 4°43'52" à 6°1'37" Est. Elle s'étend sur une superficie de 6549,64 km² et comprend 60 communes réparties dans 20 daïras. [27]

Géographiquement, la wilaya de Sétif est bordée au Nord par les wilayas de Bejaia et Jijel, à l'Est par la wilaya de Mila, au Sud par les wilayas de Batna et M'sila, et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

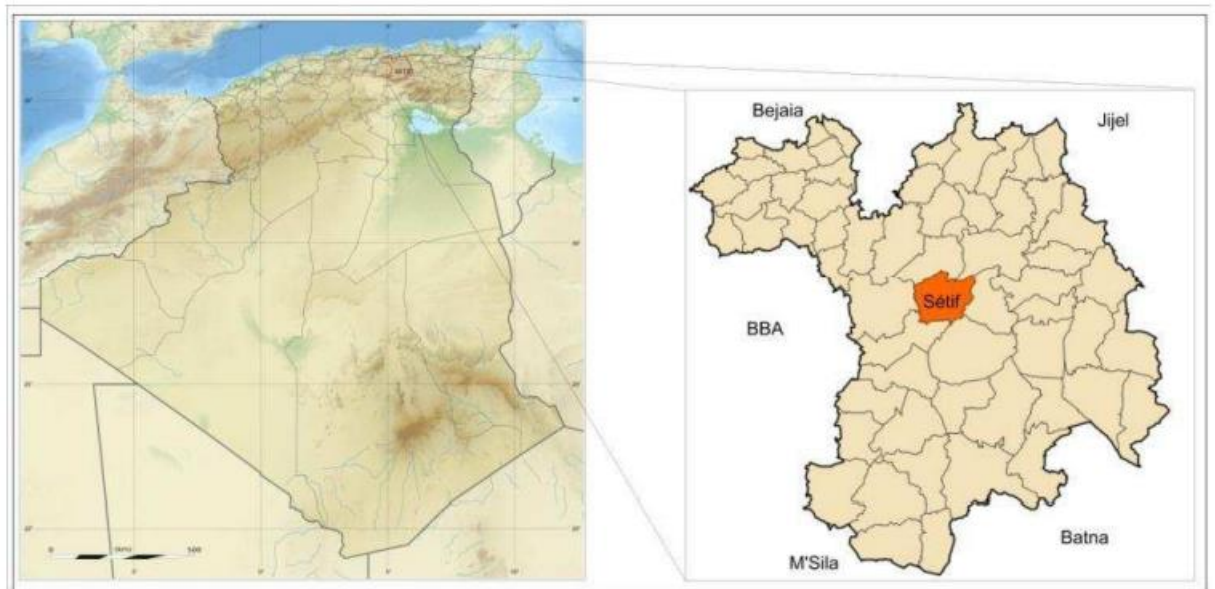


Figure 6. Localisation géographique de la wilaya de Sétif. [27]

Le relief de la wilaya de Sétif se divise en trois principales zones : la zone montagneuse, la zone des hautes plaines et la zone du Sud et Sud-est :

La zone montagneuse :

La partie nord de la wilaya de Sétif est dominée par les montagnes des Babors et des Bibans, ainsi que par les monts du Hodna, dont le point culminant est le Djebel Boutaleb à 1890 mètres d'altitude. Cette région représente 84,43% de la superficie totale de la wilaya. [27]

Les sols de cette zone sont principalement calcaires, avec également une présence significative de sols alluviaux. [27]

La zone des hautes plaines :

Au cœur de la wilaya de Sétif se trouve la zone des hautes plaines, qui s'étend sur une superficie de 3217,19 km². Cette région est située à une altitude comprise entre 900 et 1200 mètres. Elle est caractérisée par des collines et quelques montagnes, parmi lesquelles on trouve les plus importantes : le Djebel Megress, le Djebel Braou et le Djebel Youcef. [27]

Les sols prédominants dans cette zone sont de nature calcique et calcaire, bien que leur qualité puisse varier d'un endroit à un autre. Certains de ces sols s'amincissent et deviennent caillouteux. [27]

La zone du Sud et Sud-est :

Il s'agit d'une zone basse qui s'étend au sud et au Sud-est de la wilaya, elle se compose de Chotts, tels que le Chott El-Beida dans la région de Hammam Soukhna, Chott El Frein à Ain Lahdjar et celui d'El Melloul près d'Ain Oulmen. La superficie de cette zone est de 461,8 km². Les sols de cette zone sont salins avoisinant les chotts et les sebkhas. [28].

- **Biskra**

La wilaya de Biskra, située à environ 446 km au sud-est de la capitale, s'étend dans la partie méridionale de l'Atlas Saharien, entre les méridiens 5° et 7°, couvrant une superficie d'environ 30.000 km². Au nord, elle est bordée par la wilaya de Batna et la partie sud de la chaîne des Aurès, au nord-est, elle est limitrophe de la wilaya de Khenchela. Au nord-ouest, elle est adjacente à la wilaya de M'sila. À l'est, elle est délimitée par la wilaya de Tébessa. À l'ouest, elle est entourée par la wilaya de Djelfa. Au sud, elle partage ses frontières avec les wilayas d'El Oued et Ouargla, ainsi que la bordure nord de la plate-forme saharienne. [29]



Figure 7. Localisation géographique de la wilaya de Biskra. [30]

Dans sa quasi-totalité, la région de Biskra est constituée de la grande dépression septentrionale saharienne entourée au nord, nord-est et au nord-ouest par les versants de l'Atlas saharien. [29]

III.3. Les indices climatiques et bioclimatiques

Les indices climatiques sont utilisés pour analyser les différentes combinaisons des éléments climatiques tels que la température, les précipitations, l'humidité, l'évaporation, et autres paramètres. Les indices climatiques sont généralement basés sur les moyennes des différentes variables météorologiques, telles que la température, les précipitations, l'humidité relative, l'évaporation, etc. [3]

Les indices bioclimatiques sont les mêmes les indices climatiques simplement il faut les combiner avec la végétation de la région d'étude (indice végétatif).

III.3.1. L'indice d'agressivité climatique de FOURNIER

L'indice proposé par **FOURNIER (1960)** permet une évaluation de la distribution et la force érosive des précipitations dans chaque station donnée par le rapport :

$$I = p^2 / P$$

Pour :

I = Capacité érosive

p = Précipitations moyennes du mois le plus arrosé

P = Précipitations moyennes annuelles

En se référant à la norme établie par Fournier en 1962, qui s'échelonne sur 40 catégories. Les années où les indices dépassent cette valeur sont catégorisées comme présentant une capacité érosive importante, tandis que les valeurs inférieures à cette valeur présentent une capacité érosive moins importante. [32]

Cependant, ces variations sont directement liées aux niveaux de précipitations mensuelles dans les régions les plus humides, et elles sont moins influencées par les moyennes annuelles des précipitations. Cette corrélation met en évidence la nature irrégulière des intensités de pluie qui ne sont pas observées de manière uniforme pendant une période donnée. [20]

III.3.2. Le rapport pluviométrique d'Angot

Ce rapport a été introduit par Angot au début du 20^{ème} siècle pour analyser les variations annuelles des précipitations, ainsi que leur répartition saisonnière. Pour ce faire, Angot a utilisé une formule qui consiste à calculer la somme des précipitations mensuelles. [7]

$$I_a = \frac{\sum P(6 \text{ mois les plus chauds})}{\sum P(6 \text{ mois les plus froids})}$$

Où P : précipitations mensuelles en mm.

