

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Abbès Laghrour -Khenchela –

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire de fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie fondamentale et appliqué

Thème

*Impact du changement climatique sur les pluies extrêmes :
cas de la wilaya de Batna, Algérie*

Présenté par :

- *Athamna Siham*
- *Zerouali Nadjat*

Devant les jurys :

Président : Dr. Ziouch Omar Ramzi *M.C.B Université Abbès LagherourKhenchela*
Examineur : Dr. Boulabeiz Mahrez *M.C.A Université Abbès Lagherour Khenchela*
Encadreur : Dr. Daifallah Tarek *M.C.A Université Abbès Lagherour Khenchela*

Remerciements

Le premier à remercier et à louer les récipients de la nuit et des fin de journée est dieu le très-Haut, l'ombré de ses innombrables bénédictions et nous a accordé sa subsistance sans fin et il a illuminé nos chemins

Ceste lui qui nous a accordé à son serviteur et messenger, Muhammad bin Abdullah, la meilleure des prières et la plus pure des salutations. Il l'a envoyé avec son coran clair, alors il nous a enseigné ce que nous ne savions pas et nous a exhortés à rechercher la connaissance partout ou dieu soit loué, car il nous a aidés et inspirés à supporter les difficultés auxquelles nous avons du faire face pour accomplir cette humble œuvre

*Nous remercions vont à chaque enseignant qui nous a enseigné ses connaissances depuis les premières étapes de l'école jusqu' à ce moment, et nous adressons nos plus sincères remerciements et notre appréciation au professeur Dr *Daifallah Tarek *, le superviseur de ce mémoire, qui nous a donné beaucoup de son temps pour nous aider à accomplir ce travail et nous demandons à Dieu Tout-Puissant de le récompenser avec la meilleure son action dans la balance de ses bonnes actions.*

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury ; Dr Ziouch Omar Ramzi et Dr Boulabaiz Mahrez estimés pour leurs conseils et leur acceptation de notre humble travail, et nous remercions également tous ceux qui nous ont tendu la main de près ou de loin, en particulier les parents.

Enfin, nous ne pouvons que prier à Dieu Tout-Puissant pour nous accorder le paiement, les conseils, la chasteté et la richesse et pour faire de nous des Mahdi

Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu, qui a éclairé mon chemin pour moi, et a eu la meilleure aide de sa majesté .Il a dit :

Et la réponse a eu lieu après une longue lutte ,alors louanges à dieu

A la chose la plus précieuse que je possède en ce monde A celui à qui Dieu a placé leur obéissance directement après son obéissance A celui qui a mis le paradis sous ses pieds A qui le messager a recommandé à nous en disant « Ta mère, puis ta mère, puis ta « À qui je m'incline avec tout révérence et appréciation à qui j'espère avoir satisfait sa chère mère , qui Dieu vous bénisse avec la robe de bien-être et prolonge votre vie

A celui à qui je dois la vie, à celui qui ma soutenu, et une bougie brûlait pour éclairer mon chemin, à qui j'avais des sentiments d'appréciation et de gratitude, au réconfort de mes yeux, à mon soutien, après Dieu, mon cher père, qui Dieu te protège de l'humiliation du monde, te bénisse de la santé, et te protège pour nous

A ceux à qui Dieu Tout-puissant a dit :

سنشدد عضدك بأخيك

mon frère et mon jumeau, malgré la différence d'âge, Najm al-Din et mes jeunes frères Rami, Sami et Naim, que Dieu éclaire vos chemins vers ce qu'il aime et satisfait

Que Dieu vous rende heureux à chaque pas. A Tout les membres de ma famille et à mes amis qui m'ont aidé, Siham Achi, siham Athamna, Ibtisam, samira, chams, Romysa, Amel, sabrina, oussama, Abd errahmane, Marwan, Mohammed, qui Dieu facilite vos affaires et vous offre tout le meilleur.

Ceux qui nous ont aidés à tout cela, je dédie cet humble travail et je demande à Dieu Tout-Puissant de nous guider vers ce qui est bon pour nous et le gardien de notre pays.

Zerouali Nadjat

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui ma doté dune éducation digne, son amour a fait de moi ce qui je suis aujourd'hui :

Particulièrement a mon père et a mon mère, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offris

A vous mes frères qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ceci années d'études.

