

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 I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie et écologie végétal

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم بيولوجيا و علم 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 :

***Etude comparative de la variabilité du régime thermique dans  
la region de Bordj Bou Arreridj et Annaba (1998-2022)***

Présenté par : BOULGHOBRA INES  
BENHOUMEUR RIHEM

Le 18/06/2022

**Jury d'évaluation :**

**Président :** BENDERRADJI MEH.

Prof- UFM, Constantine 1.

**Examineur 1 :** MELIANI A.

MCB - UFM, Constantine 1.

**Encadreur :** ALATOU Hana.

MAB- UFM, Constantine 1

**Année universitaire  
2022 - 2023**

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 I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie et écologie végétal

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم بيولوجيا و علم 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 :

***Etude comparative de la variabilité du régime thermique dans  
la region de Bordj Bou Arreridj et Annaba (1998-2022)***

Présenté par : BOULGHOBRA INES  
BENHOUMEUR RIHEM

Le 18/06/2022

**Jury d'évaluation :**

**Président :** BENDERRADJI MEH.

Prof- UFM, Constantine 1.

**Examineur 1 :** MELIANI A.

MCB - UFM, Constantine 1.

**Encadreur :** ALATOU Hana.

MAB- UFM, Constantine 1

**Année universitaire  
2022 - 2023**





## *REMERCIEMENT*

*Nous exprimons en premier lieu notre gratitude envers Dieu le tout puissant, pour nous avoir accordé la volonté, la santé et la force nécessaire pour accomplir cette tâche.*

*Nous souhaitons également exprimer notre profonde reconnaissance envers à notre encadrante, Madame Alatou Hana, d'avoir accepté de superviser ce travail, de nous avoir apporté son soutien indéfini, de la qualité de ses compétences et sa clairvoyance, qui nous ont été d'un apport inestimable pour l'accomplissement de ce mémoire dans tout ses phases.*

*Aussi, nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants qui ont assuré notre formation tout au long de notre cycle d'études, plus particulièrement monsieur Benderradji MEH Pr président de jury et Monsieur Meliani A MCB, membre de jury examinateur, pour lesquels nous témoignons toute notre gratitude et notre reconnaissance.*

*Enfin, nous tenons à remercier chaleureusement nos collègues de promotion ainsi que toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail. Plus particulièrement nos familles pour leur soutien inconditionnel.*

## **Dédicace**

*Je dédie ce mémoire*

*A mon père et ma mère pour leur amour inestimable, leurs sacrifices, leur confiance, leur soutien et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.*

*A mes sœurs Amira, Aridj, Ikhlal, Ibtihal que Dieu vous protège et j'espère voir votre réussite dans tout ce que vous allez entreprendre Inchallah et à toute ma famille*

*A mon binôme Rihem qui a toujours été là à m'encourager et me pousser pour une bonne continuation.*

*A mes très chères amis « Hidaya, Salsabil, Seif » merci d'être toujours là*

*A mon oncle Boulghobra Sadek et sa femme Linda Ait-Ahmed merci d'être mes deuxièmes parents*

*A mes cousines Nour el houda et Maya je ne pourrais jamais imaginer ma vie sans votre présence*

*A la famille de ma chère copine Rihem spécialement à sa mère et sa sœur Houda*

*A tous mes collègues de l'université spécialement Khanchali Zinou*

**BOULGHOBRA INES**

*Je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont soutenu durant tout le chemin que j'ai dû passer pour en arriver ou j'en suis aujourd'hui.*

*A ma mère ; source de tendresse et d'amour pour son soutien durant toute ma vie scolaire.*

*A mon père pour ça bien vaillance et ces bons conseils et ça confiance.*

*A mon frère et ma sœur : Abderrahmane et Houda. Que Dieu vous garde pour moi*

*A mon âme sœur Roumaïssa Moussaoui « Louza », je ne pourrais jamais imaginer ma vie sans ta présence à mes côtés, je ne pourrais pas oublier les bons moments et les bons souvenirs qu'on a vécu ensemble jusqu'à ces jours tu étais là surtout dans la période la plus difficile de ma vie, que Dieu te garde pour moi*

*A la famille de ma chère copine Ines spécialement à sa mère Zaineb pour sa gentillesse et sa tendresse et sans oublier ses plus belles sœurs Amira, Aridj, Ikhlas et Ibtihal*

*A tous mes collègues de l'université spécialement Ghioua Yahia, Khanchali Zinou, que Dieu vous protège et j'espère voir votre réussite dans tout ce que vous allez entreprendre Inchallah*

*A mon binôme et ma copine Inès qui a toujours était là à m'encourager et me pousser pour une bonne continuation.*

*A toutes mes chères « Nihad, Rabah, wafa » merci d'être toujours là pour moi, et mes amies de promotion GDTV D*

*Spécialement à monsieur Bazri pour son bonté et son intérêt spécial pour nous et monsieur Gana pour ces efforts avec nous qui m'a vraiment influencé.*

**BENHOUMEUR  
RIHEM**

## Résumer

Cette étude vise à analyser la variabilité thermique dans les régions d'Annaba et de Bordj Bou Arreridj sur une période de 25 ans (1998-2022). Les données climatiques journalières ont été collectées à partir du site espagnol [en.tutiempo.net](http://en.tutiempo.net). Le quotient pluviométrique a été calculé pour déterminer l'étage bioclimatique de chaque région, ainsi que le régime thermique et sa variabilité.

Les résultats montrent que le quotient pluviométrique désigne un étage semi-aride frais pour Annaba et un étage aride froid pour Bordj Bou Arreridj. Les cumuls thermiques saisonniers et annuels révèlent un régime saisonnier dominant de type EAPH pour les deux zones, avec une exception en 2017 où la région de Bordj Bou Arreridj présente un régime de type EPAH.

L'analyse du cumul thermique annuel indique une tendance au réchauffement et au refroidissement pour Annaba (11 réchauffements et 14 refroidissements), tandis que pour Bordj Bou Arreridj, on observe 12 réchauffements et 13 refroidissements.

**Mots-clés :** Quotient pluviométrique (Q2), Variabilité thermique, Régime thermique, Annaba, Bordj Bou Arreridj

**Abstract:**

"This study aims to analyze the thermal variability in the regions of Annaba and Bordj Bou Arreridj over a period of 25 years (1998-2022). Daily climate data was collected from the Spanish website en.tutiempo.net. The rainfall quotient was calculated to determine the bioclimatic zone of each region, as well as the thermal regime and its variability.

The results show that the rainfall quotient indicates a cool semi-arid zone for Annaba and a cold arid zone for Bordj Bou Arreridj. Seasonal and annual thermal accumulations reveal a dominant seasonal regime of the EAPH type for both areas, with an exception in 2017 where the Bordj Bou Arreridj region exhibits an EPAH type regime.

The analysis of annual thermal accumulations indicates a trend of both warming and cooling periods for Annaba (11 warming periods and 14 cooling periods), while for Bordj Bou Arreridj, there are 12 warming periods and 13 cooling periods.

Keywords: Rainfall quotient (Q2), Thermal variability, Thermal regime, Annaba, Bordj Bou Arreridj."

ملخص:

" تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التباين الحراري في مناطق عنابة و برج بوعريريج على مدى 25 عاما . (1998-2022) تم جمع بيانات المناخ اليومية من موقع إسباني بالإنترنت بالاسم en.tutiempo.net. تم حساب معامل الأمطار لتحديد الحزام الحيوي لكل منطقة ، بالإضافة إلى النظام الحراري وتباينه .

تشير النتائج إلى أن معامل الأمطار يشير إلى حزام شبه جاف بارد لعنابة وحزام بارد جاف لبرج بوعريريج .تكشف التجمعات الحرارية الموسمية والسنوية عن نظام موسمي سائد من النوع EAPH في كلا المنطقتين، مع استثناء في عام 2017 حيث يظهر منطقة برج بوعريريج نظاما من النوع EPAH.

تشير تحليلات تجمعات الحرارة السنوية إلى وجود اتجاه لفترات التدفئة والتبريد لعنابة (11) فترة احترار و 14فترة تبريد )، بينما لبرج بوعريريج هناك 12 فترة تدفئة و 13فترة تبريد .

الكلمات الرئيسية :معامل الأمطار (Q2) ، التباين الحراري، النظام الحراري، عنابة ، برج بوعريريج

## Liste des Abréviations

---

**GIEC** : Groupe d'experts sur l'Évolution du Climat

**APHE** : Autonome/Printemps/Hiver/Été

## Liste des Tableaux

---

<b>Tableau 01</b> : 1 : Synthèse des émissions et des absorptions de GES en Algérie (1994) (Gg).....	08
<b>Tableau 02</b> : Emissions par type de gaz et par habitant.....	09
<b>Tableau 03</b> : Emissions par type de gaz (en 1000 TE-CO2) .....	09
<b>Tableau 04</b> : Valeurs de quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.....	26
<b>Tableau 05</b> : Régime thermique annuel et saisonnier de la station de BBA pour la période.1998-2022.....	28
<b>Tableau 06</b> : Cumul thermique saisonnier moyen de la région de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.....	29
<b>Tableau 07</b> : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région de bordj Bou Arreridj pour la période1998-2022.....	32
<b>Tableau 08</b> : Indice de tendance pour la région de bordj Bou Arreridj (1998-2022) .....	35
<b>Tableau 09</b> : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région de bordj Bou Arreridj (1998-2022) .....	36
<b>Tableau 10</b> : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région d'Annaba pour la Période 1998-2022.....	38
<b>Tableau 11</b> : Régime thermique annuel et saisonnier de la station d'Annaba pour la Période 1998-2022.....	39
<b>Tableau 12</b> : Cumul thermique saisonnier moyen de la région d'Annaba pour la période 1998-2022.....	41
<b>Tableau 13</b> : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région d'Annaba pour la période 1998-2022.....	43
<b>Tableau 14</b> : Indice de tendance pour la région d'Annaba (1998-2022) .....	45

<b>Tableau 15 :</b> Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région d'Annaba (1998-2022) .....	46
<b>Tableau 16 :</b> Les cumuls thermiques moyens annuels et saisonniers des zones.....	47

## Liste des Figures

---

<b>Figure 01 :</b>	Emissions de CO2 en Algérie.....	08
<b>Figure 02 :</b>	Émissions africaines: les principales sources africaines de gaz à effet de serre; le taux d'émissions par personne; comparaison avec les émissions d'autres pays ( <a href="http://www.grida.no/publications">http://www.grida.no/publications</a> ).....	10
<b>Figure 03 :</b>	Protections du climat aux horizons 2020 et 2050 ( modèle UKHI) ( Mate 2003).....	11
<b>Figure 04:</b>	Situation géographique des zones d'études (Annaba, Bordj Bou Arreridj).....	13
<b>Figure 05 :</b>	Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj.....	14
<b>Figure 06 :</b>	Carte de relief de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	15
<b>Figure 07 :</b>	Courbe des températures à Bordj Bou Arreridj pour la période 1980-2022.....	17
<b>Figure 08 :</b>	Histogramme des précipitations à Bordj Bou Arreridj pour la période 1980-2022.....	18
<b>Figure 09 :</b>	Situation géographique et administrative de la wilaya d'Annaba.....	19
<b>Figure10 :</b>	Carte de relief de la wilaya d'Annaba .....	20
<b>Figure 11 :</b>	: Carte de réseau hydrographique du sous bassin versant de la basse Seybouse.....	21
<b>Figure12 :</b>	Courbe des températures à Annaba pour la période 1980-2022.....	22
<b>Figure 13 :</b>	Histogramme des précipitations à Annaba pour la période .....	22
<b>Figure 14 :</b>	Localisation de la zone de Bordj Bou Arreridj dans le Climatogramme d'Emberger pour la période 1998-2022.....	25
<b>Figure 15 :</b>	Cumul thermique de l'année la plus chaude (2021) et l'année la plus froide (2009) de bordj Bou Arreridj durant la période 1998-2022.....	29

<b>Figure 16 :</b>	Cumul thermique saisonnier moyen de la région bordj Bou Arreridj pour La période 1998-2022.....	30
<b>Figure 17 :</b>	Cumul thermique saisonnier des années les plus chauds et les plus humides dans la région de bordj Bou Arreridj dans la période 1998- 2022.....	31
<b>Figure 18 :</b>	Variabilité thermique saisonnière de la région de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.....	33
<b>Figure 19 :</b>	Variabilité thermique saisonnière de la région de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.....	34
<b>Figure 20 :</b>	: Indice de tendance annuel de la région de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.....	36
<b>Figure 21 :</b>	: Localisation de la zone d'Annaba dans le Climatogramme d'Emberger pour la période1998-2022.....	37
<b>Figure 22 :</b>	Cumul thermique de l'année la plus chaude (2003) et l'année la plus froide (2005) D'Annaba durant la période 1998-2022.....	40
<b>Figure 23 :</b>	Cumul thermique saisonnier moyen de la région d'Annaba pour la période 1998-2022.....	40
<b>Figure 24 :</b>	Cumul thermique saisonnier des années les plus chauds et les plus humides dans la région d'Annaba dans la période 1998-2022.....	42
<b>Figure 25 :</b>	Variabilité thermique saisonnière de la région d'Annaba pour la période 1998- 2022.....	44
<b>Figure 26 :</b>	Variabilité thermique annuelle de la région d'Annaba pour la période 1998- 2022.....	45
<b>Figure 27 :</b>	Indice de tendance annuel de la région d'Annaba pour La période 1998- 2022.....	47
<b>Figure28 :</b>	les cumuls thermiques des régions de Annaba bordj Batna Jijel Constantine Bejaïa et Biskra.....	49

# Sommaire

*Remercîment*

*Dédicaces*

*Liste des Abréviations*

*Liste des Tableaux*

*Liste des Figures*

Introduction..... 01

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur le climat..... 02

I.1.1. Notion de climat..... 02

I.1.2. Notion de régime thermique ..... 02

I.2. Evolution des précipitations et des températures ..... 02

I.2.1. Evolution des précipitations et de températures dans le monde selon le GIEC (GIEC, 2001 ; GEIC, 2007 ; GEIC ,2014) ..... 02

I.2.2. Changement observes du système climatique ..... 03

I.3. Les éléments du climat..... 05

I.3.1. La température..... 05

I.3.1.1. La température minimale ..... 05

I.3.1.2. La température moyenne..... 05

I.3.1.3. La température maximale..... 06

I.3.2. Précipitation ..... 06

I.4. Le Changement climatique ..... 06

I.5. Changement climatique en Algérie..... 06

I.5.1. Les GES en Algérie ..... 07

I.5.2. Projections climatiques sur l'Algérie ..... 10

I.6. La variabilité climatique ..... 12

## Chapitre II : matériel et méthode

II.1. Présentation de la zone d'étude ..... 13

II.1.1. Présentation de la wilaya de Bordj Bou Arreridj ..... 14

II.1.2. Localisation géographique ..... 14

II.1.3. Description écologique de la zone d'étude ..... 15

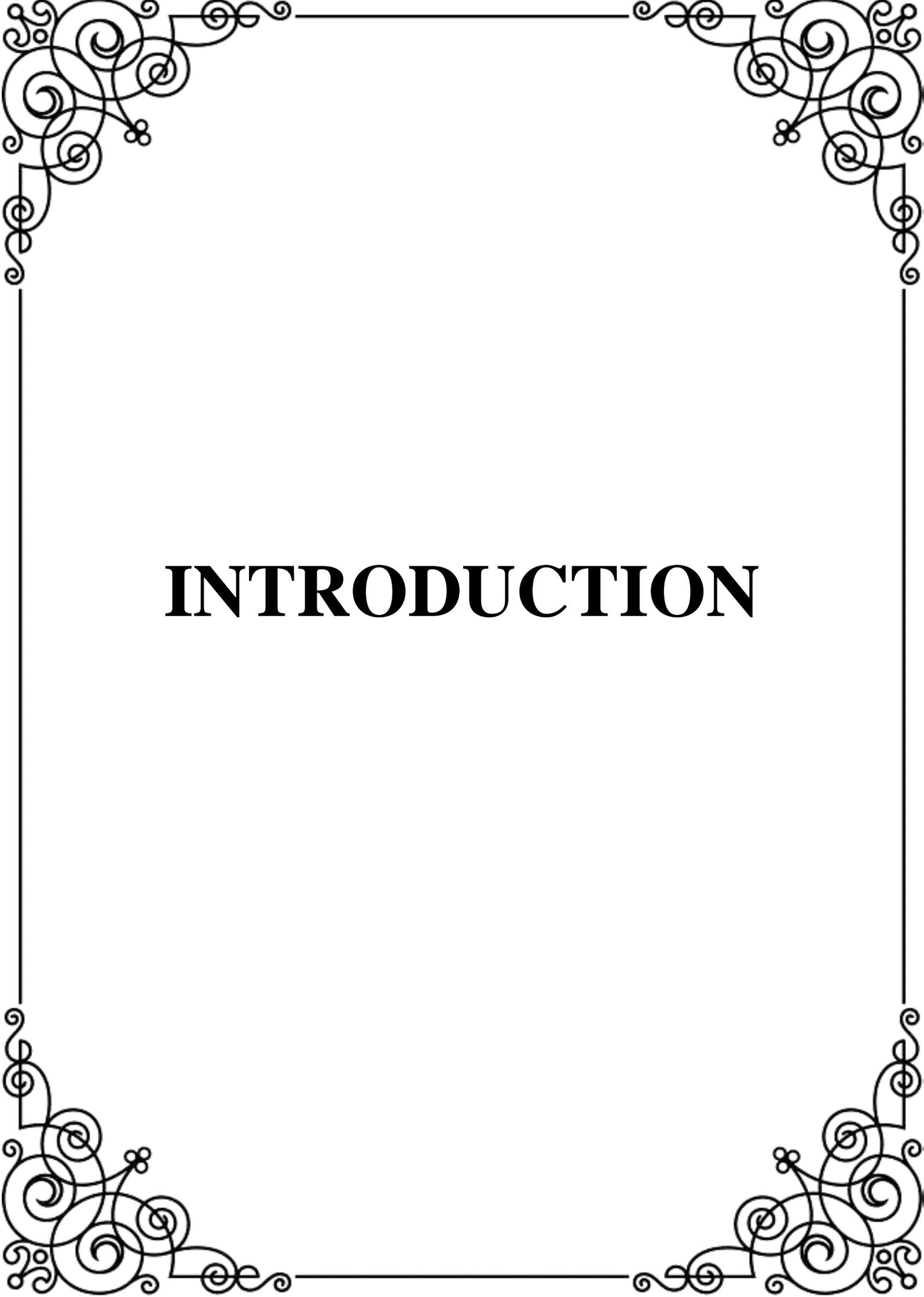
II.1.3.1. Le relief .....	15
II.1.3.2. Hydrographie, Pédologie, faune et flore de la zone .....	16
II.1.4. Caractéristiques climatiques de Bordj Bou Arreridj .....	17
II.2. Présentation de la wilaya d'Annaba .....	18
II.2.1. Situation géographique .....	18
II.2.2. Le relief .....	19
II.2.3. Hydrographie.....	20
II.2.4. Généralité sur le climat de la région d'étude .....	21
II.3. Méthodologie.....	23
II.3.1. Analyse climatique .....	23
II.3.2. Analyse des données climatiques.....	23

### Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1. Résultat de la zone de bordj Bou Arreridj .....	25
III.1.1. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	25
III.1.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.....	27
III.1.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2022).....	29
III.1.4. Cumul thermique saisonnier .....	30
III.1.5. Les tendances saisonnières et annuelles du bordj Bou Arreridj (1998-2022) .....	31
III.1.6. L'indice de tendance .....	34
III.2. Résultats et discussion de la zone d'Annaba .....	36
III.2.1. Quotient pluviométrique d'Emberger .....	36
III.2.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région de Annaba pour la Période 1998-2022.....	38
III.2.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2022) .....	40
III.2.4. Cumul thermique saisonnier.....	41
III.2.5. Les tendances saisonnières et annuelles d'Annaba (1998-2022) .....	42

III.2.6. L'indice de tendance.....	45
III.3. Comparaison des cumuls thermiques moyens annuels et saisonniers des deux zones Étudiées avec ceux obtenus par des études réalisées sur d'autres zones en Algérie.....	47
III.3.1. Variabilité du régime thermique .....	47
III.3.2. Variabilité du cumul thermique.....	49
III.3.3. Conséquences de la variabilité thermique .....	50
Conclusion.....	51
Références Bibliographiques.....	52
Résumé	
Abstract	
ملخص	





# **INTRODUCTION**

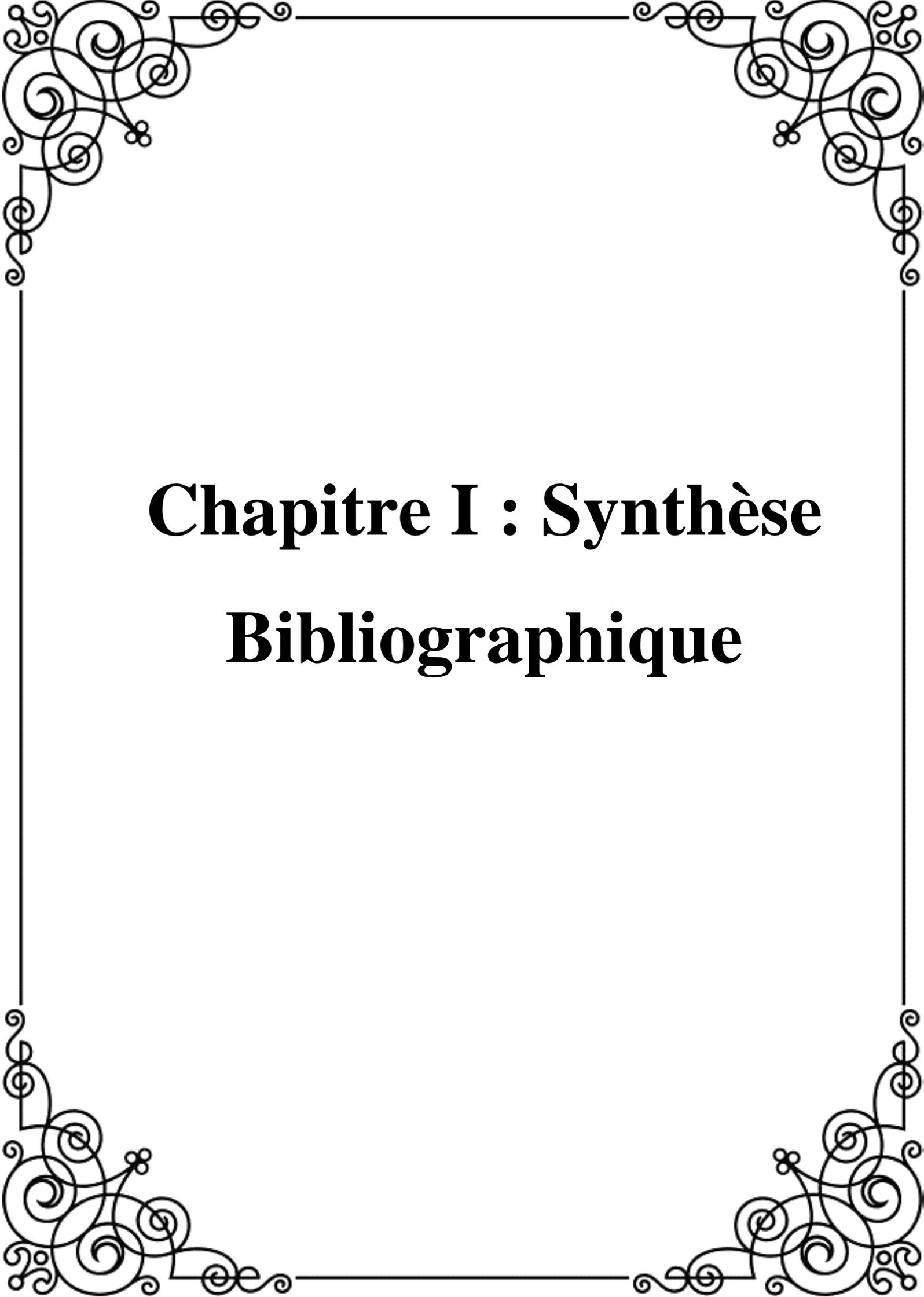
## Introduction

Au cours de la dernière décennie, la question du réchauffement climatique est devenue un sujet majeur dans les débats politiques. Les préoccupations liées à ce phénomène reposent sur les conséquences potentiellement irréversibles qu'il peut engendrer sur la biodiversité, les mécanismes planétaires et les sociétés humaines. Le climat est désormais au cœur des débats environnementaux, économiques et politiques, comme en témoignent la multitude d'articles de presse et de documentaires télévisés qui lui sont consacrés. Les interrogations sur les causes des changements climatiques observés se multiplient, suscitant ainsi de nombreuses hypothèses.

