

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

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 :

**Régime thermique dans quelques stations de l'Est
algérien: cas de Batna et Béjaïa (1998-2021)**

Présenté par : BENSOUICI SARA
SMIRA OUIEM

Le 15/06/2022

Jury d'évaluation :

Encadreur : ALATOU Hana (MAB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examineur 1 : ALATOU Djamel (Pr- Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examineur 2 : GANA Mohamed (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Année universitaire
2021 - 2022

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

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 :

**Régime thermique dans quelques stations de l'Est
algérien: cas de Batna et Béjaïa (1998-2021)**

Présenté par : BENSOUICI SARA
SMIRA OUIEM

Le 15/06/2022

Jury d'évaluation :

Encadreur : ALATOU Hana (MAB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examineur 1 : ALATOU Djamel (Pr- Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examineur 2 : GANA Mohamed (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Année universitaire
2021 - 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord Allah le tout puissant pour la force et l'aide qui nous a donné pour la réalisation de ce travail.

*À l'heure où nous apportons la touche finale à ce mémoire, nous tenons à Remercier tout d'abord les personnes qui nous ont permis de réaliser ce Mémoire: nos chaleureux remerciements à notre promotrice : **Madame Alatou Hana**, Maître-assistante à l'université des frères Mantouri 1 Constantine, pour ses précieux conseils et orientations qu'elle nous a prodigué tout au long de ce travail.*

Nos remerciement s'adressent également à :

- ❖ **Mr Alatou Djamel** Professeur à l'université des frères Mantouri, Constantine, de nous avoir honoré et avoir accepté de présider et d'examiner notre travail Nous le remercions de nous avoir accordé de son précieux temps.*
- ❖ **Mr Gana Mohamed** Maître de conférence à l'université des frères Mantouri 1 Constantine, d'avoir accepté d'examiner notre travail ainsi que pour son soutien moral.*

Finalement un grand merci à toutes Nos reconnaissances et gratitude envers tous nos enseignants, nos responsables et nos agents administratifs de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie et écologie végétale de l'université des frères Mantouri, Constantine 1 sans exceptions.



Dédicace

***Par la volonté du grand dieu .ALLAH le tout
Puissant et bienveillant qui nous a aidé à présenter Ce
modeste travail que je dédie à : La lumière de mes yeux et
le bonheur de mon Existence : mes chers parents, Ceux qui
m'ont Encouragé et qui ont sacrifié Les meilleurs moments
De leur vie pour ma réussite, que Dieu les protège.***

***✓ A mes chères sœurs: Lamis, Quatre ENada,
Ritaj pour leurs encouragements permanents,
et Leur Soutien moral.***

✓ A mes grands-mères que dieux les protégés

✓ A toute la famille Smira et Bouguern

✓ A ma binôme Sara et sa famille Bensouici.

***✓ A tous mes Amis: Anfel, Dounia, Rania, et mes
Amis Mes camarades de promotion de master
Protection des écosystèmes (2021-2022) Sans
Exception.***

✓ A toute personne qui m'a aidé de près ou de loin.



Dédicace

Je dédie cet humble travail :

*A mes chers parents qui ont su m'insuffler la volonté
de Toujours aller de l'avant.*

*A mon frère Mohamed et ma sœur Nesrine qui m'ont
toujours Soutenu en faisant preuve de grande
patience.*

*A tous mes amis Mes camarades de promotion de 2
eme année master protection des écosystèmes (2021-
2022) Sans exception.*

*A tout la famille Bensouici et Benelmadani A tous
ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou De loin.*

*A tous ceux qui me sont chers A moi
Je dédie ce modeste travail.*

SARA

Résumé

Notre étude a pour objectif d'étudier l'évolution de quelques paramètres climatiques durant la période (1998-2021) dans les régions de Batna et Béjaïa localisées à l'Est Algérien.

L'étude comporte un volet théorique et un volet pratique. Nous avons procédé à la collecte des données climatiques journalières auprès du site espagnol (en.tutiempo.net). Les paramètres climatiques concernés sont : les précipitations et les températures minimales et maximales. L'analyse du climat a porté sur l'évolution des valeurs journalières, mensuelles et annuelles. L'étude des tendances du climat est basée sur les cumuls thermiques saisonniers et annuels.

Les résultats indiquent que nos zones d'étude sont caractérisées par climat différent, semi-aride frais à froid pour Batna et sub-humide à hiver doux et pluvieux pour Béjaïa qui a été déduit en calculant le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2). Afin de déterminer la variabilité du climat et le régime thermique, une étude des fluctuations climatiques a été menée sur une période de 24 ans.

La répartition des zones selon leurs décroissances thermique permet de montrer le régime saisonnier dominant qui est de type EAPH (répartition thermique décroissante de type Eté /Automne/Printemps/Hiver) caractérisant les deux régions de Batna et Béjaïa, avec un basculement vers le type EPAH 1 fois pour les deux régions (Batna : année 2017 ; Béjaïa : année 2007). Le cumul thermique annuel est plus significatif pour Béjaïa (6 653,64 °C) que pour Batna (5 814,3 °C).

L'analyse du cumul thermique annuel possède une tendance thermique au réchauffement et au refroidissement pour Batna (15 Réchauffements et 9 refroidissements), pour Béjaïa (10 Réchauffements et 14 refroidissements).

Mots-clés : Q2, Variabilité thermique, Régime thermique, Batna, Béjaïa.

Abstract:

The objective of our study is to investigate the evolution of some climatic parameters during the period (1998-2021) in the regions of Batna and Bejaia located in Eastern Algeria.

The study has a theoretical and a practical component. We proceeded to the collection of daily climatic data from the Spanish website (en.tutiempo.net). The climatic parameters concerned are: rainfall and minimum and maximum temperatures. The analysis of the climate focused on the evolution of daily, monthly and annual values. The study of climate trends is based on seasonal and annual thermal accumulations.

The results indicate that our study areas are characterized by different climates, cool to cold semi-arid for Batna and sub-humid to mild and rainy winters for Bejaia which was deduced by calculating the Emberger rainfall quotient (Q2). In order to determine the variability of the climate and the thermal regime, a study of climatic fluctuations was conducted over a period of 24 years.

The distribution of areas according to their thermal decay shows the dominant seasonal regime, which is of the EAPH type (decreasing thermal distribution of the Summer/Autumn/Spring/Winter type) characterizing the two regions of Batna and Béjaïa, with a shift to the EPAH type once for both regions (Batna: year 2017; Béjaïa: year 2007). The annual thermal accumulation is more significant for Béjaïa (6 653.64 °C) than for Batna (5 814.3 °C).

The analysis of the annual thermal cumulation has a thermal trend of warming and cooling for Batna (15 warming and 9 cooling), for Bejaia (10 warming and 14 cooling).

Keywords: Q2, Thermal variability, Thermal regime, Batna, Bejaia.

ملخص

تهدف دراستنا إلى دراسة تطور بعض المعايير المناخية خلال الفترة (1998-2021) في منطقتي باتنة وبجاية الواقعتين في شرق الجزائر.

تحتوي الدراسة على جزء نظري وجزء عملي. جمعنا بيانات مناخية يومية من الموقع الإسباني (en.tutiempo.net). المعايير المناخية المعنية هي: هطول الأمطار ودرجات الحرارة الدنيا والقصوى. وركز تحليل المناخ على تطور القيم اليومية والشهرية والسنوية. وتستند دراسة الاتجاهات المناخية إلى التراكمات الحرارية الموسمية والسنوية.

تشير النتائج إلى أن مناطق دراستنا تتميز بمناخ مختلف، شبه جاف بارد إلى بارد لباتنة وشبه رطب إلى شتاء معتدل وممطر لبجاية والذي تم استنتاجه من خلال حساب حاصل هطول الأمطار إمبرجر (Q2). من أجل تحديد تقلب المناخ والنظام الحراري ، أجريت دراسة لتقلبات المناخ على مدى فترة 24 عاما.

إن توزيع المناطق وفقا لانخفاضاتها الحرارية يجعل من الممكن إظهار النظام الموسمي السائد وهو من نوع EAPH (التوزيع الحراري المتناقص لنوع الصيف / الخريف / الربيع / الشتاء) الذي يميز منطقتي باتنة وبجاية ، مع التحول نحو نوع EPAH 1 مرة لكلا المنطقتين (باتنة: سنة 2017; بجاية: سنة 2007). المجموع الحراري السنوي أكثر أهمية بالنسبة لبجاية (6,653.64 درجة مئوية) منه في باتنة (5,814.3 درجة مئوية).

تحليل التراكم الحراري السنوي له ميل حراري إلى الاحترار والتبريد لباتنة (15 احترار و 9 تبريد) ، بالنسبة لبجاية (10 احترار و 14 تبريد).

الكلمات المفتاحية: Q2, التباين الحراري, النظام الحراري, باتنة, بجاية.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le climat..... 3

I.1. Notion de climat..... 3

I.2. Les éléments du climat..... 3

I.2.1. Température..... 3

I.2.1.1. La température minimale 3

I.2.1.2. La température moyenne 4

I.2.1.3. La température maximale 4

I.2.2. Précipitation..... 4

I.3. Le climat en Algérie..... 4

I.4. Le Changement climatique..... 5

I.5. Changement climatique en Algérie.....	5
1.5.1. Les GES en Algérie.....	6
I.5.2. Projections climatiques sur l'Algérie.....	8
I.5. La variabilité climatique.....	9

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude.....	10
II.1.1. Présentation de la wilaya de Batna.....	11
II.1.1.1. Localisation géographique.....	11
II.1.1.2. Description écologique de la zone d'étude.....	11
II.1.1.2.1. Le relief.....	11
II.1.1.2.2. Hydrographie, géologie et géomorphologie de la zone.....	12
A. Hydrographie.....	12
B. Géologie.....	13
C. Géomorphologie.....	14
II.1.1.3. Généralité sur le climat de Batna.....	15
II.2. Présentation de la wilaya du Béjaïa.....	16
II.2.1. Situation géographique.....	16
II.2.2. Situation administrative.....	17
II.2.3. Le relief.....	17
II.2.4. Réseau hydrographique.....	18
II.2.5. Généralité sur le climat de la région d'étude.....	18

II.3. Méthodologie.....	19
II.3.1. Analyse climatique.....	19
II.3.2. Analyse des données climatiques.....	20

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Résultats et discussions de la zone de Batna.....	21
III.1.1. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	21
III.1.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région de Batna pour la période 1998-2021.....	24
III.1.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2021)	26
III.1.4. Cumul thermique saisonnier.....	27
III.1.5. Les tendances saisonnières et annuelles de Batna (1998-2021).....	28
III.1.6. L'indice de tendance.....	31
III.2. Résultats et discussion de la zone de Béjaia.....	33
III.2.1. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	33
III.2.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région de Béjaia pour la période 1998-2021.....	35
III.2.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2021).....	38
III.2.4. Cumul thermique saisonnier.....	39
III.2.5. Les tendances saisonnières et annuelles de Béjaia (1998-2021).....	39
III.2.6. L'indice de tendance.....	42
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.....	43
III.3.1. Variabilité du régime thermique.....	43

III.3.2. Variabilité du cumul thermique.....	45
III.3.3. Conséquences de la variabilité thermique.....	46
Conclusion et perspectives.....	47
Références bibliographiques.....	49

LISTE DES ABREVIATIONS

CH₄ : Méthane

CO: Monoxyde de carbone

COVNM : Composés organiques volatils non méthaniques

CO₂ : Dioxyde de carbone

GES : Gaz à effet de serre

Gg : Gigagramme

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

NOX: Oxydes d'azote

N₂O : Oxyde nitreux

ONM : Office National de la Météorologie

PM : Particules de Matière

PRG : Potentiel de Réchauffement Global lié aux gaz à effet de serre

SO₂: Dioxyde de soufre

TE-CO₂: Tonne équivalente de CO₂

Liste des figures

Figure 01 : 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....	08
Figure 02. Situation géographique des zones d'études (Batna et Béjaia).....	10
Figure 03. Situation géographique de la région de Batna	11
Figure 04 : Carte hypsométrique de la wilaya de Batna	12
Figure 05 : Carte Hydrographique dans la wilaya de Batna	13
Figure 06 : Carte géologique de la wilaya de Batna	14
Figure 07 : Carte topo-morphologique de la wilaya de Batna.....	14
Figure 08 : Courbe des températures à Batna pour la période 1991-2020.....	15
Figure 09 : Histogramme des précipitations à Batna pour la période 1991-2020.....	15
Figure 10 : Situation géographique de la wilaya de Bejaïa.....	16
Figure 11 : Carte géologique de la région de Béjaïa.....	17
Figure 12 : Courbe des températures à Bejaïa pour la période 1991-2020.....	18
Figure 13 : Histogramme des précipitations à Bejaïa pour la période 1991-2020.....	19
Figure 14 : Localisation de la zone de Batna dans le Climatogramme d'Emberger.....	22
Figure 15 : Cumul thermique de l'année la plus chaude (2021) et l'année la plus froide (2004) de Batna durant la période 1998-2021.....	26
Figure 16 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région du Batna pour la période 1998-2021.....	27
Figure 17 : Variabilité thermique saisonnière de la région de Batna pour la période 1998-2021.....	30
Figure 18 : Variabilité thermique annuelle de la région de Batna pour la période 1998-2021.....	30
Figure 19 : Indice de tendance annuel de la région du Batna pour la période 1998-2021...	32
Figure 20 : Localisation de la zone de Béjaïa dans le Climatogramme d'Emberger.....	35
Figure 21 : Cumul thermique de l'année la plus chaude (2007) et l'année la plus froide (2005) de Béjaïa durant la période 1998-2021.....	38
Figure 22 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région du Béjaïa pour la période 1998-2021.....	39

Figure 23 : Variabilité thermique saisonnière de la région de Béjaia pour la période 1998-2021.....	41
Figure 24 : Variabilité thermique annuelle de la région de Béjaia pour la période 1998-2021.....	41
Figure 25 : Indice de tendance annuel de la région du Béjaia pour La période 1998-2021.....	43

Liste des tableaux

Tableau 01 : Projections climatiques saisonnières des températures et des pluies sur l'Algérie à l'horizon 2020 et 2050 pour le modèle UKHI et 2020 pour le modèles ECHAM3TR du GIEC.....	09
Tableau 02 : Géologie de la région de Batna.....	13
Tableau 03 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Batna pour la période 1998-2021.....	23
Tableau 04 : Régime thermique annuel et saisonnier de la station de Batna pour la période 1998-2021.....	25
Tableau 05 - Cumul thermique saisonnier moyen de la région de Batna pour la période 1998-2021.....	27
Tableau 06 : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région de Batna pour la période 1998-2021.....	29
Tableau 07 : Indice de tendance pour la région de Batna (1998-2021).....	31
Tableau 08 : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région de Batna (1998-2021).....	32
Tableau 09 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.....	34
Tableau 10 : Régime thermique annuel et saisonnier de la station de Béjaïa pour la période 1998-2021.....	37
Tableau 11 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.....	38
Tableau 12 : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.....	40
Tableau 13 : Indice de tendance pour la région de Béjaïa (1998-2021).....	42
Tableau 14 : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région de Béjaïa (1998-2021).....	43
Tableau 15 : Les cumuls thermiques moyens annuels et saisonniers des zones.....	44



INTRODUCTION



Introduction

L'être humain essaie toujours de s'intégrer à son environnement, Comme les autres créatures. Dans le passé, l'étude du climat se limitait à l'étude de l'état de l'atmosphère terrestre, ainsi qu'à l'établissement et à la classification statistique. Peu à peu, elle a commencé à étudier les séquences caractéristiques du temps et l'évolution des paramètres typiques. La diversité des climats à travers le monde dicte une riche variété de solutions ; stratégies et concepts ; représentant un large éventail de domaines de recherche et d'investigation, notamment la recherche sur la conception bioclimatique (Aliouche et Oubadi, 2015).

Le changement climatique est devenu l'un des sujets d'actualité. On lit souvent dans la presse les titres comme: "Le climat change-t-il" ? "La terre se réchauffera-t-elle" ? Etc... (Khoualdia et al. 2014).

Les changements climatiques désignent de lentes variations des caractéristiques climatiques, en un endroit donné au cours du temps. Ces changements observés de nos jours constituent des défis auxquels l'humanité a et aura à faire face (Doukpolo, 2014). Par ailleurs, la variabilité climatique correspond à l'évolution du climat par rapport à une tendance générale ou à une période de référence (souvent trois décennies) (Daif, 2017).

Cependant, des variables afférentes aux pluies telles que les fréquences de jours de pluies et les durées des saisons pluvieuses, qui sont généralement très peu étudiées. Cela pourrait se justifier par la difficulté à acquérir des données de mesures quotidiennes, fiables et comportant peu de lacunes. Il s'agit d'une part de caractériser la manifestation climatique à partir de l'analyse de la température de l'air, l'humidité relative de l'air, la variation des indices pluviométriques, la fréquence des jours pluvieux et la durée des saisons pluvieuses (Kouassi et al. 2010).

Le réchauffement est beaucoup plus prononcé dans certaines régions, notamment en Afrique du Nord et en particulier au Maghreb, l'Algérie et la Tunisie. Les modèles climatiques montrent par ailleurs une nette tendance à une augmentation de température supérieure à 2°C avec une réduction continue du volume de précipitations sur une très grande partie du bassin durant la période 1951-2010 pouvant atteindre 40% (Farah, 2014).

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 (Kehila et Boudeghdegh, 2017).

Le climat, en région méditerranéenne, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objectifs essentiels de l'écologie méditerranéenne est de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat (Tir, 2009).

Par ailleurs l'étude de la fluctuation de la température et de son évolution est considérée comme une étape clé pour prédire les régions exposées au risque de réchauffement ou refroidissement et par conséquent aider les décideurs à la mise en place d'une stratégie d'adaptation régionale ou nationale pour la protection des essences forestières. Dans cette optique, la présente étude vise à analyser la variabilité interannuelle des températures minimales et maximales dans le Nord Est algérien, région qui renferme la quasi-totalité des forêts algériennes (Alatou et Laala, 2016).

Ainsi, la problématique de recherche menée dans le cadre de cette étude porte sur le régime thermique dans quelques stations de l'Est algérien ; il s'agit de deux régions à climat différent « Batna » et « Béjaia ».

L'objectif de cette recherche est principalement axé sur :

- ✓ Recherche et collecte des données climatiques (températures et précipitations) tels que des bulletins météorologiques quotidiens, mensuels et annuels ;
- ✓ Enfin les homogénéiser vu l'existence de plusieurs sources dans les différentes stations météorologiques étudiées.

Ces étapes sont fondamentales pour que le travail d'analyse de la situation climatologique présente et passée puisse se faire. Cette recherche est principalement axée sur la période 1998-2021 soit 24 ans.

Le document est structuré en trois chapitres :

- ✓ Chapitre I : Une synthèse bibliographique, afin d'éclaircir certaines notions sur le climat et le changement climatique.
- ✓ Chapitre II : Une présentation de la zone d'étude ainsi que la méthodologie poursuivie pour la réalisation de cette étude.
- ✓ Chapitre III : Présentation des résultats obtenus et leur discussion ;

Enfin, une conclusion qui clôturera le manuscrit présentant les aspects les plus marquants de cette étude ainsi que des perspectives à suivre et à développer dans les prochaines études liées au régime et à la variabilité thermique en Algérie.



SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



I. Généralités sur le climat

I.1. Notion de climat

Le climat est dérivé du mot grec (klima), qui signifie « inclinaison ». Cela démontre l'importance du soleil et de l'énergie reçue par notre planète. Cette énergie solaire provoque la circulation atmosphérique partout dans le monde (www.climat.be).