Quand : $I_a < 1$: la période froide est plus arrosée que la période chaude.

$I_a > 1$: la période chaude est plus arrosée que la période froide.

III.3.3. Indice d'aridité de De Martonne

L'aridité est un phénomène climatique caractérisé par une faible quantité de précipitations annuelles par rapport à l'évapotranspiration potentielle (ETP). Il s'agit d'un concept climatique lié à la répartition spatiale des conditions arides, qui diffère de la sécheresse, qui est un concept météorologique lié à la variation temporelle. [7]

Selon **Leila Bencherif, (2008)** l'indice d'aridité de De Martonne a été dérivé de la modification du facteur de pluie de Paul Lang en 1923. Cet indice vise à évaluer la capacité d'évaporation de l'air en fonction de la température, selon l'équation suivante :

$$I_{DM} = \frac{P}{T + 10}$$

Où : P : Σ des précipitations annuelles en mm.

T : les températures moyennes annuelles en °C.

10 : Constante utilisée afin d'éviter les valeurs négatives lorsque la température moyenne de l'air est inférieure à 0 °C.

Cet indice simple a été largement utilisé par les géographes. Les valeurs de cet indice augmentent avec l'humidité du climat et diminuent avec sa sécheresse. De Martonne a développé une classification des climats en se basant sur les valeurs de cet indice, telles qu'elles sont présentées dans le **tableau 1**. [7]

Tableau 1. Classification des climats selon l'indice de De Martonne.

| Indice | Type de climat |
|---------------|----------------|
| $0 < I < 5$ | Hyper aride |
| $5 < I < 10$ | Aride |
| $10 < I < 20$ | Semi-aride |
| $20 < I < 30$ | Semi-humide |
| $30 < I < 55$ | Humide |

III.4. L'agroécologie

L'agriculture en Algérie, a toujours constitué un pourvoyeur de nourriture, d'emploi, et surtout occupé l'espace rural. Depuis la période coloniale et au cours des décennies suivant l'indépendance algérienne se sont succédées des politiques agricoles orientées vers la mise en valeur des territoires (des terres du Tell aux zones arides et désertiques du Sud), vers la modernisation du régime de propriété foncière et des techniques de production agricoles. [33]

L'agroécologie en Algérie est devenue une approche prometteuse pour assurer une agriculture durable et résiliente dans le pays. Inspirée par les principes de l'écologie, elle favorise des systèmes de production agricole préservant l'équilibre des écosystèmes, la biodiversité et réduisant l'utilisation de ressources non renouvelables. Elle encourage l'adoption de pratiques telles que la rotation des cultures, l'agroforesterie, la lutte biologique et l'utilisation de fertilisants organiques. Ces méthodes permettent de diminuer la dépendance aux intrants chimiques, tout en améliorant la fertilité des sols et la qualité de l'eau. En promouvant une agriculture respectueuse de l'environnement et socialement équitable, l'agroécologie contribue à la sécurité alimentaire, à la protection de la biodiversité et à la résilience des agriculteurs face aux défis climatiques et économiques. Son adoption croissante en Algérie reflète la volonté du pays de développer des pratiques agricoles durables et de préserver ses ressources naturelles pour les générations futures.

Chapitre IV

Résultats et Discussion

Dans ce chapitre nous allons faire une application de trois indices bioclimatiques clés dans le contexte agroécologique de l'Algérie. Les stations météorologiques de Béjaïa, Sétif et Biskra ont été sélectionnées comme sites d'étude pour évaluer et interpréter les résultats de manière agroécologique.

L'objectif principal de cette analyse est de mieux comprendre les conditions climatiques spécifiques de ces régions et d'identifier leur potentiel agroécologique. Pour cela, nous allons appliquer trois indices bioclimatiques majeurs : l'indice d'agressivité climatique de Fournier, rapport pluviométrique d'Angot et l'indice d'aridité climatique de De Martonne. Ces indices nous fourniront des informations clés sur différents aspects climatiques tels que l'agressivité climatique, les précipitations et l'aridité, qui sont tous d'une importance primordiale pour les pratiques agricoles durables.

IV.1. Indice d'agressivité climatique de FOURNIER

L'étude de cet indice s'est basée sur les données climatiques fournies par le site français **INFOCLIMAT.fr** pour la période d'observation de 10 ans (1990 – 2000) : Station de Béjaïa (annexe 1), Sétif (annexe 3) et Biskra (annexe 5)

Le **tableau 2** montre l'indice de FOURNIER appliqué pour les 3 stations.

Tableau 2. L'indice d'agressivité climatique selon la méthode de FOURNIER.

| Stations | Année d'observation | Pluviométrie annuelle en mm (P) | Pluviométrie du mois pluvieux en mm (p) | Mois pluvieux | Indice de FOURNIER (p^2 / P) |
|-------------|---------------------|---------------------------------|---|---------------|----------------------------------|
| Béjaïa | 1990 | 744.8 | 154.7 | Janvier | 32.13 |
| | 1991 | 1079.8 | 281.6 | Octobre | 73.43 |
| | 1992 | 1075.9 | 247.1 | Décembre | 56.75 |
| | 1993 | 829.8 | 117.3 | Novembre | 16.58 |
| | 1994 | 844.7 | 295.7 | Septembre | 103.51 |
| | 1995 | 911.4 | 246.2 | Janvier | 66.50 |
| | 1996 | 982.5 | 259.1 | Février | 68.32 |
| | 1997 | 885.6 | 278.6 | Octobre | 87.64 |
| | 1998 | 1075.5 | 217.1 | Novembre | 43.82 |
| | 1999 | 442.1 | 261.2 | Décembre | 154.32 |
| | 2000 | 501.4 | 95.1 | Janvier | 18.03 |
| 1990 – 2000 | 852.1 | 223 | / | 58.36 | |

| | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|--------------|--------|
| Sétif | 1990 | 526.5 | 94,6 | Novembre | 16.99 |
| | 1991 | 562,7 | 149.0 | Octobre | 32.45 |
| | 1992 | 715,7 | 140,0 | Décembre | 27.38 |
| | 1993 | 753,9 | 183,4 | Juin | 44.61 |
| | 1994 | 386,9 | 132,9 | Septembre | 45.65 |
| | 1995 | 585,2 | 114,2 | Janvier | 22.28 |
| | 1996 | 618,3 | 104,9 | Mai | 17.79 |
| | 1997 | 576,5 | 91,2 | Novembre | 14.42 |
| | 1998 | 669,0 | 194,7 | Septembre | 56.66 |
| | 1999 | 174,1 | 85,7 | Décembre | 42.18 |
| | 2000 | 599,7 | 143,8 | Mars | 34.48 |
| 1990 - 2000 | 560.7 | 130.4 | / | 30.32 | |
| Biskra | 1990 | 345.3 | 133 | Novembre | 51.22 |
| | 1991 | 216.6 | 65.5 | Octobre | 19.8 |
| | 1992 | 326.0 | 176.4 | Novembre | 95.45 |
| | 1993 | 281.8 | 76.0 | Février | 20.49 |
| | 1994 | 335.2 | 92.1 | Mars | 25.30 |
| | 1995 | 361.8 | 252.4 | Septembre | 176.08 |
| | 1996 | 477.2 | 194.0 | Juillet | 78.86 |
| | 1997 | 288.8 | 112.7 | Avril | 43.97 |
| | 1998 | 131.8 | 48.3 | Avril | 17.70 |
| | 1999 | 108.7 | 45.5 | Novembre | 19.04 |
| | 2000 | 99.1 | 33.1 | Septembre | 11.05 |
| 1990 - 2000 | 270.2 | 111.7 | / | 46.17 | |