Face à l'importance croissante de la demande de diagnostics sur les évolutions climatiques futures à des échelles régionales voire locales, cette étude se concentre sur l'analyse de la variabilité des températures minimales et maximales, ainsi que sur la détermination du régime thermique prévalant dans les régions d'Annaba et de Bordj Bou Arreridj. L'objectif principal est d'obtenir une compréhension approfondie du régime thermique dans ces deux régions au cours de la période allant de 1998 à 2022.

Les changements climatiques et le régime thermique sont des concepts étroitement liés qui jouent un rôle crucial dans notre compréhension de l'évolution de la planète Terre. Les activités humaines, en particulier la combustion des combustibles fossiles, ont contribué à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, entraînant un réchauffement global et des changements dans les schémas climatiques. Il devient donc essentiel d'analyser la variabilité thermique dans des régions spécifiques, telles qu'Annaba et Bordj Bou Arreridj, afin de mieux appréhender les impacts locaux du réchauffement climatique.

Pour atteindre nos objectifs de recherche, nous avons effectué une collecte de données climatiques, notamment des températures et des précipitations, à partir de bulletins météorologiques quotidiens, mensuels et annuels. Ces données ont été homogénéisées pour tenir compte des différentes sources provenant des stations météorologiques étudiées. L'analyse du quotient pluviométrique d'Emberger a été réalisée pour déterminer l'étage bioclimatique de chaque région. De plus, nous avons utilisé des méthodes de calcul des sommes mensuelles, saisonnières et annuelles pour évaluer la variabilité thermique et identifier les régimes thermiques dominants dans les deux régions.



# **Chapitre I : Synthèse**

## **Bibliographique**

### **I.1. Généralités sur le climat**

#### **I.1.1. Notion de climat**

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. Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus large, le climat est la description statistique de l'état du système climatique (Dumas et al. 2005).

#### **I.1.2. Notion de régime thermique**

L'amplitude thermique est l'écart entre la température minimale et maximale en un même lieu pendant une durée de temps déterminée. Cette période peut être quotidienne, mensuelle, saisonnière ou annuelle.

### **I.2. Evolution des précipitations et des températures**

#### **I.2.1. Evolution des précipitations et des températures dans le monde selon le GIEC (GIEC, 2001 ; GEIC, 2007 ; GEIC, 2014)**

Le groupe d'expertes intergouvernemental sur l'évolution du climat (GEIC) a été établie en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Ce groupe d'experts est composé d'une centaine de scientifiques issus de toutes les régions du monde.

Depuis 1990, le GIEC a présenté une série de rapport d'évaluation, rapports spéciaux, notes technique, méthodologies et autres documents devenus des ouvrages de référence largement utilisés par les gouvernants, les scientifiques et d'autre expert.

Jusqu'à maintenant, le GEIC a présenté cinq rapports concernant les changements climatiques, à savoir le rapport 1 en 1992, le rapport 2 en 1995, le rapport 3 en 2001, rapport 4 en 2007 et le rapport 5 en 2014.

Chaque nouveau rapport apporte soit une confirmation soit un complément de ce qui a été déjà fait où observer auparavant.

### **I.2.2. Changements observés du système climatique**

Grace au nombre croissant de mesure discrets une série de changements climatiques sont maintenant bien documentés. Les indicateurs de température et les indicateurs hydrologiques contribuent aux certitudes de changements.

#### **a) La température**

D'après (Benyettou et al. 2016) :

La température moyenne à la surface du globe a augmenté de  $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  depuis la fin du 20eme siècle. Les années 90 ont été la décennie la plus chaude et 1998 l'année la plus chaude jamais enregistrée (Benyettou et al. 2016). La période (1995-2006), figure parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850 date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe. La majeure partie de la hausse de la température mondiale observée durant le 20eme siècle s'est produite pendant deux période distinctes : de 1910 à 1945, et depuis 1976. Quant au rythme de cette hausse, il s'est établi à  $0.15^{\circ}\text{C}$  environ par décennie pendant ces deux périodes.

Les analyses de l'évolution des températures depuis 1958 pour les huit premiers kilomètres de l'atmosphère et à la surface sont assez concordantes et indiquent un réchauffement d'environ  $0.1^{\circ}\text{C}$  par décennie. Par contre, depuis l'apparition des relevés de satellite en 1979, les températures transmises tant par satellite, que par ballon météorologique indiquent un réchauffement de la troposphère d'environ  $0.10 \pm 0.05^{\circ}\text{C}$  par décennie.

Quant à la température moyenne à la surface du globe, elle a augmenté de façon notable, à raison de  $0.15 \pm 0.05^{\circ}\text{C}$  par contre, durant la période 1958- 1978, l'élévation de la température à la surface était presque nulle, alors qu'elle s'établissait à près de  $0.2^{\circ}\text{C}$  par décennie pour les huit premiers kilomètres de l'atmosphère. Cette différence de température est due principalement aux fluctuations du rythme du réchauffement dans les régions tropicales et subtropicales

Il n'y a pas de variation notable du taux de réchauffement au-dessus des régions continentales de latitudes moyenne de l'hémisphère Nord. Dans la haute troposphère, aucune évolution appréciable de température à l'échelle du globe n'a été détectée depuis le début des années 60.

Le nouveau relevé détaillé des températures dans l'hémisphère Nord montre, après reconstitution des années 1000 à 1980 qu'une période relativement chaude, allant du 11<sup>ème</sup> au 14<sup>ème</sup> siècle, a précédé une période relativement froide, allant du 15<sup>ème</sup> au 19<sup>ème</sup> siècle. Par ces périodes connus respectivement sous les noms de « période de planétaire de réchauffement médiévale » et « petit âge glaciaire » ; le réchauffement de l'hémisphère Nord au 20<sup>ème</sup> siècle, tant par son ampleur que par durée, semble avoir été sans précédent depuis mille ans et ne peut donc être considéré comme un simple retour à la normale après le « petit âge glaciaire ».

### **b) Les précipitations et l'humidité atmosphérique**

Entre 1900 et 2005, les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles ont diminué au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de la l'Asie du sud. Il apparaît que la sécheresse a progressé à l'échelle du globe depuis les années 1970.

Les journées froides, les nuitées froides et le gel ont été moins fréquents sur la plus grande partie des terres émergées 50ans et que le nombre de journées chaudes et de nuitées chaudes a au contraire augmente : vagues de chaleur sur la majeure partie des terres émergées, fortes précipitation dans la plupart des régions et ; depuis 1975, élévations extrêmes du niveau de la mer dans le monde entier.

Selon les recherches effectuées, une analyse approfondie des données climatiques a révélé des tendances significatives en ce qui concerne la hauteur annuelle des précipitations dans différentes régions du globe. Dans les latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère Nord des terres émergées, une augmentation continue de la hauteur annuelle des précipitations a été observée, avec une estimation de croissance entre 0,5 et 1 par décennie. Toutefois, il convient de noter que cette tendance ne s'applique pas à l'Asie orientale, où aucune augmentation significative n'a été constatée.

En revanche, les zones subtropicales ont connu une diminution moyenne des précipitations à la surface des terres émergées, avec une baisse estimée à environ 0,3 par décennie. Cependant, ces variations de précipitations selon les latitudes ne sont pas uniformes dans toutes les régions. Par exemple, aucune variation systématique comparable de la hauteur de précipitations moyenne en fonction de la latitude n'a été détectée dans l'hémisphère Sud (Taibi, 2011).

En ce qui concerne la zone tropicale, les mesures de la hauteur des précipitations à la surface du sol indiquent une probable augmentation d'environ 0,2 à 0,3 par décennie au cours du 20<sup>e</sup> siècle. Cette tendance est confirmée par de nouvelles analyses basées sur des modèles des précipitations présumées, qui montrent également une augmentation correspondante des pluies sur de vastes étendues des océans tropicaux.

Une corrélation significative a été établie entre l'augmentation des précipitations sur les terres émergées des latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère Nord et l'augmentation à long terme de la nébulosité totale. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les facteurs sous-jacents à ces variations régionales (Taibi, 2011).

### **I.3. Les éléments du climat**

#### **I.3.1. Température**

La température est considérée comme une grandeur physique directement liée aux concepts de chaud et de froid et varie selon la saison, l'altitude, la latitude et la proximité de la mer. Le mouvement des atomes et des molécules se traduit par la température à l'échelle macroscopique (<http://www.globe-swiss.ch/>).

Le régime thermique d'un environnement donné est la fluctuation de température qui se produit dans cet environnement. La différence de température entre les mois les plus chauds et les plus froids de l'année est appelée « amplitude thermique annuelle » (Vincent, 2010).

##### **I.3.1.1. La température minimale :**

La température minimale est la plus basse observée au cours de 24 heures, plus exactement entre 18 heures. La veille et 18 heures le jour même. Elle se produit le plus souvent vers le lever du jour ou dans l'heure qui suit (ADEM, 2009).

##### **I.3.1.2. La température moyenne :**

La température moyenne est censée représenter l'environnement thermique global d'une certaine période de temps (année, saison, mois, etc.). C'est le paramètre couramment utilisé pour

modéliser l'évolution des écosystèmes ou des civilisations sous l'effet du changement climatique (Ademe, 2009).

### **I.3.1.3. La température maximale**

C'est un indicateur approprié pour le suivi des températures élevées. Cela ressemble plus à des débuts d'après-midi (Ademe, 2009).

### **I.3.2. Précipitation**

Toutes les eaux météorologiques qui tombent à la surface de la terre, qu'elles soient liquides (brume, pluie, averse) ou solides (neige, grêle), sont appelées précipitations, de même que les précipitations qui se déposent ou s'obscurcissent (rose, gel blanc, givre, etc.). Les changements de température ou de pression en sont la cause (Musy, 2005). Quel que soit le type de précipitations, la quantité d'eau qui tombe pendant une certaine période de temps est mesurée. Généralement, elle est exprimée en millimètres (mm) ou en litres par mètre carré (l/m<sup>2</sup>). 1 mm de précipitation correspond à 1 litre d'eau par mètre carré. On peut définir l'intensité des précipitations comme la montée de l'eau précipitée par unité de temps (souvent en millimètres par heure) ([www.globe-swiss.ch](http://www.globe-swiss.ch), 2014).

En plus de ce qui précède, le mécanisme pluviométrique dans le nord de l'Algérie est principalement régulé par les conditions d'abri, qui comprennent à la fois la topographie et les aspects aérologiques (Farah, 2014).

### **I.4. Le Changement climatique**

Le changement climatique, correspond à une modification durable de la décennie en millions d'années, des paramètres statistiques (paramètres moyens, variabilité) du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux. Ces changements peuvent être dus à des processus intrinsèques la Terre, à des influences extérieures, ou plus récemment, aux activités humaines (Yahiaoui, 2015).

### **I.5. Changement climatique en Algérie :**

Le Maghreb a été identifié comme une zone particulièrement vulnérable face aux risques liés au changement climatique. L'exode rural conjugué à l'urbanisation intense sur la côte

méditerranéenne durant les dernières décennies ont augmenté la vulnérabilité des populations concernées tout en accentuant les facteurs qui contribuent aux changements climatiques.

D'après des études réalisées par l'ONM sur l'évolution des températures, elles ont révélé que celles-ci sont en hausse depuis 1990, date du début des émissions à effet de serre.

Concernant la pluviométrie en Algérie, des études ont montré un recul de 12% pour la période 1990-2005 en comparaison avec 1961-1990 (Farah, 2014), causant une sécheresse à grande échelle au moment même où d'autres régions enregistrent des inondations dont celle de Bab El Oued en 2001 et dans la ville d'El Taref en 2012.

L'évolution des températures en Algérie montre une hausse sur l'ensemble du territoire au cours des saisons d'hiver et d'automne et une hausse nette des températures minimales et maximales dans toutes les stations de l'Algérie du Nord et se prolonge jusqu'à nos jours. Durant ces 20 dernières années, les températures maximales ont augmenté plus que les minimales. Quant aux précipitations, pour les mêmes périodes l'examen montre qu'en automne et en hiver, il y a diminution des pluies sur le Nord, et en printemps dans l'Est du pays (Farah, 2014).

Il en ressort qu'entre les périodes **1931-1960** et **1961-1990** :

- la hausse de température a été de l'ordre de 0,5°C ;
- la pluviométrie a baissé en moyenne de 10% ;
- le déficit hydrique sera plus important à l'Ouest qu'au Centre et qu'à l'Est du pays (Mate, 2003).

### **1.5.1. Les GES en Algérie :**

Les émissions de gaz à effet de serre sont estimées à 75 870 Gg de CO<sub>2</sub>, de 914 Gg de CH<sub>4</sub> et à 31 Gg de N<sub>2</sub>O. La séquestration de CO<sub>2</sub> par les forêts est estimée à 4 331 Gg.

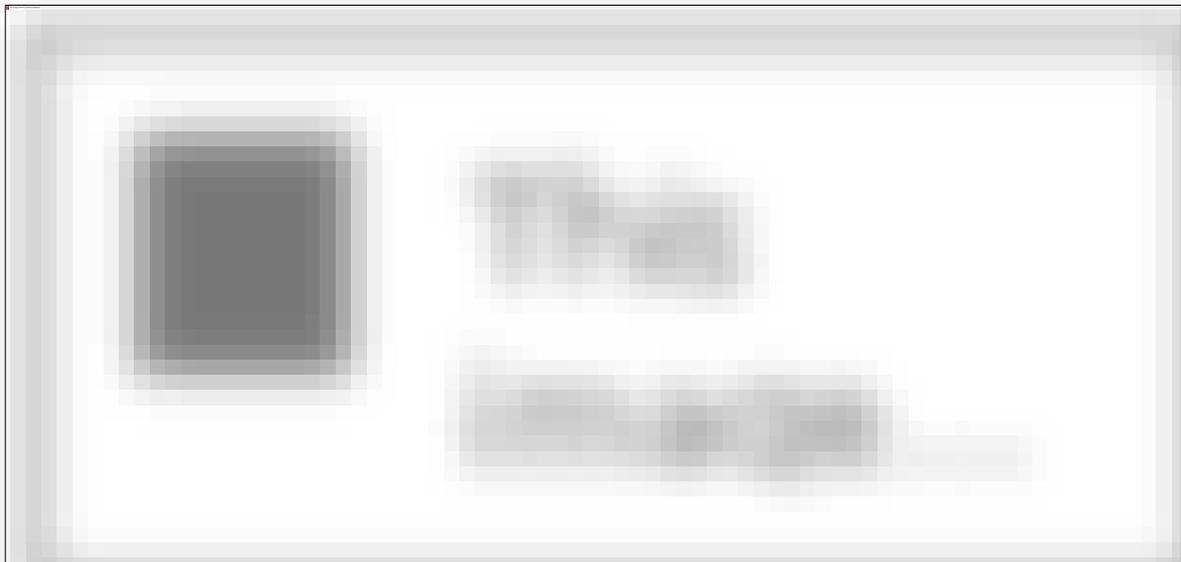
Le tableau 3 montre que c'est essentiellement le secteur de l'énergie qui est responsable à plus des deux-tiers des émissions (66,92%). Le potentiel du pays en hydrocarbures explique en grande partie cette situation. Le changement d'affectation des terres et la foresterie est le second secteur important du point de vue des émissions (12,44%), qui ne sont pas suffisamment atténuées par la séquestration qu'il assure. L'agriculture est le troisième secteur émetteur de gaz à effet de serre avec plus de 11,49% du total. Le secteur des déchets intervient pour 4,59% et celui des

procédés industriels pour 4,52%. Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) est le gaz le plus émis avec 72,40%, suivi du méthane (CH<sub>4</sub>) avec 18,31% et de l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) avec 9,29%.

Les émissions fugitives liées aux activités gazières et pétrolières sont loin d'être négligeables (figure 1). Néanmoins, l'absence de coefficients d'émissions spécifiques à l'Algérie a fait que dans la majeure partie des calculs, ce sont les facteurs d'émissions par défaut, proposés par le manuel de référence de l'inventaire (GIEC), qui ont été utilisés (Farah, 2014).

**Tableau 1** : Synthèse des émissions et des absorptions de GES en Algérie (1994) (eq CO<sub>2</sub>).

Secteur	CO <sub>2</sub> émissions	CO <sub>2</sub> absorptions	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOX	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>Energie</b>	59245,74	0	515,57	0,3	238,41	916,09	184,46	31,69
<b>Procédés Industriels</b>	4437,8	0	0,24	0,88	2,47	5,35	92,91	7,89
<b>Solvants</b>	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
<b>Agriculture</b>	0	0	168,04	27,45	0,88	921,43	NC	0
<b>Sols/Forêts</b>	12166,55	4331,46	20,61	1,42	5,12	180,34	NC	0
<b>Déchets</b>	0	0	209,51	1,34	0	100	NC	0
<b>Total</b>	758711,09	4331,46	913,97	31,39	246,86	1123,21	277,37	39,58



**Figure 01** : Emissions de CO<sub>2</sub> en Algérie (<http://www.data.un.org>).

Si l'on tient compte du Potentiel de Réchauffement Global (PRG) à l'horizon de 100 ans de chaque gaz, les émissions brutes sont de 104,794 millions de TE-CO2 et les émissions nettes sont de 100,463 millions de TE-CO2.

Sachant que la population de l'Algérie était estimée en 1994 à 26 743 075 habitants, on a en moyenne 3,92 TE-CO2/habitant. Si on prend uniquement les émissions de CO2, le taux d'émission par habitant est de 2,84 tonnes, comme le montre les tableaux 2 et 3 l'absorption est de 0,16 t de CO2/hab.

D'après les recherches du GIEC TRE, la faible capacité de réponse et d'adaptation de l'Afrique la met dans une situation très vulnérable aux changements climatiques. En outre, la contribution de l'Afrique aux émissions de gaz à effet de serre est insignifiante.

La comparaison des émissions de CO2 par personne en Afrique du Nord en 1997 (figure 02) montre que l'Algérie détient la deuxième place et se positionne derrière la Libye.

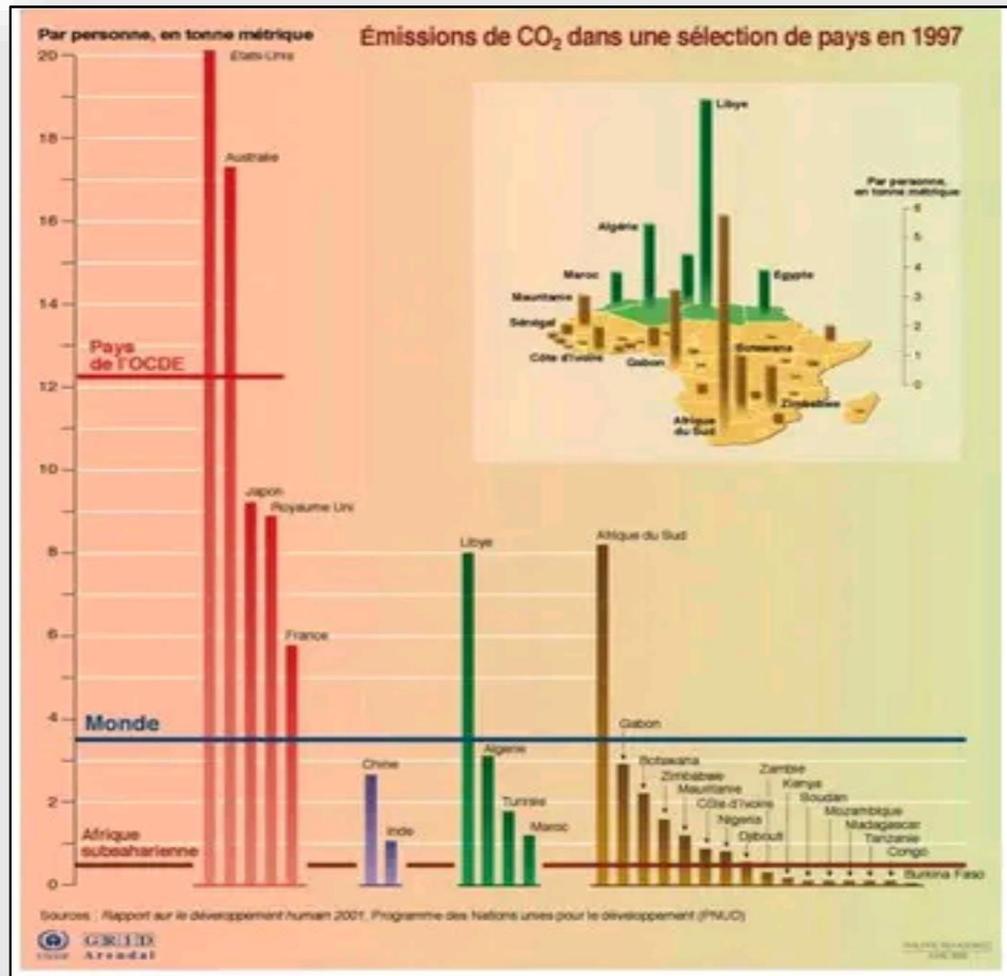
La comparaison des émissions de gaz à effet de serre par personne dans un pays d'Afrique typique avec celles d'un pays européen typique montre que les Européens émettent environ cinquante à cent fois plus de gaz, et que les Américains en émettent cent à deux cents fois plus (Farah, 2014).