En plus de ce qui précède, le climat est connu comme l'intégration à long terme des caractéristiques météorologiques d'une certaine région. Le type de climat joue un rôle important dans l'ajustement des caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interaction entre le climat, la composition des communautés, notamment celles qui sont propres à un écosystème donné, et le caractère des sols, qui donne naissance au triangle trophique « climat, sol et végétation » (Ramade, 2002).

I.2. Les éléments du climat

I.2.1. 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.2.1.1. La température minimale

Caractéristique des activités nocturnes en général, elle est particulièrement importante en été, quand on sait qu'un sommeil physiologique réparateur nécessite une baisse suffisante des températures pendant la nuit (Ademe, 2009).

I.2.1.2. 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.2.1.3. 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.2.2. 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/m²). 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, 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.3. Le climat en Algérie

L'Algérie a un climat extra tropical méditerranéen tempéré dû à l'effet combiné de la mer, du relief et de l'altitude. Il se distingue par une longue période de sécheresse saisonnière allant de 3 à 4 mois le long de la côte, 5 à 6 mois dans les hautes plaines, et supérieure à 6 mois au l'atlas saharien (Tabet, 2008).

Comme dit précédemment, le climat du Nord algérien est de type méditerranéen ; ce climat peut être observé en Europe occidentale, où les phénomènes météorologiques ont leurs

origines à l'extérieur (à des milliers de kilomètres), et en Californie, où le climat est causé par des facteurs liés à l'environnement local. A l'est de l'Algérie, comme en Californie, et contrairement à l'Europe occidentale, le climat est régi par la structure des flux en hauteur ; cependant, contrairement à la Californie, la structure des courants résulte de mécanismes à longue distance, soit sur l'Atlantique, soit en Méditerranée (Farah, 2014).

I.4. Le Changement climatique

Le changement climatique est défini comme une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité qui dure pendant de longues périodes (généralement, des décennies ou plus). Le changement climatique peut être causé par des processus naturels, des forces externes ou par des changements anthropiques à long terme dans la composition de l'atmosphère ou l'impact sur la surface de la terre (ONERC, 2007).

I.5. Changement climatique en Algérie

En Algérie, la croissance continue de la population, la pollution atmosphérique, le manque d'infrastructures et la faiblesse des services publics entraîne une forte dégradation de l'environnement (Fekairi, 2011).

À l'avenir, la croissance démographique et le changement climatique aggraveront la pression qui pèse sur les écosystèmes. La population n'est pas assez sensibilisée à cette évolution et l'on ne tire pas encore assez parti du potentiel offert par les technologies novatrices (Fekairi, 2011).

Le climat a varié au cours du 20^{ème} siècle et le signal du changement climatique apparaît dans les ruptures des séries pluviométriques. Les scénarios climatiques pour le siècle actuel indiquent un risque de réduction des pluies pouvant atteindre 20% (Mate, 2001 ; Giorgi et Lionello, 2008). Malgré les incertitudes qui subsistent, ces projections risquent d'affecter des secteurs stratégiques, tel que l'agriculture. Le risque climatique s'ajoute à d'autres facteurs de vulnérabilité liés au mode de développement économique et social dans un environnement naturel fragile et parfois à la limite d'une dégradation avancée (Elmeddahi, 2016).

Le changement climatique est une source majeure de préoccupation en Algérie, un pays 13% seulement de la superficie a un climat méditerranéen, le reste étant dominé par un climat semi-aride à désertique. La variabilité climatique suit l'accroissement de la longitude et la

diminution de la latitude mais l'altitude atténue cet accroissement. En effet, en raison de sa situation géographique, l'Algérie est vulnérable aux effets négatifs du changement climatique et aux émissions de gaz à effet de serre, notamment les inondations, la sécheresse et les températures élevées (Benyettou et Bouklikha, 2017).

A cause de ces effets négatifs, un examen de l'évolution des températures du début des années 1930 au début des années 2000 a révélé une hausse de la température moyenne à travers le pays pendant les saisons d'hiver et d'automne, ainsi qu'une augmentation significative des températures minimales et maximales à travers le pays. Les températures maximales mensuelles moyennes ont augmenté d'environ 2°C au cours des 20 dernières années (Chabane, 2002). En termes de précipitations, une étude menée au cours de la même période a révélé qu'il y a moins de précipitations dans le nord en automne et en hiver, et moins de précipitations dans l'est du pays au printemps.

L'Algérie a connu, au cours de ces vingt dernières années, une sécheresse intense et persistante. Cette sécheresse, caractérisée par un important déficit pluviométrique, a touché l'ensemble de l'Algérie et plus particulièrement sa partie nord-occidentale. Des sécheresses analogues, aussi bien en amplitude qu'en intensité, ont déjà été observées au début du 20^{ème} siècle, entre 1910 et 1940 (Medejerab et Henia, 2011). Tandis que les études de l'ONM sur l'évolution des températures, ont montré qu'elles sont en hausse depuis 1990, début des émissions par effet de serre.

Concernant la pluviométrie en Algérie, une étude a constaté une baisse de 12% de 1990 à 2005 par rapport à 1961-1990, entraînant une sécheresse généralisée au moment où d'autres régions connaissent des inondations, telles Bab El Oued en 2001 et El Taref en 2012 (Kehila et Boudeghdegh, 2017).

Les niveaux de pollution atmosphérique atteints en Algérie ne sont pas connus en raison de l'absence quasi-totale de mesures directes de la concentration des polluants. L'essentiel des activités est concentré dans le Nord du pays où sont implantés les grands centres urbains et les industries importantes. Cependant, au Sahara, il existe des sources de pollution au niveau des installations de production pétrolière et gazière (Inventaire national des GES).

1.5.1. Les GES en Algérie

Par ses activités anthropiques, l'Algérie a émis en 1994 (Tahar Chaouche, 2019) :

- en **CO₂** : 75870,09 Gg en émissions brutes et 71538,63 Gg en émissions nettes (la séquestration du CO₂ par les forêts est de l'ordre de 4331,46 Gg.) ;
- en **CH₄** : 913,97 Gg ;
- en **N₂O** : 31,39 Gg.

Si l'on tient compte du Potentiel de Réchauffement Global (PRG) à l'horizon de 100 ans de chaque gaz (1 pour le CO₂, 21 pour le CH₄ et 310 pour le N₂O), 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/hab dont 2,84 t de CO₂/hab. L'absorption est de 0,16 t de CO₂/hab (Mate, 2001).

En tenant compte des PRG des trois principaux gaz à effet de serre, 72,40% des émissions totales proviennent du CO₂, ce qui s'explique par l'ampleur de l'activité énergétique de l'Algérie, 18,31% proviennent du CH₄ et 9,29 % du N₂O (Mate, 2001).

L'étude de la contribution de chaque secteur aux émissions totales des gaz à effet de serre montre que le secteur des activités énergétiques est le plus important secteur émetteur. Il est responsable de 78,09% des émissions brutes de CO₂ (83,82% des émissions nettes), de 56,41% des émissions de CH₄, de 96,57% des émissions de NO_x et 81,56% des émissions de CO, de 66,50% des émissions de COVNM, de 80,02% des émissions de SO₂ et de moins de 1% de N₂O. Le secteur de l'Agriculture se distingue par une grande contribution aux émissions de N₂O (87,45%). En équivalent CO₂, le secteur de l'énergie représente 66,96% des émissions totales de gaz à effet de serre (inventaire national des GES).

Les concentrations d'oxydes d'azote (NO_x), du monoxyde de carbone (CO) et des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) sont importantes dans les régions d'Alger, de Skikda, d'Annaba, d'Oran et Jijel en raison de l'importance du trafic routier, du tissu industriel et de l'implantation de centrales électriques de grande capacité. La pollution par les particules en suspension (PM) affecte essentiellement les sites de production de ciment, de la sidérurgie et de la métallurgie comme Alger, Batna, Sétif, Chlef, Tébessa, Mascara et Ain Témouchent. Le

dioxyde de soufre (SO₂) concerne principalement les unités de production d'engrais d'Asmidal à Arzew et Annaba et l'unité d'électrolyse de zinc à Tlemcen (Inventaire national des GES).

La comparaison des émissions de CO₂ par personne en Afrique du Nord en 1997 (figure 1) montre que l'Algérie détient la deuxième place et se positionne derrière la Libye (Tahar Chaouche, 2019).

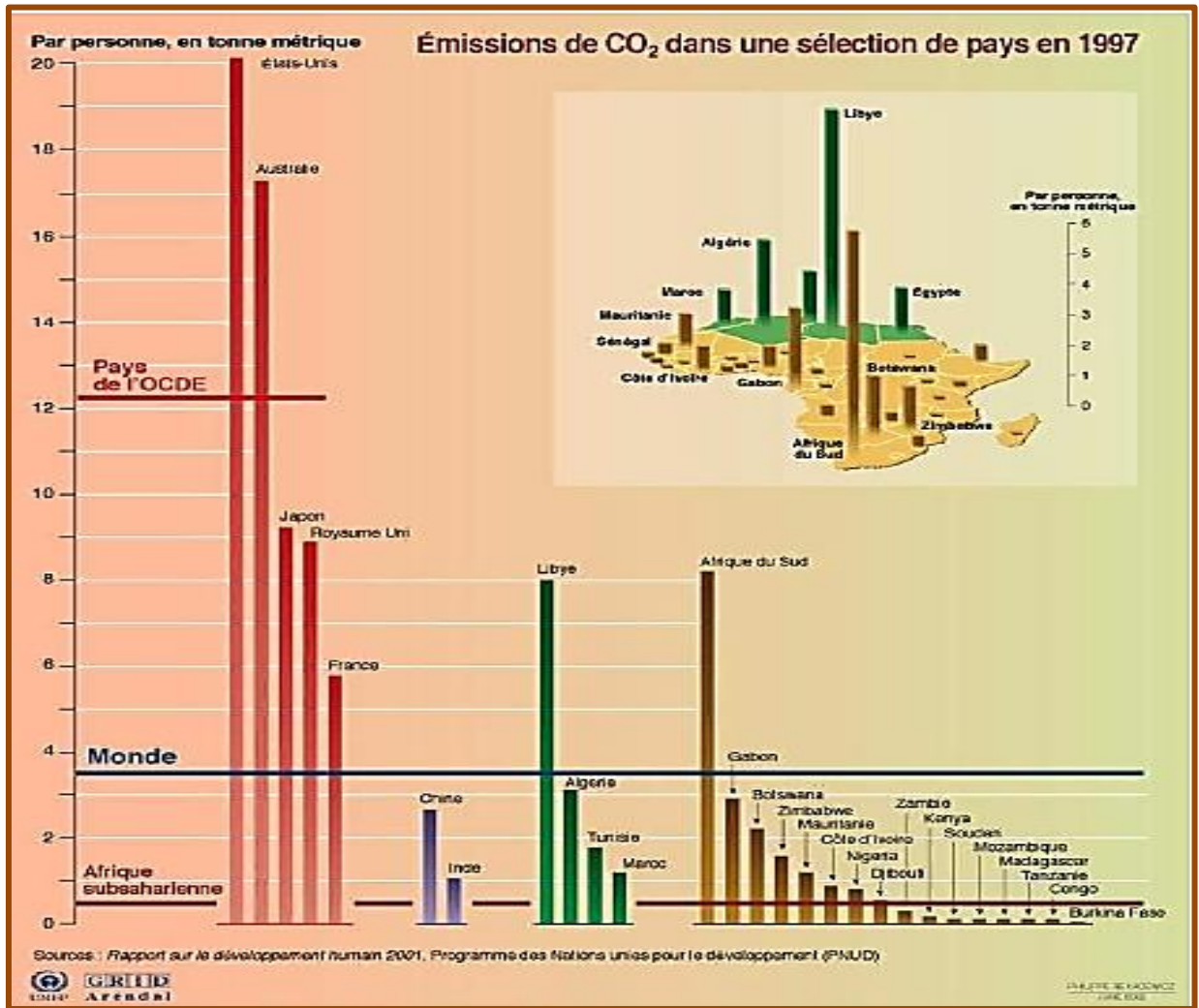


Figure 01 : Émissions africaines: les principales sources africaines de gaz à effet de serre; le taux d'émissions par personne; comparaison avec les émissions d'autres pays (Http://www.grida.no/publications)

I.5.2. Projections climatiques sur l'Algérie

À partir de 1990 à 2020, la température moyenne augmenta de 0,8°C à 1,11°C, mais les précipitations moyennes chutèrent de 10 %. Ainsi que l'élévation du niveau de la mer fut comprise entre 5 et 10 cm. L'augmentation de l'évaporation causée par la hausse des

températures s'ajoute à la diminution des précipitations, réduisant encore plus la quantité d'eau mobilisable au niveau des barrages et des nappes souterraines (Farah, 2014).

Les prévisions pour 2020 et 2050 indiquent que les saisons seront perturbées et que les températures continueront d'augmenter. 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 (Centre international d'agriculture tropicale, 2010), et d'après ce qui précède, il nous semble que l'Afrique du Nord subira de plein fouet les effets négatifs du changement climatique et d'ici 2050, 80 % des cultures auront perdu leur productivité (Farah, 2014).

Tableau 01 : Projections climatiques saisonnières des températures et des pluies sur l'Algérie à l'horizon 2020 et 2050 pour le modèle UKHI et 2020 pour le modèles ECHAM3TR du GIEC (Elmeddahi, 2016).

Modèle		Paramètre	Automne	Hiver	Printemps	Été
Modèle UKHI	2020	Température (°C)	0.8 - 1.1	0.65 - 0.8	0.85 - 0.95	0.85- 1.05
		Pluie (%)	-6 à -8	-10	-5 à -9	-8 à -13
	2050	Température (°C)	1.2 – 2.2	0.95 – 1.6	1.25 -1.9	1.25 – 2.1
		Pluie (%)	-10 à -15	-16	-10 à -20	-15 à -22
Modèle ECHAM3TR		Température (°C)	0.8 - 1.3	0.9 - 1	0.95 - 1.1	0.95- 1.45
		Pluie (%)	Pas de changement	-5	-7 à -10	-5

I.5. 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).



MATERIELS ET METHODES



II.1. Présentation de la zone d'étude

L'objectif de la présente étude est de déterminer le régime thermique mensuel, saisonnier et annuel de deux régions algériennes. Pour cela, deux différentes zones ont été choisies pour mettre en œuvre cette problématique. L'une située à l'Est algérien dans les Aurès, il s'agit de la wilaya de « Batna », et l'autre au nord-est de l'Algérie dans la région de la Kabylie, il s'agit de la wilaya de Béjaïa (figure 2).

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

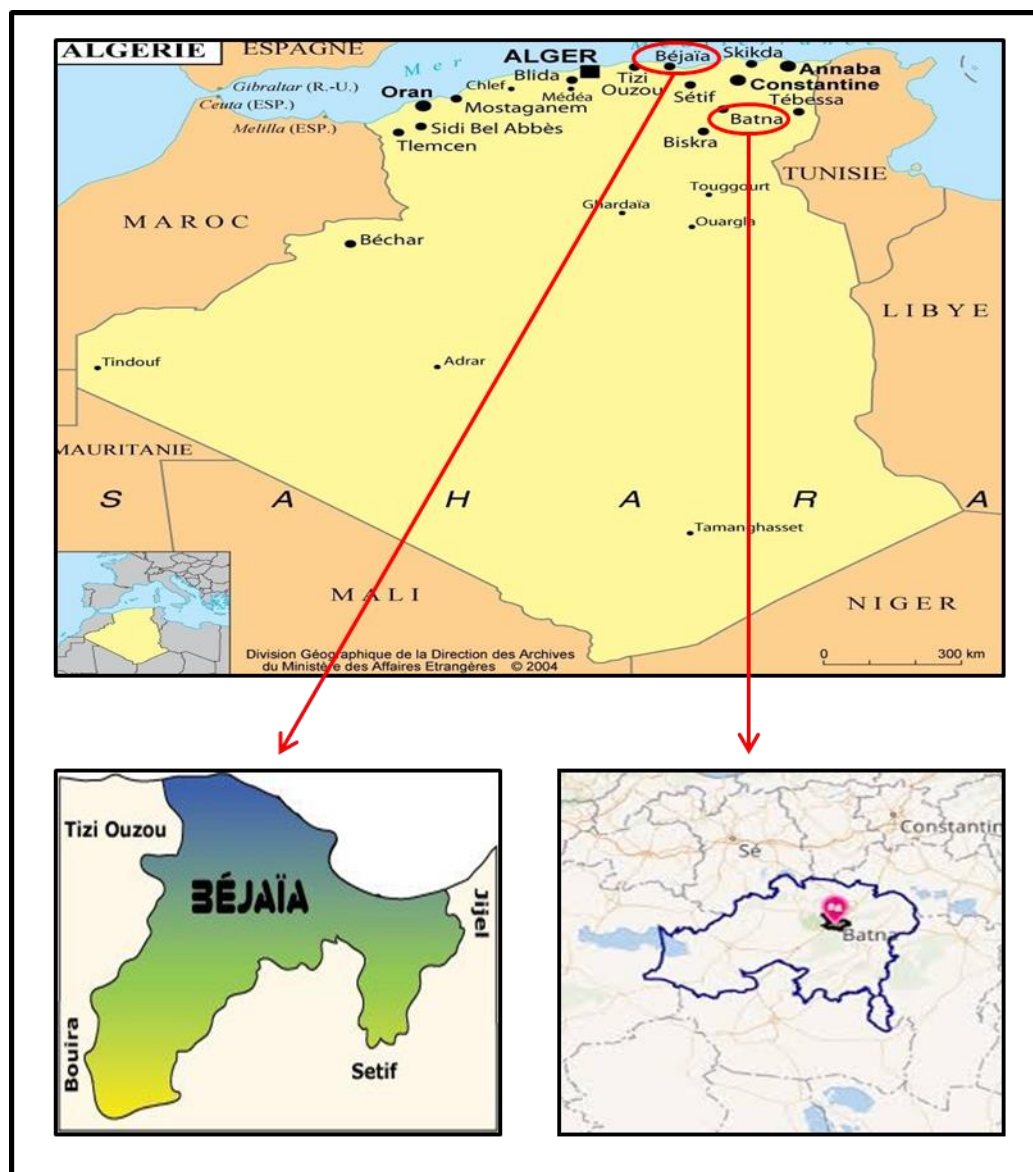


Figure 02. Situation géographique des zones d'études (Batna et Béjaïa).

II.1.1. Présentation de la wilaya de Batna

II.1.1.1. Localisation géographique

La wilaya de Batna, capitale des Aurès, est située dans l'Est algérien, à 430 kilomètres de la ville d'Alger. Géographiquement, la wilaya de Batna est située dans la région orientale du pays, entre 4° et 7° de longitude et 35° et 36° de latitude nord. Elle a une superficie totale de 12.038.76 km² (Mokhtari, 2018). Le territoire de la wilaya de Batna est presque entièrement à l'intérieur de l'aire physique formée par la confluence de deux Atlas tellien et saharien (Abdessemed, 2009) ; c'est la caractéristique physique majeure de la wilaya qui détermine les caractéristiques du climat et des conditions de vie humaine.

Les limites administratives de Batna sont les suivantes (figure 3) :

- ❖ au Nord par la wilaya de Mila,
- ❖ au Nord- Est par la wilaya d'Oum El Bouaghi,
- ❖ à l'Est par la wilaya de Khenchela,
- ❖ au Sud par la wilaya de Biskra,
- ❖ à l'Ouest par la wilaya de M'sila
- ❖ au Nord-Ouest par la wilaya de Sétif.