L'indice d'agressivité climatique de Fournier relativement élevé à Béjaïa indique des conditions climatiques potentiellement plus agressives pour l'agriculture. Cela peut être attribué à des facteurs tels que des précipitations plus élevées, une humidité relative plus élevée ou des températures plus extrêmes. Ces conditions peuvent présenter des avantages et des défis pour l'agroécologie à Béjaïa. D'une part, les précipitations plus abondantes peuvent favoriser une disponibilité accrue d'eau pour l'irrigation et la culture. D'autre part, des précipitations excessives peuvent également augmenter le risque d'érosion des sols, d'inondations ou de maladies fongiques. Des mesures de gestion appropriées, telles que l'aménagement des terres et la sélection de cultures adaptées, peuvent contribuer à atténuer les effets négatifs de l'agressivité climatique à Béjaïa.

L'indice d'agressivité climatique de Fournier relativement modéré à Sétif suggère des conditions climatiques relativement plus douces pour l'agriculture. Cela peut indiquer des

précipitations et des températures modérées qui sont favorables à la croissance des cultures. Les conditions climatiques plus clémentes peuvent offrir des opportunités pour une diversité de cultures adaptées à Sétif, favorisant ainsi l'agroécologie. Cependant, il est important de prendre en compte d'autres facteurs tels que la fertilité des sols, l'accès à l'eau et les pratiques agricoles durables pour maximiser les avantages potentiels de ces conditions climatiques favorables.

L'indice d'agressivité climatique de Fournier modéré à Biskra indique des conditions climatiques qui peuvent présenter des avantages et des défis pour l'agroécologie dans cette région. Les températures élevées et l'aridité relative peuvent limiter certaines cultures, mais des pratiques de gestion appropriées, telles que l'irrigation efficace et la sélection de variétés adaptées à la chaleur et à la sécheresse, peuvent permettre une agriculture productive. Les ressources en eau et les techniques de conservation des sols jouent un rôle essentiel pour soutenir l'agriculture durable à Biskra. Des techniques telles que l'aménagement des terres, la gestion de l'eau et la rotation des cultures peuvent être utilisées pour prévenir les pertes de sol et assurer une agriculture durable et résiliente à cette station.

IV.2. Le rapport pluviométrique d'Angot

Pour l'étude de cet indice nous avons pris en compte les données climatiques à partir du site français **INFOCLIMAT.fr** pour la même période allant de 1990-2000 et pour les mêmes stations : Béjaïa, Sétif et Biskra. (Voir annexes 2, 4, 6 pour les données de températures).

Le **tableau 3** présente l'application du rapport pluviométrique d'Angot. Il illustre l'évolution des précipitations au cours de l'année ainsi que leur répartition saisonnière durant la période 1990-2000.

Tableau 3. Le rapport pluviométrique selon la méthode d'ANGOT.

| Stations | Année d'observation | 6 mois les plus chauds | Cumul des précipitations des 6 mois les plus chauds en mm | 6 mois les plus froids | Cumul des précipitations des 6 mois les plus froids en mm | Rapport d'Angot $\frac{\sum P (6 \text{ mois les plus chauds})}{\sum P (6 \text{ mois les plus froids})}$ |
|----------|---------------------|--|---|---|---|--|
| Béjaïa | 1990 | Septembre Août Juillet Juin Octobre Mai | 246.6 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 498.2 | 0.49 |
| | 1991 | Août Septembre Juillet Juin Octobre Mai | 447.9 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 631.9 | 0.70 |
| | 1992 | Août Septembre Juillet Juin Octobre Mai | 214.6 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 861.3 | 0.24 |
| | 1993 | Août Juillet Septembre Juin Octobre Mai | 202.1 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 627.7 | 0.32 |
| | 1994 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 434.8 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 409.9 | 1.06 |

| | | | | | | |
|--------|------|--|-------|---|-------|------|
| Béjaïa | 1995 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 162.9 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 748.5 | 0.21 |
| | 1996 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 247.7 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 734.8 | 0.33 |
| | 1997 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 413.3 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 472.3 | 0.87 |
| | 1998 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 372.8 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 702.8 | 0.53 |
| | 1999 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 53.1 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 389 | 0.13 |
| | 2000 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 167 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 334.4 | 0.49 |

| | | | | | | |
|-------|-------------|--|--------|---|-------|-------------|
| | 1990 – 2000 | / | 269.34 | / | 582.8 | 0.46 |
| | | | | | | |
| Sétif | 1990 | Juillet Juin Août Septembre Octobre Mai | 254.4 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 272.1 | 0.93 |
| | 1991 | Juillet Juin Août Septembre Octobre Mai | 314.7 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 248.0 | 1.26 |
| | 1992 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 305.9 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 409.8 | 0.74 |
| | 1993 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 482.2 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 271.7 | 1.77 |
| | 1994 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 223.3 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 163.6 | 1.36 |
| | 1995 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 224 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 361.2 | 0.62 |

| | | | | | | |
|-------|-------------|--|--------|---|--------|-------------|
| Sétif | 1996 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 241.5 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 376.8 | 0.64 |
| | 1997 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 275.6 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 300.9 | 0.91 |
| | 1998 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 431.8 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 237.2 | 1.82 |
| | 1999 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 55.2 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 118.9 | 0.46 |
| | 2000 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 290.7 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 309.0 | 0.94 |
| | 1990 – 2000 | / | 281.75 | / | 279.01 | 1.00 |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--------|------|--|-------|---|-------|------|
| Biskra | 1990 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 97.5 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 247.8 | 0.39 |
| | 1991 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 109.7 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 106.9 | 1.02 |
| | 1992 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 55.4 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 270.6 | 0.20 |
| | 1993 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 73.1 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 208.7 | 0.35 |
| | 1994 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 217.6 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 117.6 | 1.85 |
| | 1995 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 267.3 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 94.5 | 2.82 |
| | 1996 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 248 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 229.2 | 1.08 |

| | | | | | | |
|--------|-------------|--|--------|---|--------|-------------|
| Biskra | 1997 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 40.0 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 248.8 | 0.16 |
| | 1998 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 53.9 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 77.9 | 0.69 |
| | 1999 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 24.2 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 84.5 | 0.28 |
| | 2000 | Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre | 73.3 | Janvier Février Mars Avril Novembre Décembre | 25.8 | 2.84 |
| | 1990 - 2000 | / | 1260.0 | / | 1712.3 | 0.73 |

Le rapport pluviométrique d'Angot relativement faible à Béjaïa indique que la période froide est plus arrosée que la période chaude. Cela suggère que les précipitations sont plus abondantes pendant les mois plus frais de l'année à Béjaïa. Dans le contexte agroécologique, cela peut être bénéfique car les cultures peuvent bénéficier d'un approvisionnement en eau adéquat pendant les périodes clés de croissance et de développement. Cependant, il est important de mettre en place des systèmes d'irrigation appropriés pour compenser les éventuelles périodes de sécheresse pendant la période chaude afin de maintenir une production agricole stable et durable.