**Tableau 2** : Emissions par type de gaz et par habitant.

	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>	<b>E- CO2</b>	<b>NOX</b>	<b>CO</b>	<b>COVNM</b>	<b>SO 2</b>
<b>Emission totales (Gg)</b>	75870,09	913,97	31,39	104794,36	246,86	11.23, 21	277,37	39, 58
<b>Emissions (kg/ hab)</b>	2837,0	34,2	1,2	3918,6	9,2	42	10,4	1,5

**Tableau 3** : Emissions par type de gaz (en 1000 TE-CO2).

	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>	<b>Total</b>
<b>Quantités émises</b>	75870,09	19193,37	9730,9	104 794.3.6
<b>Pourcentage</b>	7240	18,31	9,29	9,29



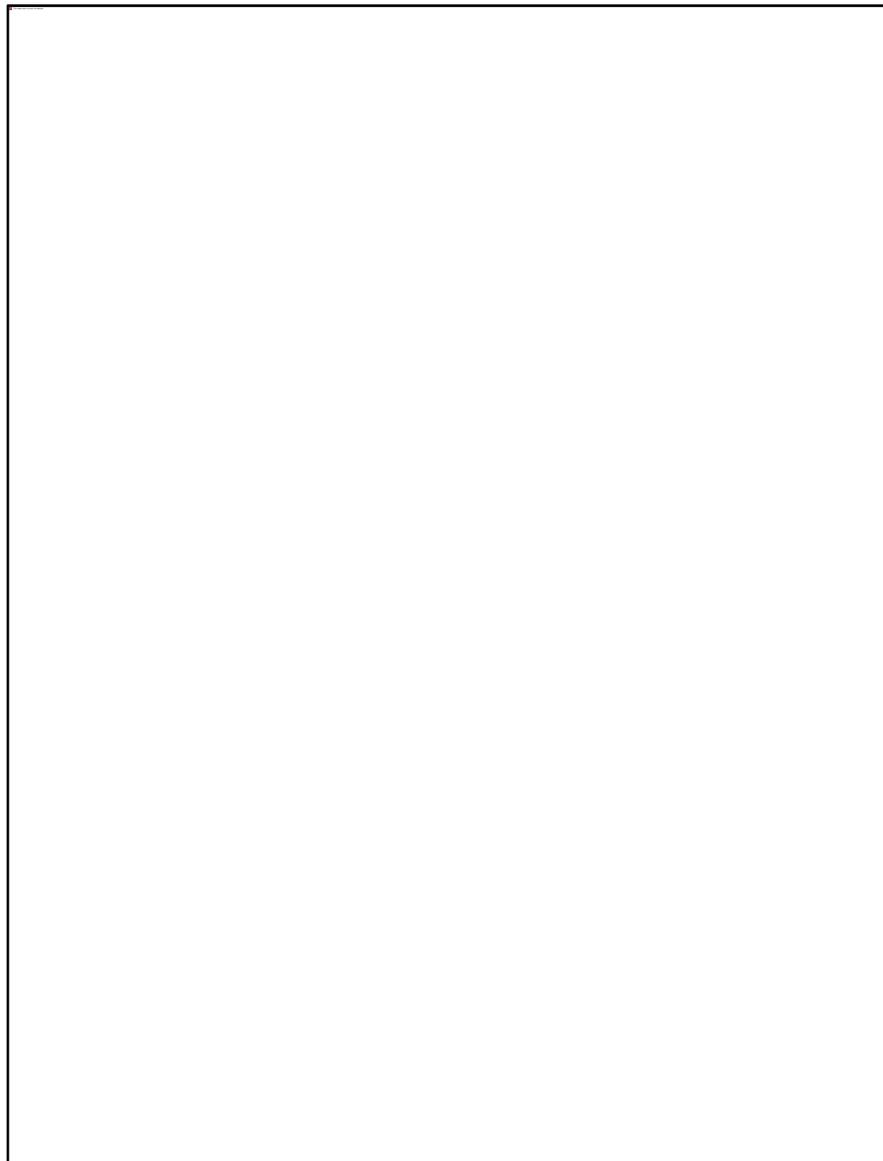
**Figure 2** : Émissions africaines : les principales sources africaines de gaz à effet de serre ; le taux d'émissions par personne ; comparaison avec les émissions d'autres pays (<http://www.grida.no/publications>)

### I.5.2. Projections climatiques sur l'Algérie

L'accroissement de la température moyenne sera compris entre 0,8°C et 1,1°C et la baisse des précipitations moyennes sera de l'ordre de 10 % pour la période 1990 – 2020. L'élévation du niveau de la mer sera comprise entre 5 cm et 10 cm. L'accentuation de l'évaporation due à l'élévation de la température s'ajoute à la baisse des précipitations pour diminuer encore plus la quantité des eaux mobilisables au niveau des barrages et des nappes souterraines.

Les prévisions pour 2020 et 2050 indiquent que les saisons seront perturbées et que les températures continueront d'augmenter (Farah, 2014). La saison des pluies sera concentrée sur une courte période, posant un risque d'inondation. De même, la fréquence des sécheresses augmentera. Ces projections ont été obtenues par l'utilisation de scénarios et de modèles d'émissions moyennes (Climat Mondial MATE, 2003).

Selon le CIAT (International Center for Tropical Agriculture, 2010), l'Afrique du Nord subira les impacts les plus négatifs liés au changement climatique, ainsi selon la même source 80 % des cultures montreront des pertes de productivités en 2050.



**Figure 3** : Projections du climat aux horizons 2020 et 2050 (modèle UKHI) (Mate, 2003).

### **I.6. La variabilité climatique**

La variabilité climatique fait référence aux changements de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écart par rapport à la moyenne) du climat à toutes les échelles temporelles et géographiques. La variabilité peut être causée par des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou aux fluctuations des forces externes naturelles ou anthropiques (variabilité externe) (Tabet, 2008).



# **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

## II.1. Présentation de la zone d'étude

Le but de la présente étude est déterminer le régime thermique mensuel, saisonnier et annuel de deux régions algériennes. Pour cela, pour mettre en œuvre cette problématique ont été choisies, deux différentes zones. L'une située dans le nord-est de l'Algérie sur la rive sud du bassin algéro-provençal, il s'agit de la wilaya de « Annaba », et l'autre à 240km à l'est d'Alger et 60km à l'ouest de Sétif, elle se situe dans la plaine de la Medjana, entre les monts des Bibans au nord et la chaîne du Hodna au sud, il s'agit de la région des Hauts plateaux « Bordj Bou Arreridj » (Figure 04).

Les données relatives à la situation géographique et le climat sont décrites ci-dessous pour chacune des deux régions.

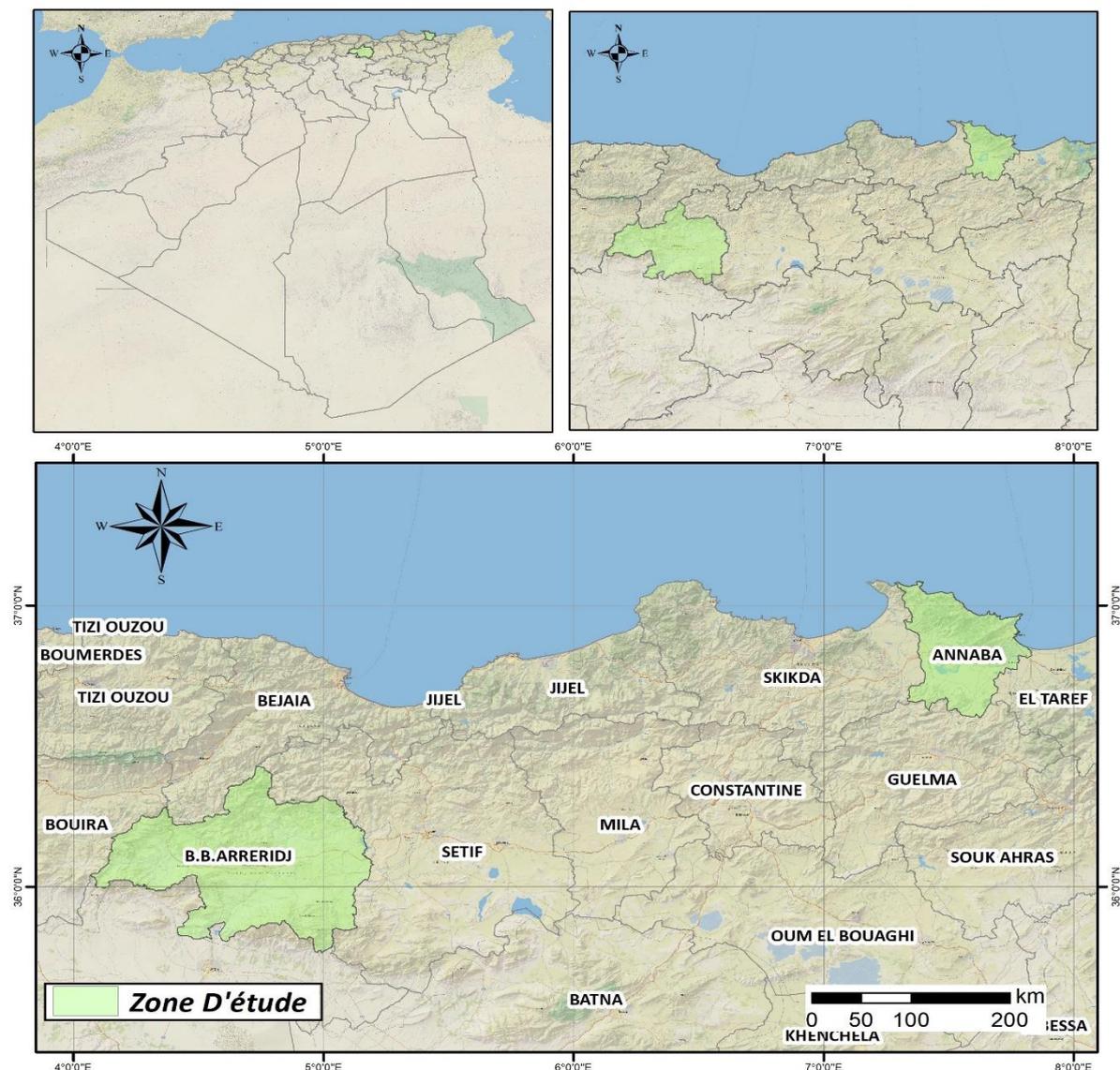


Figure 04. Situation géographique des zones d'études (Annaba, Bordj Bou Arreridj).

### II.1.1. Présentation de la wilaya de Bordj Bou Arreridj

### II.1.2. Localisation géographique

La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 920,42 km<sup>2</sup>. Géographiquement, elle est comprise entre les latitudes Nord 36°4'60" et les longitudes Est 4°45'0" (Figure 05).

Située sur les hauts plateaux Est du pays, elle s'étend sur l'axe Alger-Constantine et est limitée :

- Au Nord, par la wilaya de Bejaia.
- A l'Est, par la wilaya de Sétif.
- A l'Ouest, par la wilaya de Bouira.
- Au Sud par la wilaya de M'Sila.

Son érection au rang de wilaya a abouti à la configuration actuelle : 34 communes, 10 daïras avec un taux d'encadrement moyen de 3 communes par daïra (ANDI, 2014).

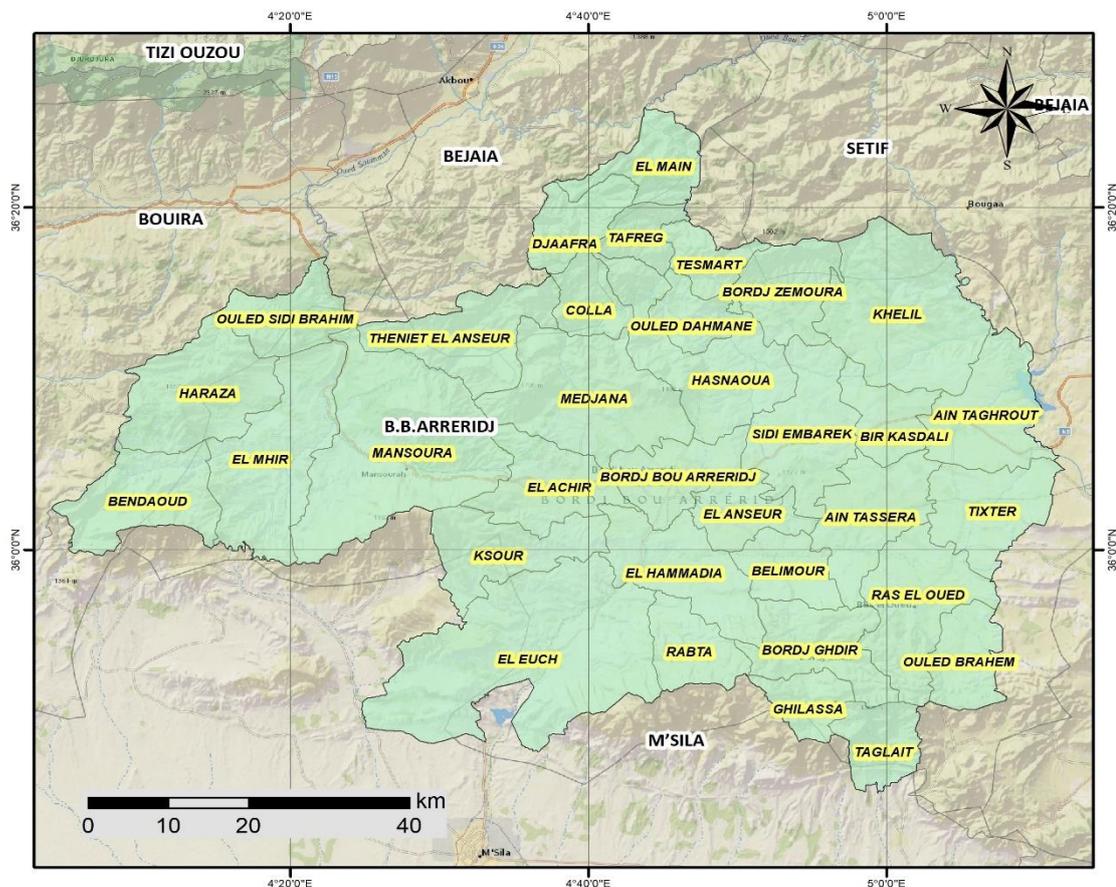


Figure 05. Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj.

### II.1.3. Description écologique de la zone d'étude

#### II.1.3.1. Le relief

La wilaya de BBA connaît une variété de relief entre hautes plaines, zone steppique, zone montagneuse, caractérisée par un couvert forestier, le relief de la wilaya peut être décomposé en 3 grandes zones, comme suit (Figure 6) :

**a- La zone des hautes plaines :** Elle s'étend de la chaîne des Bibans à l'Ouest jusqu'au barrage de Ain Zada à l'Est. Au Nord, elle est limitée par les hauteurs de Teniet Ennasr et Bordj Zemoura et au Sud, par les monts des Maâdid. La majorité des terrains de la wilaya sont des hautes plaines d'où la région est agricole par excellence.

**b-La zone montagneuse :** Le cadre montagneux du Nord formé par la chaîne des Bibans qui s'étend entre, Ouled Sidi Brahim à l'Ouest et Bordj Zemoura à l'Est. L'altitude de la wilaya varie entre le point culminant dans la commune de Taglait à 1885 m sur Djebel El-Chlendj, Djebel Mansoura 1862 m et Djebel Thoukchout 1852 m commune de Mansoura, Djebel Mouten 1705 m commune Teniet Ennasr, Djebel Mourissane 1497 m commune de Hasnaoua et le point le plus bas sur l'Oued Bousselem à l'Est soit 302 m.

**c- La zone steppique:** Cette zone se trouve dans la zone Sud-Ouest de la wilaya à vocation agropastorale du premier degré. Cependant, une sous zone traversée par l'Oued Lakhdar permet la pratique de cultures maraîchères et l'arboriculture fruitière en irrigué.

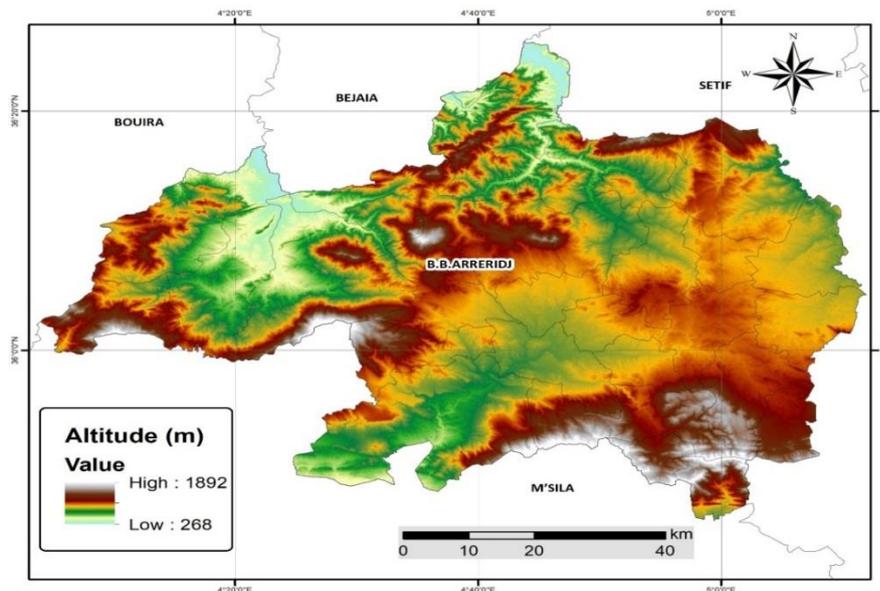


Figure 06. Carte de relief de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

### II.1.3.2. Hydrographie, Pédologie, faune et flore de la zone d'étude

#### A. Hydrographie :

Le réseau hydrographique de la wilaya est caractérisé par deux sens d'écoulement opposés, séparés par une ligne de partage des eaux. Cette limite naturelle correspond à la limite des grands bassins versants du Soummam et Chott El Hodna (ANDI, 2013).

- **Le bassin du Soummam** : qui couvre la partie Nord et couvre la moitié septentrionale de la wilaya à prédominance marneuse ou argileuse imperméable. Les points d'eau y sont rares (Ould fah M, 2016).

- **Le bassin du Chott El Hodna** : Il s'étend sur la moitié méridionale de la Wilaya ou on trouve de nombreuses sources ayant un débit appréciable (Kebbich M, 2017).

**Les oueds** : des oueds de débit et d'écoulement variable utilisés dans l'irrigation des terres agricoles tel que, Oued Ksoub et Oued Lakhdar.

**Les barrages** : Le barrage d'Ain Zada, érigé sur l'Oued Bousselem, barrage inter-wilaya entre BBA et Sétif permet d'alimenter les deux à la fois en eau potable et industrielle, d'une superficie de 11 mille Hectares réalisé et d'une capacité de 121 millions m<sup>3</sup>. La wilaya est également classée comme hydro- minéral selon la classification nationale car elle contient plusieurs sources minérales telles que la zone des Bibans.

#### B. Pédologie :

Les sols des régions semi- aride sont des sols calciques. Ils sont plus ou moins riches en calcaire, ces sols reposent en général sur une croûte calcaire. On trouve encore dans ces zones semi-arides, en position intra-zonale, des sols éoliens d'ablation ou d'accumulation (Benchetrit, 1956).

#### C. Flore et faune :

En raison du climat et de la diversité géographique de la région, une richesse végétale et diversifiée est observée. On trouve : le pin d'Alep, le chêne ; l'eucalyptus, le romarin et ... Richesse animalière (la faune) : les forêts de la wilaya abritent plusieurs espèces animalières que ce soit mammifères ou des oiseaux tel que : le lapin sauvage (lièvre), l'hyène, le loup, le renard, le chat sauvage ; la perdrix, la colombe, la caille, le canard et l'oie....

Les peuplements sont caractérisés par une biodiversité faunistique et floristiques importante (Zenzane, 2016). La région est à vocation agricole, notamment céréalière (ANDI, 2013).

Les reliefs de la région sont irrégulièrement boisés (Pins et buissons), d'où le reboisement en pin d'Alep de la région représente l'essence dominante associé localement au-dessus de 1250 m au chêne vert. La culture céréalière (blé, orge) domine dans les vallées et rarement sur les sommets et versants doux des montagnes. Les périmètres irrigués sont plantés d'arboriculture (Bouragba, 2015).

La faune sauvage abondante, est représentée dans l'ensemble par le sanglier, chacal, renard et de nombreuses sortes de petits oiseaux. L'élevage ovin et bovin est très répandu (Bouragba, 2015).

### II.1.4. Caractéristiques climatiques de Bordj Bou Arreridj

Selon (Ghennai, 2012 in Nedjraoui, 2001) l'est-algérien est la région la plus variée du pays sur le plan climatique. Il est Caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 5 à 6 mois au niveau des hautes plaines (Farah, 2014). La région se caractérise par un climat de type continental avec un étage bioclimatique semi-aride marqué par un été chaud et un hiver plus ou moins rigoureux (Bouragba, 2015). La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 mm (ANDI, 2014).