A vous mes amis (Najat, Latifa, Siham Sabrina, Bissa, Chaima, Salma, Hano

Athamna Siham



Résumé

Résumé :

L'un des paramètres météorologiques les plus affectés par le changement climatique dans la zone de notre étude (Batna) est la pluie extrême, qui forme un problème majeure provoquant des inondations dévastatrices en termes de pertes matérielles et humaines et des sécheresses.

Ce problème doit être étudié afin d'évaluer l'évolution de ce phénomène dans notre région pour trouver des solutions rapides et de s'y adapter. Dans notre étude des données climatiques de la station météorologique de la station Batna, sur une période de 40 ans (1980_2020), ont été analysées statistiquement, montrent que notre région se caractérise par un climat semi-aride sec et froid, une diminution : des précipitations annuelles , du nombre de jours de pluie , du maximum journalier de précipitation et le nombre de jours de précipitations($\geq 1\text{ mm}$, $\geq 5\text{ mm}$, $\geq 10\text{ mm}$, $\geq 15\text{ mm}$) avec une augmentation du nombre de jours de précipitation $\geq 20\text{ mm}$ et une augmentation de la lame moyennes d'eau pour chaque jour de pluie. Les pluies extrêmes peuvent entraîner des inondations dévastatrices comme celles qui se sont produites en 2015 _ 2018.

Mots clés : Changements climatiques, Pluie extrême, Inondations, Météorologique, Climat humide, Diminution, Augmentation.

Abstract:

One of the climatic parameters most affected by climate change in the area of our study (Banta) is extreme rain, which is a major problem causing devastating floods in terms of material and human losses and drought.

This problem must be studied in order to assess the development of this phenomenon in our region in order to find quick solutions and adapt to it. According to our study of climatic data at the meteorological station of Batna over a period of 40 years (1980_2020), our region is characterized by a semi-arid climate, a decrease in :annual precipitation, the number of rainy days, the daily maximum of precipitation and the number of days of precipitation($\geq 1\text{ mm}$, $\geq 5\text{mm}$, $\geq 10\text{mm}$, $\geq 15\text{mm}$), with an increase in the number of days in which is precipitation is 20mm and an increase in average water precipitation for each rainy day. Extreme rains may lead to devastating floods like ones that occurred in 2015, 2018.

Key words: climatic changes, extreme rain, floods, meteorological station, semi-arid climate, decrease, increase.

ملخص:

من ابرز العناصر المناخية المتأثرة بالتغيرات المناخية في منطقة (باتنة) تتمثل في هطول الأمطار القسوى والتي تعتبر مشكلة كبيرة تسبب في فيضانات مدمرة سواء بشريا أو مادية و في جفاف.

يجب دراسة هذه المشكلة بهدف معرفة تطور هذه الظاهرة في منطقتنا من اجل التوصل إلى حلول و التعايش معها.

حسب دراستنا للبيانات المناخية في منطقة الأرصاد الجوية في ولاية باتنة من سنة (1980_2020)، تتميز منطقتنا بمناخ شبه جاف ، كما سجلنا انخفاض في: هطول الأمطار السنوي، عدد الأيام الممطرة، عدد أيام هطول الأمطار (<1مم، <5مم، <10مم، <15مم) مع زيادة في عدد الأيام التي يكون فيها هطول الأمطار (<20مم) وزيادة في متوسط تساقط المياه لكل يوم . إن هطول الأمطار بغزارة شديدة قد يؤدي إلى فيضانات مدمرة مثل الذي حدث في عام 2015_2018.

الكلمات الدالة: التغيرات المناخية، الأمطار الغزيرة، الفيضانات، محطة الأرصاد الجوية، مناخ شبه جاف، انخفاض ، زيادة.

Liste des figures

Liste des figures :

Chapitre 1 :

Figure 1 : Carte de situation géographique de la région du Batna 04

Chapitre 2 :

Figure 2 : Variation des précipitations moyennes annuelles de la station de Batna (1980_2020) 09

Figure 3: Variation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Batna (1980_2020) 11

Figure 4 : Répartition saisonnière de la précipitation (daprès info climat 1980_2020) 12

Figure 5: Variation du coefficient pluviométrique (1980_2020) 13

Figure6 : Température mensuelle pour la station de Batna (1980_202) 14

Figure 7: Evolution de température (moyennes annuelles, moyennes maximales annuelles, moyennes minimales) 15

Figure8 : Diagramme Omprothermique de la station de Batna (1980_2020) 15

Figure 9: Climagramme DEMBERGER de la station de Batna (1980_2020) 16

Figure10 : Diagramme d'humidité du sol par la méthode d EUVERTRE de la station de Batna (1980_2016) 18