Pour Sétif, l'indice pluviométrique indique une répartition équitable des précipitations entre la période froide et la période chaude. Cela suggère que les précipitations sont similaires dans les

deux périodes, ce qui peut être bénéfique pour l'agriculture en permettant une meilleure planification des cultures et des pratiques agricoles tout au long de l'année.

Enfin, à Biskra, l'indice pluviométrique est de 0.73. Cela indique que la période froide est légèrement plus arrosée que la période chaude, bien que l'indice soit inférieur à 1. Dans le contexte agroécologique, cela souligne l'importance de gérer efficacement les ressources en eau pendant la période chaude à Biskra. Des techniques d'irrigation appropriées, telles que l'irrigation goutte à goutte ou la collecte des eaux de pluie, peuvent être mises en œuvre pour assurer un approvisionnement en eau adéquat pendant les périodes plus sèches. De plus, des pratiques de conservation des sols doivent être utilisées pour minimiser l'évaporation de l'eau et maintenir la fertilité du sol.

En conclusion, l'interprétation agroécologique de le rapport pluviométrique d'Angot dans les stations de Béjaïa, Sétif et Biskra met en évidence les variations de la répartition des précipitations et leurs implications pour l'agriculture. Ces informations sont essentielles pour la planification et la mise en œuvre de pratiques agricoles durables, notamment en ce qui concerne l'irrigation, la gestion des ressources en eau et la conservation des sols. En intégrant ces considérations agroécologiques, il est possible de maximiser le potentiel agricole de chaque région tout en préservant les écosystèmes et en favorisant une agriculture durable.

IV.3. Indice d'aridité climatique de De Martonne

Toujours dans le cadre de notre travail, nous avons entrepris une étude portant sur l'indice d'aridité de De Martonne, pour les stations de Béjaïa, Sétif et Biskra afin de bien comprendre le niveau d'aridité dans ces régions à partir des données collectées du site **INFOCLIMAT.fr** pour la même période (1990 / 2000).

Le **tableau 4** montre les résultats obtenus dans chaque station.

Tableau 4. L'indice d'aridité selon la méthode de De Martonne.

| Stations | Année d'observation | Pluviométrie annuelle en mm (P) | Température annuelle en (°C) | Indice de De Martonne $I = \frac{P}{T + 10}$ |
|----------|---------------------|---------------------------------|------------------------------|---|
| Béjaïa | 1990 | 744.8 | 18.2 | 26.41 |
| | 1991 | 1079.8 | 17.3 | 39.55 |
| | 1992 | 1075.9 | 17.3 | 39.41 |
| | 1993 | 829.8 | 17.6 | 30.06 |
| | 1994 | 844.7 | 18.8 | 29.32 |
| | 1995 | 911.4 | 18.4 | 30.09 |
| | 1996 | 982.5 | 18 | 35.08 |
| | 1997 | 885.6 | 18.7 | 30.85 |
| | 1998 | 1075.5 | 17.9 | 38.54 |
| | 1999 | 442.1 | 18.4 | 15.56 |
| | 2000 | 501.4 | 18.4 | 17.65 |
| | 1990 – 2000 | 852.1 | 18.09 | 30.33 |
| Sétif | 1990 | 526.5 | 15.2 | 20.89 |
| | 1991 | 562,7 | 13.7 | 23.75 |
| | 1992 | 715,7 | 14,1 | 29.69 |
| | 1993 | 753,9 | 14,8 | 30.39 |
| | 1994 | 386,9 | 16,0 | 14.88 |
| | 1995 | 585,2 | 14,7 | 23.69 |
| | 1996 | 618,3 | 14,2 | 25.54 |
| | 1997 | 576,5 | 15,6 | 22.51 |
| | 1998 | 669,0 | 14,9 | 26.86 |
| | 1999 | 174,1 | 15,7 | 6.77 |
| | 2000 | 599,7 | 15,8 | 24.01 |
| | 1990 - 2000 | 560.7 | 14.97 | 22.45 |
| Biskra | 1990 | 345.3 | 22,6 | 10.59 |
| | 1991 | 216.6 | 21,8 | 6.81 |
| | 1992 | 326.0 | 21,9 | 10.21 |
| | 1993 | 281.8 | 22,4 | 8.69 |
| | 1994 | 335.2 | 23,2 | 10.09 |
| | 1995 | 361.8 | 22,3 | 11.20 |
| | 1996 | 477.2 | 21,6 | 15.10 |

| | | | | |
|--|-------------|-------|------|-------------|
| | 1997 | 288.8 | 22,7 | 8.83 |
| | 1998 | 131.8 | 22,2 | 4.09 |
| | 1999 | 108.7 | 23,2 | 3.27 |
| | 2000 | 99.1 | 22,5 | 3.04 |
| | 1990 - 2000 | 270.2 | 22.4 | 8.33 |

L'indice d'aridité de De Martonne relativement élevé à Béjaïa indique un climat humide dans cette région. Cela indique que Béjaïa bénéficie d'un climat relativement humide, avec des précipitations suffisantes pour soutenir une végétation luxuriante et des écosystèmes diversifiés. Sur le plan agroécologique, cela offre des opportunités pour une agriculture diversifiée et productive, avec des cultures nécessitant des quantités d'eau plus élevées pouvant prospérer dans cette région.

L'indice d'aridité de De Martonne modéré à Sétif indique un climat relativement moins sec par rapport à Béjaïa qui est semi-humide. Cela suggère que Sétif présente des conditions climatiques légèrement moins humides que Béjaïa, mais tout de même favorables à l'agriculture. Les précipitations y sont suffisantes pour soutenir une productivité agricole significative, bien que des stratégies d'irrigation adaptées puissent être nécessaires pour compenser les éventuelles périodes de sécheresse et maximiser les rendements des cultures.

Enfin, à Biskra, l'indice d'aridité est de 8.33, ce qui le classe dans la catégorie "aride". Cela indique que Biskra fait face à des conditions climatiques plus sèches, avec des précipitations limitées. Dans ce contexte, l'agriculture peut être un défi, nécessitant une gestion prudente des ressources en eau et des techniques d'irrigation efficaces pour garantir la production agricole. Les cultures résistantes à la sécheresse et les pratiques de conservation des sols adaptées à un climat aride peuvent jouer un rôle clé dans le développement d'une agriculture durable à Biskra.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence les différences significatives entre ces stations en termes d'aridité, de pluviométrie et d'agressivité climatique. Ces variations climatiques ont des répercussions directes sur les pratiques agricoles et agroécologiques.