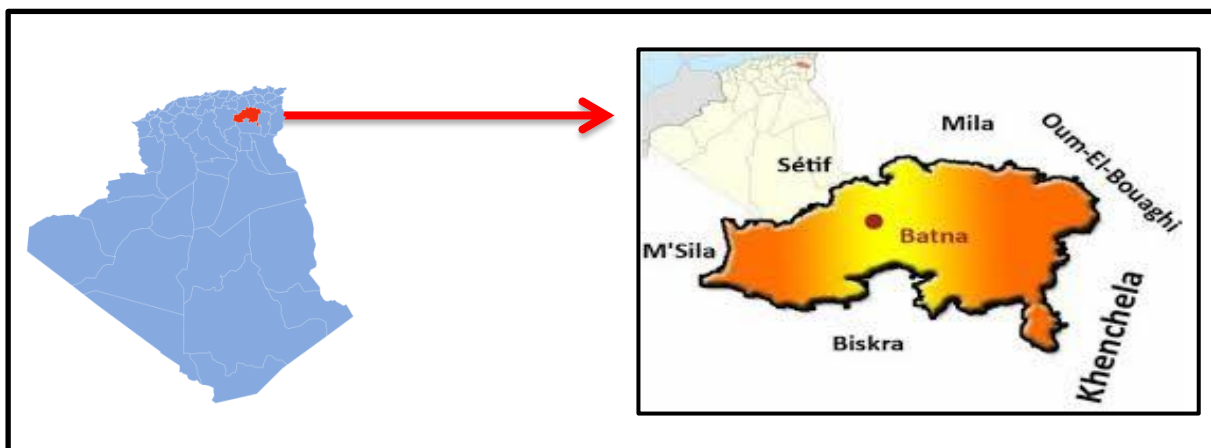


Figure 03. Situation géographique de la région de batna (Source : Agri info).

II.1.1.2. Description écologique de la zone d'étude

II.1.1.2.1. Le relief

Le relief est caractérisé par la confluence de deux montagnes de l'Atlas (Tellien et Saharien) et est principalement montagneux, avec des contrastes topographiques importants, notamment des hauts sommets et des fonds de vallées abaissés.

L'intersection des deux Atlas est définie par trois grandes zones assez homogènes, qui sont les suivantes (Guettala, 2010) :

- Les hautes plaines Telliennes Nord
- Les reliefs montagneux « jonction des deux Atlas »
- le DJ Metlili et les Monts du Zab
- Les hautes plaines steppiques.

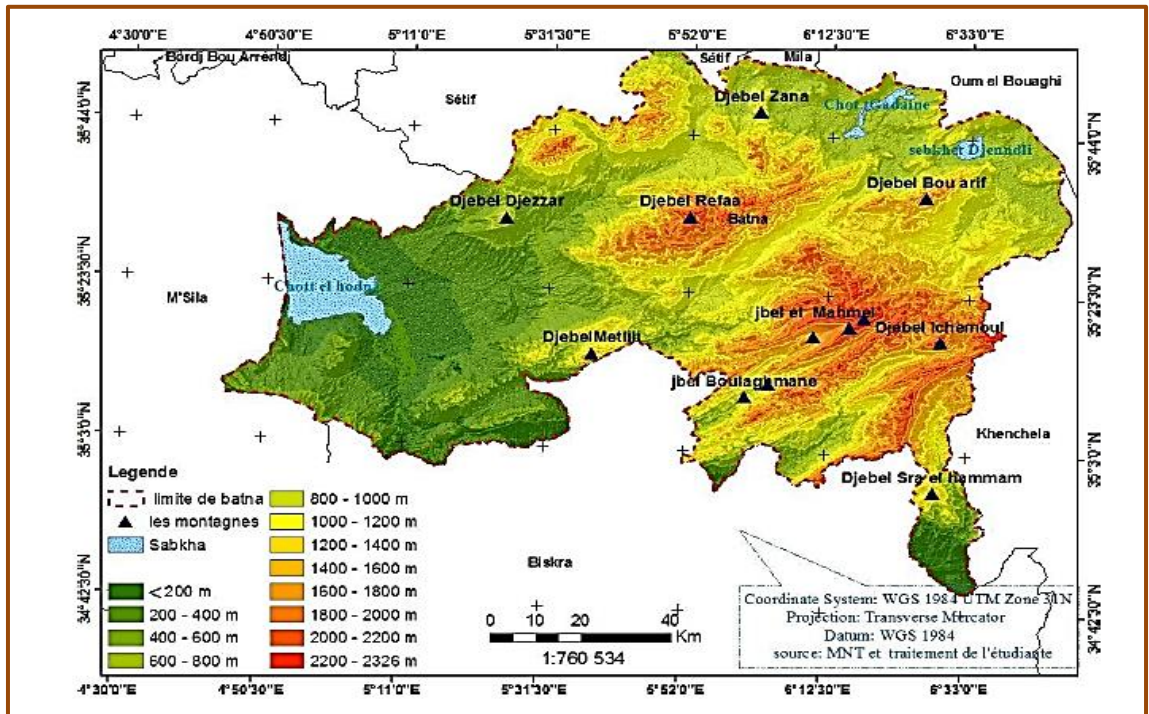


Figure 04 : Carte hypsométrique de la wilaya de Batna (Baziz, 2017).

II.1.1.2.2. Hydrographie, géologie et géomorphologie de la zone

A. Hydrographie

Selon l'ANRH12 (Agence Nationale des Ressources Hydriques), toute la wilaya de Batna est divisée en trois grands bassins versants :

- **Le Bassin du Constantinois** situé au Nord et Nord-est et qu'est caractérisé par la présence d'une série de Sebkhass, Garâats et Chotts qui marquent toute une série de cuvettes au passage vers les hauts plateaux Constantinois.
- **Le Bassin versant du Hodna** situé à l'Ouest et caractérisé par la présence du Chott El Hodna, point d'arrivée de certains Oueds qui se dirigent vers le Sud-ouest, en particulier l'Oued de Barika et celui de Bitam.

- Le Bassin des Aurès-Nememcha qui occupe la partie Sud et Sud-est de la wilaya et dont les cours d'eau ont leur exutoire dans le Chott Melhrir en dehors des limites de la wilaya.

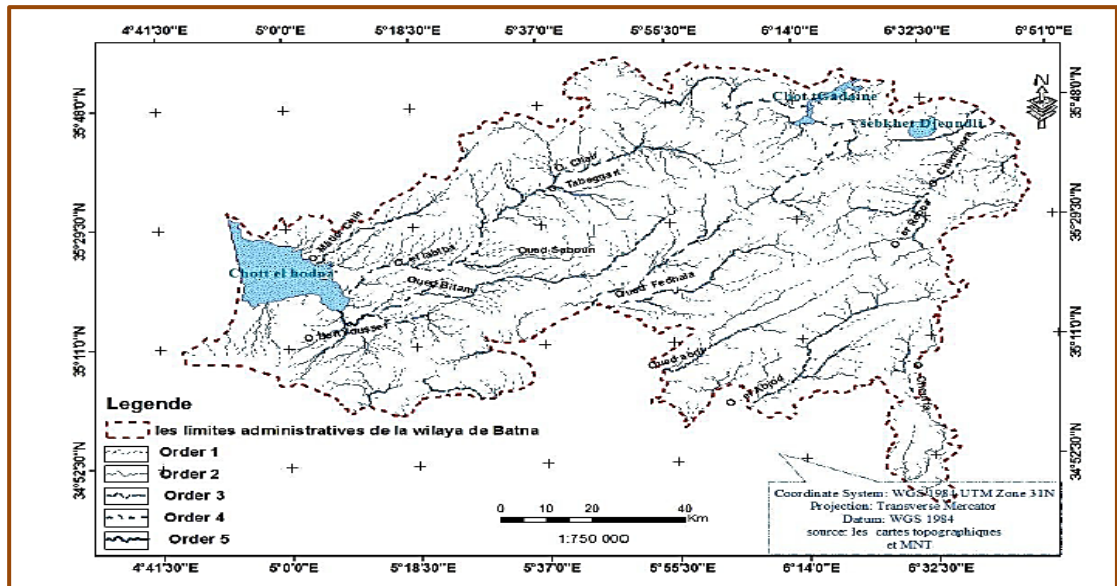


Figure 05 : Carte Hydrographique dans la wilaya de Batna (Baziz, 2017).

B. Géologie

La géologie est avant tout la genèse de la nature lithologique et des formes géomorphologiques. Elle nous permet ainsi d'appréhender les multiples types de sols sur lesquels pousse la végétation. Dans le cas de la zone de Batna, l'intérêt porte sur la géologie régionale et locale, qui est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 02 : Géologie de la région de Batna (Belkhiri, 2006).

Géologie régionale	La chaîne alpine d'Algérie orientale est constituée par la superposition de plusieurs types de séries définissables en général du Trias au Miocène. Les grands ensembles structuraux se subdivisent en trois grandes familles qu'on peut distinguer du Nord vers le Sud et qui sont d'origine interne, médiane et externe.	
Géologie locale	Litho stratigraphie	D'après l'inventaire stratigraphique dressé par plusieurs géologues et en particulier par Laffite (1939) in Belkhiri (2006), les terrains les plus anciens sont attribués au trias et les plus récents au Quaternaire.
	Tectonique locale	La région de Batna a été le siège d'une tectonique assez complexe surtout dans la partie septentrionale de la région. La tectonique prédominante est la tectonique Atlasique ayant abouti à des structures anticlinaux de même que les grandes fractures présentant de direction SW - NE. La présence des séries compétentes, constituées par des calcaires et dolomies qui présentent des formations résistantes, amène l'existence d'une tectonique cassante indiquée par des « horstes » et zones d'effondrement (Lambiridi - AinTouta). La présence des séries incompetentes ; à dominante « Marneuse » et argileuse donnant des bombements anticlinaux et des plis à faible rayon de courbure. Le secteur étudié est limité du point de vue structural, de base, par l'ensemble allochtone Sud - Sétifien au Nord, et au sommet par l'ensemble para autochtone et autochtone au Sud.

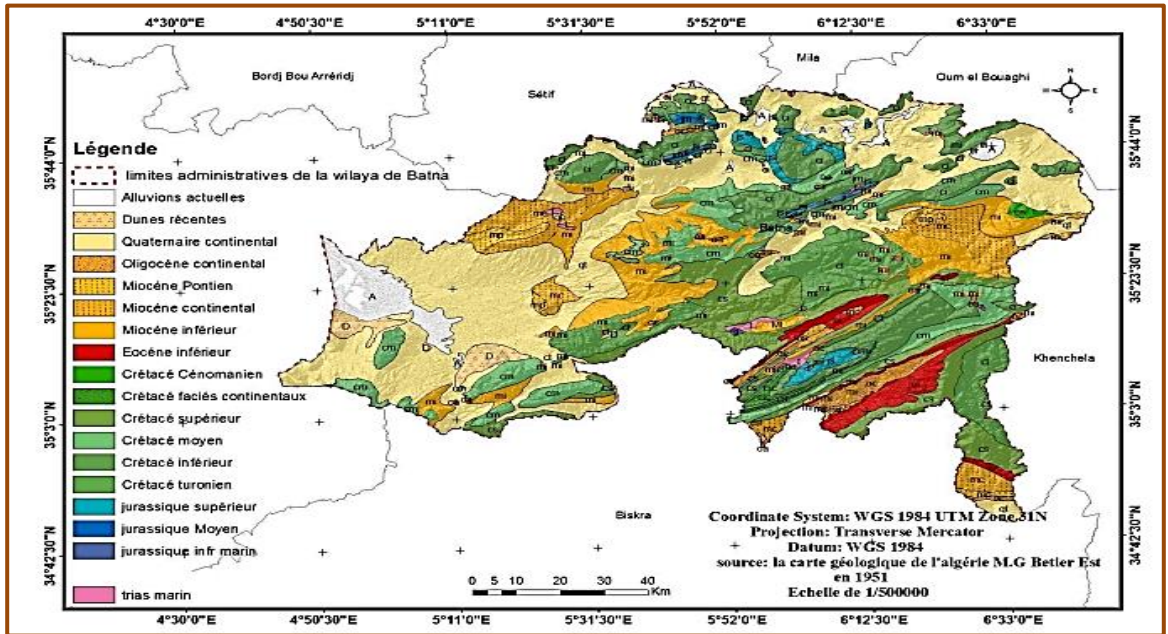


Figure 06 : Carte géologique de la wilaya de Batna (Baziz, 2017)

D. Géomorphologie

La région de Batna est principalement composée de hauts plateaux de la chaîne des Aurès et d'un morceau de la cuvette du Hodna. La forme générale est montagneuse et traverse les régions orientales ou occidentales de la région. Considérez la présence d'une zone de plateau au nord, ainsi que la présence de chaînes de montagnes (Hannachi, 2010).

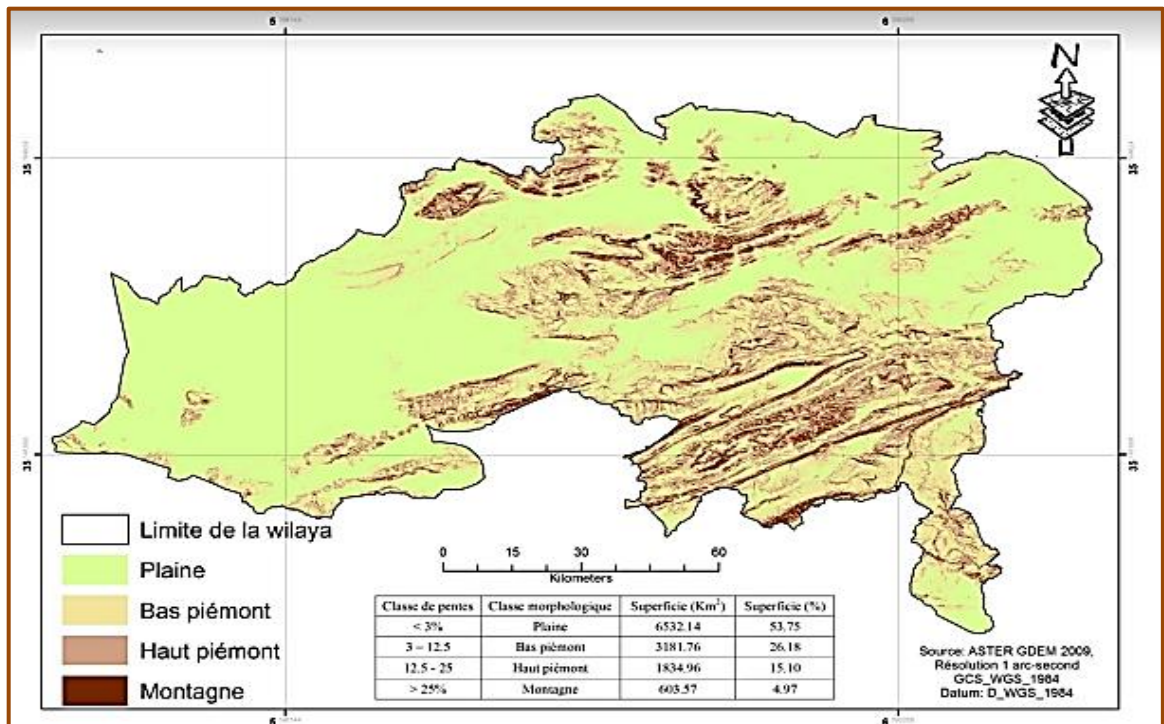


Figure 07 : Carte topo-morphologique de la wilaya de Batna.

II.1.1.3. Généralité sur le climat de Batna

Sur le plan climatique, Batna se distingue par un régime bioclimatique semi-aride. L'analyse climatique révèle trois zones distinctes de pluviosité en fonction de la variance qui caractérise son relief. La première est la zone humide, qui reçoit des précipitations allant de 900 à 1200 mm/an et correspond aux montagnes et sommets supérieurs à 1800 mètres. La zone à précipitations moyennes reçoit des précipitations comprises entre 400 et 800 mm/an et correspond au versant nord du massif. Le secteur sec reçoit des précipitations allant de 200 à 400 mm/an, est réparti à l'ouest et au sud du massif et englobe l'intégralité de la forêt de Beni Imloul (Bouha, 2012).

En été, les températures peuvent atteindre 45°C à l'ombre, tandis qu'en hiver, les températures peuvent descendre en dessous de zéro la nuit, avec des gelées fréquentes (Bouha, 2012).

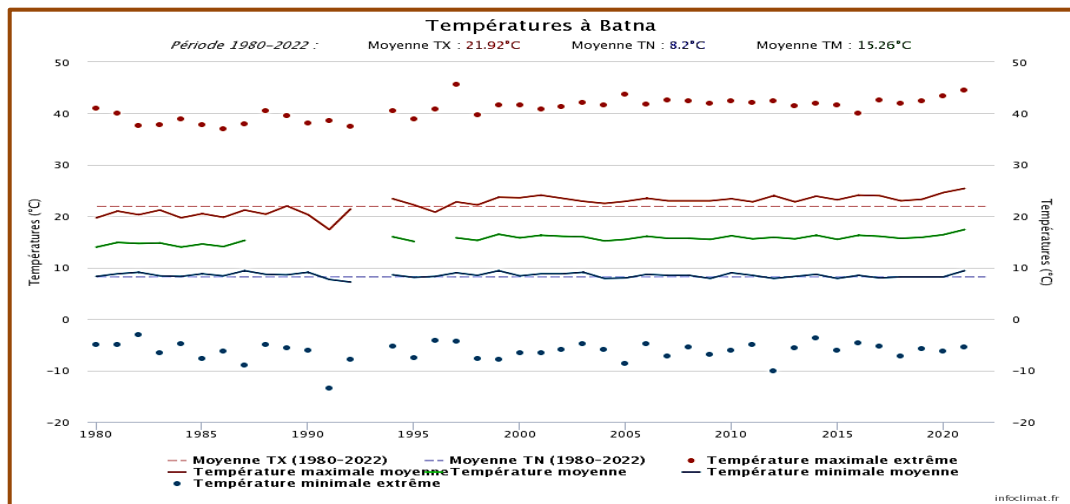


Figure 08 : Courbe des températures à Batna pour la période 1991-2020.