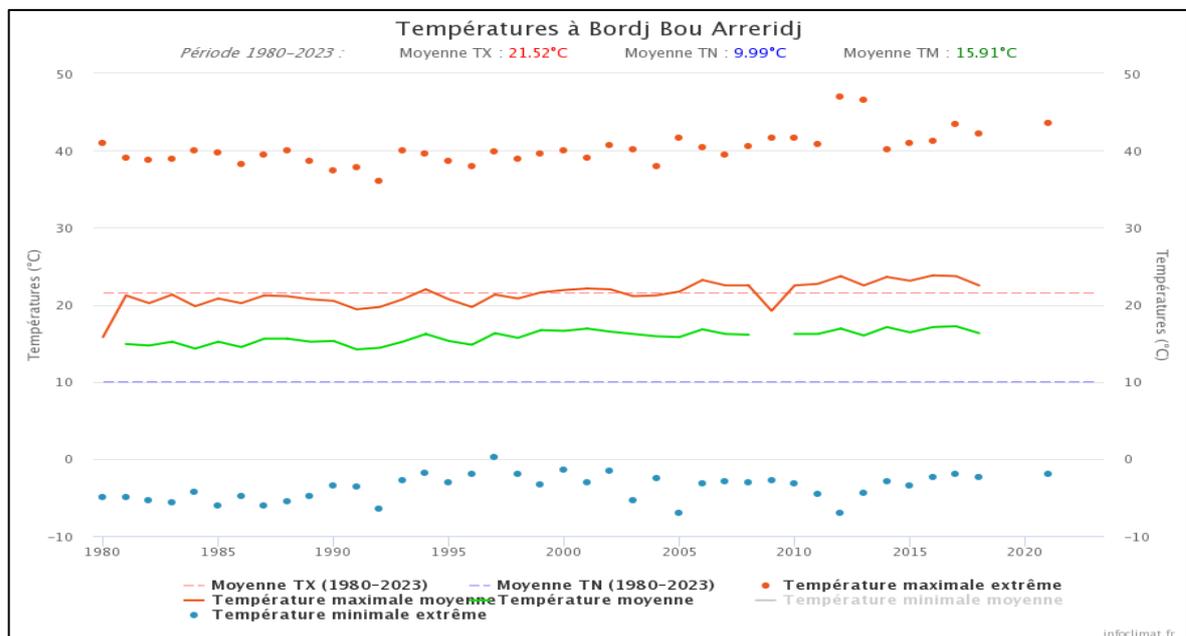
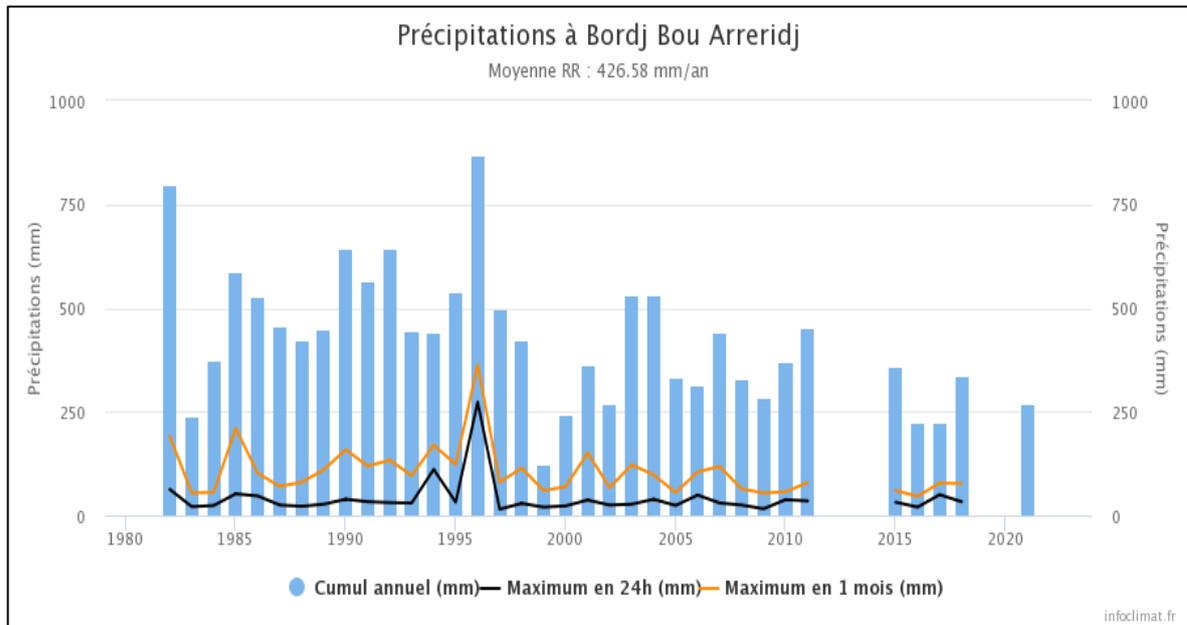


Figure 07 : Courbe des températures à Bordj Bou Arreridj pour la période 1980-2022.



**Figure 08 :** Histogramme des précipitations à Bordj Bou Arreridj pour la période 1980-2022.

## II.2. Présentation de la wilaya d'Annaba

### II.2.1. Situation géographique

Annaba est une ville côtière de l'Est Algérien. Elle est située à 600 km d'Alger et la 3<sup>ème</sup> ville principale du pays, après la capitale Alger et Oran. Elle s'étend sur 1439 km<sup>2</sup> (SRAT) avec 80 km sur le littoral méditerranéen. Ses coordonnées : longitude 7° 40' E et la latitude 36° 30' N.

Elle est limitée par :

- Au Nord par la mer Méditerranée.
- A l'Est la wilaya d'El Tarf
- Au Sud la wilaya de Guelma et Souk Ahras.
- A l'Ouest par la wilaya de Skikda.

Sa population est de 609 499 habitants avec un taux d'accroissement de 0.9% (selon RGPH 2008). La wilaya d'Annaba découpée administrativement en 06 Daïra et 12 communes (Figure 9).

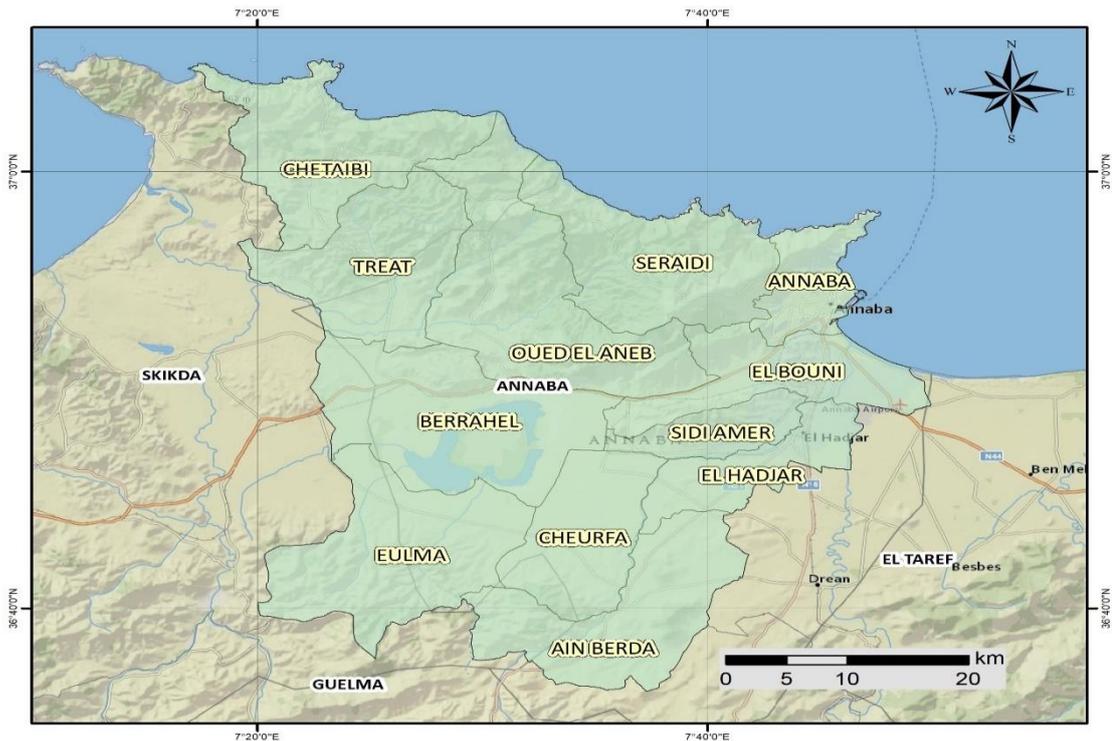


Figure 09 : Situation géographique et administrative de la wilaya d'Annaba.

## II.2.2. Le relief

### II.2.2.1. Montagnes

Ils représentent une superficie de 736 km<sup>2</sup> avec un pourcentage de 52,8% de la superficie totale de la wilaya. Ils entourent chacune des communes de Shataybi, Al-Tari'at et Wadi Al-Aneb (Foufou A, 2018) (Figure 10).

### II.2.2.2. Plaine

Elle s'étend de la dépression du bassin de la Fetzara jusqu'à la zone d'Al-Sabakh à l'est de la wilayat d'El-Tarf et occupe une superficie de 255 km<sup>2</sup>, soit 18% de la superficie totale ; la Grande Plaine (Fatzara) et la Petite Plaine (Kharazah) (Djorfi, 2012).

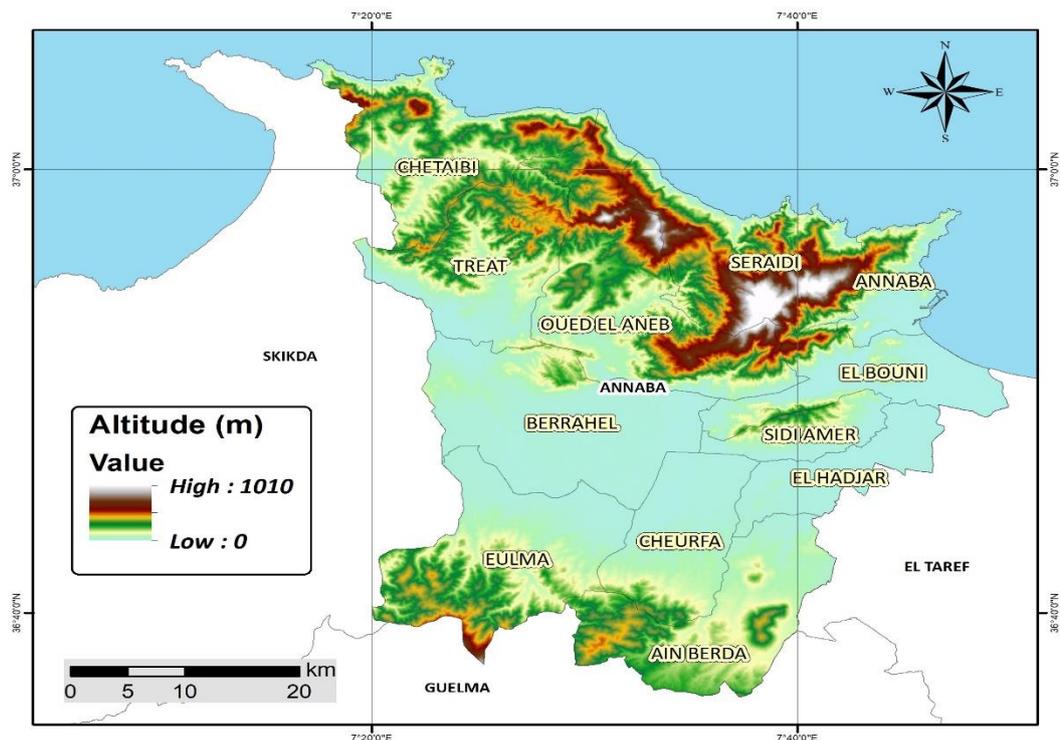
### II.2.2.3. Plateaux

Ils occupent une superficie de 56 km<sup>2</sup>, représentant 4% de la superficie totale. Les plus importants d'entre eux sont le plateau de Seybousse et le plateau de Bounamoussa (Foufou, 2018).

### II.2.2.4. Pentes

D'après (Mrikhi, 2010), il existe 04 catégories de pentes :

- **La 1ère catégorie (0-03%)** : représente 21,35% de la superficie totale et comprend toute la superficie de la plaine, y compris le lac Fezzara et les villes : Annaba, Al-Bouni, elHadjar et Sidi Salem.
- **La 2ème catégorie (03-12%)** : représente 26,67% de la superficie totale et comprend plusieurs communes : Al Eulma, Chorfa, Al-Tari`at et Oued El Aneb.
- **La 3ème catégorie (12-25%)** : représente 19,41% de la superficie totale répartis en petites proportions dans le Nord, le centre et l'extrême Sud.
- **La 4ème catégorie (plus de 25%)** : représente 32,55% de la superficie totale, ce sont des pentes fortes et raides et se localisent dans l'extrême Nord, en particulier les montagnes Edough et Ain Al-Berda au Sud.



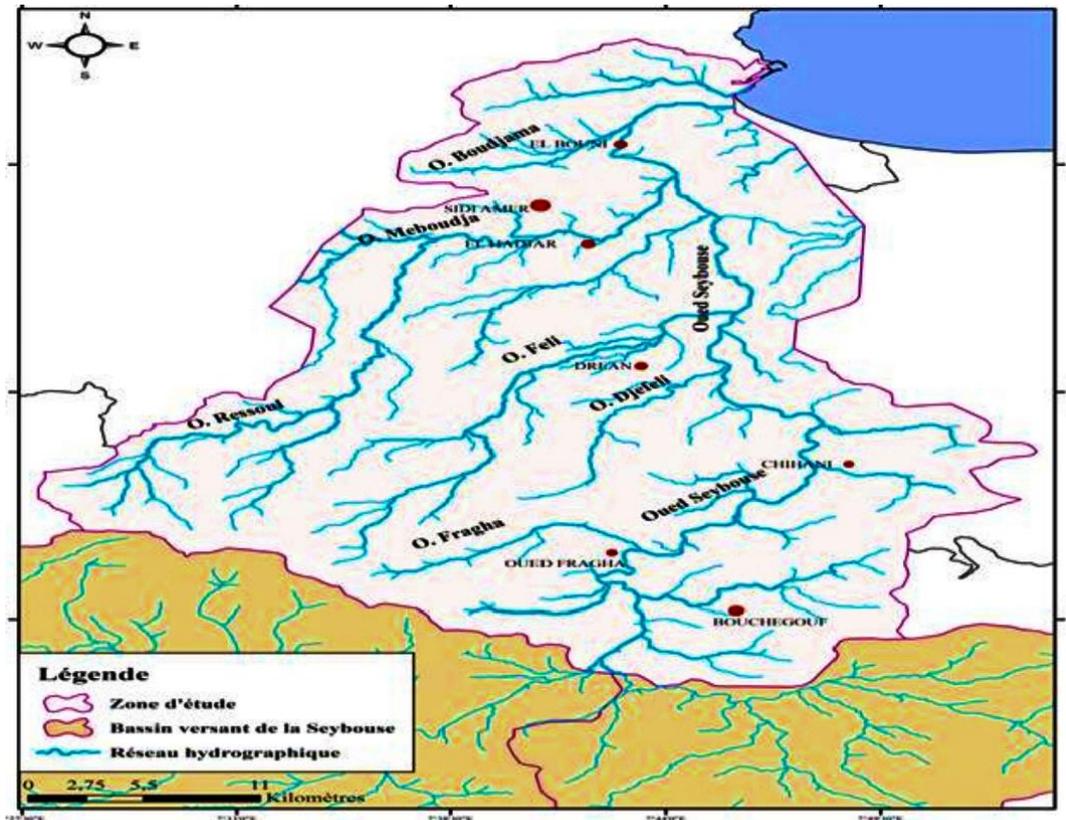
**Figure 10** : Carte de relief de la wilaya d'Annaba.

### II.2.3. Hydrographie

L'oued Seybouse est le plus important, il résulte de la jonction des oueds, Bouhamdène et Charef dans la région de Medjaz Ammar (W. Guelma) (Figure 11). A l'est de la moyenne Seybouse se trouve oued Mellah à Bouchegouf. Au niveau de la basse Seybouse, le sous bassin est traversé

essentiellement par : Oued Seybouse, Oued Fragha, Oued Ressoul à Ain Berda et Oued Meboudja, le dernier affluent de l'oued Seybouse.

Il est caractérisé du Sud au Nord par une densité de drainage forte au Sud et faible au Nord où la pente devient quasi nulle. De l'Est à l'Ouest, la densité de drainage est moins faible à l'Est qu'à l'Oued (présence des séries montagneuses plus importante à l'Ouest) (Bechiri, 2011).



**Figure 11 :** Carte de réseau hydrographique du sous bassin versant de la basse Seybouse.

### II.2.4. Généralité sur le climat de la région d'étude

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen, humide en hiver et chaud en été. La pluviométrie varie entre 650 et 1000 mm/an et la température moyenne varie entre 14°C et 34°C.

La neige est extrêmement rare dans la ville, cependant, une chute de neige s'est produite en janvier 2005 sur les collines qui se trouvent à l'ouest et au sud de la ville (Figure 12 et 13).

Tout au long de l'année, la température peut connaître des augmentations soudaines lorsque le vent souffle du désert (<https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/annaba>).

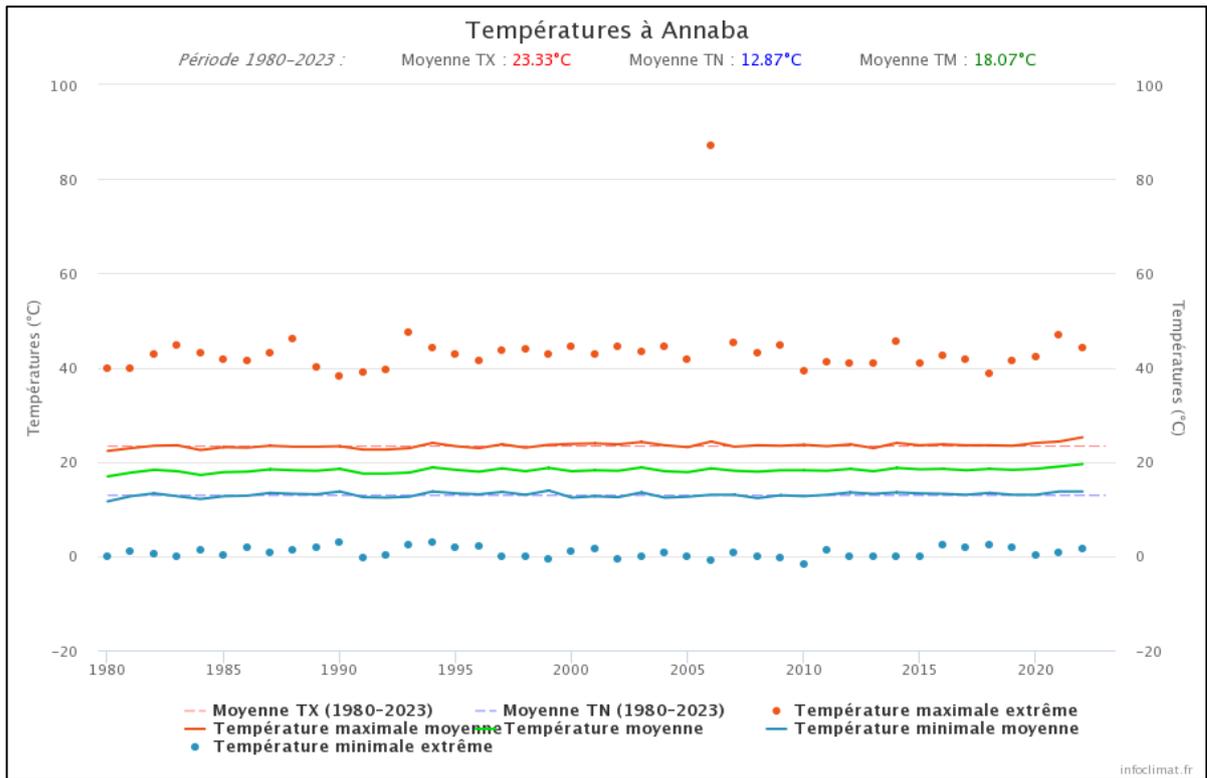


Figure 12 : Courbe des températures à Annaba pour la période 1980-2022.

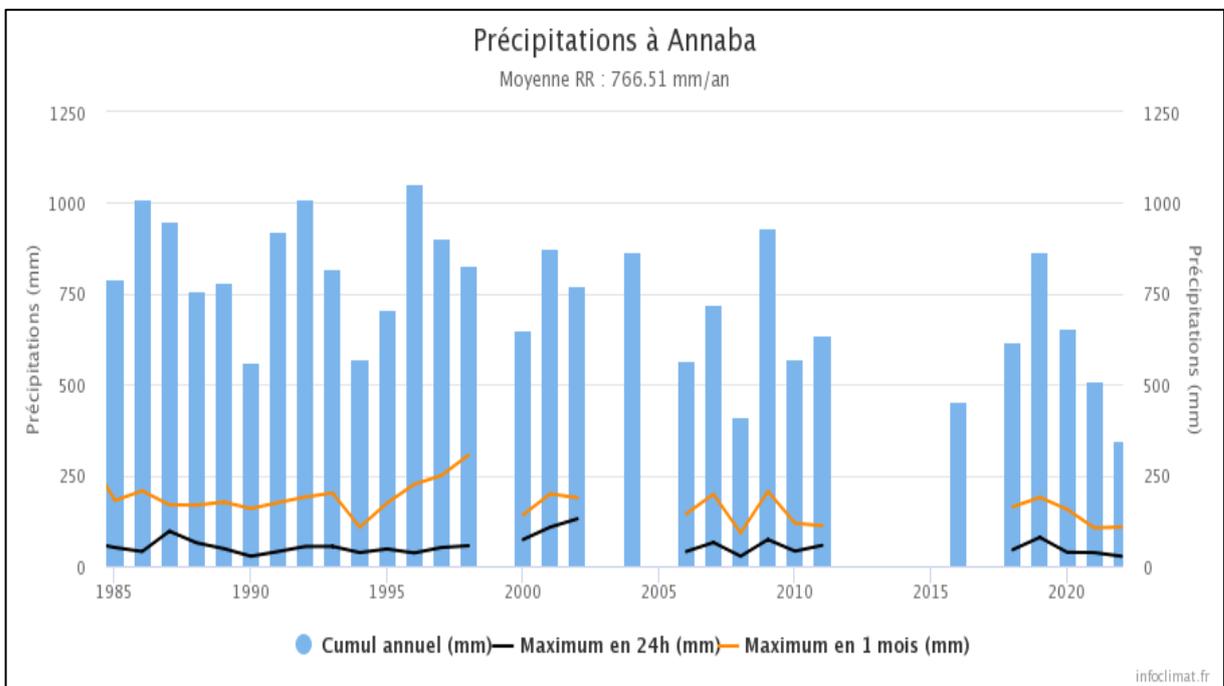


Figure 13 : Histogramme des précipitations à Annaba pour la période 1985-2022.

### II.3. Méthodologie

#### II.3.1. Analyse climatique :

Notre recherche comprend l'analyse de données thermiques quotidiennes, mensuelles, saisonnières et annuelles.

Pour les deux régions de Bordj Bou Arreridj et Annaba, nous avons analysé les données climatiques de la période 1998 – 2022 ; il s'agit de :

- Une collecte des données journalières des précipitations a été faite pour les deux régions dans la même période.
- Une collecte des données journalières des températures minimales et maximales a aussi été réalisée pour la même période.

Les données climatiques sont obtenues à partir du site espagnol de stockage des données climatiques ([en.tutiempo.net](http://en.tutiempo.net)) et une association de passionnés de météo ([Infoclimat.fr](http://Infoclimat.fr)).

### II.3.2. Analyse des données climatiques

L'analyse porte sur quatre saisons (hiver, été, automne et printemps) durant la période 1998 à 2022 afin de faire ressortir les conditions climatiques qui règnent sur les deux régions :

- ✓ Collecte des degrés jours, degrés mois, degrés saisons et degrés années.
- ✓ Les degrés mensuels sont calculés en quantifiant le nombre des degrés jours du mois.
- ✓ Le degré saison est estimé par accumulation sur 3 mois de la saison concernée.
- ✓ Le degré année est égal à la somme des degrés mois.
- ✓ Les précipitations journalières, mensuelles et annuelles en millimètre (mm).
- ✓ Les précipitations annuelles sont égales à la somme des précipitations des mois.
- ✓ Calcul du cumul (la somme  $\Sigma$ ) thermique (en °C) mensuel, saisonnier et annuel.
- ✓ Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est calculé pour la période 1998 – 2022. En appliquant la formule suivante élaborée par STEWART pour l'Algérie et le Maroc, soit :  $Q2 = 3.43 P / (M-m)$  (STEWART, 1968). Il permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée sur le climagramme d'Emberger sur l'axe des ordonnées, le sous étage est déterminé sur l'axe des abscisses par la valeur  $m^\circ$  (températures moyennes minimales du mois le plus froid).