Dans un contexte aride comme Biskra, les niveaux élevés d'aridité nécessitent une gestion minutieuse de l'eau et des techniques d'irrigation efficaces pour garantir une utilisation optimale des ressources disponibles. L'adoption de cultures résistantes à la sécheresse et l'intégration de

pratiques agroécologiques adaptées aux conditions arides peuvent aider à maintenir une productivité agricole durable.

Dans les régions de Béjaïa et Sétif, où les niveaux d'aridité et de pluviométrie sont modérés, il est essentiel de considérer d'autres facteurs tels que la répartition saisonnière des précipitations et la qualité des sols dans la planification et la mise en œuvre de pratiques agroécologiques. L'optimisation de l'irrigation, la gestion de l'eau et la diversification des cultures peuvent être des stratégies efficaces pour améliorer la résilience des systèmes agricoles dans ces régions.

En conclusion, les résultats des indices bioclimatiques et la prise en compte des aspects agroécologiques fournissent des bases solides pour développer des stratégies d'agriculture durable et résiliente dans ces stations, tout en assurant une meilleure gestion des ressources naturelles et une production alimentaire viable à long terme.

IV.4. Plan d'aménagement et recommandation pour améliorer l'agroécologie dans les 3 stations (régions)

Béjaïa :

- Étudier la faisabilité de la mise en place de systèmes d'irrigation modernes, tels que l'irrigation goutte-à-goutte ou l'irrigation par aspersion, pour compenser les faibles précipitations et l'indice de sécheresse élevé.
- Encourager la collecte et le stockage des eaux pluviales pour une utilisation ultérieure dans l'irrigation.
- Promouvoir la diversification des cultures résistantes à la sécheresse et adaptées au climat méditerranéen.
- Mettre en place des pratiques de conservation des sols pour réduire l'érosion et améliorer la rétention d'eau.

Sétif :

- Établir un réseau d'irrigation efficace pour optimiser l'utilisation de l'eau dans les zones agricoles.

- Promouvoir l'adoption de techniques d'agriculture de conservation pour améliorer la structure des sols et réduire l'évaporation.
- Encourager la mise en place de cultures adaptées au climat semi-aride de la région, en mettant l'accent sur les cultures à faible consommation d'eau.
- Mettre en œuvre des mesures de gestion de l'eau, telles que la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures non comestibles.

Biskra :

- Investir dans des infrastructures d'irrigation modernes, notamment des systèmes de goutte-à-goutte et d'aspersion, pour une utilisation efficace de l'eau.
- Encourager la plantation d'espèces végétales adaptées au climat désertique, comme les palmiers dattiers.
- Mettre en place des pratiques agricoles durables, telles que l'agriculture biologique et l'agroforesterie, pour protéger les sols du désert et favoriser la biodiversité.
- Étudier la possibilité de dessalement de l'eau de mer pour répondre aux besoins en eau de l'agriculture dans la région

Conclusion

L'étude a mis en valeur la grandeur et la diversité climatique et bioclimatique en Algérie : ainsi, les variations climatiques (températures et précipitations) ont un impact significatif sur les différentes régions du pays et leur potentiel agroécologique. Grâce à l'application des indices bioclimatiques, nous avons pu interpréter ces variations de manière exhaustive, ceci détermine une étape essentielle pour réussir une agriculture durable dans le contexte algérien.

L'Algérie se caractérise par une grande variété de climats, allant du climat méditerranéen humide et subhumide doux au nord aux climats semi-arides frais et froids sur les hautes plaines et désertiques chauds au sud. Ces variations climatiques ont un impact direct sur la disponibilité des ressources en eau, la fertilité des sols et la biodiversité régionale. Comprendre ces variations et leur influence sur les systèmes agricoles est crucial pour développer des stratégies adaptées à chaque région, en favorisant la durabilité et la résilience.

L'application des indices bioclimatiques, tels que l'indice d'aridité de De Martonne, le rapport pluviométrique d'Angot et d'autres, nous a permis d'évaluer et d'interpréter ces variations climatiques de manière objective et scientifique. Ces indices ont fourni des informations précieuses sur les conditions climatiques spécifiques à chaque région, en tenant compte des facteurs tels que la pluviométrie, l'aridité et d'autres paramètres climatiques pertinents.

Ces interprétations bioclimatiques ont permis de déterminer le potentiel agroécologique de chaque région, en identifiant les pratiques agricoles et les cultures adaptées aux conditions spécifiques du climat local. Par exemple, dans les régions arides, des stratégies de gestion de l'eau, de conservation des sols et de sélection de cultures résistantes à la sécheresse sont essentielles pour assurer une agriculture durable. Dans les régions plus humides, des approches telles que l'agroforesterie et la diversification des cultures peuvent être privilégiées.

La prise en compte des indices bioclimatiques dans la planification agricole permet d'éviter les pratiques inadaptées qui pourraient entraîner des impacts environnementaux négatifs et des pertes économiques. En comprenant les variations climatiques et en adaptant les pratiques agricoles en conséquence, il est possible de minimiser les risques et de promouvoir une agriculture durable et résiliente.

En conclusion, l'application des indices bioclimatiques dans l'interprétation des variations climatiques et bioclimatiques en Algérie est essentielle pour réussir une agriculture durable. En comprenant les spécificités de chaque région et en adaptant les pratiques agricoles aux conditions

climatiques locales, il est possible de promouvoir une agriculture qui préserve l'environnement et l'économie du pays. La recherche continue et l'approfondissement des connaissances dans ce domaine sont cruciaux pour soutenir le développement agricole durable en Algérie et garantir la sécurité alimentaire de la population.

Références

bibliographique

01. **DUMAS, P *et al.*, (2005)**. Fonctionnement du système climatique, perturbations humaines, dérèglements dangereux. 17p.
02. **RAMADE, F., (1984)**. Élément d'écologie fondamentale. Paris : Mc GRAW-HILL. 397p.
03. **GODARD & M. TABEAUD., (1993)**. Les climats : Mécanismes et Répartition. Ed : Armand COLIN.
04. **PÉGUY C.P., (1970)**. Précis de Climatologie. 2^{ème} éd. Paris : Masson : 468p.
05. **J. ROULLEAU., (1954)**. La météorologie : formation de la pluie. pp 221-230.
06. **P. ETIENNE et A. GODARD., (1970)**. CLIMATOLOGIE. ED : Armand COLIN.
07. **BENCHERIF .L., (2008)**. Les indices climatiques et leurs interprétations écologiques en Algérie orientale. Thèse de Magister. Université des Frères Mentouri 1 : 132p.
08. **ESCOUROU., (1981)**. Climat et Environnement (les facteurs du climat). Ed : MASSON.
09. **El Khatri S., (2003)**. Manuel du cours de climatologie. Centre National de recherches météorologiques. Maroc. 43 p.
10. **FARAH A.K., (2014)**. Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est Algérien. Thèse de Magister. Université des Frères Mentouri 1 : 109p.
11. **ONERC., (2007)**. Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique. Paris. ISBN : 978-2-11-00-6618-0.
12. **Oueld H., (1993)**. Recommandations architecturales (Ministères de l'habitat). Edition. Alger : ENAG.
13. <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/Alg%C3%A9rie%C3%A9ographiephysique/185613>
14. **Cote .M., (1981)**. Mutation rurale en Algérie, 2^{ème} Ed. Office des publications universitaires.
15. **LELUBRE M., (1952)**. Conditions structurales et formes de relief dans le Sahara. Ed : Institut de Recherches Sahariennes. Alger : Tome VIII : pp 189-190.
16. **GARDI R., (1973)**. Sahara. 3^{ème} Ed. Paris : Kummerly et Frey : pp 49-51.
17. **MONOD T., (1992)**. Du désert. Sécheresse. 3(1) : pp 7-24.