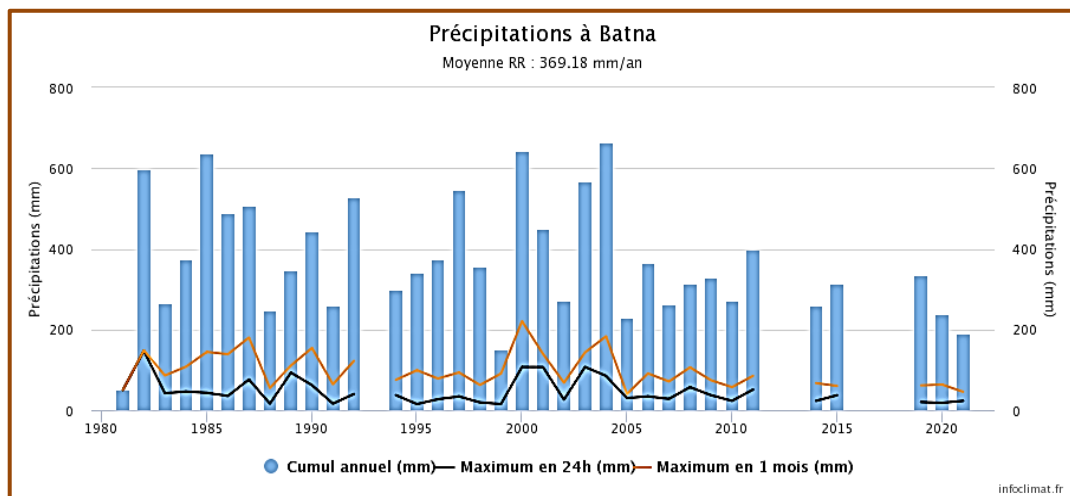


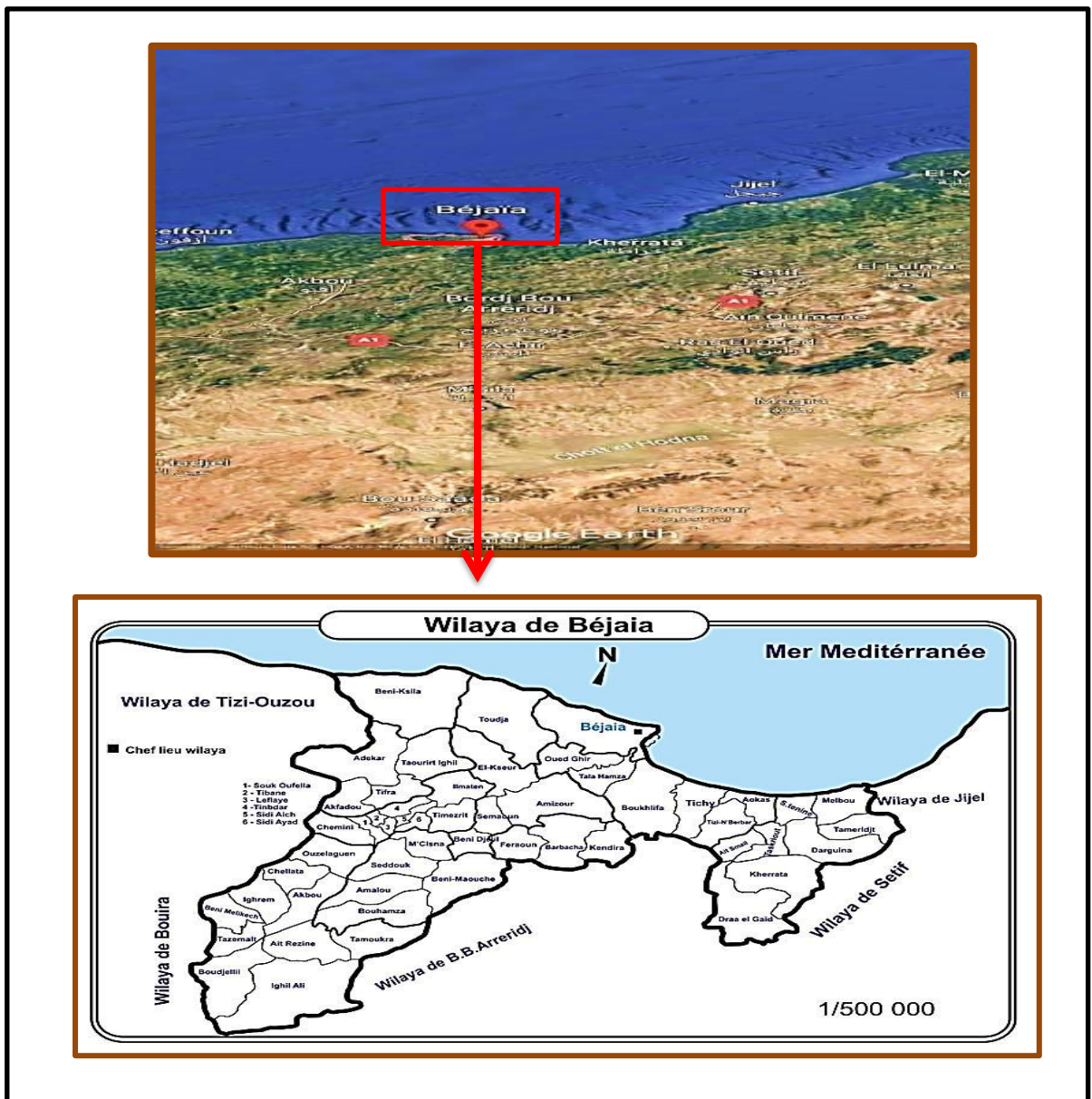
Figure 09 : Histogramme des précipitations à Batna pour la période 1991-2020.

II.2. Présentation de la wilaya du Béjaïa

II.2.1. Situation géographique

Béjaïa est une wilaya côtière en Algérie qui est l'une des plus grandes régions littorales du pays. Elle est limitée au :

- Nord par la mer méditerranéenne.
- Sud par les wilayas de Bordj-Bou Arreridj et de Sétif.
- A l'Est par la wilaya de Jijel.
- A l'Ouest par les wilayas de Bouira et de Tizi-Ouzou.



II.2.2. Situation administrative

D'une superficie de 3 223,5 Km², la wilaya de Bejaïa compte une population de 912 577 habitants (Estimation 2008) soit 279 Hab/Km² répartis dans 19 daïras et 52 communes.

II.2.3. Le relief

Le relief de la région de Béjaïa est mis en évidence par une concentration de montagnes avec des pentes dépassant 25% et des hauteurs comprises entre le niveau de la mer et 1000 m, avec 50% des pentes ne dépassant pas 600 m. Elle est enserrée entre deux versants plus ou moins escarpés, au pied desquelles la plaine paraît délimitée d'un côté et de l'autre de sa longueur par les deux routes. Bejaïa, Amizour (Azegagh et Ghilas, 2006).

On peut distinguer trois ensembles de reliefs :

- **Le complexe montagneux** : s'étend sur 75% de l'ensemble du territoire de la wilaya de Bejaia. Il est formé des chaînes Babor et Djurjura.
- **L'ensemble des piémonts**: une morphologie ondulée constitue d'une succession de collines. Cela semble moins hasardeux et constitue une situation intermédiaire entre la plaine et la montagne.
- **L'ensemble des plaines** : contenant des plaines de la vallée de la Soummam, qui se présentent comme un tronçon sinueuses de 80 kilomètres de long sur une largeur maximale de 4 kilomètres, et des plaines côtières qui isolent la mer de la montagne Babor. Elles se présentent comme une bande étroite qui s'étende de l'embouchure d'oued Soummam à celui d'oued Agrion soit une trentaine de kilomètres (Dahmana, 2003).

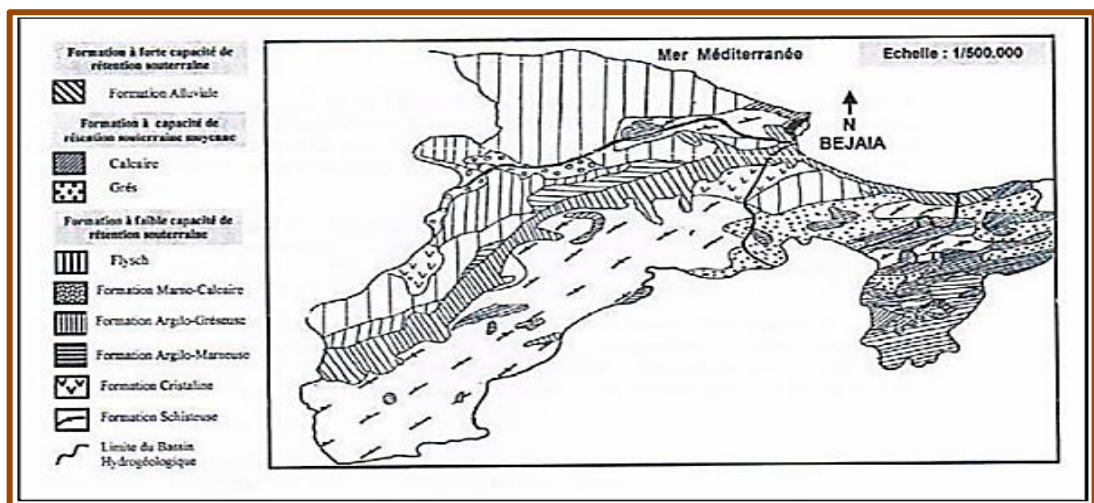


Figure 11 : Carte géologique de la région de Béjaïa (Messafri, 2018).

II.2.4. Réseau hydrographique

Section du sous bassin versant de Boussellam, l'un des quelques dizaines sous-bassins qui composent le bassin versant de la Soummam (Abid et Youcef, 2016).

En raison de sa forme irrégulière et de son orographie distincte, le bassin est drainé par un réseau complexe de ruisseaux et d'oueds temporaires, dont le plus notable est l'oued Soummam, un ruisseau permanent qui serpente la plaine et se jette directement dans le golf de Bejaia. (Azegagh et Ghilas, 2006).

II.2.5. Généralité sur le climat de la région d'étude

Le climat à Bejaia fluctue et oscille d'une région à l'autre. La zone côtière et la vallée de la Soummam bénéficient notamment d'un climat doux et pluvieux en hiver, et d'un climat sec et chaud en été, propice au développement du tourisme balnéaire. Le climat dans les régions montagneuses est dominé par un été sec et chaud et un hiver froid et pluvieux, La température diminue parfois jusqu'à 0 degré Celsius ou moins, associée aux chutes de neige (Mokhtari et Zouagui, 2017).

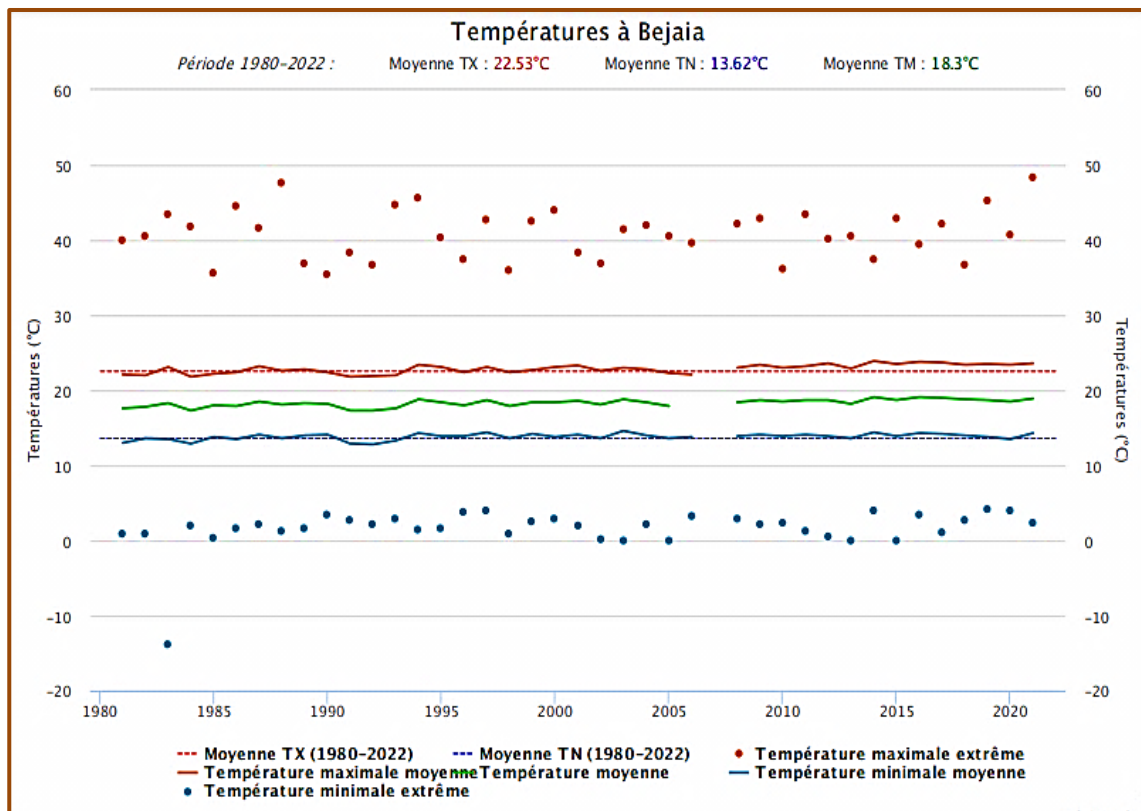


Figure 12 : Courbe des températures à Bejaia pour la période 1991-2020.

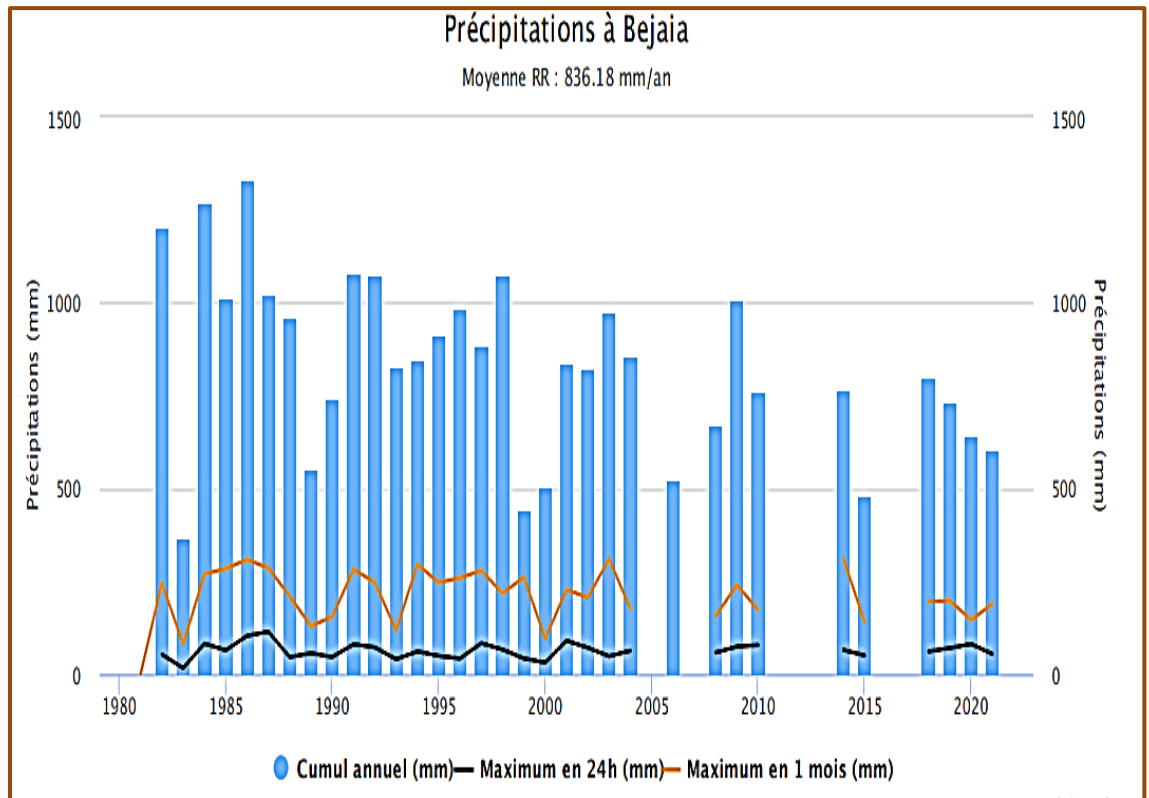


Figure 13: Histogramme des précipitations à Bejaia pour la période 1991-2020.

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 Batna et Béjaia, nous avons analysé les données climatiques de la période 1998 – 2021 ; il s'agit de :

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

Les données climatiques sont obtenues à partir du site espagnol de stockage des données climatiques (en.tutiempo.net) et une association de passionnés de météo (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 2021 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.
- Calcule du cumul (la somme Σ) thermique (en °C) mensuel, saisonnier et annuel.
- Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est calculé pour la période 1998 – 2021. 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° (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 la tendance thermique saisonnière et annuelle pour la période 1998-2021.
- Calcul de l'indice de tendance mensuel, saisonnier et annuel à partir du rapport de la valeur thermique correspondante (chaque année) / moyenne thermique correspondante.



RESULTATS ET DISCUSSION



III.1. Résultats et discussion de la zone de Batna

III.1.1. Quotient pluviométrique d'Emberger

Louis Emberger (1932) propose le calcul d'un Quotient, qui est une mesure empirique de l'efficacité de la pluie. Le quotient pluviométrique ou indice climatique d'Emberger est utilisé pour définir les cinq différents types de climats méditerranéens, des plus secs aux plus hauts de montagne. L'évaporation étant très rarement mesurée, elle est évaluée à l'aide de l'amplitude extrême (M-m).

En Algérie, STEWART (1969) a développé la reformulation suivante du quotient pluviométrique (EMBERGER 1952) : Ceux-ci peuvent être liés à une constante K, dont la valeur pour l'Algérie et le Maroc est égal à 3,43, donnant lieu à la nouvelle formule :

$$Q2 = 3.43 \times \frac{P}{M-m}$$

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.

En ce qui concerne la région de Batna, le régime pluviométrique d'Emberger est compris entre 14,95 et 55,72 avec une moyenne de 28.90 pour une période allant de 1998 à 2021 et montre une variation de 35% (Tab 03). En conséquence, la région de Batna est classée comme zone bioclimatique **semi-aride frais à froid** (figure 14).

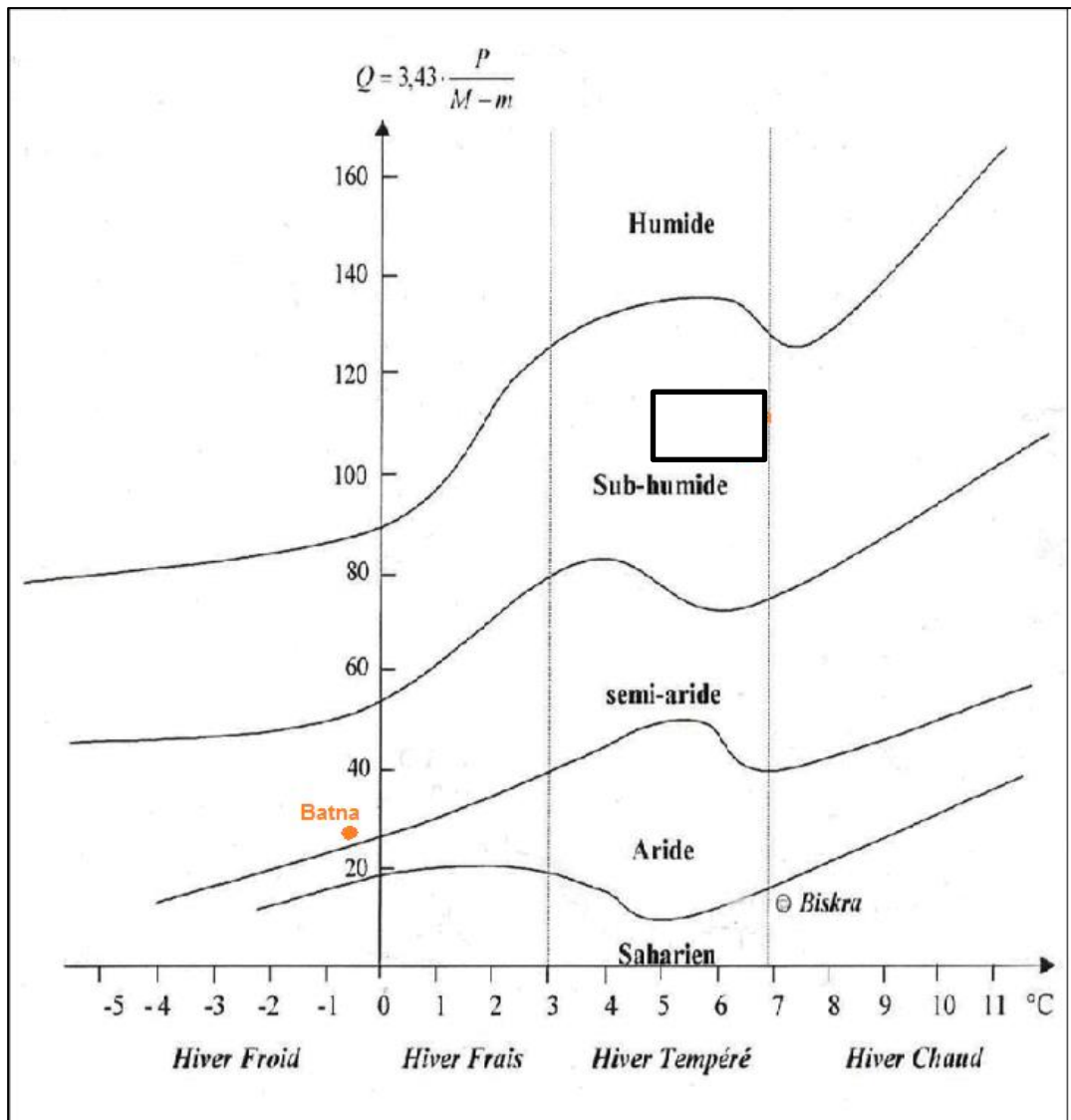


Figure 14 : Localisation de la zone de Batna dans le Climatogramme d'Emberger.