- ✓ Calcule du régime thermique : cumul thermique en degrés Celsius (C°) de chaque saison ; le régime est déterminé par les valeurs décroissantes de ce cumul ; exp : EAPH. (Eté – Automne – Printemps – Hiver).
- ✓ Calcul de la tendance thermique saisonnière et annuelle pour la période 1998-2022.
- ✓ Calcul de l'indice de tendance mensuel, saisonnier et annuel à partir du rapport de la valeur thermique correspondante (chaque année) / moyenne thermique correspondante.



# **Chapitre III : Résultats et discussion**

### III.1. Résultats de la région de Bordj Bou Arreridj

#### III.1.1 Quotient pluviométrique d'Emberger

L'indice d'Emberger (1932) définit le degré d'humidité du climat. Il prend en compte les précipitations annuelles  $P$ , la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud ( $M$ ) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid ( $m$ ).

Comme pour l'indice xérothermique de Gaussen, il est plus particulièrement adapté aux régions méditerranéennes dans lesquelles il permet de distinguer différents étages climatiques.

Cet indice est calculé par la formule : ( $Q2 = 3.43 P / M - m$ ), Avec :

- $Q$  : quotient pluviométrique d'Emberger.
- $M$  : la moyenne des températures du mois le plus chaud en kelvin.
- $m$  : la moyenne des températures du mois le plus frais en kelvin.
- $P$  : pluviométrie annuelle en mm

Pour une période de 25 ans, le régime pluviométrique d'Emberger est compris entre 9,05 et 62,34 (Tab 04). Les résultats montrent la région de Bordj Bou Arreridj appartient à l'étage aride froid.

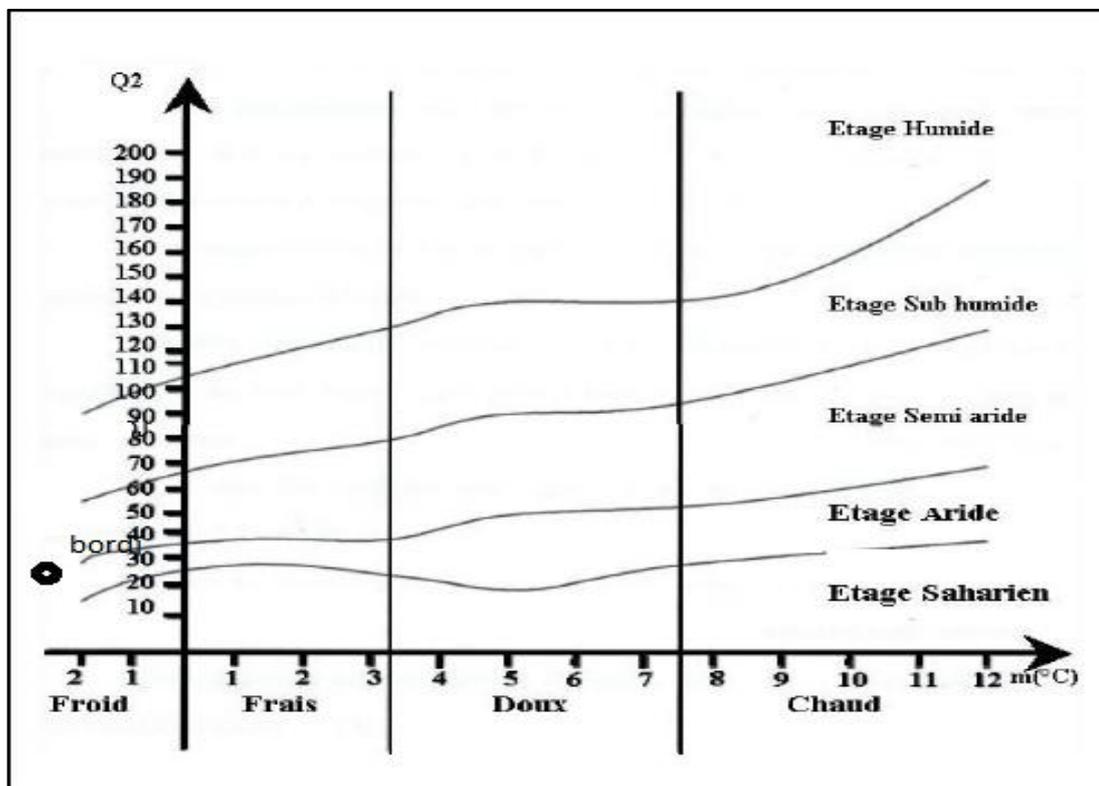


Figure 14 : Localisation de la zone de **Bordj Bou Arreridj** dans le Climatogramme d'Emberger pour la période 1998-2022.

La variabilité interannuelle du Q2 pour la période 1998-2022 montre que l'année 2006 est la plus froide et l'année 1999 la plus sèche. Ce coefficient montre une variabilité de 38%.

**Tableau 04 :** Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.

Année	P (mm)	M(C°)	m(C°)	Q2
<b>1998</b>	279,82	38,9	-0,6	24,30
<b>1999</b>	113,25	39,6	-3,3	<b>9,05</b>
<b>2000</b>	178,33	40	-1,4	14,77
<b>2001</b>	236,12	39,1	-3	19,24
<b>2002</b>	385,08	40,7	-1,5	31,30
<b>2003</b>	551,51	40,2	-5,3	41,58
<b>2004</b>	512,11	38	-2,5	43,37
<b>2005</b>	384,8	41,6	-7	27,16
<b>2006</b>	783,37	40	-3,1	<b>62,34</b>
<b>2007</b>	404,68	39,5	-2,9	32,74
<b>2008</b>	385,51	40,6	-3	30,33
<b>2009</b>	325,64	41,7	-2,7	25,16
<b>2010</b>	415,45	41,6	-3,1	31,88
<b>2011</b>	479,7	40,9	-4,5	36,24
<b>2012</b>	318,77	47	-7	20,25
<b>2013</b>	385,82	46,6	-4,4	25,95
<b>2014</b>	298,56	40,1	-2,9	23,82
<b>2015</b>	335,15	41	-3,5	25,83
<b>2016</b>	231,64	41,2	-2,3	18,26
<b>2017</b>	341,35	43,5	-1,9	25,79
<b>2018</b>	642,66	42,2	-2,4	49,42
<b>2019</b>	369,82	41,9	-2,2	28,76
<b>2020</b>	309,93	41,4	-5	22,91
<b>2021</b>	272	43,6	-1,9	20,50
<b>2022</b>	348,21	42,2	-2,4	26,78
Min	<b>113,25</b>	<b>38</b>	<b>-7</b>	<b>9,05</b>
Moyenne	<b>371,57</b>	<b>41,32</b>	<b>-3,19</b>	<b>28,71</b>
Max	<b>783,37</b>	<b>47</b>	<b>-0,6</b>	<b>62,34</b>
Ecart type	<b>142,57</b>	<b>2,12</b>	<b>1,58</b>	<b>11,31</b>
coefficient variation	<b>0,38</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,49</b>	<b>0,84</b>

**III.1.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022 :**

Le tableau (5) représente les cumuls thermiques mensuels, saisonniers et annuels durant la période (1998-2022) de la zone de Bordj Bou Arreridj qui ont été calculés en fonction des températures journalières. Ont conclu que le régime thermique de la zone de Bordj Bou Arreridj est de type **EAPH** (tableau 05).

**Tableau 05 : Régime thermique annuel et saisonnier de la station de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022**

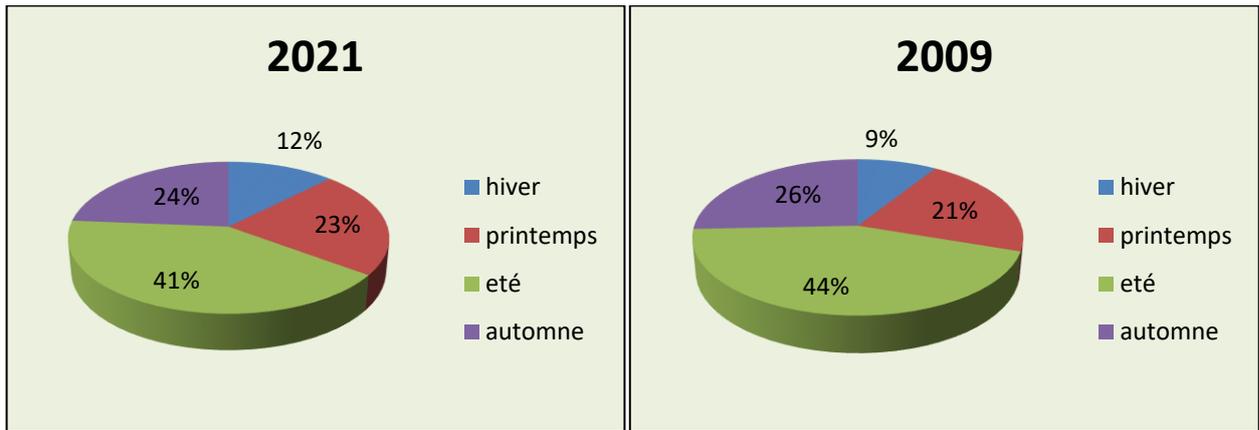
cumule thermique saisonnier														
année	cumule thermique annuel (	H			P			E			A			régime saisonnier
		Déc	Jan	février	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	
1998	<b>5877,2</b>	234,4	175,7	236	306,3	407,4	498,2	733,1	871,6	811,5	849,2	442,9	310,9	EAPH
		<b>646,1</b>			<b>1211,9</b>			<b>2416,2</b>			<b>1603</b>			
1999	<b>6040,35</b>	186,6	206,65	146,9	308	428,4	677,4	756,2	822,5	933,2	710	595,2	269,3	EAPH
		<b>540,15</b>			<b>1413,8</b>			<b>2511,9</b>			<b>1574,5</b>			
2000	<b>5950,7</b>	195,2	134,7	249,6	369,2	431,7	656,4	714,4	871,8	851,6	675,6	454,3	346,2	EAPH
		<b>579,5</b>			<b>1457,3</b>			<b>2437,8</b>			<b>1476,1</b>			
2001	<b>6217,5</b>	271,5	211,7	199,2	456,5	403,1	546,9	756,1	884,7	870	668,7	639,8	309,3	EAPH
		<b>682,4</b>			<b>1406,5</b>			<b>2510,8</b>			<b>1617,8</b>			
2002	<b>5900,4</b>	194,7	191,6	244,6	360	418,6	596,1	774,7	828,1	778,5	637,2	539,9	336,4	EAPH
		<b>630,9</b>			<b>1374,7</b>			<b>2381,3</b>			<b>1513,5</b>			
2003	<b>5943,1</b>	252,7	175,9	143	322,8	415,7	571,8	756,3	921	858,2	637,1	551,3	337,3	EAPH
		<b>571,6</b>			<b>1310,3</b>			<b>2535,5</b>			<b>1525,7</b>			
2004	<b>5687,9</b>	191,3	210,4	262	344,9	357,8	439,3	683,8	833,6	857,2	650	584,4	273,2	EAPH
		<b>663,7</b>			<b>1142</b>			<b>2374,6</b>			<b>1507,6</b>			
2005	<b>5714,1</b>	204,3	124,3	113,2	341,4	409,5	653,1	729,9	894,8	801,5	613,9	520	308,2	EAPH
		<b>441,8</b>			<b>1404</b>			<b>2426,2</b>			<b>1442,1</b>			
2006	<b>5840,4</b>	168,6	133,3	157	337,5	485,4	622,2	741,2	839,9	792,7	608,8	594,3	359,5	EAPH
		<b>458,9</b>			<b>1445,1</b>			<b>2373,8</b>			<b>1562,6</b>			
2007	<b>5674,7</b>	211,5	239,4	242	266,8	381,4	539,3	727,8	844,1	823,7	624,8	501,5	272,4	EAPH
		<b>692,9</b>			<b>1187,5</b>			<b>2395,6</b>			<b>1398,7</b>			
2008	<b>5826</b>	184,2	215,9	238,1	301,8	420,5	566	731,2	833,2	844,4	652,9	477,9	359,9	EAPH
		<b>638,2</b>			<b>1288,3</b>			<b>2408,8</b>			<b>1490,7</b>			
2009	<b>5654,4</b>	170	177,6	161	297,3	313,5	588	741,8	915,3	838,5	601,8	493,7	355,9	EAPH
		<b>508,6</b>			<b>1198,8</b>			<b>2495,6</b>			<b>1451,4</b>			
2010	<b>5777,2</b>	259,1	216,2	239	339	424,8	481	673,3	868,6	834,7	643,1	495,1	303,3	EAPH
		<b>714,3</b>			<b>1244,8</b>			<b>2376,6</b>			<b>1441,5</b>			
2011	<b>5742,9</b>	222,1	203,1	169,9	293,4	446,7	539,4	661,8	842,5	850,4	694,1	491	328,5	EAPH

		595,1			1279,5			2354,7			1513,6			
2012	<b>6047,8</b>	219,5	178,4	104,7	330	386,2	618	827,9	903,1	913,1	665,5	547,3	354,1	<b>EAPH</b>
		502,6			1334,2			2644,1			1566,9			
2013	<b>5666,6</b>	222,6	194,6	137,1	327,5	416,4	495,9	650,7	841,6	785,3	655,2	646,8	292,9	<b>EAPH</b>
		554,3			1239,8			2277,6			1594,9			
2014	<b>6039,3</b>	202,5	227,8	240,5	264,1	458,6	565	679,9	839,9	868,6	731	576	385,4	<b>EAPH</b>
		670,8			1287,7			2388,4			1692,4			
2015	<b>6339,7</b>	192,2	165,3	135,8	315,4	539,4	711,4	766,7	952,3	915,8	715,5	552,4	377,5	<b>EAPH</b>
		493,3			1566,2			2634,8			1645,4			
2016	<b>6780,7</b>	312,8	298,3	276,6	341,9	515,7	652,6	807,5	947,3	891,7	709,6	649,4	377,3	<b>EAPH</b>
		887,7			1510,2			2646,5			1736,3			
2017	<b>6857</b>	294,1	166,2	296	447,1	496,2	746,1	861,7	983,9	960,9	709	557,7	338,1	<b>EPAH</b>
		756,3			1689,4			2806,5			1604,8			
2018	<b>6289,9</b>	210,8	271,9	185,3	343,2	464,8	559,8	754,6	1014,5	838,2	751	533,1	362,7	<b>EAPH</b>
		668			1367,8			2607,3			1646,8			
2019	<b>6808,3</b>	312,8	255	241	361,6	464,1	655	913,5	1002,7	947	766,3	574,7	314,6	<b>EAPH</b>
		808,8			1480,7			2863,2			1655,6			
2020	<b>6701,6</b>	322,7	247,7	374,7	376,9	488,5	633	789,9	957,1	954	721	536,1	300	<b>EAPH</b>
		945,1			1498,4			2701			1557,1			
2021	<b>6992,8</b>	251,2	263,7	352,7	378,6	504,5	708,1	879,4	1007,9	988,9	806,8	551,3	299,7	<b>EAPH</b>
		867,6			1591,2			2876,2			1657,8			
2022	<b>6878,4</b>	273,3	231,1	290,4	335,8	427,9	676,1	943,4	994,2	977,6	787,3	511,2	430,1	<b>EAPH</b>
		794,8			1439,8			2915,2			1728,6			

D'après le tableau (5), les cumuls des températures mensuelles (degré mois), saisonnières (degré saison) et annuelles (degré année) sur la période étudiée de 25 ans montrent que la région de Bordj Bou Arreridj présente un régime thermique stable de type **EAPH** avec une exception pour l'année 2017 qui enregistre un régime thermique de type **EPAH** ; l'été est classé en premier, suivi du printemps, de l'automne et l'hiver en dernier.

L'analyse détaillée des températures montre que l'année 2021 est la plus chaude et l'année 2009 la plus froide durant la période d'étude (1998-2022) (figure 15).

- Pour l'année 2009, les valeurs maximales sont enregistrées dans le mois de juillet (915.3C°).
- Pour l'année 2021, les valeurs maximales sont enregistrées aussi dans le mois de juillet (1007.7 C°).
- Pour l'année 2009, les valeurs minimales sont enregistrées en février (161C°).
- Pour l'année 2021 les valeurs minimales sont enregistrées dans durant le mois de décembre (251.2C°).



**Figure 15** : Cumul thermique de l'année la plus chaude (2021) et l'année la plus froide (2009) de Bordj Bou Arreridj durant la période 1998-2022.

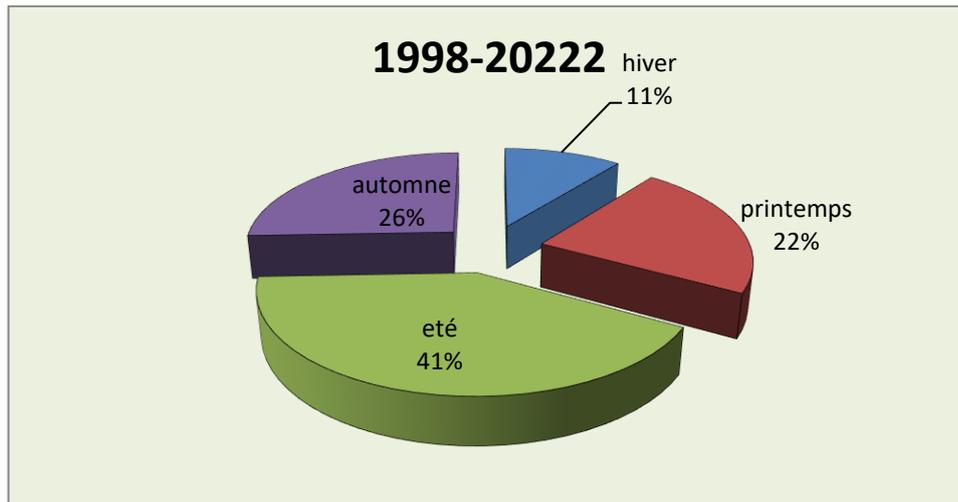
### III.1.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2022)

L'accumulation thermique saisonnière indique une moyenne hivernale 652.54°C, printanière de 1374.8°C, estivale de 2534.43°C, et automnale de 1568.22°C (Tableau 06).

L'été présente le plus de fluctuations thermiques (41%), suivi de l'automne (26 %), le printemps (22%) et enfin l'hiver (11%) (Figure 16).

**Tableau 06** : Cumul thermique saisonnier moyen de la région de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.

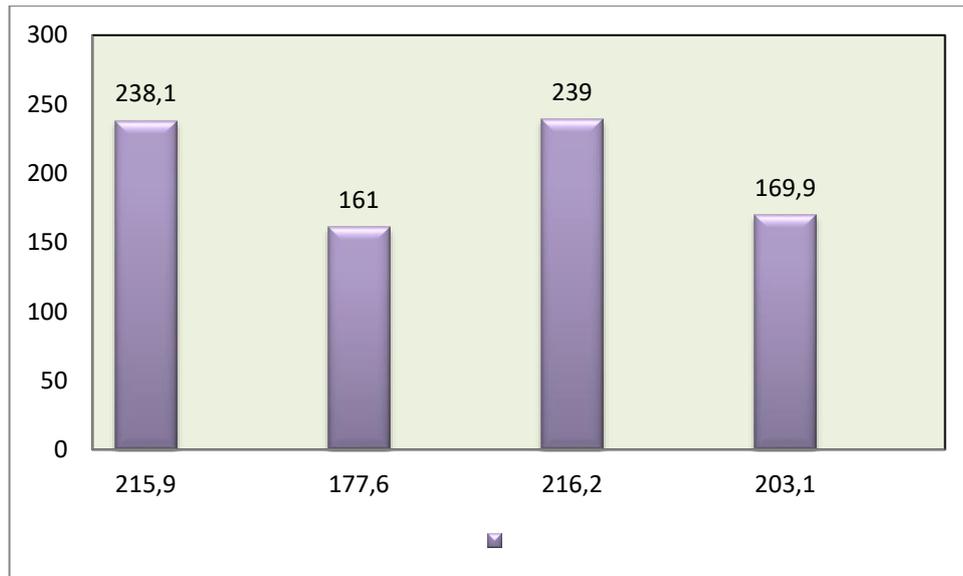
	H	P	E	A	Cumul
<b>Moyenne (1998-2022)</b>	<b>652,54</b>	<b>1374,8</b>	<b>2534,43</b>	<b>1568,22</b>	<b>6129,99</b>
<b>C°</b>	<b>0,11</b>	<b>0,22</b>	<b>0,41</b>	<b>0,26</b>	
<b>%</b>	<b>11 %</b>	<b>22 %</b>	<b>41 %</b>	<b>26 %</b>	



**Figure 16 :** Cumul thermique saisonnier moyen de la région Bordj Bou Arreridj pour La période 1998-2022.

Le cumul thermique saisonnier est partagé d'une manière continue :

- Le plus grand cumul de température enregistré :
  - La saison hivernale : Année 2020 avec 945.1C°
  - La saison printanière : Année 2017 avec 1689.4C°
  - La saison estivale : Année 2022 avec 2915.2C°
  - La saison automnale : est de l'année 2016 avec 1736.3C°
- Le plus faible cumul de température enregistré :
  - La saison hivernale : Année 2005 avec 441.8C°
  - La saison printanière : Année 2004 avec 1142C°
  - La saison estivale : Année 2013 avec 2277.6C°
  - La saison automnale : Année 2007 avec 1398.7C°



**Figure 17 :** Cumul thermique saisonnier des années les plus chaudes et les plus froides dans la région de Bordj Bou Arreridj durant la période 1998-2022.