18. Emberger., (1936).

19. S. DEKHINAT., (2005). Etude des potentialités morpho-pédogénétiques des sols Aurassiens. Rapport du laboratoire de recherche APAPEZA. Faculté des sciences. Université de Batna.

20. TIR K., (1997). Expression cartographique de quelques paramètres climatiques et bioclimatiques à partir d'analyse de données. Cas de l'extrême nord-est Algérien. Thèse de Magister. Université des Frères Mentouri 1 : 140p.

21. Quezel., (1978).

22. MAIRE. R., (1926). Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie.

23. BOUDY .P., (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord.

24. RACHEDI T., (2022). Estimation et cartographie des surfaces forestières incendiées par télédétection durant l'été 2021 : cas de la wilaya de Béjaïa. Mémoire de master. Université des frères Mentouri constantine1 : 46p.

25. Azegagh A., Ghilas R., (2006). Etude de l'herpétofaune dans les zones humides de la basse vallée de la Soummam (Béjaïa, centre nord-est algérien). Mém. Ing d'Etat en Ecologie et Environnement, Univ. A-Mira de Béjaïa, Algérie, 74 p+ 5p annexes.

26. Mokhtari K. et Zouagui M., (2017). Contribution au suivi des pressions anthropiques de la wilaya de Bejaïa. Mémoire master des sciences de la nature et de la vie, Univ de Bejaia, 35 p.

27. BENKHELFI R. et BOUCHACHOUA K., (2021). Etude diachronique de la végétation forestière dans la wilaya de Sétif. Mémoire de master. Université des frères Mentouri constantine1 : 32p.

28. Zerroug K., (2012). Elaboration d'un système d'information géographique (flore) dans la Wilaya de Sétif. Mém. Mag. Uni. Ferhat Abbas. Sétif, pp 40-100,102, 107-110.

29. Alliane Y., (2017). Etude de la variabilité climatique et son impact sur les ressources hydriques « cas du bassin versant d'Oued Biskra ». Thèse de doctorat d'ingénieur d'état. Ecole Nationale Polytechnique d'Alger : 96p.

30. Url : <https://www.aniref.dz/index.php?layout=edit&id=137>

31. Fournier. F., (1960). Climat et érosion. Ed. Paris : PUF : 201 p.

32. Olanlo, K., (2018). Géodiversité et valorisation touristique des plateaux du sud-ouest du Togo. Thèse de Doctorat. Université de Lomé : 216 p.

33. Bessaoud O., (1999). L 'Algérie agricole : de la construction du territoire à l'impossible émergence de la paysannerie. Insaniyat. 7 : pp 5-32.

Annexes

Annexe 1. Précipitations moyennes mensuelles de Bejaia (1990-2000) :

| Mois Année | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | juill | Aoû | Sep | Oct | Nov | Déc | P(mm) |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1990 | 154,7 | 1,0 | 39,6 | 96,3 | 128,8 | 17,8 | 14,6 | 2,0 | 7,5 | 75,9 | 125,6 | 81,0 | 744.8 |
| 1991 | 80,7 | 110,5 | 225,3 | 74,1 | 56,7 | 5,6 | 1,5 | 8,5 | 94,0 | 281,6 | 54,4 | 86,9 | 1079.8 |
| 1992 | 208,8 | 61,0 | 151,7 | 124,0 | 69,1 | 76,5 | 7,0 | 0,0 | 5,0 | 57,0 | 68,7 | 247,1 | 1075.9 |
| 1993 | 101,9 | 115,1 | 89,2 | 117,0 | 60,2 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 63,6 | 70,8 | 117,3 | 87,2 | 829.8 |
| 1994 | 41,6 | 101,0 | 0,0 | 62,3 | 5,5 | 4,0 | 0,0 | 1,5 | 295,7 | 128,1 | 25,1 | 179,9 | 844.7 |
| 1995 | 246,2 | 98,9 | 165,9 | 44,5 | 2,0 | 25,5 | 0,3 | 28,1 | 101,5 | 5,5 | 133,4 | 59,6 | 911.4 |
| 1996 | 108,1 | 259,1 | 66,9 | 126,6 | 66,7 | 54,5 | 12,6 | 6,0 | 43,0 | 64,9 | 106,2 | 67,9 | 982.5 |
| 1997 | 78,2 | 32,9 | 29,2 | 72,1 | 20,4 | 46,1 | 4,0 | 25,1 | 39,1 | 278,6 | 134,6 | 125,3 | 885.6 |
| 1998 | 27,1 | 95,0 | 84,2 | 177,4 | 182,0 | 6,5 | 0,0 | 19,6 | 69,2 | 95,4 | 217,1 | 102,0 | 1075.5 |
| 1999 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 17,2 | 35,9 | 127,8 | 261,2 | 442.1 |
| 2000 | 95,1 | 36,5 | 23,2 | 40,2 | 64,2 | 10,5 | 1,0 | 0,0 | 16,0 | 75,3 | 55,1 | 84,3 | 501.4 |

Annexe 2. Températures moyennes mensuelles de Bejaia (1990-2000) :

| Mois Année | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | juill | Aoû | Sep | Oct | Nov | Déc | T°C (moy) |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|--------------|
| 1990 | 12,1 | 14,2 | 14,5 | 14,5 | 18,1 | 22,2 | 24,3 | 24,6 | 25,5 | 21,6 | 16,1 | 10,6 | 18,2 |
| 1991 | 11,1 | 10,9 | 14,5 | 13,6 | 15,8 | 21,3 | 24,2 | 25,6 | 24,9 | 19,9 | 14,9 | 10,8 | 17,3 |
| 1992 | 10,5 | 11,5 | 12,7 | 14,5 | 17,5 | 20,1 | 23,2 | 25,0 | 24,0 | 19,2 | 16,4 | 13,2 | 17,3 |
| 1993 | 10,9 | 10,7 | 12,7 | 15,1 | 18,9 | 22,0 | 24,5 | 25,7 | 22,8 | 20,2 | 14,9 | 12,8 | 17,6 |
| 1994 | 2,3 | 13,4 | 14,0 | 14,1 | 19,4 | 21,9 | 25,4 | 28,7 | 25,0 | 21,0 | 17,3 | 13,4 | 18,8 |
| 1995 | 11,8 | 14,3 | 13,6 | 14,5 | 19,6 | 21,7 | 24,3 | 25,0 | 23,0 | 20,9 | 17,2 | 15,5 | 18,4 |
| 1996 | 14,7 | 11,7 | 14,2 | 16,1 | 18,0 | 21,5 | 24,1 | 25,1 | 21,4 | 18,3 | 16,7 | 14,6 | 18,0 |
| 1997 | 13,9 | 13,1 | 13,1 | 15,6 | 20,0 | 23,5 | 24,1 | 25,9 | 24,2 | 20,6 | 16,8 | 13,9 | 18,7 |
| 1998 | 12,9 | 13,2 | 13,6 | 16,2 | 18,1 | 22,3 | 24,1 | 25,0 | 24,0 | 18,5 | 15,1 | 11,7 | 17,9 |
| 1999 | 11,9 | 10,4 | 14,2 | 15,0 | 20,1 | 22,9 | 24,6 | 27,3 | 24,1 | 23,1 | 14,9 | 12,6 | 18,4 |
| 2000 | 10,1 | 12,6 | 14,0 | 16,6 | 19,4 | 21,3 | 25,6 | 26,4 | 23,6 | 19,8 | 16,7 | 14,5 | 18,4 |