Les résultats obtenus montrent que la variation interannuelle du Q2 sur la période 1998-2021 révèle que l'année 2012 est la plus humide, tandis que l'année 2003 est la plus sèche (Tab 03).

Chapitre III: Résultats et discussion

Tableau 03 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Batna pour la période 1998-2021.

Année	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2
1998	238,05	35,93	-0,35	22,51
1999	159,95	35,94	-0,47	15,07
2000	383,4	35,94	-2,44	34,26
2001	363,54	37,04	-1,05	32,74
2002	298	34,85	-1,8	27,89
2003	608,83	38,03	0,55	55,72
2004	573,61	36,75	-0,26	53,16
2005	256,88	37,59	-2,35	22,06
2006	358,9	35,65	-0,01	34,52
2007	254,49	36,26	-0,42	23,80
2008	322,09	37,14	-0,13	29,64
2009	337,05	38,46	0,38	30,36
2010	272,32	36,21	0,78	26,36
2011	375,65	35,95	0,29	36,13
2012	176,8	37,96	-2,6	14,95
2013	361,67	35,54	-0,4	34,52
2014	267,03	36,76	1,3	25,83
2015	327,69	36,37	-1,31	29,83
2016	212,04	35,8	1,19	21,01
2017	166,77	36,62	-0,57	15,38
2018	322,43	38,26	-0,7	28,39
2019	346,03	37,6	-1,13	30,65
2020	337,38	36,83	-0,87	30,70
2021	205,47	38,67	0,01	18,23
min	159,95	34,85	-2,6	14,95
moyenne	313,59	36,76	-0,52	28,90
l'écarte type	109,40	1,03	1,06	10,11
max	608,83	38,67	1,3	55,72
coefficient variation	0,35	0,03	-2,06	0,35
CV(%)	35%	3%	-206%	35%

III.1.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région de Batna pour la période 1998-2021

Pour la région de Batna (Tableau 4) pendant la période de 1998 à 2021, les cumuls thermiques mensuels, saisonniers et annuels ont été calculés en fonction des températures journalières.

Le régime thermique de la zone de **Batna est de type EAPH** (tab 04),

Chapitre III: Résultats et discussion

Tableau 04 : Régime thermique annuel et saisonnier de la station de Batna pour la période 1998-2021.

Année	Cumule thermique annuel(°C)	Cumule thermique saisonnier											Régime Saisonnier	
		H			P			E			A			
		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre		Novembre
1998	5901,6	216,1	161,3	201,3	249,9	424,2	514,2	732,3	958,7	866,6	743,6	499,6	334,0	EAPH
		578,6			1188,3			2557,6			1577,1			
1999	5924,8	193,6	239,4	139,7	281,4	415,6	675	760,7	801,1	843,1	700,0	576,6	298,7	EAPH
		572,7			1372,0			2404,9			1575,2			
2000	5769,5	199,3	95,2	200,5	342,2	451,9	640,9	692,8	854	819,6	656,4	476,9	339,8	EAPH
		495			1435			2366,4			1473,1			
2001	6097,9	243,5	216,2	176,3	462,9	395	573,8	730,5	864,1	837,6	658,3	625	314,7	EAPH
		636			1431,7			2432,2			1598			
2002	5865,1	172	158,5	228,4	360,6	456,8	601,2	757,6	836,2	776,7	635,3	531,2	350,6	EAPH
		558,9			1418,6			2370,5			1517,1			
2003	5978,4	239,3	183,2	166,2	320,9	423,5	578,85	757,3	913	852,5	630,7	580,5	332,4	EAPH
		588,7			1323,3			2522,8			1543,6			
2004	5331,2	180,6	170,4	240	323,8	356,7	443,8	602,8	761,4	854,3	603,9	543	250,5	EAPH
		591			1124,3			2218,5			1397,4			
2005	5583,7	199,2	82,8	102,7	298,6	379	627,9	724	881,1	799,9	643,8	523,2	321,5	EAPH
		384,7			1305,5			2405			1488,5			
2006	5875,8	183,6	134,7	177,7	346,2	477,9	624,5	751,8	830,1	807,5	619,5	579,7	342,6	EAPH
		496			1448,6			2389,4			1541,8			
2007	5784,8	211,1	207,2	239,5	277,8	408	559	762,4	844,7	837,65	636	515,6	285,8	EAPH
		657,8			1244,8			2444,8			1437,4			
2008	5780,3	168,8	197,5	229,4	305,9	439,3	599,1	681,5	880,3	831,3	664,9	501,5	280,8	EAPH
		595,7			1344,3			2393,1			1447,2			
2009	5565,9	173,1	192,1	169,6	293,8	329,2	547	709,2	905,1	827	621,8	475,2	322,8	EAPH
		534,8			1170			2441,3			1419,8			
2010	5958,5	291,9	231,7	259,9	357,1	435,9	499,1	689	840,9	845,7	647,8	512,6	346,9	EAPH
		783,5			1292,1			2375,6			1507,3			
2011	5710,2	229,1	204,8	158	305	445,2	524,1	653,1	852,8	837,2	692,2	476,9	331,9	EAPH
		591,9			1274,3			2343,1			1500,95			
2012	5868,7	204,7	147	94,3	307,3	392,9	583	796,2	888,7	877,3	650,9	560,7	365,7	EAPH
		446			1283,2			2562,2			1577,3			
2013	5687,1	195	194,8	154,7	364,3	438,4	536	646,6	831,9	766	654,8	604,3	300,3	EAPH
		544,5			1338,7			2244,5			1559,4			
2014	5932,7	185,7	224,6	237,9	262,3	418,8	553,5	684,3	822,9	853,8	730,4	567,4	391,1	EAPH
		648,2			1234,6			2361			1688,9			
2015	5679,3	200,0	157,3	156,7	297,6	436,5	602,7	676,8	851,5	812,6	655,7	521,3	310,6	EAPH
		514,0			1336,8			2340,9			1487,6			
2016	5831,9	195,0	236,7	239,7	291,1	452	570,9	702,8	816,1	779,8	633,5	584,1	330,3	EAPH
		671,35			1314			2298,7			1547,9			
2017	5902,5	250,0	140,1	233,7	354,4	414	643,4	756	870,6	867,4	638	466,8	268,1	EPAH
		623,8			1411,8			2494			1372,9			
2018	5587,2	185,9	215,6	150,2	335,5	421,6	507,4	674,4	908,6	720,7	678,35	471,4	317,6	EAPH
		551,7			1264,5			2303,7			1467,3			
2019	5706,3	209,1	135,9	163,7	289,8	393,8	480,63	801,8	880,8	847,8	679,6	527,3	296,1	EAPH
		508,7			1164,2			2530,4			1503			
2020	5931,5	254,9	184,6	256,8	318,6	439,1	629,2	692,1	839,7	857,9	635,5	465,2	357,9	EAPH
		696,3			1386,9			2389,7			1458,6			
2021	6288,1	221,4	236,4	286,7	305,1	441,7	634	822,7	904,8	900,2	742,7	484,3	308,1	EAPH
		744,5			1380,8			2627,7			1535,1			

Selon le tableau 4 des sommes cumulées des températures mensuelles (degré mois), saisonnières (degré saison) et annuelles (degré année) sur la période étudiée, les résultats obtenus montrent que l'été est classé le premier, suivi de l'automne, du printemps et en dernier l'hiver. En conséquence, la région de Batna a un régime EAPH thermiquement stable. Cependant il y a une exception, 2017 dispose d'un système thermique EPAH.

En effet, une étude approfondie des températures indique que l'année 2021 est la plus chaude pour la période étudiée (24 ans), tandis que l'année 2004 est la plus froide ; l'étude de ces deux années montre un écart important entre elles ; les valeurs maximales sont enregistrées en août et juillet, correspondant à 761,4°C pour l'année 2004 et 904,8°C pour l'année 2021, et les minimales sont relevées en janvier et décembre, respectivement à 170,4°C et 221,4°C. La plus grande variabilité entre les deux années est observée pendant la saison estivale, tandis que la plus petite différence est observée pendant la saison automnale.

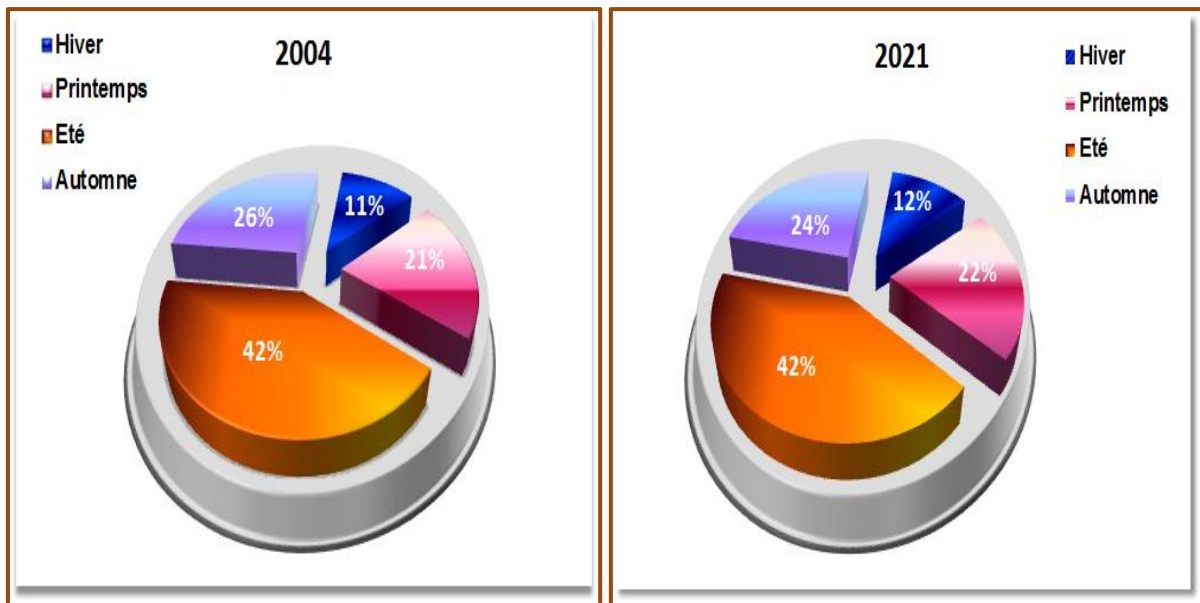


Figure 15 : Cumul thermique de l'année la plus chaude (2021) et l'année la plus froide (2004) de Batna durant la période 1998-2021.

III.1.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2021)

L'accumulation thermique indique une moyenne hivernale 583,9°C (10%), printanière de 1312,0°C (23%), estivale de 2409,1°C (41%), et automnale de 1509,3°C (26%) (tableau 05 et figure 16). L'été a le plus de fluctuations thermiques (41%), suivi de l'automne (26 %).

Tableau 05 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région de Batna pour la période 1998-2021.

	H	P	E	A	Totale
Moyenne (1998-2021)	583,9	1312,0	2409,1	1509,3	5814,3
°C	0,10	0,23	0,41	0,26	
%	10%	23%	41%	26%	

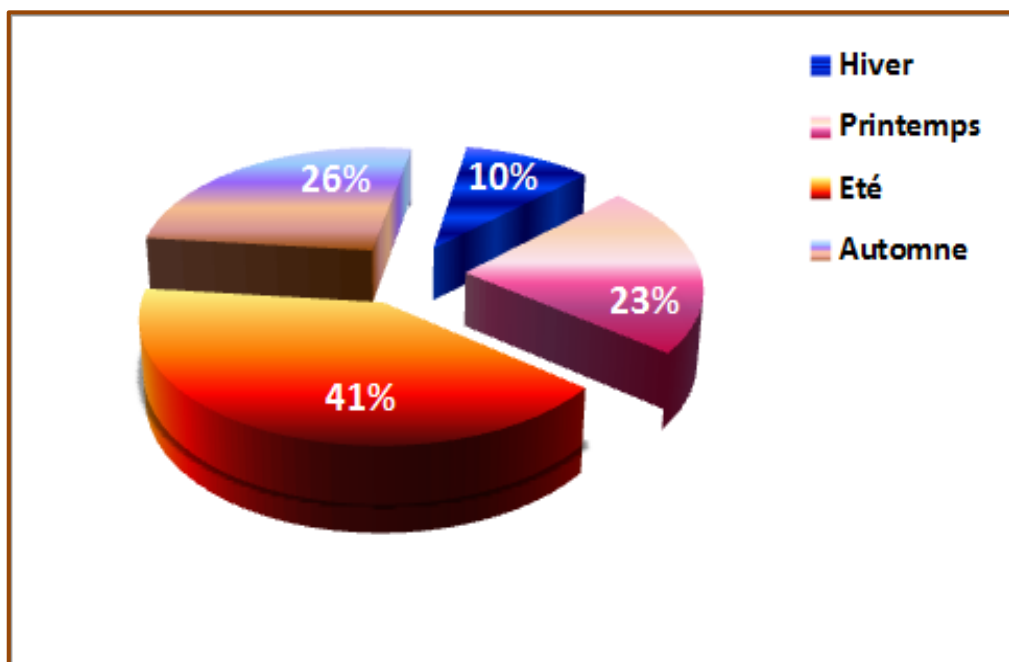


Figure 16 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région du Batna pour la période 1998-2021.

III.1.4. Cumul thermique saisonnier

La figure 16 illustre comment le cumul thermique saisonnier est distribué.

- ✚ Le plus grand cumul de température enregistré de la saison hivernale est de 783,5°C correspondant à l'année 2010.
- ✚ Le cumul thermique le plus élevé pour la saison printanière est enregistré durant l'année 2006 et est estimé à 1448,6 °C.
- ✚ La saison estivale a la valeur la plus élevée, 2627,7 °C, basée sur l'année 2021.

- ✚ Pour la saison automnale, le plus haut degré cumulé est de 1688,9 °C correspondant à l'année 2014.

III.1.5. Les tendances saisonnières et annuelles de Batna (1998-2021)

L'analyse des séries de températures saisonnières révèle différents niveaux de variance d'une saison à l'autre (Tab 06). Les saisons d'hiver, d'été et d'automne affichent toutes une variabilité de 16 %, 14 % et 12 %, respectivement ; la saison printanière représente la plus petite variation (7%).

Voici les tendances climatiques de la région de Batna (Tab 06) pour la période 1998-2021 :

- ✚ La saison d'hiver a une variation équilibrée: 12 fois / 24, l'année la plus froide est 2005 et la plus chaude est 2010 ;
- ✚ La saison de printemps a un effet de réchauffement : 13 fois / 24, l'année la plus froide est 2004 et la plus chaude est 2006 ;
- ✚ La saison d'été a un effet de réchauffement : 17 fois / 24, l'année la plus froide est 1999 et la plus chaude est 2021 ;
- ✚ La saison d'automne a un effet de réchauffement : 16 fois / 24, l'année la plus froide est 1999 et la plus chaude est 2014 ;
- ✚ La saison annuelle a un effet de réchauffement : 13 fois / 24, l'année la plus froide est 1999 et la plus chaude est 2021.

Chapitre III: Résultats et discussion

Tableau 06 : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région de Batna pour la période 1998-2021.

Année	Hiver		Printemps		été		Automne		Annuel	
	Cumule(°C)	tendance	Cumule(°C)	tendance	Cumule(°C)	tendance	Cumule(°C)	tendance	Cumule(°C)	tendance
1998	578,6	↙	1188,3	↙	2557,6	↗	1577,1	↗	5901,6	↗
1999	572,7	↙	1372	↗	843,1	↙	700,0	↙	3487,7	↙
2000	495	↙	1435	↗	2366,4	↗	1473,1	↗	5769,5	↗
2001	636	↗	1431,7	↗	2432,2	↗	1598	↗	6097,9	↗
2002	558,9	↙	1418,6	↗	2370,5	↗	1517,1	↗	5865,1	↗
2003	588,7	↗	1323,3	↗	2522,8	↗	1543,6	↗	5978,4	↗
2004	591	↗	1124,3	↙	2218,5	↙	1397,4	↙	5331,2	↙
2005	384,7	↙	1305,5	↙	2405	↗	1488,5	↗	5583,7	↙
2006	496	↙	1448,6	↗	2389,4	↗	1541,8	↗	5875,8	↗
2007	657,8	↗	1244,8	↙	2444,8	↗	1437,4	↙	5784,8	↗
2008	595,7	↗	1344,3	↗	2393,1	↗	1447,2	↙	5780,3	↗
2009	534,8	↙	1170	↙	2441,3	↗	1419,8	↙	5565,9	↙
2010	783,5	↗	1292,1	↙	2375,6	↗	1507,3	↗	5958,5	↗
2011	591,9	↗	1274,3	↙	2343,1	↙	1501,0	↗	5710,2	↙
2012	446	↙	1283,2	↙	2562,2	↗	1577,3	↗	5868,7	↗
2013	544,5	↙	1338,7	↗	2244,5	↙	1559,4	↗	5687,1	↙
2014	648,2	↗	1234,6	↙	2361	↗	1688,9	↗	5932,7	↗
2015	514,0	↙	1336,8	↗	2340,9	↙	1487,6	↗	5679,3	↙
2016	671,4	↗	1314	↗	2298,7	↙	1547,9	↗	5831,9	↗
2017	623,8	↗	1411,8	↗	2494	↗	1372,9	↙	5902,5	↗
2018	551,7	↙	1264,5	↙	2303,7	↙	1467,3	↙	5587,2	↙
2019	508,7	↙	1164,2	↙	2530,4	↗	1503	↗	5706,3	↙
2020	696,3	↗	1386,9	↗	2389,7	↗	1458,6	↙	5931,5	↗
2021	744,5	↗	1380,8	↗	2627,7	↗	1535,1	↗	6288,1	↗
min	384,7		1124,3		843,1		700		3487,7	
moyenne	583,9		1312,01		2344		1472,80		5712,74	
écarte type	91,06		91,81		335,25		178,66		512,09	
max	783,5		1448,6		2627,7		1688,9		6288,1	
coefficient variation	0,16		0,07		0,14		0,12		0,09	

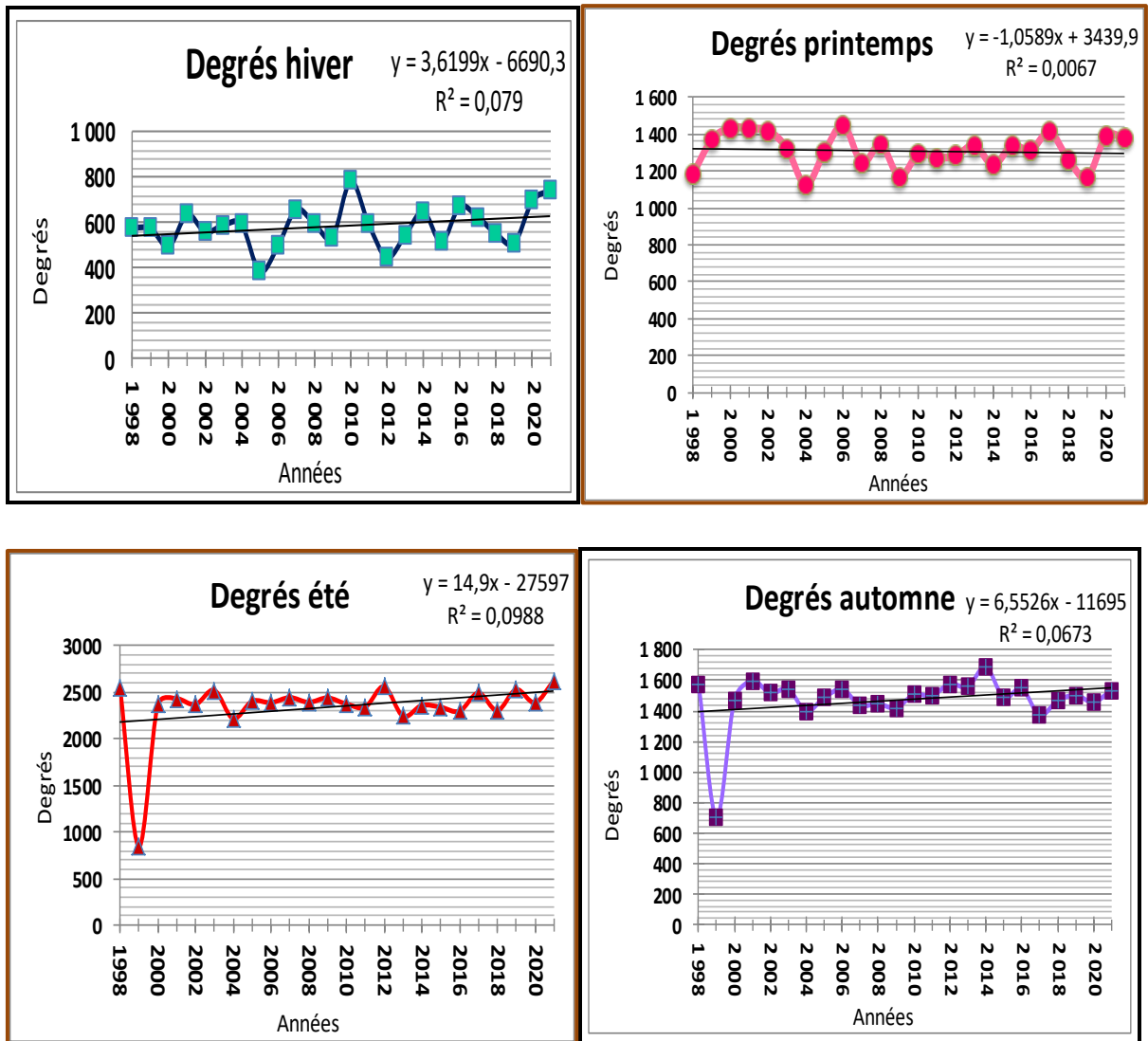


Figure 17 : Variabilité thermique saisonnière de la région de Batna pour la période 1998-2021.