### III.1.5. Les tendances saisonnières et annuelles du Bordj Bou Arreridj (1998-2022)

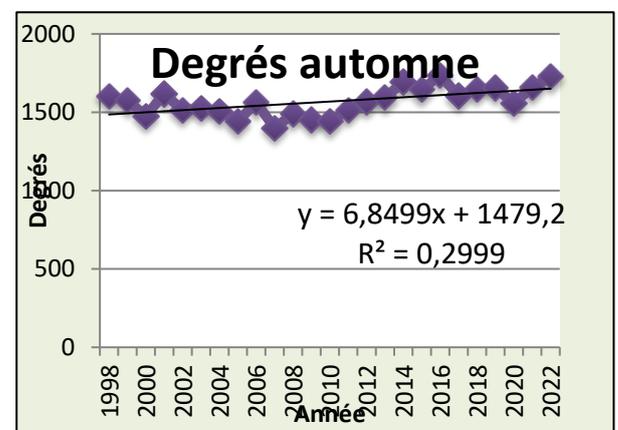
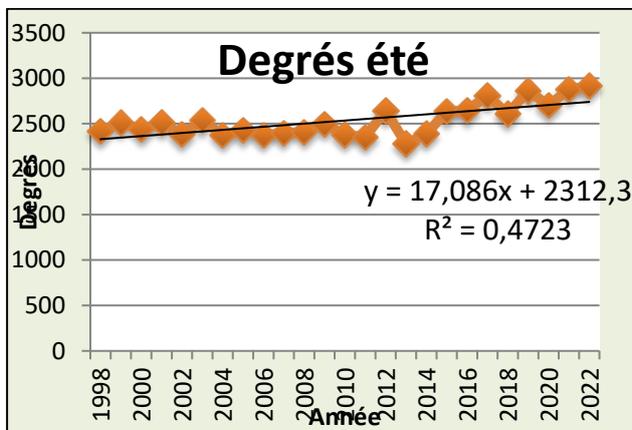
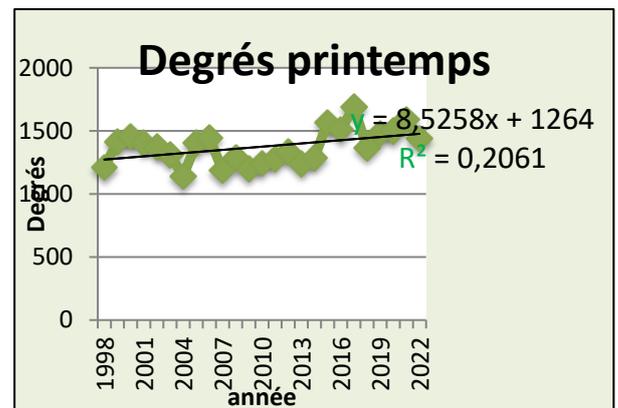
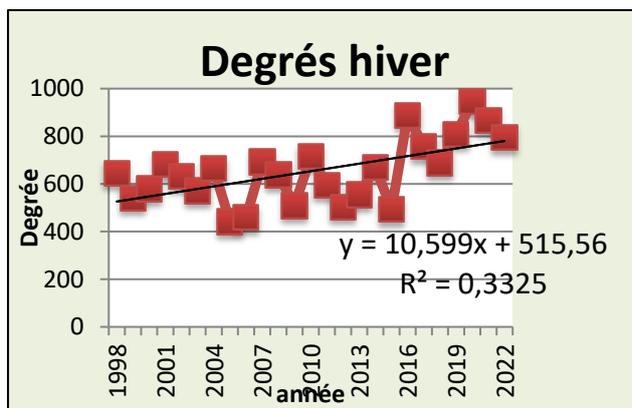
Les tendances climatiques obtenues pour la période 1998-2022 montrent les variabilités suivantes (tableau 07) :

- La saison d'hiver a une influence de refroidissement : 13fois/25. L'année la plus chaude est celle de 2020 et l'année la plus humide est celle de 2005.
- La saison de printemps a une influence de refroidissement : 13fois/25. 2017 représente l'année la plus chaude et 2004 l'année la plus froide.
- La saison d'été a une influence de refroidissement : 15fois /25, l'année la plus chaude et la plus froide sont respectivement 2022 et 2003.
- La saison d'automne a une influence de refroidissement : 13fois /25, l'année la plus chaude est 2016 et l'année la plus froide 2007.
- La variabilité annuelle présente plus de refroidissement : 13fois/25, l'année la plus chaude 2021 et l'année la plus froide 2009.

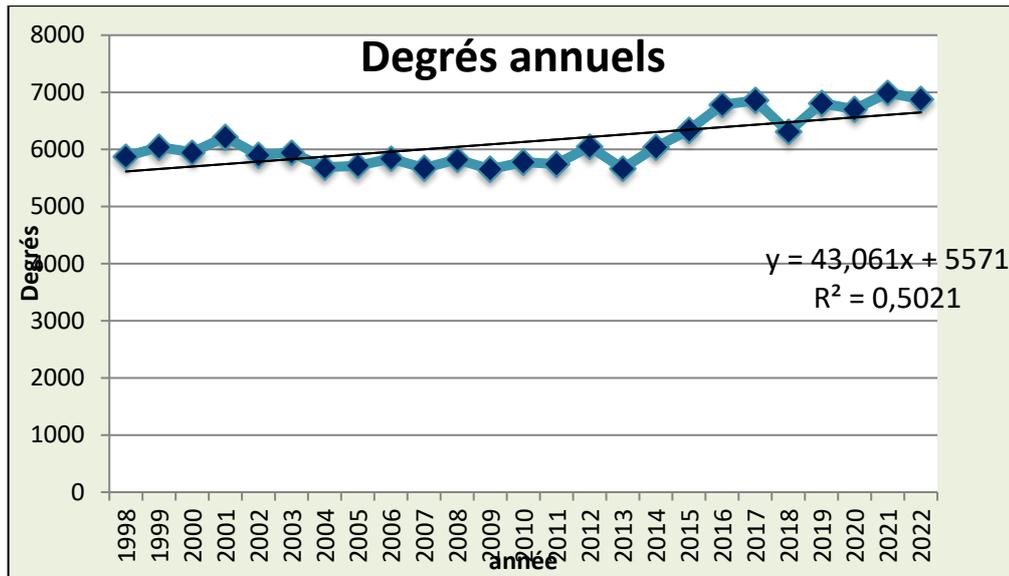
**Tableau 07** : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.

Année	hiver		printemps		été		automne		Annuel	
	cumul(C°)	tendance								
1998	646,1	↙	1211,9	↙	2416,2	↙	1603	↗	5877,2	↙
1999	540,15	↙	1413,8	↗	2511,9	↙	1574,5	↗	6040,35	↙
2000	579,5	↙	1457,3	↗	2437,8	↙	1476,1	↙	5950,7	↙
2001	682,4	↗	1406,5	↗	2510,8	↙	1617,8	↗	6217,5	↗
2002	630,9	↙	1374,7	↙	2381,3	↙	1513,5	↙	5900,4	↙
2003	571,6	↙	1310,3	↙	2535,5	↗	1525,7	↙	5943,1	↙
2004	663,7	↗	1142	↙	2374,6	↙	1507,6	↙	5687,9	↙
2005	441,8	↙	1404	↗	2426,2	↙	1442,1	↙	5714,1	↙
2006	458,9	↙	1445,1	↗	2373,8	↙	1562,6	↙	5840,4	↙
2007	692,9	↗	1187,5	↙	2395,6	↙	1398,7	↙	5674,7	↙
2008	638,2	↙	1288,3	↙	2408,8	↙	1490,7	↙	5826	↙
2009	508,6	↙	1198,8	↙	2495,6	↙	1451,4	↙	5654,4	↙
2010	714,3	↗	1244,8	↙	2376,6	↙	1441,5	↙	5777,2	↙
2011	595,1	↙	1279,5	↙	2354,7	↙	1513,6	↙	5742,9	↙
2012	502,6	↙	1334,2	↙	2644,1	↗	1566,9	↙	6047,8	↙
2013	554,3	↙	1239,8	↙	2277,6	↙	1594,9	↗	5666,6	↙
2014	670,8	↗	1287,7	↙	2388,4	↙	1692,4	↗	6039,3	↙
2015	493,3	↙	1566,2	↗	2634,8	↗	1645,4	↗	6339,7	↗
2016	887,7	↗	1510,2	↗	2646,5	↗	1736,3	↗	6780,7	↗
2017	756,3	↗	1689,4	↗	2806,5	↗	1604,8	↗	6857	↗
2018	688	↗	1367,8	↙	2607,3	↗	1646,8	↗	6309,9	↗
2019	808,8	↗	1480,7	↗	2863,2	↗	1655,6	↗	6808,3	↗
2020	945,1	↗	1498,4		2701	↗	1557,1	↙	6701,6	↗

				↗						
2021	867,6	↗	1591,2	↗	2876,2	↗	1657,8	↗	6992,8	↗
2022	794,8	↗	1439,8	↗	2915,2	↗	1728,6	↗	6878,4	↗
<b>Min</b>	<b>441,8</b>		<b>1142</b>		<b>2277,6</b>		<b>1398,7</b>		<b>5654,4</b>	
<b>Moyenne</b>	<b>653,34</b>		<b>1374,80</b>		<b>2534,41</b>		<b>1568,22</b>		<b>6130,76</b>	
<b>Ecart type</b>	<b>135,28</b>		<b>138,22</b>		<b>182,98</b>		<b>92,06</b>		<b>447,27</b>	
<b>Max</b>	<b>945,1</b>		<b>1689,4</b>		<b>2915,2</b>		<b>1736,3</b>		<b>6992,8</b>	
<b>coefficient variation</b>	<b>0,2</b>		<b>0,1</b>		<b>0,07</b>		<b>0,05</b>		<b>0,07</b>	



**Figure 18 :** Variabilité thermique saisonnière de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.



**Figure 19** : Variabilité thermique annuelle de la région de bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.

### III.1.6. L'indice de tendance

L'indice de tendance est obtenu en divisant la somme du cumul annuel sur la moyenne durant La période 1998-2022 (Tab 08).

- Quand l'indice de tendance est supérieur à 1 ; on dit qu'il y'a un réchauffement.
- Quand l'indice de tendance est inférieur à 1 ; on conclut qu'il 'y a un refroidissement.

**Tableau 08** : Indice de tendance pour la région de bordj Bou Arreridj (1998-2022).

Année	annule		printemps		été		automne	
	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance
1998	0,98	↙	0,88	↙	0,95	↙	1,02	↗
1999	0,82	↙	1,02	↗	0,99	↙	1	↗
2000	0,88	↙	1,06	↗	0,96	↙	0,94	↙
2001	1,04	↗	1,02	↗	0,99	↙	1,03	↗
2002	0,96	↙	0,99	↙	0,93	↙	0,96	↙
2003	0,87	↙	0,95	↙	1	↗	0,97	↙
2004	1,01	↗	0,83	↙	0,93	↙	0,96	↙
2005	0,67	↙	1,02	↗	0,95	↙	0,91	↙
2006	0,7	↙	1,05	↗	0,93	↙	0,99	↙
2007	1,06	↗	0,86	↙	0,94	↙	0,89	↙
2008	0,97	↙	0,93	↙	0,95	↙	0,95	↙
2009	0,77	↙	0,87	↙	0,98	↙	0,92	↙
2010	1,09	↗	0,9	↙	0,93	↙	0,91	↙
2011	0,91	↙	0,93	↙	0,92	↙	0,96	↙
2012	0,76	↙	0,97	↙	1,04	↗	0,99	↙
2013	0,84	↙	0,9	↙	0,89	↙	1,01	↗
2014	1,02	↗	0,93	↙	0,94	↙	1,07	↗
2015	0,75	↙	1,13	↗	1,03	↗	1,04	↗
2016	1,35	↗	1,09	↗	1,04	↗	1,1	↗
2017	1,15	↗	1,22	↗	1,1	↗	1,02	↗
2018	1,05	↗	0,99	↙	1,02	↗	1,05	↗
2019	1,23	↗	1,07	↗	1,12	↗	1,05	↗
2020	1,44	↗	1,08	↗	1,06	↗	0,99	↙
2021	1,32	↗	1,15	↗	1,13	↗	1,05	↗
2022	1,21	↗	1,04	↗	1,15	↗	1,1	↗
<b>Totale</b>	<b>12 Réch et 13 ref</b>		<b>12 Réch et 13 ref</b>		<b>10 Réch et 15 ref</b>		<b>12 Réch et 13 ref</b>	

Au cours de la période 1998-2022 ; c'est à dire les 25 dernières années, l'indice de tendance a une influence de refroidissement au niveau de toutes les saisons (tableau 09).

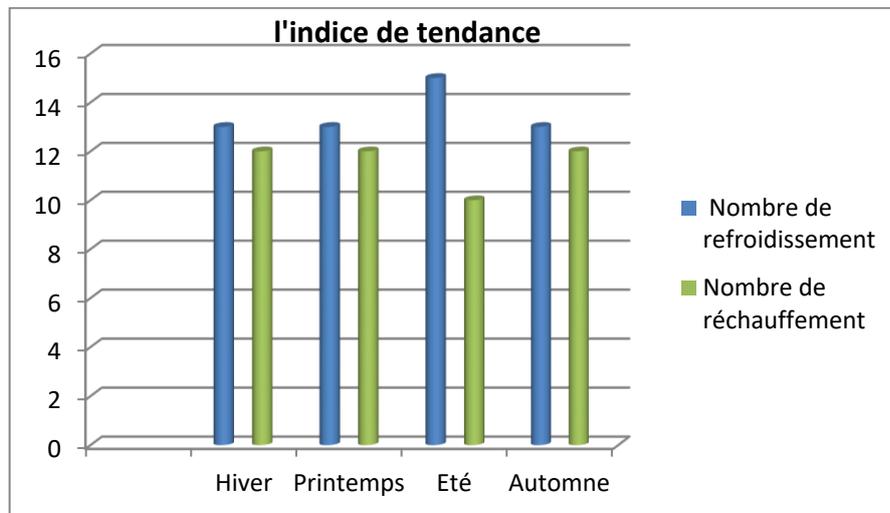
- Pour l'hiver : (13/25) refroidissement, (12/25) réchauffement.
- Pour printemps : (13/25) refroidissement, (12/25) réchauffement.

- Pour été : (15/25) refroidissement, (10/25) réchauffement.
- Pour automne : (13/25) refroidissement, (12/25) réchauffement.

D’après le tableau 10, on constate que le total du nombre de refroidissements (54) est plus élevé que celui du réchauffement (46) durant la période 1998-2022.

**Tableau 09** : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région de Bordj Bou Arreridj (1998-2022).

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total
<b>Nombre de refroidissement</b>	13	13	15	13	54
<b>Nombre de réchauffement</b>	12	12	10	12	46



**Figure 20** : Indice de tendance annuel de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période 1998-2022.

## III.2. Résultats de la région d’Annaba

### III.2.1. Quotient pluviométrique d’Emberger

Ce paramètre climatique (Q2) est calculé selon la formule de Stewart (1969) par la formule ( $Q2= 3.43 P / M- m$ ) pour une période comprise entre 1998 et 2022, il est compris entre 19,53 et de

75,41 adapté aux années 1999 et 2019 ; il est déterminé sur le climatogramme d'Emberger (figure 20). La région d'Annaba appartient à l'étage bioclimatique **semi-aride frais**.

La variance interannuelle du Q2 pour la période 1998-2022 indique que l'année 2019 est la plus froide, alors que l'année 1999 est la plus sèche (tableau 10).

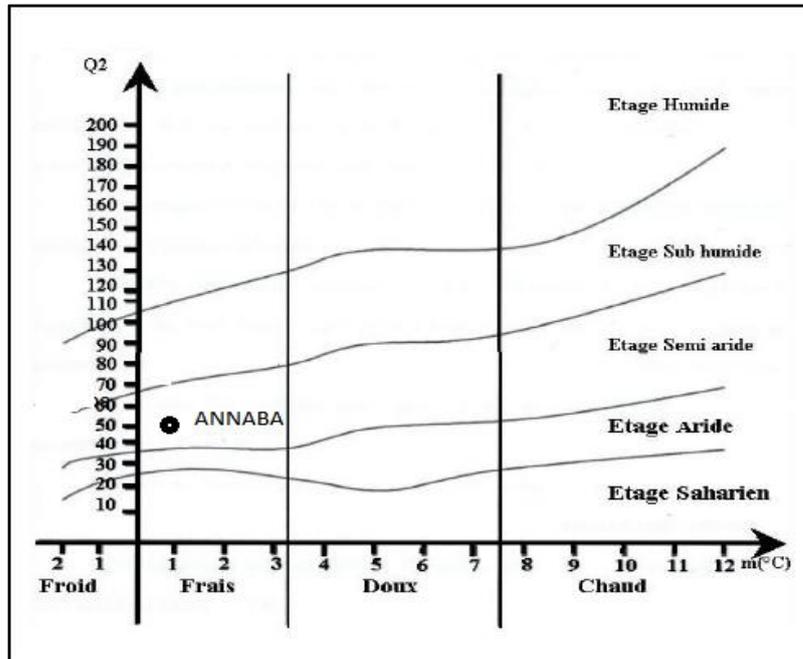


Figure 21 : Localisation de la zone d'Annaba dans le Climatogramme d'Emberger pour la période 1998-2022.

**Tableau 10** : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Annaba pour la Période 1998-2022

Année	P (mm)	M(C°)	m(C°)	Q2
1998	697,45	40,5	0	59,07
1999	235,21	40,8	-0,5	<b>19,53</b>
2000	584,39	44,4	0	45,15
2001	645,16	43	-2	49,18
2002	713,84	42,3	-0,5	57,21
2003	683,04	43,4	2,6	57,42
2004	822,92	43,6	0,7	65,80
2005	799,81	42	0	65,32
2006	584,56	42,5	-0,8	46,31
2007	650,3	45,4	0,7	49,90
2008	418,11	43,2	0	33,20
2009	936,11	44,8	-0,3	71,19
2010	568,76	39,3	-1,8	47,47
2011	662,43	41,2	1,2	56,80
2012	532,64	41	0	44,56
2013	714,28	40,9	0	59,90
2014	626,26	45,7	0	47,00
2015	755,24	41	0	63,18
2016	463,49	42,7	2,5	39,55
2017	654,77	41,8	1,8	56,15
2018	633,88	38,8	2,4	59,73
2019	868,44	41,5	2	<b>75,41</b>
2020	653,76	42,4	0,3	53,26
2021	531,11	47	0,7	39,35
2022	349,5	44,3	1,6	28,07
min	<b>235,21</b>	<b>38,8</b>	<b>-2</b>	<b>19,53</b>
moyenne	<b>631,42</b>	<b>42,54</b>	<b>0,42</b>	<b>51,59</b>
l'écarte type	<b>156,92</b>	<b>1,99</b>	<b>1,22</b>	<b>13,17</b>
max	<b>936,11</b>	<b>47</b>	<b>2,6</b>	<b>75,41</b>
coefficient variation	<b>0,24</b>	<b>0,04</b>	<b>2,9</b>	<b>0,25</b>

### III.2.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région de Annaba durant la période 1998-2022

Le régime thermique déterminé sur la base des températures journalières de la région d'Annaba (tab 11) durant la période allant de 1998 à 2022 est de type **EAPH**.

Le tableau 12 montre que l'été vient en premier, suivi de l'automne, du printemps et de l'hiver.

Le régime thermique d'Annaba présente une stabilité durant les 25 ans d'étude.

**Tableau 11 : Régime thermique annuel et saisonnier de la station d'Annaba pour la période 1998-2022**

cumule thermique saisonnier														
Année	Cumule thermique annuel (	H			P			E			A			régime saisonnier
		Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	
1998	6588,2	416,3	369,3	348,3	427,2	489,1	568,9	710,3	775,4	790,6	717,6	570,4	404,8	EAPH
		1133,9			1485,2			2276,3			1692,8			
1999	6804,3	370,8	359,9	287,3	440,2	465,4	631	706,5	783	856,2	754,6	694,3	455,1	EAPH
		1018			1536,6			2345,7			1904			
2000	6523,4	372,5	281,9	350,8	419,6	481,1	613,1	664	767,6	807,1	701,3	586,4	478	EAPH
		1005,2			1513,8			2238,7			1765,7			
2001	6683,5	397	376,3	308,8	501,8	444,3	564,5	682,2	776,9	800,3	691,1	682,5	457,8	EAPH
		1082,1			1510,6			2259,4			1831,4			
2002	6475,1	349,3	307,1	326,3	427,6	462,8	613,4	695,2	767,1	772,6	678,8	589,1	485,8	EAPH
		982,7			1503,8			2234,9			1753,7			
2003	7328,05	414,1	357,1	294,2	416,1	691,15	577,4	742,1	1103,1	878,2	707,4	666,5	480,7	EAPH
		1065,4			1684,65			2723,4			1854,6			
2004	6423	364,3	355,9	353,4	398,3	442,7	532,3	639,8	758,9	813,8	693,5	655,1	415	EAPH
		1073,6			1373,3			2212,5			1763,6			
2005	6379,4	377,7	284	257,7	385,4	460,3	587,7	692,7	794,3	769,7	661,4	627,7	480,8	EAPH
		919,4			1433,4			2256,7			1769,9			
2006	6757,3	345,6	303,5	307,4	417,1	505	790,2	667,7	802,4	774,8	682,6	662,3	498,7	EAPH
		956,5			1712,3			2244,9			1843,6			
2007	6503,7	385,3	368,4	362,3	391,9	476,4	588,3	667,5	763,4	786,1	684,9	601,8	427,4	EAPH
		1116			1456,6			2217			1714,1			
2008	6496,8	350,6	348,5	330,7	386,9	482,1	598,3	647,7	788,8	797,5	710,6	612,5	442,6	EAPH
		1029,8			1467,3			2234			1765,7			
2009	6428,1	340,9	342,3	296	381,8	439	605,4	678,7	806,6	811,1	688,4	586	451,9	EAPH
		979,2			1426,2			2296,4			1726,3			
2010	6492	427,5	356,1	349,3	417,7	468,4	551,6	639	782,7	776,5	683,4	578,3	461,5	EAPH
		1132,9			1437,7			2198,2			1723,2			
2011	6532	387	349	303,6	398,9	487,9	572,7	651,7	784,8	789,3	715,4	608,5	483,2	EAPH
		1039,6			1459,5			2225,8			1807,1			
2012	6666,1	388,5	349,8	245,1	410,4	480,6	569	727,2	808,4	839,9	706,1	637,6	503,5	EAPH
		983,4			1460			2375,5			1847,2			
2013	6461,7	387,1	348	275,5	438,6	461,5	544,7	620,1	767,4	787,8	693,7	687,4	449,9	EAPH
		1010,6			1444,8			2175,3			1831			
2014	6678,6	366,7	376,7	347,4	382,6	466,6	554,6	689,5	762	797,5	751,1	651,3	532,6	EAPH

		1090,8			1403,8			2249			1935			
2015	6632,9	384,2	347	282,7	400,1	452,4	608,3	681,7	810,6	826,9	727	641,7	470,3	EAPH
		1013,9			1460,8			2319,2			1839			
2016	6597,8	369,8	376,1	360,3	394,2	472,6	567	667,4	772,6	761,2	701,4	662,2	493	EAPH
		1106,2			1433,8			2201,2			1856,6			
2017	6651,5	418	308,9	341,4	430,1	457,9	594,6	714,5	808,1	841,6	679,5	597,9	459	EAPH
		1068,3			1482,6			2364,2			1736,4			
2018	6539,2	342,5	383,6	291,1	418,3	477,2	555,1	661,8	802,8	788,4	743,2	610,4	464,8	EAPH
		1017,2			1450,6			2253			1818,4			
2019	6512,7	391,5	322,9	291	409,8	454,8	529,3	682,8	811,7	838,5	707,3	637,3	435,8	EAPH
		1005,4			1393,9			2333			1780,4			
2020	6707,4	430,1	357,5	367,4	415,5	479,4	610,2	668,6	788,2	825,1	698,4	568,5	498,5	EAPH
		1155			1505,1			2281,9			1765,4			
2021	6795	382,7	375	389,6	401,1	469	583,6	709,9	820,3	844,9	760,3	601,8	456,8	EAPH
		1147,3			1453,7			2375,1			1818,9			
2022	6886,9	374,1	309,5	324,7	424,3	458,3	606,9	743,7	837,8	847,4	778,2	675,2	506,8	EAPH
		1008,3			1489,5			2428,9			1960,2			

Les résultats obtenus montrent que (figure 22) :

- L'année la plus chaude est celle de 2003 avec un cumule de 7328.05°C°.
- L'année la plus froide est celle de 2005 avec un cumule de 6379.4°C°.