Annexe 3. Précipitations moyennes mensuelles de Sétif (1990-2000) :

| Mois Année | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | juill | Aoû | Sep | Oct | Nov | Déc | P(mm) |
|---------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1990 | 45,8 | 4,0 | 32,5 | 60,7 | 94,2 | 44,3 | 28,0 | 23,1 | 56,5 | 8,3 | 94,6 | 34,5 | 526,5 |
| 1991 | 10,0 | 37,3 | 84,9 | 43,9 | 98,5 | 15,9 | 12,1 | 4,0 | 35,2 | 149,0 | 39,0 | 32,9 | 562,7 |
| 1992 | 56,2 | 52,8 | 45,9 | 53,9 | 91,3 | 32,0 | 59,3 | 4,0 | 90,0 | 29,3 | 61,0 | 140,0 | 715,7 |
| 1993 | 27,0 | 25,0 | 45,8 | 16,6 | 98,8 | 183,4 | 2,0 | 39,3 | 53,7 | 105,0 | 100,4 | 56,9 | 753,9 |
| 1994 | 24,0 | 34,0 | 44,1 | 30,9 | 6,3 | 0,0 | 10,0 | 12,1 | 132,9 | 62,0 | 11,6 | 19,0 | 386,9 |
| 1995 | 114,2 | 42,5 | 87,9 | 43,8 | 6,0 | 78,0 | 0,0 | 6,5 | 71,0 | 62,5 | 38,9 | 33,9 | 585,2 |
| 1996 | 96,6 | 98,1 | 73,3 | 50,0 | 104,9 | 40,5 | 18,5 | 35,9 | 23,0 | 18,7 | 24,9 | 33,9 | 618,3 |
| 1997 | 48,3 | 18,2 | 9,6 | 60,0 | 37,0 | 42,0 | 8,4 | 45,7 | 60,4 | 82,1 | 91,2 | 73,6 | 576,5 |
| 1998 | 9,5 | 51,9 | 18,0 | 76,4 | 139,7 | 38,5 | 2,0 | 24,9 | 194,7 | 32,0 | 63,4 | 18,0 | 669,0 |
| 1999 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 51,1 | 33,2 | 85,7 | 174,1 |
| 2000 | 10,7 | 11,7 | 143,8 | 48,9 | 88,3 | 37,0 | 0,8 | 47,7 | 68,0 | 60,5 | 20,2 | 62,1 | 599,7 |

Annexe 4. Températures moyennes mensuelles de Sétif (1990-2000) :

| Mois Année | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | juill | Aoû | Sep | Oct | Nov | Déc | T°C (moy) |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|--------------|
| 1990 | 6,0 | 10,7 | 10,4 | 10,9 | 15,8 | 24,3 | 24,5 | 24,2 | 24,3 | 17,6 | 10,1 | 3,9 | 15,2 |
| 1991 | 5,5 | 5,1 | 9,2 | 9,1 | 12,4 | 20,8 | 26,1 | 25,4 | 21,4 | 14,7 | 9,4 | 5,0 | 13,7 |
| 1992 | 4,6 | 6,6 | 7,7 | 10,1 | 15,5 | 18,4 | 23,1 | 26,0 | 22,3 | 15,8 | 12,0 | 6,8 | 14,1 |
| 1993 | 5,9 | 5,1 | 7,8 | 11,4 | 17,0 | 23,9 | 26,3 | 26,6 | 20,6 | 16,9 | 9,7 | 7,0 | 14,8 |
| 1994 | 6,0 | 8,0 | 11,7 | 9,6 | 20,5 | 23,1 | 27,5 | 28,8 | 21,7 | 15,6 | 11,8 | 7,3 | 16,0 |
| 1995 | 4,3 | 9,1 | 8,0 | 10,5 | 17,7 | 21,4 | 26,6 | 24,0 | 20,0 | 16,5 | 10,7 | 8,4 | 14,7 |
| 1996 | 7,6 | 4,7 | 8,8 | 11,2 | 15,3 | 19,3 | 24,8 | 26,2 | 18,9 | 14,4 | 10,7 | 8,0 | 14,2 |
| 1997 | 6,8 | 9,5 | 9,4 | 12,3 | 19,6 | 25,1 | 26,4 | 25,0 | 20,3 | 15,7 | 10,0 | 7,1 | 15,6 |
| 1998 | 6,5 | 8,0 | 9,3 | 12,5 | 15,3 | 23,4 | 27,2 | 25,8 | 22,0 | 14,0 | 9,7 | 5,7 | 14,9 |
| 1999 | 6,4 | 4,7 | 9,3 | 12,9 | 21,0 | 24,5 | 25,7 | 29,1 | 22,2 | 18,6 | 8,5 | 6,0 | 15,7 |
| 2000 | 4,3 | 8,6 | 11,1 | 13,9 | 20,3 | 22,6 | 27,1 | 26,5 | 22,1 | 13,9 | 10,9 | 8,6 | 15,8 |

Annexe 5. Précipitations moyennes mensuelles de Biskra (1990-2000) :

| Mois Année | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | juill | Aoû | Sep | Oct | Nov | Déc | P(mm) |
|---------------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1990 | 50,9 | 0,0 | 4,0 | 41,9 | 55,4 | 5,8 | 4,0 | 25,0 | 7,3 | 0,0 | 133,0 | 18,0 | 345,3 |
| 1991 | 3,0 | 25,9 | 53,9 | 4,4 | 10,0 | 2,0 | 0,0 | 11,5 | 20,7 | 65,5 | 4,1 | 15,6 | 216,6 |
| 1992 | 26,8 | 8,4 | 37,4 | 16,1 | 10,8 | 1,5 | 12,1 | 1,5 | 26,5 | 3,0 | 176,4 | 5,5 | 326,0 |
| 1993 | 0,0 | 76,0 | 38,1 | 0,0 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 59,1 | 0,0 | 23,9 | 70,7 | 281,8 |
| 1994 | 21,0 | 2,0 | 92,1 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 57,1 | 4,0 | 77,2 | 75,3 | 2,5 | 0,0 | 335,2 |
| 1995 | 8,1 | 4,0 | 9,0 | 8,1 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 1,3 | 252,4 | 8,1 | 32,3 | 33,0 | 361,8 |
| 1996 | 69,5 | 41,3 | 89,0 | 0,5 | 4,0 | 12,0 | 194,0 | 17,1 | 19,9 | 1,0 | 23,9 | 5,0 | 477,2 |
| 1997 | 30,2 | 7,0 | 16,1 | 112,7 | 0,0 | 7,9 | 0,0 | 0,5 | 14,5 | 17,1 | 48,8 | 34,0 | 288,8 |
| 1998 | 1,0 | 24,6 | 2,0 | 48,3 | 20,0 | 23,9 | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 4,0 | 0,0 | 2,0 | 131,8 |
| 1999 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24,2 | 45,5 | 39,0 | 108,7 |
| 2000 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 10,1 | 31,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 33,1 | 8,6 | 7,0 | 5,6 | 99,1 |