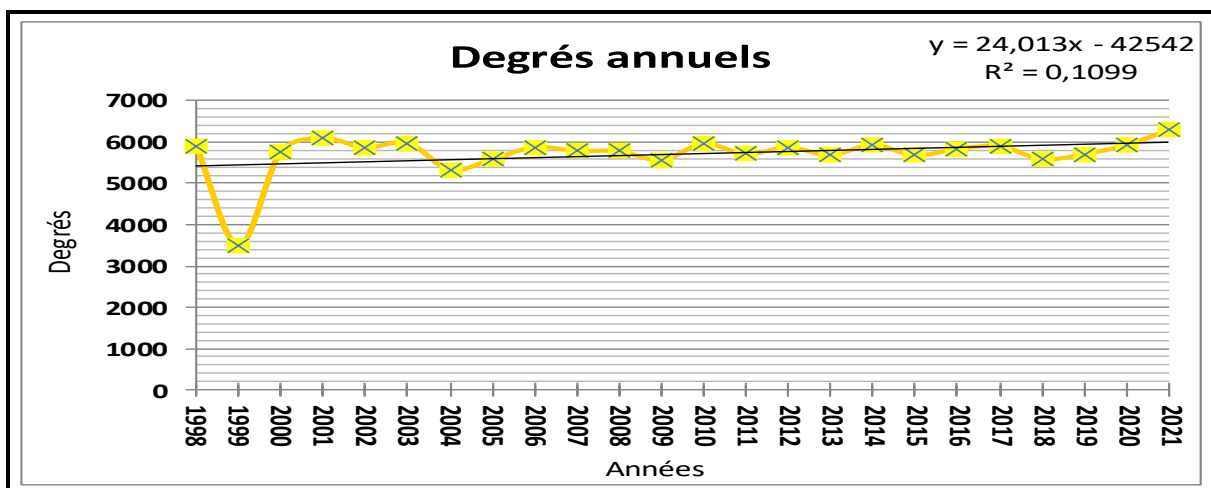


Figure 18 : Variabilité thermique annuelle de la région de Batna pour la période 1998-2021.

III.1.6. L'indice de tendance

L'indice de tendance est le montant de la valeur annuelle divisé par la moyenne au cours de la période 1998-2021. (Tab 07). Lorsque la valeur est supérieure à un, il y a réchauffement ; lorsque la valeur est inférieure à un, il y a refroidissement.

Tableau 07 : Indice de tendance pour la région de Batna (1998-2021).

Années	Hiver		Printemps		Été		Automne	
	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance
1998	0,99	↙	0,91	↙	1,07	↗	1,03	↗
1999	0,98	↙	1,05	↗	0,48	↙	0,61	↙
2000	0,85	↙	1,09	↗	1	↗	1,01	↗
2001	1,09	↗	1,09	↗	1,09	↗	1,07	↗
2002	0,96	↙	1,08	↗	1,03	↗	1,03	↗
2003	1,01	↗	1,01	↗	1,05	↗	1,05	↗
2004	1,01	↗	0,86	↙	0,95	↙	0,93	↙
2005	0,66	↙	1	↗	1,01	↗	0,98	↙
2006	0,85	↙	1,1	↗	1,05	↗	1,03	↗
2007	1,13	↗	0,95	↙	0,98	↙	1,01	↗
2008	1,02	↗	1,02	↗	0,98	↙	1,01	↗
2009	0,92	↙	0,89	↙	0,96	↙	0,97	↙
		5/7		8/4		7/5		8/4
2010	1,34	↗	0,98	↙	1,02	↗	1,04	↗
2011	1,01	↗	0,97	↙	1,02	↗	1	↗
2012	0,76	↙	0,98	↙	1,07	↗	1,03	↗
2013	0,93	↙	1,02	↗	1,06	↗	1	↗
2014	1,11	↗	0,94	↙	1,15	↗	1,04	↗
2015	0,88	↙	1,02	↗	1,01	↗	0,99	↙
2016	1,15	↗	1	↗	1,05	↗	1,02	↗
2017	1,07	↗	1,08	↗	0,93	↙	1,03	↗
2018	0,94	↙	0,96	↙	1	↗	0,98	↙
2019	0,87	↙	0,89	↙	1,02	↗	1	↗
2020	1,19	↗	1,06	↗	0,99	↙	1,04	↗
2021	1,27	↗	1,05	↗	1,04	↗	1,1	↗
		7/5		6/6		10/2		10/2
Totale	12 Réch et 12 rer		14 Réch et 10 ref		17 Réch et 7 ref		18 Réch et 6 ref	
Moyenne	1		1		1		1	

Chapitre III: Résultats et discussion

Durant les années 1998 à 2009, des indices indiquent une tendance au réchauffement ont été enregistrés pour chaque saison (printemps, été et automne), à savoir 8/12, 5/12 et 4/12, par contre l'hiver présente un refroidissement 7/12.

Ce qui suit Pour la période 2009-2019, presque toutes les saisons montrent une tendance au réchauffement, l'hiver étant le 7/12, l'été le 10/12 et l'automne le 10/12, sauf le printemps a une variabilité équilibrée 6/12.

Tableau 08 : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région de Batna (1998-2021).

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Totale
Nombre de refroidissement	12	10	7	6	35
Nombre de réchauffement	12	14	17	18	61

En fonction du tableau 08 et de la figure 19, le nombre de réchauffements (61) est bien supérieur au nombre de refroidissements (35), démontrant l'importance de la variabilité thermique.

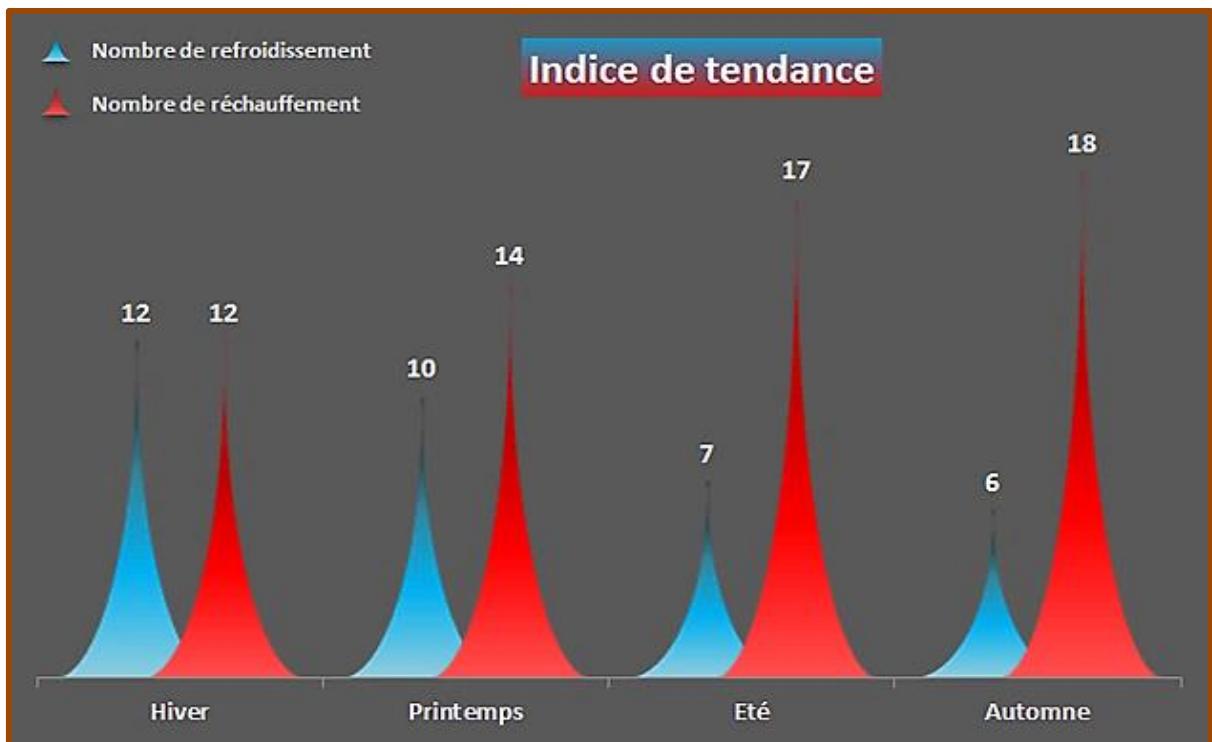


Figure 19 : Indice de tendance annuel de la région du Batna pour la période 1998-2021.

III.2. Résultats et discussion de la zone de Béjaïa

III.2.1. Quotient pluviométrique d'Emberger

En ce qui concerne la région de Béjaïa, ce paramètre climatique (**Q2**) a été déterminé pour une période allant de 1998 à 2021, il est compris entre 45,96 et de 163,80 correspondant respectivement aux années 2000 et 2012 ; il est déterminé sur le climagramme d'Emberger (figure 20) et montre une variabilité de 25% (Tab 09). En conclusion, la région de Bejaïa est qualifiée de zone bioclimatique sub-humide à hiver doux et pluvieux et été chaud et ensoleillé.

La variance interannuelle du Q2 pour la période 1998-2021 indique que l'année 2012 est la plus humide, alors que l'année 2000 est la plus sèche.

Tableau 09 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.

Année	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2
1998	836,35	29,36	7,21	129,51
1999	366,01	31,39	6,11	49,66
2000	364,09	31,58	4,41	45,96
2001	692,5	30,24	6,71	100,95
2002	1045,35	28,82	6,82	162,98
2003	904,24	33,42	6,46	115,04
2004	811,92	31,62	7,59	115,89
2005	797,7	29,8	4,8	109,44
2006	632,71	30,45	6,75	91,57
2007	1047,09	43,32	7,32	99,76
2008	863,09	30,18	7,09	128,21
2009	1015,76	31,7	6,49	138,20
2010	773,71	29,82	8,07	122,01
2011	788,91	30,69	6,87	113,60
2012	1373,41	32,85	4,09	163,80
2013	917,13	29,5	5,85	133,01
2014	745,97	30,77	8,23	113,52
2015	509,49	31,35	7,06	71,95
2016	677,41	29,86	8,33	107,92
2017	838,79	31,86	6,39	112,96
2018	830,48	30,22	6,38	119,49
2019	747,11	31,28	6,32	102,67
2020	638,18	29,82	6,52	93,95
2021	605,78	30,62	6,87	87,49
min	364,09	28,82	4,09	45,96
moyenne	784,30	31,27	6,61	109,56
l'écarte type	215,15	2,73	1,03	27,84
max	1373,41	43,32	8,33	163,80
coef varia	0,27	0,09	0,16	0,25
CV(%)	27%	9%	16%	25%

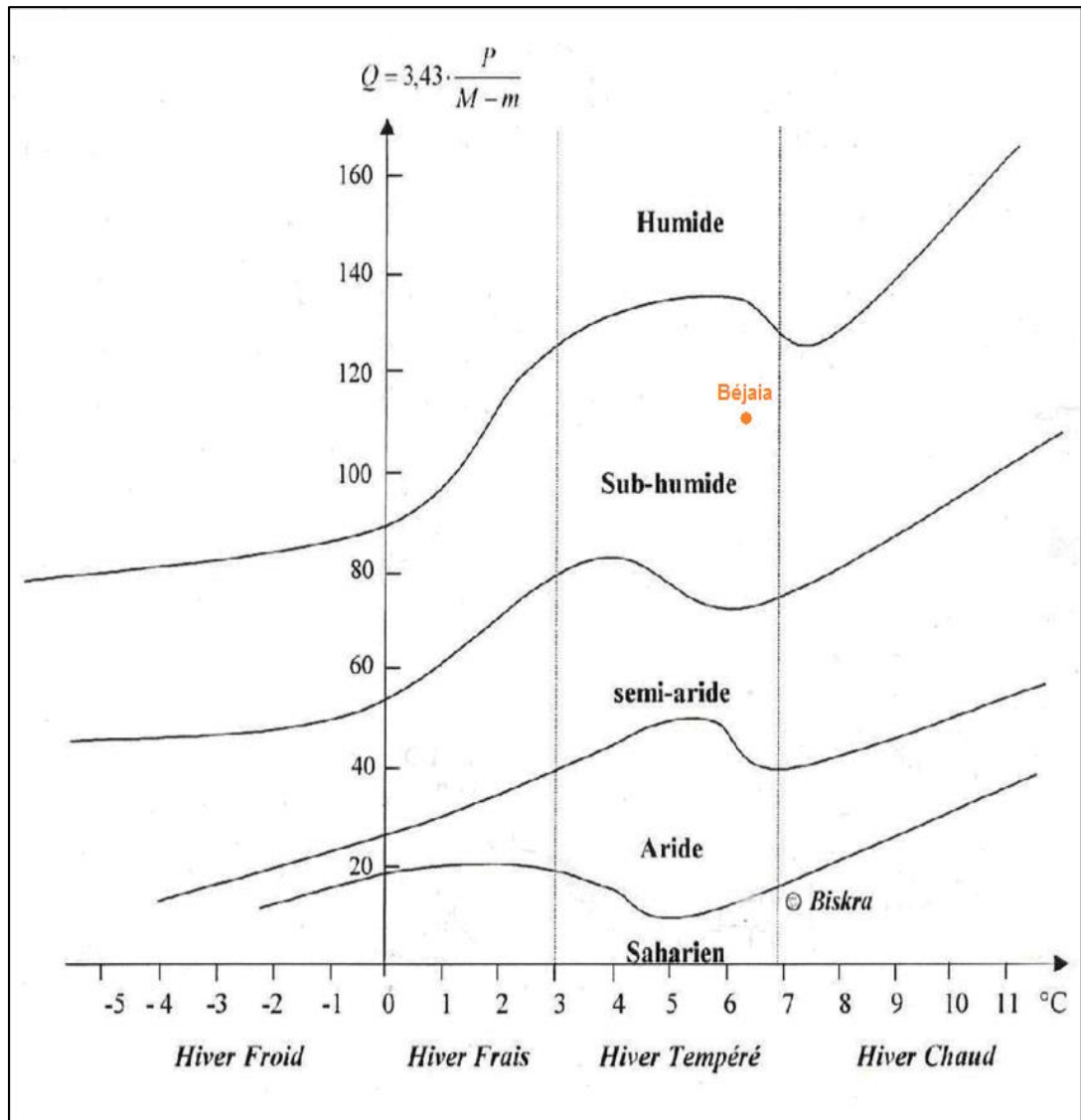


Figure 20 : Localisation de la zone de Béjaïa dans le Climatogramme d'Emberger.

III.2.2. Cumul thermique saisonnier et annuel de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021

Les cumuls thermiques mensuels, saisonniers et annuels pour la région de Béjaïa (Tab 10) couvrant la période 1998 à 2021 ont été déterminés sur la base des températures journalières.

Le régime thermique de la zone de Béjaïa est de type **EAPH** (Tab 10).

Le tableau 10 montre que les accumulations thermiques mensuelles (degré mois), saisonnières (degré saison) et annuelles (degré année) de 1998 à 2021 indiquent que l'été vient en

premier, suivi de l'automne, du printemps et de l'hiver. En corollaire, la région de Béjaïa a un régime EAPH thermiquement stable.

De ce fait, la région de Béjaïa a un régime EAPH thermiquement stable. Néanmoins, il y a une exception lors de l'année 2007 qui dispose d'un système thermique EPAH.

En effet, une étude précise des températures démontre que l'année 2007 est la plus chaude pour la période d'observation (24 ans), tandis que l'année 2005 est la plus froide ; l'étude de ces deux années indique une variation massive entre elles ; les températures maximales sont enregistrées en avril et juillet, correspondant à 1009,4°C pour l'année 2007 et 791,2°C pour l'année 2005, et les températures minimales sont enregistrées en janvier et février correspondant à 256,5°C pour l'année 2005 et 338,55°C pour l'année 2007 respectivement. La plus grande différence entre les deux années est notée pendant la saison estivale, bien que la plus petite différence soit observée pendant la saison hivernale (figure 21).

Chapitre III: Résultats et discussion

Tableau 10 : Régime thermique annuel et saisonnier de la station de Béjaïa pour la période 1998-2021.