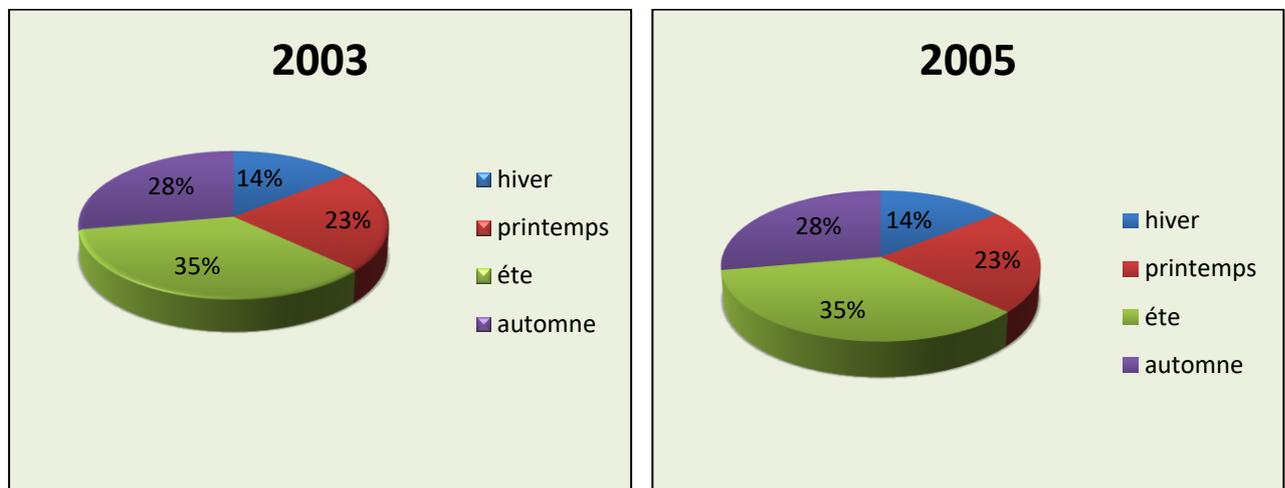
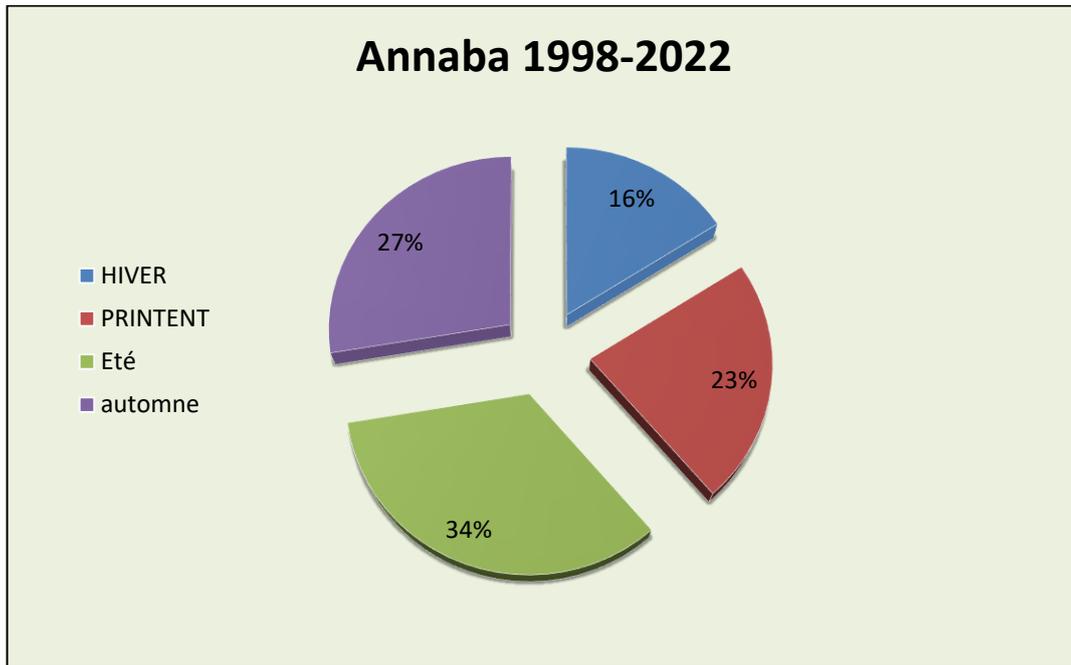


Figure 22 : Cumul thermique de l'année la plus chaude (2003) et l'année la plus froide (2005) D'Annaba durant la période 1998-2022.

### III.2.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2022)

L'accumulation thermique moyenne présente une moyenne hivernale de 1045,63°C, printanière de 1479,18°C, estivale de 2 202,81°C, et automnale de 1 804,17°C (Tableau 13 et

Figure 23). L'été présente le plus de variabilités thermiques (34%), suivi de l'automne (27 %), le printemps (23%) et enfin l'hiver (16%).



**Figure 23 :** Cumul thermique saisonnier moyen de la région d’Annaba pour la période 1998-2022.

**Tableau 12 :** Cumul thermique saisonnier moyen de la région d’Annaba pour la période 1998-2022.

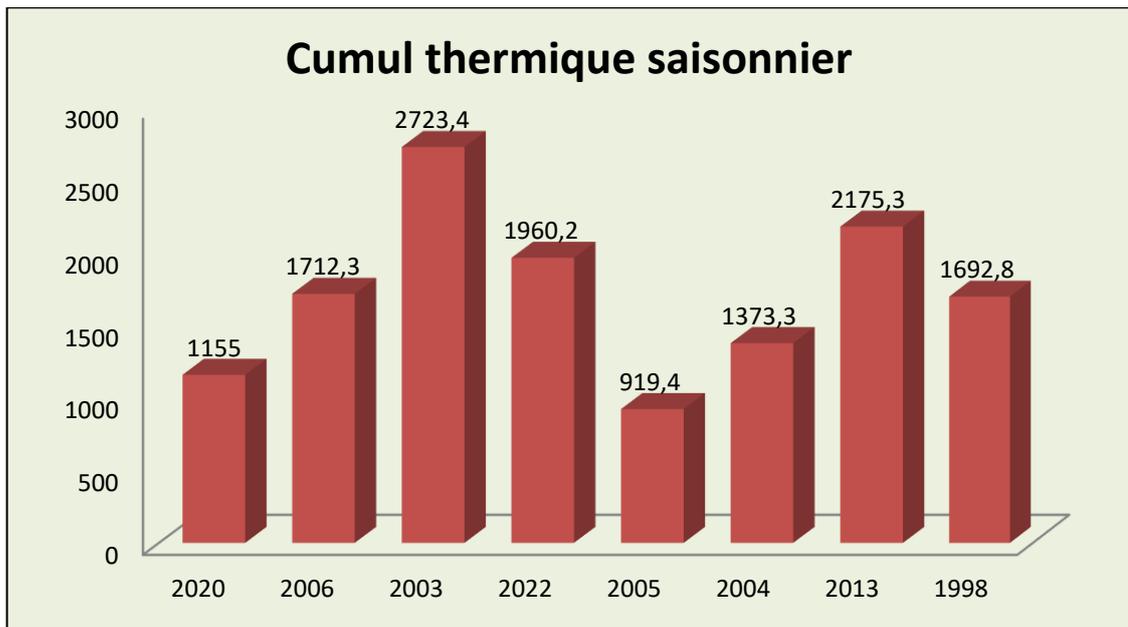
	H	P	E	A	Cumul
<b>Moyenne</b>	1045,63	1479,18	2202,81	1804,17	6531,79
<b>C°</b>	0,16	0,23	0,34	0,27	
<b>%</b>	16%	23%	34%	27%	

### III.2.4. Cumul thermique saisonnier

Le tableau (12) montre que le cumul thermique saisonnier est réparti de la manière suivante :

- Le plus grand cumul de température enregistré :
  - la saison hivernale : Année 2020 avec 1155C°.
  - la saison printanière : Année 2006 avec 1712.3C°.
  - La saison estivale : Année 2003 avec 2723.4C°.

- la saison automnale : Année 2022 avec 1960.2C°.
- Le plus faible cumul de température enregistré :
- La saison hivernale : Année 2005 avec 919.4C°.
  - La saison printanière : Année 2004 avec 1373.3C°.
  - La saison estivale : Année 2013 avec 2175.3C°.
  - La saison automnale : Année 1998 avec 1692.8C°.



**Figure 24 :** Cumul thermique saisonnier des années les plus chauds et les plus humides dans la région d'Annaba dans la période 1998-2022.

### III.2.5. Les tendances saisonnières et annuelles de la région d'Annaba (1998-2022)

Le tableau 13 représente les tendances climatiques durant la période 1998-2022 et sont exprimées comme suit :

- La saison d'hiver a une influence de refroidissement : 14 fois / 25, l'année la plus chaude est celle 2020 et l'année la plus froide est celle de 2005.
- La saison de printemps a une influence de refroidissement : 15 fois / 25, l'année la plus chaude (2006) et la plus froide (2004).
- La saison d'été a une influence de refroidissement : 16 fois / 25, l'année la plus chaude et la plus froide sont respectivement 2003 et 2013.

- La saison automnale a une influence de réchauffement : 13fois / 25, l'année la plus chaude est enregistrée en 2022 et l'année la plus froide en 1998.

- La saison annuelle a une influence de refroidissement : 14fois /25, les années 2003 et 2005 sont respectivement les années les plus chaudes et les plus froides.

**Tableau 13 :** Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région d'Annaba pour la période 1998-2022.

Année	hiver		printemps		été		automne		Annuel	
	Cumul (C°)	tendance								
1998	1133,9	↗	1485,2	↗	2276,3	↘	1692,8	↘	6588,2	↘
1999	1018	↘	1536,6	↗	2345,7	↗	1904	↗	6804,3	↗
2000	1005,2	↘	1513,8	↗	2238,7	↘	1765,7	↘	6523,4	↘
2001	1082,1	↗	1510,6	↗	2259,4	↘	1831,4	↗	6683,5	↗
2002	982,7	↘	1503,8	↗	2234,9	↘	1753,7	↘	6475,1	↘
2003	1065,4	↗	1684,65	↗	2723,4	↗	1854,6	↗	7328,05	↗
2004	1073,6	↗	1373,3	↘	2212,5	↘	1763,6	↘	6423	↘
2005	919,4	↗	1433,4	↘	2256,7	↘	1769,9	↘	6379,4	↘
2006	956,5	↘	1712,3	↗	2244,9	↘	1843,6	↗	6757,3	↗
2007	1116	↗	1456,6	↘	2217	↘	1714,1	↘	6503,7	↘
2008	1029,8	↘	1467,3	↘	2234	↘	1765,7	↘	6496,8	↘
2009	979,2	↘	1426,2	↘	2296,4	↗	1726,3	↘	6428,1	↘
2010	1132,9	↗	1437,7	↘	2198,2	↘	1723,2	↘	6492	↘
2011	1039,6	↘	1459,5	↘	2225,8	↘	1807,1	↗	6532	↘
2012	983,4	↘	1460	↘	2375,5	↗	1847,2	↗	6666,1	↗
2013	1010,6	↘	1444,8	↘	2175,3	↘	1831	↗	6461,7	↘
2014	1090,8	↗	1403,8	↘	2249	↘	1935	↗	6678,6	↗

2015	1013,9	↙	1460,8	↙	2319,2	↗	1839	↗	6632,9	↗
2016	1106,2	↗	1433,8	↙	2201,2	↙	1856,6	↗	6597,8	↙
2017	1068,3	↗	1482,6	↗	2364,2	↗	1736,4	↙	6651,5	↗
2018	1017,2	↙	1450,6	↙	2253	↙	1818,4	↗	6539,2	↙
2019	1005,4	↙	1393,9	↙	2333	↗	1780,4	↙	6512,7	↙
2020	1155	↗	1505,1	↗	2281,9	↙	1765,4	↙	6707,4	↗
2021	1147,3	↗	1453,7	↙	2375,1	↗	1818,9	↗	6795	↗
2022	1008,3	↙	1489,5	↗	2428,9	↗	1960,2	↗	6886,9	↗
Min	919,4		1373,3		2175,3		1692,8		6379,4	
Moyenne	1045,63		1479,18		2292,81		1804,17		6621,79	
Ecart type	63,33		76,57		110,67		68,12		197,44	
Max	1155		1712,3		2723,4		1960,2		7328,05	
coefficient variation	0,06		0,05		0,04		0,03		0,02	

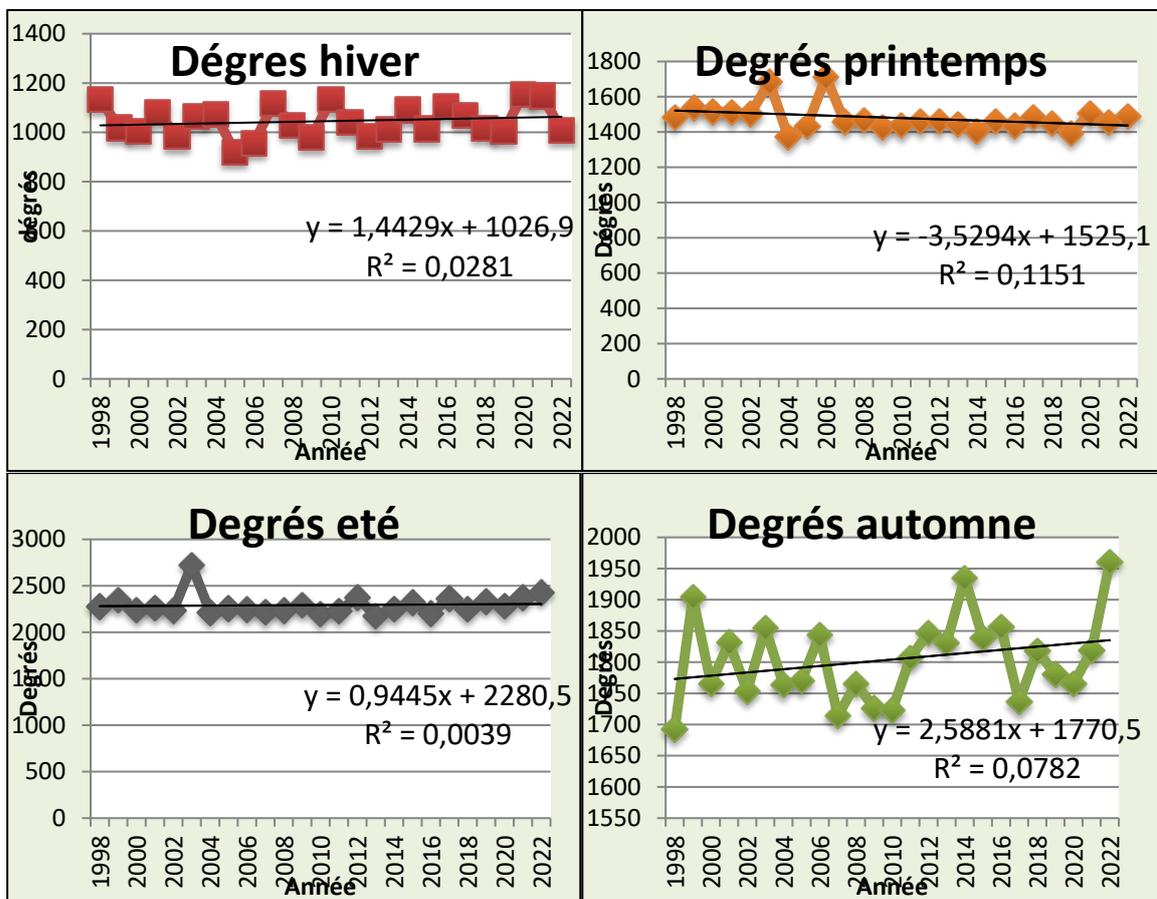


Figure 25 : Variabilité thermique saisonnière de la région d'Annaba pour la période 1998-2022.

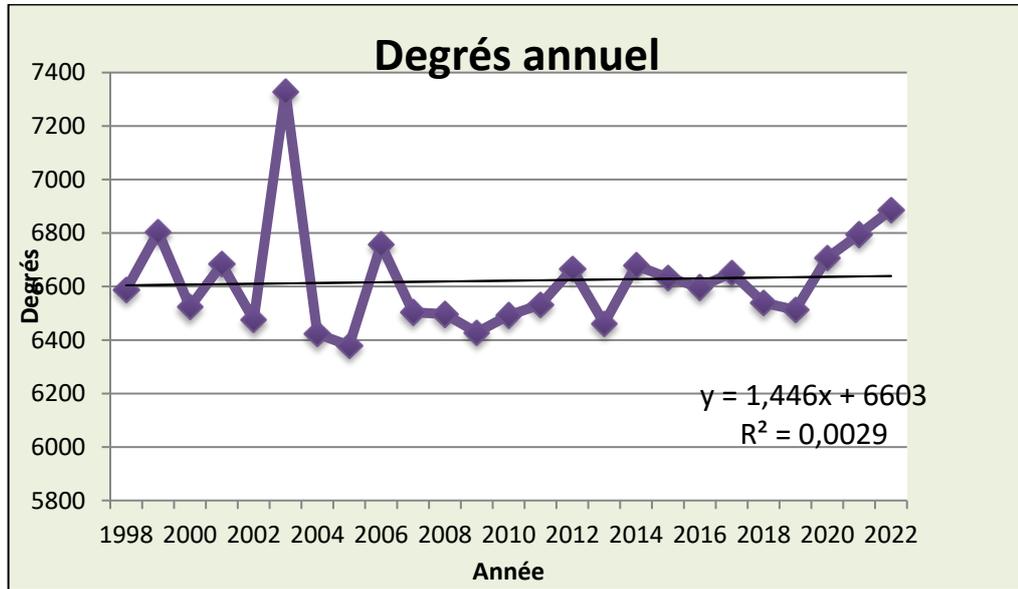


Figure 26 : Variabilité thermique annuelle de la région d'Annaba pour la période 1998-2022.

### III.2.6. L'indice de tendance

Au cours de la période 1998-2022 (25 ans), l'indice de tendance a une influence de refroidissement durant toutes les saisons (tab 14).

- Pour l'hiver : (14/25) refroidissement, (11/25) réchauffement.
- Pour printemps : (15/25) refroidissement, (10/25) réchauffement.
- Pour été : (16/25) refroidissement, (9/25) réchauffement.
- Pour automne : (13/25) refroidissement, (12/25) réchauffement.

Tableau 14 : Indice de tendance pour la région d'Annaba (1998-2022).

Année	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance
1998	1,08	↗	1	↗	0,99	↘	0,93	↘
1999	0,97	↘	1,03	↗	1,02	↗	1,05	↗
2000	0,96	↘	1,02	↗	0,97	↘	0,97	↘
2001	1,03	↗	1,02	↗	0,98	↘	1,01	↗
2002	0,93	↘	1,01	↗	0,97	↘	0,97	↘
2003	1,01	↗	1,13	↗	1,18	↗	1,02	↗
2004	1,02	↗	0,92	↘	0,96	↘	0,97	↘

2005	0,87	↙	0,96	↙	0,98	↙	0,97	↙
2006	0,91	↙	1,15	↗	0,97	↙	1,02	↗
2007	1,06	↗	0,98	↙	0,96	↙	0,95	↙
2008	0,98	↙	0,99	↙	0,97	↙	0,97	↙
2009	0,93	↙	0,96	↙	1	↗	0,95	↙
2010	1,08	↗	0,97	↙	0,95	↙	0,95	↙
2011	0,99	↙	0,98	↙	0,97	↙	1	↗
2012	0,94	↙	0,99	↙	1,03	↗	1,02	↗
2013	0,96	↙	0,97	↙	0,94	↙	1,01	↗
2014	1,04	↗	0,94	↙	0,98	↙	1,07	↗
2015	0,96	↙	0,99	↙	1,01	↗	1,01	↗
2016	1,05	↗	0,96	↙	0,96	↙	1,02	↗
2017	1,02	↗	1	↗	1,03	↗	0,96	↙
2018	0,97	↙	0,98	↙	0,98	↙	1	↗
2019	0,96	↙	0,94	↙	1,01	↗	0,98	↙
2020	1,1	↗	1,02	↗	0,99	↙	0,97	↙
2021	1,09	↗	0,98	↙	1,03	↗	1	↗
2022	0,96	↙	1	↗	1,05	↗	1,08	↗
<b>Totale</b>	<b>11 Réch et 14 ref</b>		<b>10 Réch et 15 ref</b>		<b>9 Réch et 16 ref</b>		<b>13 Réch et 12 ref</b>	

Le tableau 15, montre que le nombre de refroidissements (57) est bien supérieur au nombre de réchauffements (43), ce qui montre l'importance de la variabilité thermique.

**Tableau 15** : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région d'Annaba (1998-2022).

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total
<b>Nombre de refroidissement</b>	14	15	16	12	<b>57</b>
<b>Nombre de réchauffement</b>	11	10	9	13	<b>43</b>

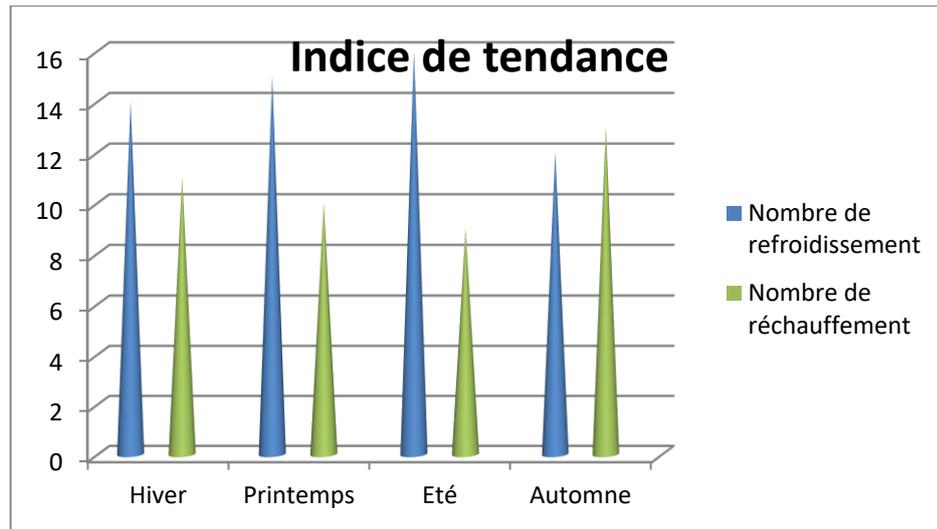


Figure 27 : Indice de tendance annuel de la région d’Annaba pour La période 1998-2022.