Chapitre 3 :

Figure11 : Evolution des écarts à la moyenne de la précipitation annuelle (1980_2020) 30

Figure 12: Tendances de la précipitation moyenne annuelle à la station de Batna (1980_2020) 31

Figure13 : Tendance des pluies maximales journalières à la station de Batna (1980_2020) 31

Figure14 : Tendance du nombre de jour avec des précipitations $\geq 1\text{mm}$ à Batna 32

Figure15 : Tendance du nombre de jour avec des précipitations $\geq 5\text{mm}$ à Batna 32

Figure16 : Tendance du nombre de jour avec des précipitations $\geq 10\text{mm}$ à Batna 32

Figure17 : Tendance du nombre de jour avec des précipitations $\geq 15\text{mm}$ à Batna 33

Figure18 : Tendance du nombre de jour avec des précipitations $\geq 20\text{mm}$ à Batna 33

Figure19 : Probabilité de non dépassement des pluies journalières Maximales station de Batna 34

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

Liste des tableaux :

Chapitre 2 :

Tableau 1 : Caractéristiques de station pluviométrique de Batna (source web : Info climat)	9
Tableau 2 :L'année la plus pluvieuse et sèche de la station de Batna	10
Tableau 3 : Régimes pluviométrique des monde (Tiré de Cham poux, Toutant, 198)	10
Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Batna (dapres info 1980_2020)	11
Tableau 5: précipitation moyenne saisonnière (daprés info climat 1980-2020)	12
Tableau 6 : Répartition moyenne mensuelle de température à la station de Batna (1980_2020)	14
Tableau 7 : Données du diagramme ombrothermique de Gaussen de station de Batna (1980_2020)	15
Tableau 8 : Données du climagramme DEMBERGER de Batna (1980_2020)	16
Tableau 9 : Rapports P/T mensuelles de station de Batna (1980_2020)	18
Tableau 10 : Table permettant d'obtenir la valeur de coefficient ajustement K	21
Tableau 11 : Valeurs de l'évapotranspiration potentielle de la région de Batna (1980_2020)	22
Tableau12 : Bilan hydrique de la région de Batna (1980_2020)	23

Chapitre 3 :

Tableau 13 : Liste des indices utilisés dans l'analyse des événements extrêmes	38
Tableau 14 : Caractéristiques des précipitations à la station météorologique de Batna (PTOT, PJ, SDII, Px IJ, P1, P5, P10, P15, P20) Moyennes \pm écart type calculées sur la période	31

Liste des Abréviations

Liste des abréviations

Liste des abréviations :

A N R H. Agence Nationale des Ressources Hydriques.

B H. Bilan Hydrique.

C m. Centimètres.

D A. Déficit Agricole.

D D. Degrée Décimaux.

E T P. Evapotranspiration Potentielle.

E T R. Evapotranspiration Réel.

E X. Excédent.

J P. Jour de Pluie.

M. Mètre.

Max. Maximum.

Min. Minimum.

Mm. Méli mètre.

P. Précipitation.

PTOT. Pluviomètre total.

Px IJ. Précipitation maximale journalière.

RFU. Réserve Facilement Utilisable.

T. Température.

°C. Degrée Celsius.

°K. Degrée Kelvin.

Table des matières :

Table de matières

Dédicaces et remerciements	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
1. Introduction	1 – 2
2. Chapitre1 : Présentation de la région d'étude	
2.1. Situation géographique	04
2.2. Orographie	05
2.2.1. Hautes plaines telliennes	05
2.2.2. Reliefs montagneux (La jonction des deux Atlas)	05
2.2.3. Hautes plaines steppiques	05
2.3. Climat	05
2.4. Hydrographie	05
2.5. Conclusion	07
3. Chapitre 2 étude climatique	
3.1 Précipitation	09
3.1.1. Précipitation moyenne annuelle	09
3.1.2. Régime pluviométrique de la région de Batna	10
3.1.3 Précipitation moyenne mensuelle	11
3.1.4 Précipitation moyenne saisonnière	12
3. 2 .Coefficient pluviométrique	
3. 3. Le pluie	13
3.4 La neige	13
3. 5. La température	13
3. 5 .1 . Température moyenne mensuelle	13
3. 5. 2. Température moyenne annuelle	14
3. 6. Diagramme Ombrothermique de Gausсен	15
3. 7. Détermination de type de climat	16
3. 7 .1 . Climagramme DEmberger	16
3. 7 .2. L'indice d'aridité de Martonne	17
3. 7. 3. Continentalité pluvial moyenne	17
3. 8. Humidité du sol : méthode D Eu verte	17
3. 9. Le vent	18
3. 10.Humidité	19
3. 11. Les paramètres du bilan hydrique	19
3. 11. 1. L'évapotranspiration potentielle	19
3. 11. 2 .L'évapotranspiration réelle	20
3. 11. 3. Bilan hydrique selon la méthode de Thornthwaite	22
3. 11. 4. Interprétation de résultats du bilan hydrique	24