Années	thermique an	Cumule thermique saisonnier											Régime Saisonnier	
		H			P			E			A			
		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre		Novembre
1998	6450,87	406,47	352,95	354,5	407,45	472,2	561,8	667,05	754,1	775,55	707,4	553,5	437,9	EAPH
		1113,92			1441,45			2196,7			1698,8			
1999	6530,5	339,05	345,85	267	416,8	448	611,5	681,1	766,2	811,35	718,2	685	440,45	EAPH
		951,9			1476,3			2258,65			1843,65			
2000	6432,75	372,2	267,4	339	400,6	493,25	585,5	658,9	768,9	782,3	706	571	487,7	EAPH
		978,6			1479,35			2210,1			1764,7			
2001	6822,6	421,4	405,3	344,7	531,1	461,9	548,9	689,35	772	806,3	699,5	703,3	438,85	EAPH
		1171,4			1541,9			2267,65			1841,65			
2002	6668,4	332,2	335,9	329,9	437,8	467,7	574,65	665,35	756,2	764,1	686,1	604,9	488,1	EAPH
		984,7			1490,25			2387,85			1805,6			
2003	6844,85	414,3	356,95	295,55	432,5	475,8	576,65	741,7	847,7	874,8	709,4	639,7	479,8	EAPH
		1066,8			1484,95			2464,2			1828,9			
2004	6526,9	368,5	348,8	374,1	421,8	446,4	529,1	642,2	771,7	823,2	704,3	677	419,8	EAPH
		1091,4			1397,3			2237,1			1801,1			
2005	6420,8	380,9	257,2	256,5	397,3	470,3	596,4	684,1	791,2	776,9	685,3	635,1	489,6	EAPH
		894,6			1464			2252,2			1810			
2006	6714,4	351,2	313,6	307,4	432	521,9	634,2	666,1	791,3	787,8	697,1	680,6	531,2	EAPH
		972,2			1588,1			2245,2			1908,9			
2007	7208,3	369,85	338,55	488,35	422,45	1009,4	605,8	666,7	767,6	814,05	686	609	430,55	EPAH
		1196,75			2037,65			2248,35			1725,55			
2008	6573,39	354,82	348,77	361,9	412,9	487,5	577,4	662,2	796,6	801,2	716	620,1	434	EAPH
		1065,49			1477,8			2260			1770,1			
2009	6575,5	351	363,5	305,2	399,8	438,9	611,6	685,9	824,7	826,3	681,7	601,3	485,6	EAPH
		1019,7			1450,3			2336,9			1768,6			
2010	6617,2	443,4	381,2	379,1	437,8	486,3	544,3	635,3	779,4	779,6	691,9	601,6	457,3	EAPH
		1203,7			1468,4			2194,3			1750,8			
2011	6641,92	399,6	349,8	304,2	425,2	505,6	585,5	651,82	792,7	793,3	722,7	622,9	488,6	EAPH
		1053,6			1516,3			2237,82			1834,2			
2012	6602	380	327,2	226,8	411	475,7	584,9	723,5	805,5	838,7	690,9	636,7	501,1	EAPH
		934			1471,6			2367,7			1828,7			
2013	6473,8	380,9	353,3	279	459,8	473,5	543,1	616,7	763	769,7	697,5	697,3	440	EAPH
		1013,2			1476,4			2149,4			1834,8			
2014	6753,65	367,5	406,3	364,65	390,3	495,4	560,2	665	751,1	795,9	759	656,8	541,5	EAPH
		1138,45			1445,9			2212			1957,3			
2015	6668,4	384,9	343,1	306,1	406,2	490,4	607	669,1	810,7	828,2	718,1	641,8	462,8	EAPH
		1034,1			1503,6			2308			1822,7			
2016	6807,65	395,3	409,5	398,8	405,2	482,2	573,6	668,9	780,9	780,7	710,8	692,4	509,35	EAPH
		1203,6			1461			2230,5			1912,55			
2017	6781,55	420,35	306,5	373,6	450	478,3	612,7	720,3	818,5	859	699,8	602,4	440,1	EAPH
		1100,45			1541			2397,8			1742,3			
2018	6588,25	355,55	380,3	300,8	445,3	487,6	545,4	657,1	799,1	806	747,8	620,5	442,8	EAPH
		1036,65			1478,3			2262,2			1811,1			
2019	6593,5	380,7	320,2	326,5	426	468,6	556,7	683	807,6	838,4	719,2	627,9	438,7	EAPH
		1027,4			1451,3			2329			1785,8			
2020	6615,6	428,6	326,4	374,6	432	484,9	607,2	649,4	781,9	803,6	676,3	569,7	481	EAPH
		1129,6			1524,1			2234,9			1727			
2021	6774,55	386,8	368,4	416,95	411,3	473,2	589,9	685,1	808,6	828,5	755,8	604,1	445,9	EAPH
		1172,15			1474,4			2322,2			1805,8			

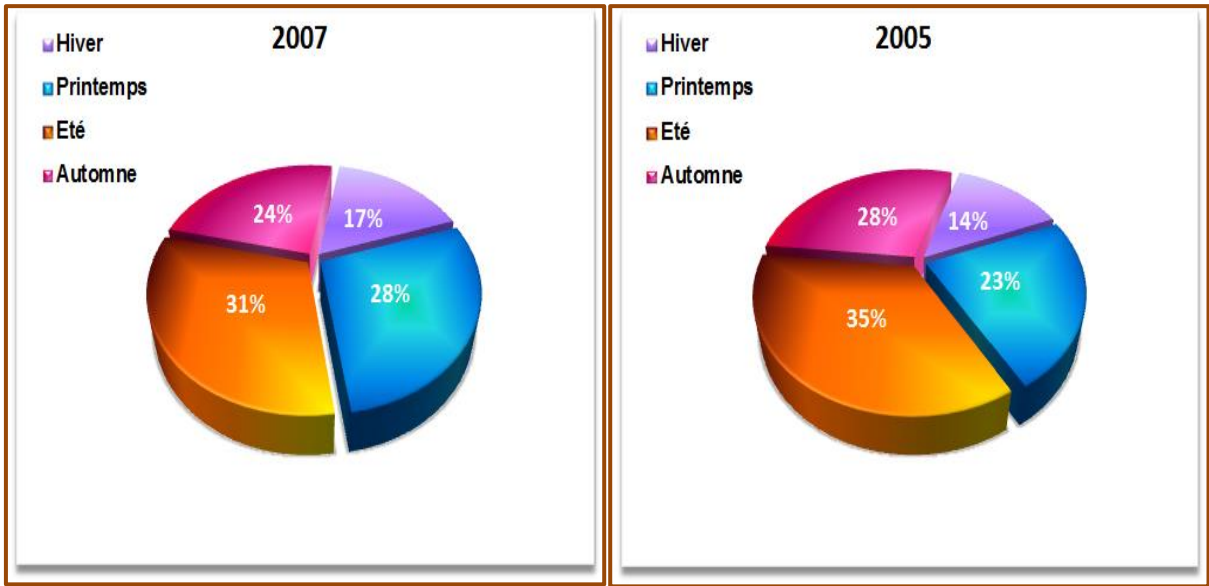


Figure 21 : Cumul thermique de l’année la plus chaude (2007) et l’année la plus froide (2005) de Béjaïa durant la période 1998-2021.

III.2.3. Cumul thermique saisonnier moyen (1998-2021)

L'accumulation thermique moyenne présente une moyenne hivernale de 1064,7°C (16%), printanière de 1505,9°C (23%), estivale de 2 275,4°C (34%), et automnale de 1 807,5°C (27%). (Tableau 11 et Figure 22). L'été a le plus de fluctuations thermiques (34%), suivi de l'automne (27 %).

Tableau 11 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.

	H	P	E	A	Total
Moyenne	1064,77	1505,9	2 275,45	1 807,53	6653,64
°C	0,16	0,23	0,34	0,27	
%	16%	23%	34%	27%	

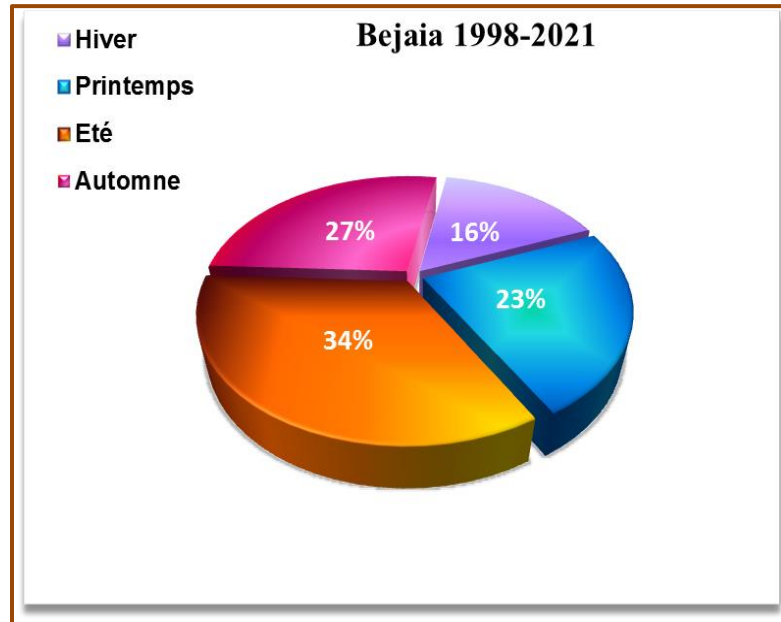


Figure 22 : Cumul thermique saisonnier moyen de la région du Béjaïa pour la période 1998-2021.

III.2.4. Cumul thermique saisonnier

La figure 22 illustre clairement la répartition de l'accumulation thermique saisonnière.

- ❖ Le plus grand cumul de température de la saison hivernale est de 1203,7°C enregistré en 2010.
- ❖ Le plus haut cumul thermique pour la saison printanière est enregistré en 2007 et correspond à 2037,6°C.
- ❖ La saison estivale présente la température la plus élevée estimée à 2464,2°C en 2003.
- ❖ En automne, le cumul thermique saisonnier le plus élevé est de l'ordre de 1957,3°C enregistré 2014.

III.2.5. Les tendances saisonnières et annuelles de Béjaïa (1998-2021)

Ci-dessus (Tab 12) les tendances climatiques pour les années 1998 à 2021 :

- ❖ La saison d'hiver a une variation équilibrée: 12 fois / 24, l'année la plus froide est 2005 et la plus chaude est 2010 ;

Chapitre III: Résultats et discussion

- ❖ La saison de printemps a un effet de refroidissement : 18 fois / 24, l'année la plus froide est 2004 et la plus chaude est 2007 ;
- ❖ La saison d'été a un effet de refroidissement : 16 fois / 24, l'année la plus froide est 2013 et la plus chaude est 2003 ;
- ❖ La saison d'automne a une variation équilibrée: 12 fois / 24, l'année la plus froide est 1998 et la plus chaude est 2014 ;
- ❖ La saison annuelle a un effet de refroidissement : 14 fois / 24, l'année la plus froide est 2005 et la plus chaude est 2007.

L'analyse des séries de températures saisonnières révèle différents niveaux de variance d'une saison à l'autre (Tab 12). Les saisons d'hiver, printemps affichent toute une fluctuation de (8%), la saison d'été et d'automne a la plus petite variation (3%).

Tableau 12 : Tendence thermique saisonnière et annuelle de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.

Année	hiver		printemps		été		automne		annuel	
	cumul(°C)	tendance	cumul(°C)	tendance	cumul(°C)	tendance	cumul(°C)	tendance	cumul(°C)	tendance
1998	1113,92	↗	1441,45	↘	2196,7	↘	1698,8	↘	6450,87	↘
1999	951,9	↘	1476,3	↘	2258,65	↘	1843,65	↗	6530,5	↘
2000	978,6	↘	1479,35	↘	2210,1	↘	1764,7	↘	6432,75	↘
2001	1171,4	↗	1541,9	↗	2267,65	↘	1841,65	↗	6822,6	↗
2002	984,7	↘	1490,25	↘	2387,85	↗	1805,6	↘	6668,4	↗
2003	1066,8	↗	1484,95	↘	2464,2	↗	1828,9	↗	6844,85	↗
2004	1091,4	↗	1397,3	↘	2237,1	↘	1801,1	↘	6526,9	↘
2005	894,6	↘	1464	↘	2252,2	↘	1810	↗	6420,8	↘
2006	972,2	↘	1588,1	↗	2245,2	↘	1908,9	↗	6714,4	↗
2007	1196,75	↗	2037,65	↗	2248,35	↘	1725,55	↘	7208,3	↗
2008	1065,49	↗	1477,8	↘	2260	↘	1770,1	↘	6573,39	↘
2009	1019,7	↘	1450,3	↘	2336,9	↗	1768,6	↘	6575,5	↘
2010	1203,7	↗	1468,4	↘	2194,3	↘	1750,8	↘	6617,2	↘
2011	1053,6	↘	1516,3	↗	2237,82	↘	1834,2	↗	6641,92	↘
2012	934	↘	1471,6	↘	2367,7	↗	1828,7	↗	6602	↘
2013	1013,2	↘	1476,4	↘	2149,4	↘	1834,8	↗	6473,8	↘
2014	1138,45	↗	1445,9	↘	2212	↘	1957,3	↗	6753,65	↗
2015	1034,1	↘	1503,6	↘	2308	↗	1822,7	↗	6668,4	↗
2016	1203,6	↗	1461	↘	2230,5	↘	1912,55	↗	6807,65	↗
2017	1100,45	↗	1541	↗	2397,8	↗	1742,3	↘	6781,55	↗
2018	1036,65	↘	1478,3	↘	2262,2	↘	1811,1	↗	6588,25	↘
2019	1027,4	↘	1451,3	↘	2329	↗	1785,8	↘	6593,5	↘
2020	1129,6	↗	1524,1	↗	2234,9	↘	1727	↘	6615,6	↘
2021	1172,15	↗	1474,4	↘	2322,2	↗	1805,8	↘	6774,55	↗
Min	894,6		1397,3		2149,4		1698,8		6420,8	
moyenne	1064,77		1505,90		2275,45		1807,53		6653,64	
ecrat type	87,10		117,29		73,06		60,06		167,74	
max	1203,7		2037,65		2464,2		1957,3		7208,3	
coef varia	0,08		0,08		0,03		0,03		0,03	

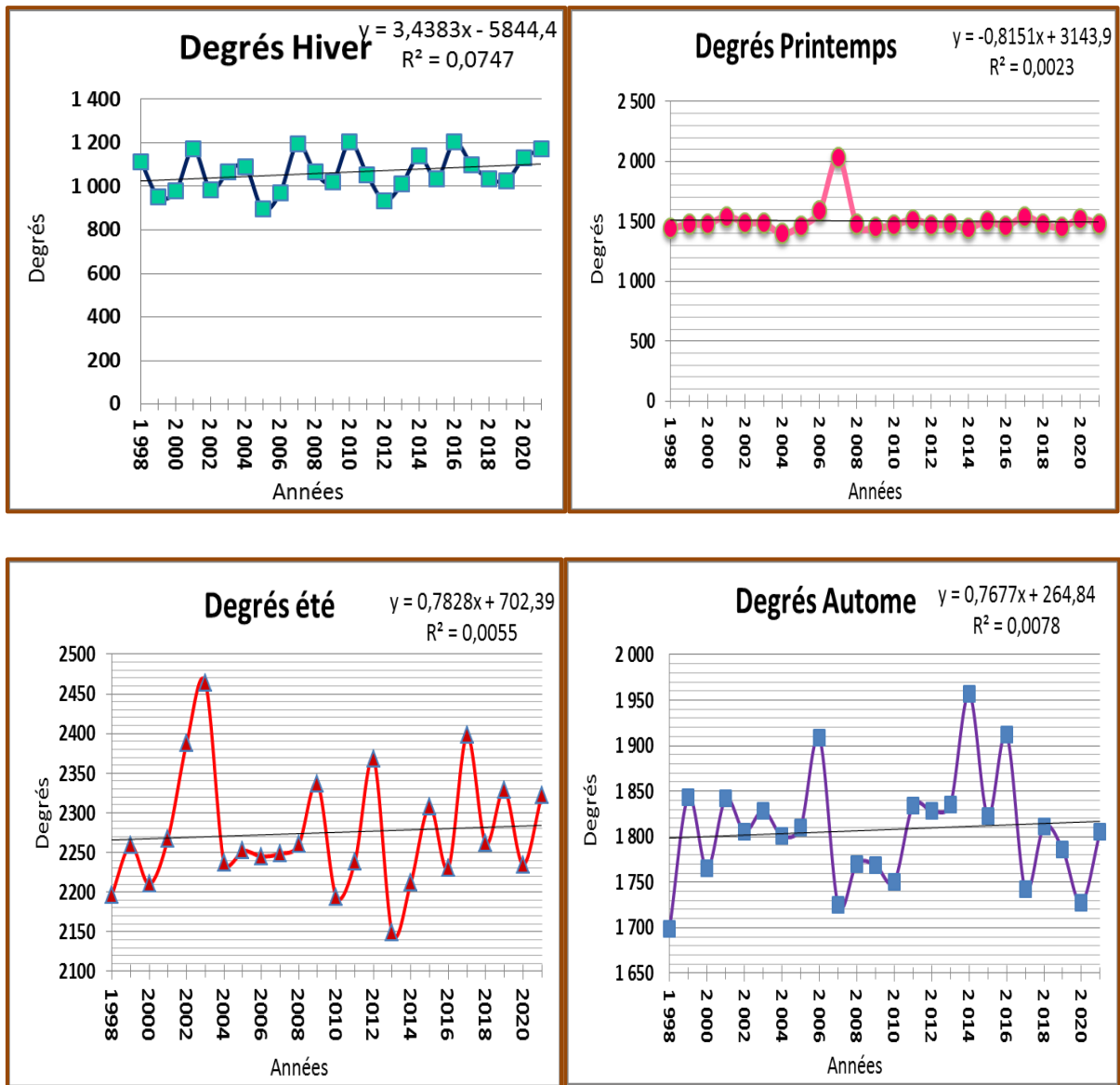


Figure 23 : Variabilité thermique saisonnière de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021

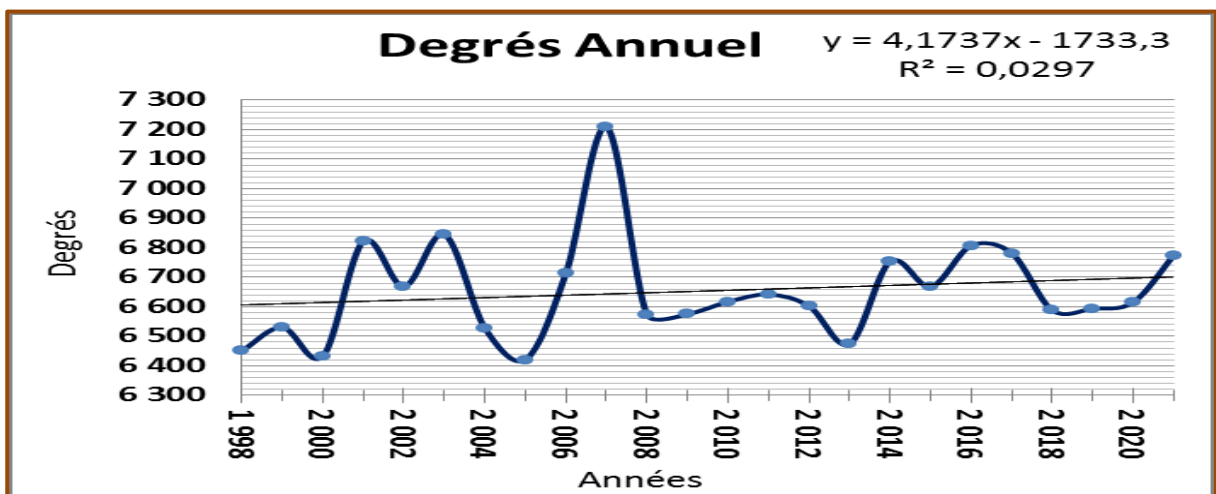


Figure 24 : Variabilité thermique annuelle de la région de Béjaïa pour la période 1998-2021.

III.2.6. L'indice de tendance

Pendant 24 ans (1998 jusqu'à 2021) des indicateurs de refroidissement ont été enregistrés pour chaque saison de printemps et d'été, à savoir 9/12, 8/12 durant la période (1998-2008), 8/12, 7/12 pour la période (2009-2019). Par ailleurs, l'hiver présente une variabilité équilibrée 6/12 sur les 24 ans. En revanche, un réchauffement a été enregistré à l'automne de 7/12 pour la première période (1998-2008) et de 8/12 pendant la seconde (2009-2019) (Tableau 13).