Annexe 6. Températures moyennes mensuelles de Biskra (1990-2000) :

| Mois Année | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | juill | Aoû | Sep | Oct | Nov | Déc | T°C (moy) |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|--------------|
| 1990 | 13,2 | 16,5 | 18,0 | 19,5 | 23,5 | 31,5 | 32,9 | 31,2 | 31,9 | 25,1 | 17,6 | 11,0 | 22,6 |
| 1991 | 11,2 | 12,8 | 17,7 | 18,8 | 22,5 | 30,4 | 34,2 | 33,8 | 29,1 | 22,6 | 16,1 | 11,8 | 21,8 |
| 1992 | 10,0 | 13,1 | 16,5 | 20,0 | 24,7 | 28,4 | 31,8 | 33,5 | 29,7 | 23,6 | 18,0 | 13,2 | 21,9 |
| 1993 | 11,6 | 12,6 | 15,4 | 20,5 | 26,1 | 32,0 | 34,0 | 33,7 | 28,6 | 24,1 | 17,1 | 13,4 | 22,4 |
| 1994 | 14,0 | 15,2 | 18,5 | 18,8 | 28,3 | 31,5 | 34,2 | 34,9 | 28,7 | 22,4 | 18,3 | 13,0 | 23,2 |
| 1995 | 11,6 | 16,2 | 16,5 | 18,9 | 26,3 | 30,3 | 33,9 | 32,6 | 27,7 | 23,0 | 16,8 | 13,8 | 22,3 |
| 1996 | 13,7 | 12,2 | 15,9 | 20,2 | 25,1 | 28,3 | 32,2 | 33,9 | 27,0 | 21,0 | 16,7 | 13,1 | 21,6 |
| 1997 | 13,2 | 15,7 | 16,6 | 19,4 | 25,8 | 32,7 | 34,4 | 33,2 | 28,4 | 23,3 | 16,8 | 13,4 | 22,7 |
| 1998 | 12,3 | 14,4 | 16,9 | 21,3 | 24,4 | 30,8 | 33,8 | 33,4 | 29,9 | 21,4 | 16,3 | 11,6 | 22,2 |
| 1999 | 12,1 | 12,3 | 17,0 | 21,6 | 28,7 | 33,1 | 33,8 | 36,0 | 30,2 | 25,4 | 16,3 | 12,0 | 23,2 |
| 2000 | 10,0 | 14,2 | 17,7 | 21,5 | 28,3 | 30,3 | 34,0 | 32,7 | 28,8 | 21,8 | 17,3 | 13,6 | 22,5 |

Résumé

Résumé

Ce mémoire examine les indices bioclimatiques et leur interprétation agroécologique en Algérie. Il étudie le climat, y compris la température, les précipitations, l'humidité, les vents, le rayonnement solaire et la pression atmosphérique, ainsi que l'impact des facteurs écologiques sur la répartition des espèces.

Le relief en Algérie et son influence sur le bioclimat sont également analysés, avec une étude des étages bioclimatiques et de la végétation. L'application des indices bioclimatiques dans le domaine de l'agroécologie en Algérie est abordée, en mettant l'accent sur des indices tels que l'agressivité climatique, l'indice pluviométrique et l'aridité.

Mots-clés : indices bioclimatiques, interprétation agroécologique, Algérie, climat, facteurs écologiques, relief, végétation, agroécologie.

ملخص

يتناول هذا البحث مؤشرات المناخ الحيوي وتفسيرها الزراعي البيئي في الجزائر. يستكشف البحث جوانب المناخ مثل درجة الحرارة والهطول والرطوبة والرياح والإشعاع الشمسي والضغط الجوي، بالإضافة إلى تأثير العوامل البيئية على توزيع الأنواع. يتم أيضًا تحليل التضاريس في الجزائر وتأثيرها على المناخ الحيوي، مع دراسة المناطق الحيوية والنباتات. يتم مناقشة تطبيق مؤشرات المناخ الحيوي في مجال الزراعة البيئية في الجزائر، مع التركيز على مؤشرات مثل العدوانية المناخية، ومؤشر الهطول، ومؤشر الجفاف.

الكلمات مفتاحية: مؤشرات المناخ الحيوي، التفسير الزراعي البيئي

Abstract

This thesis examines bioclimatic indices and their agroecological interpretation in Algeria. It explores climate aspects such as temperature, precipitation, humidity, wind, solar radiation, and atmospheric pressure, along with the impact of ecological factors on species distribution.

The relief in Algeria and its influence on bioclimate are also analyzed, with a study of bioclimatic zones and vegetation. The application of bioclimatic indices in the field of agroecology in Algeria is discussed, emphasizing indices such as climatic aggressiveness, rainfall index, and aridity.

Keywords: bioclimatic indices, agroecological interpretation, Algeria, climate, ecological factors, relief, vegetation, agroecology.

Année universitaire : 2022-2023

**Présenté par : NOUI Mohamed Ramy &
BENZAIEB Amina**

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en protection des écosystèmes

Intitulé : Les indices bioclimatiques et leur interprétation agroécologique

Résumé

Ce mémoire examine les indices bioclimatiques et leur interprétation agroécologique en Algérie. Il étudie le climat, y compris la température, les précipitations, l'humidité, les vents, le rayonnement solaire et la pression atmosphérique, ainsi que l'impact des facteurs écologiques sur la répartition des espèces.

Le relief en Algérie et son influence sur le bioclimat sont également analysés, avec une étude des étages bioclimatiques et de la végétation. L'application des indices bioclimatiques dans le domaine de l'agroécologie en Algérie est abordée, en mettant l'accent sur des indices tels que l'agressivité climatique, l'indice pluviométrique et l'aridité.

Mots-clefs : indices bioclimatiques, interprétation agroécologique, Algérie, climat, facteurs écologiques, relief, végétation, agroécologie.

Laboratoires de recherche :

Laboratoire Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques
(Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Encadreur : BENDERRADJI M.E.H

(Prof - U. Frères Mentouri, Constantine 1).

Présidente : ALATOU Hana

(MCB - U. Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur : MELIANI Aziz

(MAB - U. Frères Mentouri, Constantine 1).