Table des matières

3. 11. 5. Conclusion	25
4. Chapitre 3 : analyse statistique	
4. 1. Matériels et méthodes	27
4. 1. 1. Analyse des données pluviométrique annuelles et quotidiennes	27
4. 1. 2. Détermination de la saison des pluies : début et fin	29
4. 1. 3. Caractérisation des périodes de retour (loi de lognormal)	29
4. 2. Résultat	30
4. 2. 1. L'écart à la moyenne des précipitations annuelles	30
4. 2. 2. Tendances des indices pluviométriques	31
4. 2. 3. Estimation de la récurrence des événements pluvieux à Batna	33
4. 3. Discussion	35
4. 4. Conclusion	36
5. Conclusion générale	38
6. Références bibliographiques	40 - 41

Introduction

1 . Introduction:

Le changement climatique se produit lorsque des changements dans le système climatique de la terre conduisent à l'émergence de nouveaux modèles climatiques qui restent en place pendant une longue période, et cette période peut être courte, atteignant plusieurs décennies seulement, ou elle peut atteindre des millions d'années

Les scientifiques ont identifié de nombreux épisodes de changement climatique tout au long de l'histoire géologique de la terre, et plus récemment, depuis la révolution industrielle, le climat a été de plus en plus influencé par les activités humaines qui conduisent au réchauffement climatique et il est donc courant d'utiliser les deux termes synonymes dans ce contexte

Le présent point porte sur les facteurs naturels et anthropiques de l'évolution du climat, et notamment sur les relations de causalité entre les émissions de gaz à effet de serre (GES), la concentration de ces gaz dans l'atmosphère, le forçage radiatif et, enfin, les réactions et les effets du climat (Mohamed El Moctar, 2009).

Le système climatique reçoit presque toute son énergie du soleil et le système climatique envoie de l'énergie dans l'espace. L'équilibre de l'énergie entrante et sortante, ainsi que le passage de l'énergie à travers le système climatique, déterminent le budget énergétique de la terre

Lorsque l'énergie entrante est supérieure à l'énergie sortante, le budget énergétique de la terre est positif et le système climatique se réchauffe, mais si le volume sortant est plus élevé, le budget énergétique est négatif et la terre subit un refroidissement

L'énergie qui se déplace dans le système climatique de la terre se manifeste par le temps, mais elle varie en fonction de l'échelle géographique et du temps

Les moyennes météorologiques à long terme de la région façonnent son climat

Le changement climatique est considéré comme un modèle à long terme et continu de changement climatique et ces changements peuvent être le résultat d'une <variabilité interne> lorsque des processus naturels inhérents à différentes parties du système climatique modifient la distribution de l'énergie

Des exemples de ceci incluent l'ampleur du changement dans les bassins océaniques tels que l'oscillation décennale du Pacifique et l'oscillation nodale atlantique qui dure depuis des décennies

Le changement climatique peut également résulter d'une influence externe et lorsque des phénomènes extérieurs aux composants du système climatique induisent des changements au sein du système, par exemple des changements dans les sorties du système solaire et l'activité volcanique.

Introduction

L'objectif de cette étude est de connaître l'évolution des extrêmes pluviométriques dans un contexte de changement climatique.

Le premier chapitre est une la présentation de la zone d'étude.

Le deuxième chapitre est une étude climatique sur un ensemble des données climatiques de la station météorologique de Batna sur une période de 40 ans.

Finalement, le troisième chapitre s'intéresse à une caractérisation d'évolution des extrêmes pluviométriques à Batna par une analyse statistique des données.

Le travail est achevé par une conclusion générale qui récapitule les principaux résultats obtenus.