Tableau 13 : Indice de tendance pour la région de Béjaïa (1998-2021).

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance	Indice	Tendance
1998	1,05	↗	0,96	↘	0,97	↘	0,94	↘
1999	0,89	↘	0,98	↘	0,99	↘	1,02	↗
2000	0,92	↘	0,98	↘	0,97	↘	0,98	↘
2001	1,10	↗	1,02	↗	1,00	↗	1,02	↗
2002	0,92	↘	0,99	↘	1,05	↗	1,00	↗
2003	1,00	↗	0,99	↘	1,08	↗	1,01	↗
2004	1,03	↗	0,93	↘	0,98	↘	1,00	↗
2005	0,84	↘	0,97	↘	0,99	↘	1,00	↗
2006	0,91	↘	1,05	↗	0,99	↘	1,06	↗
2007	1,12	↗	1,35	↗	0,99	↘	0,95	↘
2008	1,00	↗	0,98	↘	0,99	↘	0,98	↘
2009	0,96	↘	0,96	↘	1,03	↗	0,98	↘
		6/6		3/9		4/8		7/5
2010	1,13	↗	0,98	↘	0,96	↘	0,97	↘
2011	0,99	↘	1,01	↗	0,98	↘	1,01	↗
2012	0,88	↘	0,98	↘	1,04	↗	1,01	↗
2013	0,95	↘	0,98	↘	0,94	↘	1,02	↗
2014	1,07	↗	0,96	↘	0,97	↘	1,08	↗
2015	0,97	↘	1,00	↗	1,01	↗	1,01	↗
2016	1,13	↗	0,97	↘	0,98	↘	1,06	↗
2017	1,03	↗	1,02	↗	1,05	↗	0,96	↘
2018	0,97	↘	0,98	↘	0,99	↘	1,00	↗
2019	0,96	↘	0,96	↘	1,02	↗	0,99	↘
2020	1,06	↗	1,01	↗	0,98	↘	0,96	↘
2021	1,10	↗	0,98	↘	1,02	↗	1,00	↗
		6/6		4/8		5/7		8/4
Totale	12 Réch et 12 Ref		7 Réch et 17 Rech		9 Réch et 15 Ref		15 Réch et 9 Ref	
Moyenne	1		1		1		1	

En fonction de tableau 14, le nombre de refroidissements (53) est bien supérieur au nombre de réchauffements (43), démontrant l'importance de la variabilité thermique.

Tableau 14 : Nombre de refroidissement et de réchauffement pour la région de Béjaïa (1998-2021).

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Totale
Nombre de refroidissement	12	17	15	9	53
Nombre de réchauffement	12	7	9	15	43

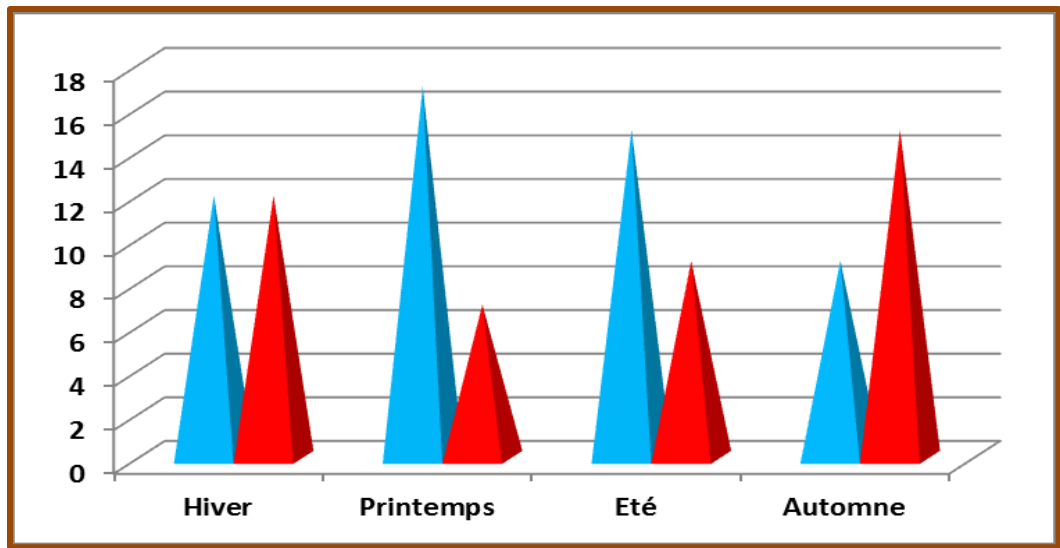


Figure 25 : Indice de tendance annuel de la région du Béjaïa pour La période 1998-2021.

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

La variabilité thermique a été calculée pour les deux zones (Batna et Béjaïa) sur la base des températures journalières de 1998 à 2021 et pour les trois zones (Constantine, Jijel et Biskra) à partir des températures tri horaires pour la période 1998- 2019 en utilisant les sommes thermiques mensuelles, saisonnières et annuelles pour déterminer le régime thermique (Tab 15).

Tableau 15 : Les cumuls thermiques moyens annuels et saisonniers des zones.

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Annuel	Régime thermique
Batna	583,9	1312,0	2409,1	1509,3	5814,3	EAPH
Béjaïa	1064,77	1505,9	2 275,45	1 807,53	6653,64	EAPH
Constantine	5690,24	658,02	1236,54	2269,24	1526,43	EAPH
Jijel	6830,85	1105,05	1524,53	2332,21	1869,05	EAPH
Biskra	8299,07	1124,16	2017,79	3063,23	2093,89	EAPH

En fonction des résultats que nous avons obtenus grâce à notre étude, et les travaux réalisés par Mahloul et Lefrada en 2020 nous constatons que :

- Selon le tableau précédent, le cumul thermique annuel de Béjaïa est le plus important, suivi de Batna, Biskra, Jijel, et enfin Constantine (1526,43). Nous avons enregistré la séquence suivante :

$$6653,64_{\text{Béjaïa}} > 5814,3_{\text{Batna}} > 2093,89_{\text{Biskra}} > 1869,05_{\text{Jijel}} > 1526,4_{\text{Constantine}}$$

- La zone de Batna située entre Constantine (à 113 km) et Biskra (à 116 km) à des étages bioclimatiques différents allant du semi-aride frais à froid (Batna et Constantine) au saharien tempéré (Biskra) possèdent le même régime thermique (EAPH)
- Nous avons constaté une variation du régime thermique 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.
- Il est a noté que le cumul thermique annuel pour l'année 2017 de Batna est inférieur à celui de Biskra. La séquence suivante a été enregistrée :

$$5902,5_{\text{Batna}} < 8467,5_{\text{Biskra}}$$

- La région de Jijel et Bejaia appartenant au même étage bioclimatique possèdent un régime thermique stable de type EAPH. Cependant, on observe un basculement une fois pour Béjaïa vers le type EPAH (année 2007) avec un cumul thermique annuel (7208,3).

III.3.2. Variabilité du cumul thermique

À partir des calculs précédemment effectués de l'accumulation annuelle de chaleur, les conclusions suivantes ont été tirées :

□ **Cumul thermique annuel :**

- Béjaïa : 1,14 fois Batna

-Béjaïa : 3,55 Jijel

-Batna : 2,77 Biskra

-Batna : 3,80 Constantine

□ **Cumul thermique saisonnier :**

Hiver :

-Béjaïa : 1,82 fois Batna

-Jijel : 6,41 fois Béjaïa

-Biskra : 14,21 fois Batna

-Constantine : 9,47 fois Batna

PRINTEMPS :

-Béjaïa : 1,14 fois Batna

-Béjaïa : 1,36 fois Jijel

-Batna : 1,16 fois Biskra

-Batna : 1,99 fois Constantine

ETE :

-Batna : 1,05 fois Béjaïa

-Batna : 1,19 fois Biskra

-Batna : 1,94 fois Constantine

-Béjaïa : 1,49 fois Jijel

AUTOMNE :

-Béjaïa : 1,19 fois Batna

-Béjaïa : 3,55 fois Jijel

-Batna : 2,77 fois Biskra

-Batna : 3,80 fois Constantine

III.3.3. Conséquences de la variabilité thermique

En raison des variations thermiques saisonnières, il est possible de constater que le nombre annuels de refroidissement et de réchauffement au cours de la période 1998-2019 varie selon deux régions :

* **Batna** : 15 Réchauffements et 9 refroidissements annuels avec 35 refroidissements et 61 réchauffements saisonniers.

* **Béjaïa** : 10 Réchauffements et 14 refroidissements annuels avec 53 refroidissements et 43 réchauffements saisonniers.



CONCLUSION

Conclusion

L'évaluation du régime de température permet de voir l'impact de multiples facteurs : altitude, latitude, proximité de la mer Méditerranée. La latitude détermine le décalage de température du sud vers le nord. Les influences de la latitude et de l'altitude sur la côte sont affaiblies par la proximité des stations à la mer.

Ce travail de mémoire de fin d'étude avait pour objectif d'analyser les données climatiques de deux zones en Algérie situées dans l'Est algérien afin de déterminer le régime thermique qui règne dans ces régions ainsi que les variations mensuelles, saisonnières et annuelles qui peuvent exister durant la période (1998-2021). Ce travail se concentre sur l'analyse et l'évolution du climat récent, l'évaluation de ses tendances et enfin l'analyse du changement climatique.

L'étude porte sur la région de Batna et Béjaia à l'est de l'Algérie à des étages bioclimatiques différents. Batna avec un climat semi-aride et Béjaia classée dans l'étage sub-humide.

Les données sont collectées sur une échelle de temps journaliers et comprennent les précipitations, les températures minimales, moyennes et maximales.

L'estimation de la variabilité thermique par des sommes mensuelles, saisonnières et annuelles montrent un régime thermique de type **EAPH** pour la majorité des années avec des variations vers le type **EPAH** pour les deux zones (1 fois : année 2017 pour Batna, et 1 fois : année 2007 pour Béjaia).

Il est essentiel de mentionner qu'il existe une variation saisonnière importante du cumul thermique pour les deux zones:

- Batna montre 35 refroidissements et 61 réchauffements,
- Béjaia montre 53 refroidissements et 43 réchauffements.

La variabilité du cumul thermique saisonnier et annuel de Béjaia est plus importante que celle de Batna. On note qu'en toutes saisons de l'année, Béjaia représente les valeurs les plus significatives comparées à celles de Batna, sauf pour la saison estivale où Batna enregistre des valeurs plus élevées que celles de Béjaia.

Comme perspectives à ce travail et d'un point de vue fondamental nous suggérons ce qui suit :

- Elargir la zone d'étude en se concentrant sur les plus grandes zones en Algérie du Nord au Sud et d'Est en Ouest afin de déterminer la variabilité thermique selon les différents étages bioclimatiques.
- Prendre en considération d'autres paramètres climatiques (humidité, vitesse de vent...etc.).
- Exploiter d'autres paramètres en relation avec le climat tels que la dispersion des polluants et la diffusion des gaz.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Abdessemed S., 2009. Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mémoire de Magistère en Biologie Végétale. Université Mentouri de Constantine.127 p.

Abid R., Youcef K., 2016. Analyse floristique de quelques ripisylves dans la région de Bejaia. Mémoire master des sciences de la nature et de la vie. Université de Béjaia, 40 p.

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie., 2009. Changement climatique au 20ème siècle en Languedoc-Roussillon.

Alatou D., Laala A., 2016. Variabilité Temporelle Des Températures Annuelles Et Saisonnières Dans l'Est Algérien. European Scientific Journal. vol.12, No.14.45-62P. Doi: 10.19044/esj.2016.v12n14p45.

Aliouche M., Oubadi K., 2015. Amélioration du Microclimat Urbain - Cas Des Quartiers « Hih El Meki et Ghdiri Abd EL kader » A La Ville d'Oum El Bouaghi. Mémoire de master des sciences de la terre et d'architecture. Université de Larbi ben m'hidi d'Oum el Bouaghi. p6.

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

Baziz N., 2017. Contribution à la caractérisation et modélisation du cycle de l'eau potable et les risques associés dans la wilaya de Batna (Approche par SIG). Thèse de doctorat en géographie et aménagement du territoire. Université Mostafa ben Boulaid Batna 2. 169p.

Belkhiri K., 2006. Contrôle Rapide des Structures en Relation avec le Risque et Evaluation des Dommages Causés par une Catastrophe Naturelle : cas de séisme. Mémoire de Magister en aménagement des milieux physiques. Université de Batna. 91p.

Benyettou M., Bouklikha A., 2017. Variations et tendances des températures et des précipitations journalières en Algérie. Mémoire de en Hydraulique. Université abou bekr belkaid. 16p.

Bouha I., 2012. La ville de Batna, à la recherche d'un schéma de cohérence urbaine, mémoire de Magister en Architecture. Université Mohamed Khider – Biskra. 176p.

Chabane M., 2012. Comment concilier changement climatique et développement agricole en Algérie ?. Université de Picardie.73-91P.

Daif M., 2017. Etude des quelques variables climatiques du sous bassin de Sebaou (W.Tizi-Ouzou). Mémoire de master en Hydraulique. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. 64p.

Doukpolo B., 2014. Changements climatiques et productions agricoles dans l'ouest de la république centrafricaine. Thèse de doctorat en géographie et géosciences de l'environnement. Université d'abomey-calavi. **In GIEC, 2001 et Wood, 2008.**

Elmeddahi Y., 2016. Les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau, cas du bassin du Cheliff. Thèse de doctorat en Hydraulique. Université hassiba ben Bouali – chlef. 29p.

Farah A-K., 2014. Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est Algérien. Magistère en écologie et environnement. Université Constantine 1. 109p.

Fekairi A., 2011-2015. Gestion des ressources naturelles, changement climatique et énergie, PRCE. Rapport MATE-BMZ.

Giorgi F., Lionello P., 2008. Climate change projections for the Mediterranean region, Global Planet. Change 63, 90–104.

Guettala F-N., 2010. Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des Principaux Ravageurs du Pommier dans la région des Aurès. Thèse doctorat d'état en Sciences Agronomiques. Université de Batna. 166p.

Hannachi A., 2010. Etude des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna: systématique, biologie et écologie. Mémoire de magister en sciences agronomiques. Université de Sétif. 36p.

OMM : Organisation Météorologique Mondiale., 2011. Disponible ici :

http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/gcs_2011_fr.html .

Kehila W., Boudeghdegh W., 2017. Adaptation et flexibilité des agrosystèmes de la région de Jijel face aux changements climatiques. Mémoire de Master académique en biologie. Université de Med- Seddik Benyahia –Jijel. 13p.

Khoualdia W., Djebbar Y., Hammar Y., 2014. Caractérisation de la variabilité climatique : cas du bassin versant de La Medjerda (Nord-Est algérien) .Université Badji Mokhtar Annaba et Université Mohamed Chérif Messaadia Souk-Ahras. Rev Sci Technol. Synthèse 29: 6-23.

Kouassi A-M., Kouamé K-F., Koffi Y-B., Dje K-B., Paturel J-E., Oulare S., 2010. Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. Revue européenne de géographie. No, 513.

Mate., 2001. Projet ALG/98/G31. Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques. Mars. 155 p.

Mate., 2003. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, pp 465.

Medejerab A., Henia L., 2011. variations spatio-temporelles de la secheresse climatique en Algérie nord-occidentale. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene et université de Tunis, Faculté des Sciences Humaines et Sociales. Courrier du Savoir – N°11, Mars 2011. pp.71-79.

Medjerab A., 1998. Régionalisation des pluies annuelles dans l'Algérie nord-occidentale, eau et environnement en Tunisie et en milieu méditerranéen. Colloque de Hammamet (Tunisie) 14-15 novembre 1998. Publication de l'université de Tunis I, et de Paris Sorbonne. pp. 69-78.

Messafri L., 2018. Contribution à l'étude des grands feux dans la wilaya de Bejaia. Mémoire de Master en Agronomie. Université mouloud mammeri de Tizi-Ouzou. 64p.

Mokhtari K., Zouagui M., 2017. Contribution au suivi des pressions anthropiques de la wilaya de Bejaïa. Mémoire de master en sciences de la nature et de la vie. Université de Béjaia. 35 p.

Monographie de la wilaya de Batna., Avril 2010. Document interne de la direction de planification et de l'aménagement du territoire.

Musy A., 2005. Les Précipitations. Cour d'hydrologie générale section SIE et GC.

ONERC., 2007. Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique. Paris. ISBN :978-2-11-00-6618-0.

Ramade F., 2002. Encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème édition. Dunod. Paris. 1075p.

Rapport d'inventaire national des gaz à effet de serre. Volume 1. 88p.

Tabet S., 2008. Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. Mémoire de Magistère en Ecologie végétale. Université Mentouri deConstantine.125p.

Tahar Chaouche I., 2019. Etude de l'impact des changements climatique sur la variabilité spatio temporelle des précipitations dans les massifs de Belezma, les Aurès, les Nememchaset leurs bordures. Approche géomatique et géostatistique. Thèse de Doctorat 3ème Cycle En Aménagement du territoire et gestion des risques majeurs. Université Batna 2. 19-20p.

Tir K., 2009. Climagramme d'Emberger analyse et correction dans quelques stations météorologiques de l'Est Algérien. Mémoire de magistère en écologie et environnement. Université Mentouri de Constantine. 94P.

Vincent Luyet., 2010. Station météo. Edition De Boek.

Année universitaire : 2021-2022	Présenté par : BENSOUICI Sara SMIRA Ouiem
Thème : Régime thermique dans quelques stations de l'Est algérien: cas de Batna et Béjaïa (1998-2021)	
Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en protection des écosystèmes	
<p>Résumé</p> <p>Notre étude a pour objectif d'étudier l'évolution de quelques paramètres climatiques durant la période (1998-2021) dans les régions de Batna et Béjaïa localisées à l'Est Algérien.</p> <p>L'étude comporte un volet théorique et un volet pratique. Nous avons procédé à la collecte des données climatiques journalières auprès du site espagnol (en.tutiempo.net). Les paramètres climatiques concernés sont : les précipitations et les températures minimales et maximales. L'analyse du climat a porté sur l'évolution des valeurs journalières, mensuelles et annuelles. L'étude des tendances du climat est basée sur les cumuls thermiques saisonniers et annuels.</p> <p>Les résultats indiquent que nos zones d'étude sont caractérisées par un climat différent, semi-aride frais à froid pour Batna et sub-humide à hiver doux et pluvieux pour Béjaïa qui a été déduit en calculant le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2). Afin de déterminer la variabilité du climat et le régime thermique, une étude des fluctuations climatiques a été menée sur une période de 24 ans.</p> <p>La répartition des zones selon leurs décroissances thermique permet de montrer le régime saisonnier dominant qui est de type EAPH (répartition thermique décroissante de type Eté /Automne/Printemps/Hiver) caractérisant les deux régions de Batna et Béjaïa, avec un basculement vers le type EPAH 1 fois pour les deux régions (Batna : année 2017 ; Béjaïa : année 2007). Le cumul thermique annuel est plus significatif pour Béjaïa (6 653,64 °C) que pour Batna (5 814,3 °C).</p> <p>L'analyse du cumul thermique annuel possède une tendance thermique au réchauffement et au refroidissement pour Batna (15 Réchauffements et 9 refroidissements), pour Béjaïa (10 Réchauffements et 14 refroidissements).</p>	
Mots-clefs : Q2, Variabilité thermique, Régime thermique, Batna, Béjaïa.	
Laboratoires de recherche : Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques. (Université Frères Mentouri, Constantine 1)	
Encadreur :	ALATOU Hana (MAB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examineur 1 :	ALATOU Djamel (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examineur 2 :	GANA Mohamed (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).