### III.3. Comparaison des cumuls thermiques moyens annuels et saisonniers des deux zones étudiées avec ceux obtenus par des études réalisées sur d’autres zones en Algérie

#### III.3.1. Variabilité du régime thermique

Le tableau 16 représente une comparaison de la variabilité thermique calculée pour nos deux régions d’étude (Annaba et Bordj Bou Arriredj) sur la base des températures journalières de 1998 à 2022 avec les travaux précédents réalisés sur la région de (Batna et Bejaïa) durant la période de 1998 à 2021 (Bensouici et Smira, 2022) et les trois régions (Constantine, Jijel et Biskra) à partir des températures tri horaires durant la période 1998-2019 (Lefrada et Mahloul, 2020) en utilisant les sommes thermiques mensuelles, saisonnières et annuelles pour déterminer le régime thermique.

Tableau 16 : Les cumuls thermiques moyens annuels et saisonniers des zones.

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Annuel	Régime thermique
<b>Annaba</b>	1045,63	1479,18	2292,81	1804,17	6621,79	<b>EAPH</b>
<b>Batna</b>	583,9	1312	2409,1	1509,3	5814,3	<b>EAPH</b>
<b>Bejaïa</b>	1064,77	1505,9	2 275,45	1 807,53	6653,64	<b>EAPH</b>

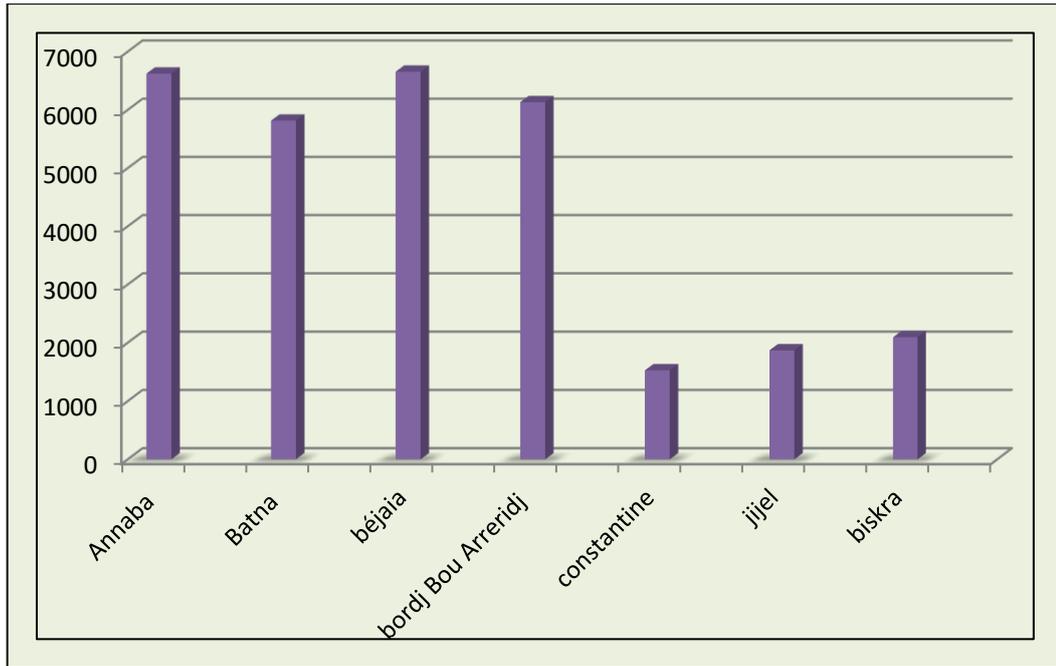
<b>Bordj Bou Arreridj</b>	653,34	1374,8	2534,41	1568,22	6130,76	<b>EAPH</b>
<b>Constantine</b>	5690,24	658,02	1236,54	2269,24	1526,43	<b>EAPH</b>
<b>Jijel</b>	6830,85	1105,05	1524,53	2332,21	1869,05	<b>EAPH</b>
<b>Biskra</b>	8299,07	1124,16	2017,79	3063,23	2093,89	<b>EAPH</b>

En comparant nos résultats obtenus sur les régions de Annaba et Bordj Bou Arreridj et ceux obtenus par (Bensouici et Smira, 2022) et (Lefrada et Mahloul, 2020), il en ressort ce qui suit :

- Nous avons constaté une variation du régime thermique une fois pour Bordj Bou Arreridj vers le type EPAH (année 2017), une fois pour Batna vers le type EPAH (année 2017), une fois pour Constantine vers le type EAHP (année 2000), et 5 fois pour la zone de Biskra (années 2005 ; 2006 ; 2008 ; 2016 ; 2017) vers un régime de type EPAH.

La figure 27 montre l'ordre décroissant des cumuls enregistrés au niveau des 7 régions :

- Bejaïa présente le cumule le plus élevé avec 6653,64 C°.
- Annaba avec 6621,79 C°.
- Bordj avec 6130,76 C°.
- Batna avec 5814,3 C°.
- Biskra avec 2093,89 C°.
- Jijel avec 1869,05 C°.
- Constantine vient dernière position avec un cumul égal à 1526,43 C°.



**Figure 28 :** les cumuls thermiques des régions de Annaba, bordj Bou Arreridj et Batna, Bejaïa Constantine, Jijel et Biskra

### III.3.2. Variabilité du cumul thermique

Les résultats des estimations effectuées de l'accumulation annuelle des températures montrent que :

➤ **Cumul thermique annuel :**

- Annaba : 1.08 fois Bordj Bou Arreridj
- Annaba : 1.14 Batna
- Annaba : 0.99 Bejaïa
- Bordj : 4.01 fois Constantine
- Bordj : 3.28 Jijel
- Bordj : 2.93 Biskra

➤ **Cumul thermique saisonnier :**

• **Hiver :**

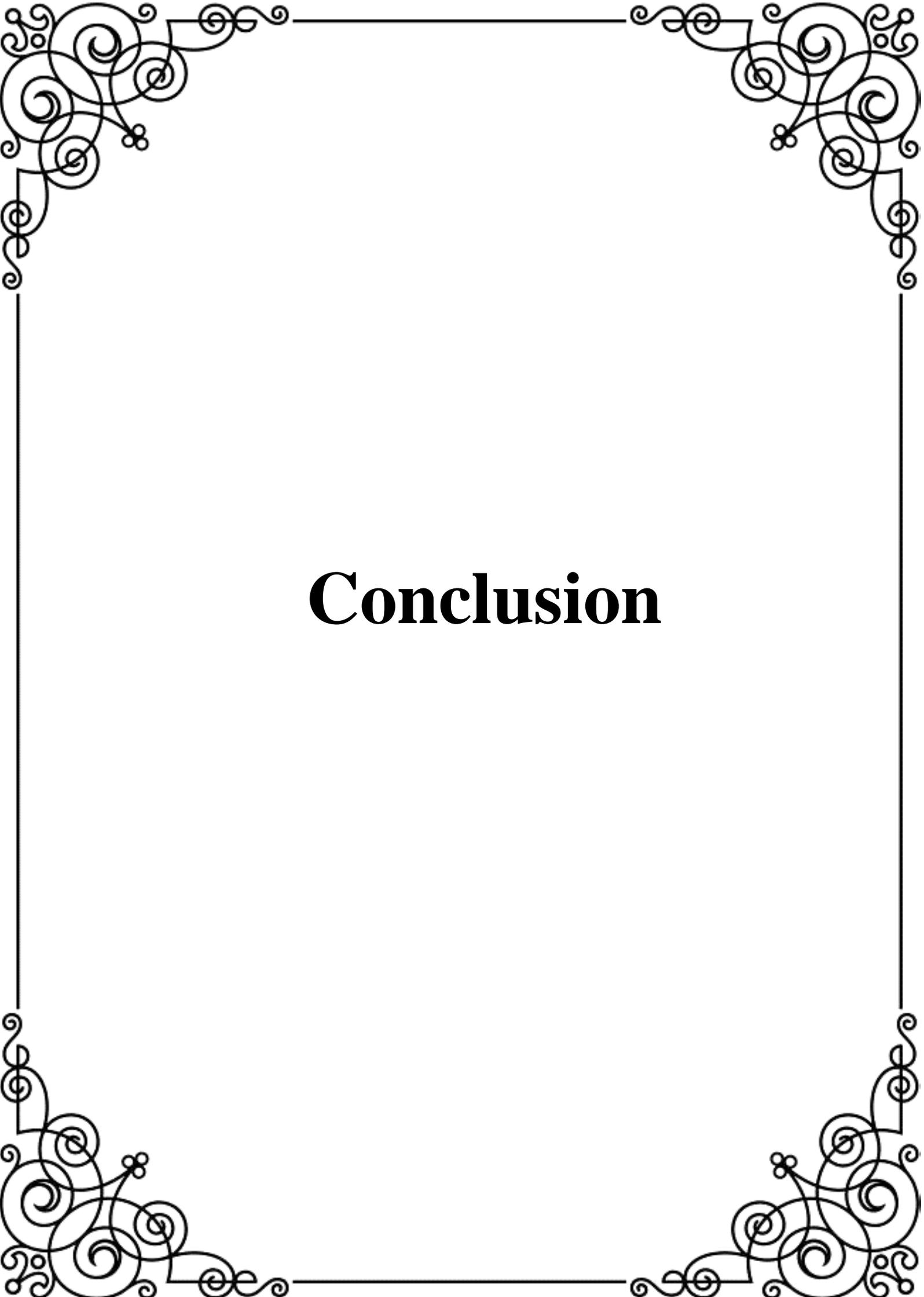
- Annaba : 1.79 fois Batna
- Bejaïa : 1.63 bordj

- Constantine : 0.83 Jijel
- Annaba : 0.12 Biskra
- **PRINTEMPS :**
  - Annaba : 1.12 fois Batna.
  - Annaba : 0.98 Bejaïa
  - Annaba : 1.31 Biskra
  - Bordj : 2.08 fois Constantine
  - Bordj : 1.24 Jijel
  - Bordj : 1.22 Biskra
- **ETE :**
  - Annaba : 1.01 fois Bejaïa
  - Annaba : 1.13 Biskra
  - Bordj : 2.05 Constantine
  - Bordj : 1.66 Jijel
  - Bordj : 1.05 Batna
- **AUTOMNE :**
  - Annaba : 1.19 fois Batna
  - Bejaïa : 1 Annaba
  - Biskra : 1.69 Annaba
  - Constantine : 1.44 Bordj
  - Jijel : 1.48 Bordj

### III.3.3. Conséquences de la variabilité thermique

A travers les variations thermiques saisonnières, on constate que le nombre de refroidissements et réchauffements annuels pour la période 1998 – 2022 sont variables pour les deux zones :

- **Annaba** : 11 Réchauffements et 14 refroidissements annuels avec 57 refroidissements et 43 réchauffements saisonniers.
- **Bordj Bou Arreridj** : 12 Réchauffements et 13 refroidissements annuels avec 54 refroidissements et 46 réchauffements saisonniers.



# Conclusion

## Conclusion

En conclusion, cette étude a permis d'analyser la variabilité des températures minimales et maximales ainsi que de déterminer le régime thermique qui prévaut dans les régions d'Annaba et de Bordj Bou Arreridj sur une période de 25 ans (1998-2022). Les principales conclusions sont les suivantes :

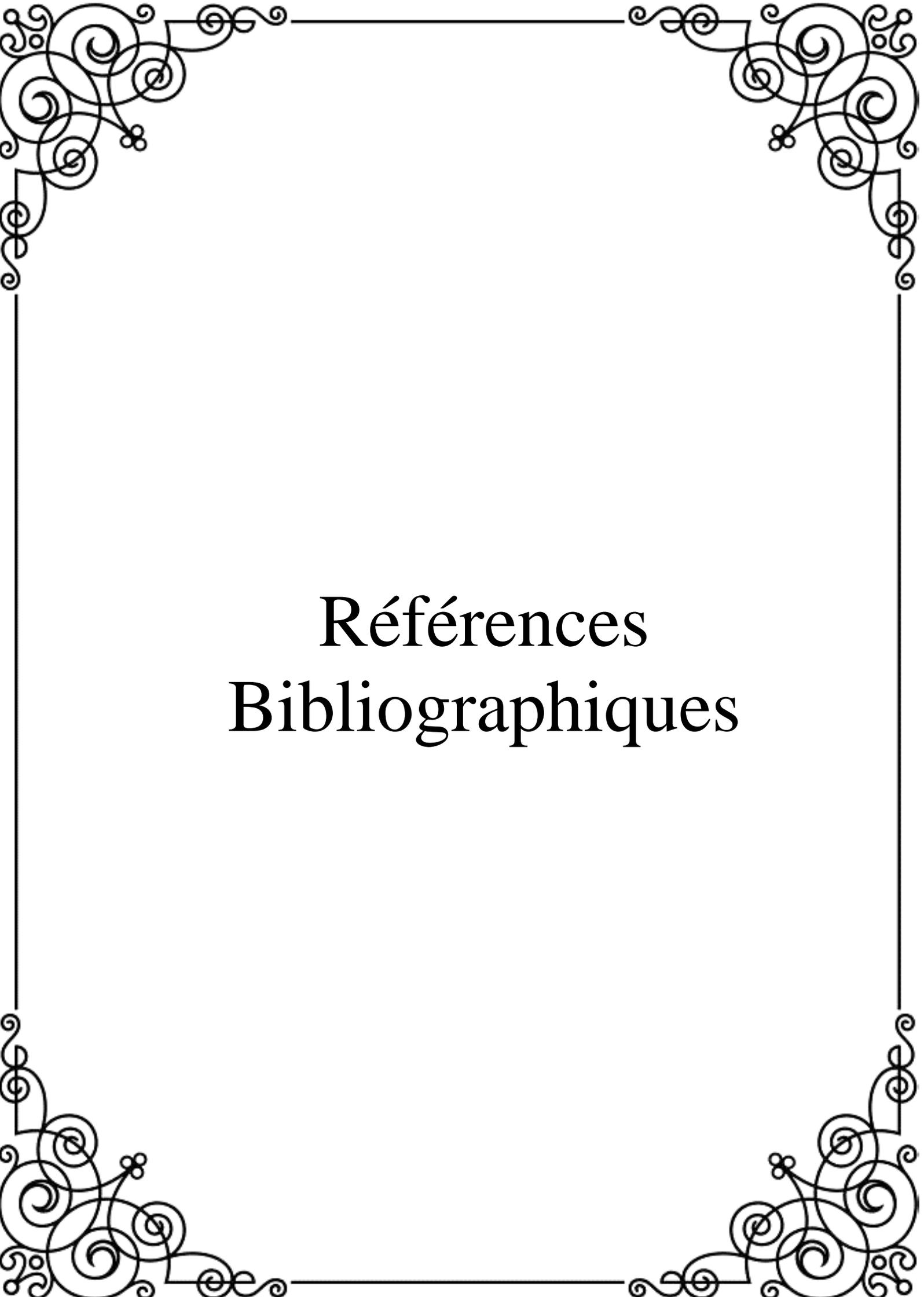
Le quotient pluviométrique d'Emberger a été utilisé pour distinguer les étages bioclimatiques. Annaba a été classée en tant qu'étage humide chaud, tandis que Bordj Bou Arreridj a été classée en tant qu'étage aride chaud.

L'estimation de la variabilité thermique à travers les sommes mensuelles, saisonnières et annuelles a révélé un régime de type EAPH pour Annaba, qui a montré une stabilité au fil des années. En revanche, la région de Bordj Bou Arreridj a également enregistré un régime thermique similaire de type EAPH, mais avec une variation notable en 2017 où le régime est devenu de type EPAH.

L'analyse de la variabilité saisonnière et inter-saisonnière des cumuls thermiques a révélé des différences entre les deux régions. Pour Annaba, on a observé 11 réchauffements et 14 refroidissements annuels, avec 57 refroidissements et 43 réchauffements saisonniers. Pour Bordj Bou Arreridj, on a relevé 12 réchauffements et 13 refroidissements annuels, avec 54 refroidissements et 46 réchauffements saisonniers.

En résumé, cette étude met en évidence la variabilité des températures et les régimes thermiques dominants dans les régions d'Annaba et de Bordj Bou Arreridj. Les résultats obtenus peuvent contribuer à une meilleure compréhension des variations climatiques locales et à une planification plus efficace des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans ces régions.

Cependant, il convient de noter que cette étude se base sur une période de 25 ans et qu'une surveillance continue et une analyse approfondie sont nécessaires pour évaluer plus précisément les évolutions climatiques futures dans ces régions.



# Références Bibliographiques

- ✚ **A.N.D.I., (2014).** Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Agence Nationale de développement de l'investissement.
- ✚ **ADEM., (2009)** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. 2009. Changement climatique au 20ème siècle en Languedoc-Roussillon.
- ✚ **Bechiri N., (2011).** Evolution du chimisme des eaux de surface et souterraines dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est Algérien). Mémoire de Magister en Géologie, option : Qualité des eaux et impact sur l'homme et l'environnement, FST, Université Badji Mokhtar-Annaba, 97p.
- ✚ **Benchetrit M. (1956).** Les sols d'Algérie. Revue de Géographie Alpine, 44 : 749-761.
- ✚ **BENSOUICI S., SMIRA O., (2022).** Régime thermique dans quelques stations de l'Est algérien : cas de Batna et Bejaïa (1998-2021). Mémoire de Master. Université Mentouri Constantine 1.76p. **Benyettou M., Bouklikha A., (2017).** Variations et tendances des températures et des précipitations journalières en Algérie. Mémoire d'en Hydraulique. Université abou bekr belkaid. 16p.
- ✚ **Bouragba Nadjet. (2015).** Contribution à l'étude des minéralisations de la chaîne des Azerou (chaîne des Bibans, Bordj Bou Arreridj). Université Ferhat Abbas-Sétif, diplôme de magister, p 79.
- ✚ **CIAT (International Center for Tropical Agriculture, 2010),**
- ✚ **Djorfi S., (2012).** Analyse, approche de gestion et de réhabilitation des sites pollués de la région d'Annaba, Nord-est Algérien. Mémoire de Magister en science en géologie, option : Ingénierie des ressources hydriques, Université de Badji Mokhtar-Annaba, 123p.
- ✚ **DUMAS, P., RIBOLI-SASCO, L., SPYRATOS, V & KURITA, F., (2005).** Fonctionnement du système climatique, perturbations humaines, dérèglements dangereux ? 2005. pp17
- ✚ **Farah A-K., (2014).** Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est Algérien. Magistère en écologie et environnement. Université Constantine 1. 109p.
- ✚ **Foufou A., (2018).** Diagnostic et modélisation de la pollution des eaux par les métaux lourds au niveau de la décharge de Berka Zerga (Annaba). Thèse de Doctorat en sciences en Géologie, option : Hydrogéologie, IST, Université de Badji Mokhtar-Annaba, 168p.
- ✚ **Ghennai Nabil., (2012).** Etude des rapports et des corrélations entre le régime bioclimatique et les incendies de forêts (cas de l'Est-Algérien), Mémoire fin d'étude de Magister, p 91.
- ✚ **GIEC., (2001)** : Bilan des changements climatiques : mesures d'atténuation

- ✚ **GIEC., (2007)** : Résumé à l'intention des décideurs. In changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- ✚ **KEBICHE M., (2017)**. Le bassin-versant du Hodna : ressources en eau et potentialités d'aménagement, Thèse de Doctorat de 3e cycle, Université de Nancy 2.
- ✚ **Lefrada C., Mahloul D., (2020)**. Régime thermique en Algérie : cas de la wilaya de Constantine, Jijel et Biskra. Mémoire de Master. Université Constantine 1.70p.
- ✚ **Mate., (2003)**. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, pp 465.
- ✚ **Musy A., (2005)**. Les Précipitations. Cour d'hydrologie générale section SIE et GC.
- ✚ **Ould fah M., (2016)**. Etude hydrologique du bassin versant de la Soummam. Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf M'sila.
- ✚ **RGPH., (2008)** : recensement général de la population et de l'habitat
- ✚ **Tabet S., (2008)**. Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. Mémoire de Magistère en Ecologie végétale. Université Mentouri de Constantine.125p.
- ✚ **TAIBI S., (2011)**. Analyse du régime climatique au nord de l'Algérie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie El Harrach Alger.
- ✚ **Vincent Luyet., (2010)**. Station météo. Edition De Boek
- ✚ **Yahiaoui D., (2015)**. Impact des variations climatiques sur l'agriculture en Oran. Thèse de Magister en biologie. Université d'Oran.
- ✚ **Zenzane Walid., (2016)**. Utilisation du S.I.G pour l'analyse de la structure de la forêt d'Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arreridj, Diplôme de MASTER Académique Foresterie. Université de Tlemcen, p 60.
- ✚ (<http://www.globe-swiss.ch/>).
- ✚ ([www.globe-swiss.ch](http://www.globe-swiss.ch), 2014).
- ✚ (<https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/annaba>).

**Année universitaire : 2022-2023**

**Présenté par : BOULGHOBRA Ines  
BENHOUMEUR Rihem**

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

**Intitulé : Etude comparative de la variabilité et du régime thermique dans la région de Bordj Bou Arreridj et Annaba (1998-2022)**

**Résumer**

Cette étude vise à analyser la variabilité thermique dans les régions d'Annaba et de Bordj Bou Arreridj sur une période de 25 ans (1998-2022). Les données climatiques journalières ont été collectées à partir du site espagnol [en.tutiempo.net](http://en.tutiempo.net). Le quotient pluviométrique a été calculé pour déterminer l'étage bioclimatique de chaque région, ainsi que le régime thermique et sa variabilité.

Les résultats montrent que le quotient pluviométrique désigne un étage semi-aride frais pour Annaba et un étage aride froid pour Bordj Bou Arreridj. Les cumuls thermiques saisonniers et annuels révèlent un régime saisonnier dominant de type EAPH pour les deux zones, avec une exception en 2017 où la région de Bordj Bou Arreridj présente un régime de type EPAH.

L'analyse du cumul thermique annuel indique une tendance au réchauffement et au refroidissement pour Annaba (11 réchauffements et 14 refroidissements), tandis que pour Bordj Bou Arreridj, on observe 12 réchauffements et 13 refroidissements

**Mots-clefs :** Quotient pluviométrique (Q2), Variabilité thermique, Régime thermique, Annaba, Bordj Bou Arreridj.

**Laboratoires de recherche :** Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phylogénétique . (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Président :** BENDERRADJI MEH.

Prof- UFM, Constantine 1.

**Examineur 1 :** MELIANI A.

MCB - UFM, Constantine 1.

**Encadreur :** ALATOU Hana.

MAB- UFM, Constantine 1.