Chapitre 1 :

2. chapitre1: présentation de la région d'étude

2-1 Situation géographique :

La wilaya de Batna est située au nord est de l'Algérie dans la région des Aurès ,entre les longitudes 4°et 6° Est et les latitudes 35°et36° Nord (BOUKHTACHE N,2008)

Le territoire de wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitue par la jonction de deux Atlas (tellien et saharien) ce qui représente laparticularity physique principal de la wilaya et détermine, de ce fait, les caractères du climat et les conditions de vie humaine, en plus des l'intersection de deux principaux axe routiers, l'axe Noed_Sud, et l'axe reliant lEst à lOuest à travers de hauts plateaux (Boutrid Mohamed Lamin et kalla Mahdi ,2015).

Elle est délimitée:

Au nord-est, par la wilaya d'Oum EL Bouaghi

Au lest, par la wilaya de khenchela

Au sud, par la wilaya de biskra

Au l'ouest par la wilaya Msila

Au nord –ouest par la wilaya de Sétif

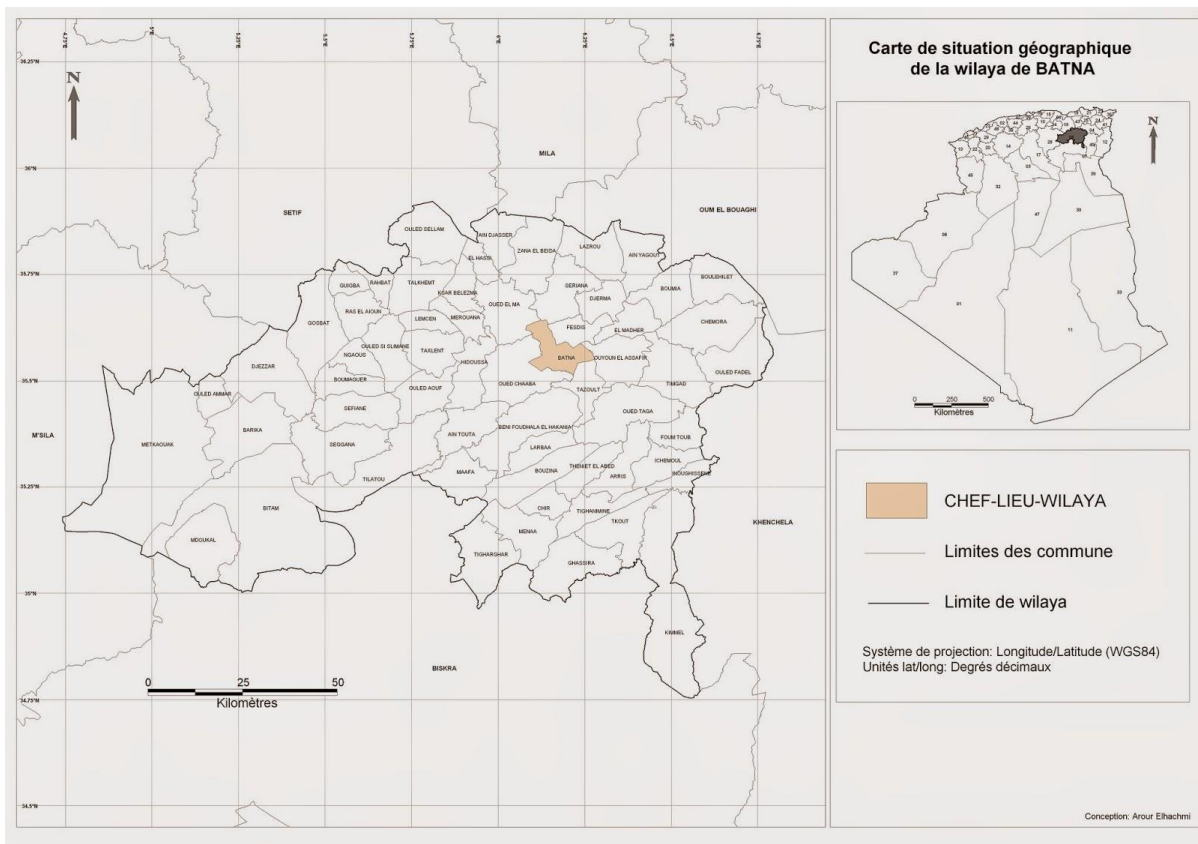


Figure 1: Carte de situation géographique de la région du Batna.

2- Orographie:

La topographie de la région de Batna est subdivisée en trois grands ensembles :

2-2-1 Hautes plaines telliennes

Au nord de la wilaya de Batna se distingue le domaine des hautes plaines telliennes qui matérialisent la limite nord de la wilaya, particulièrement avec une série de petits chotts

D'une manière générale, ces hautes plaines sont composées de vastes glacis plus ou moins encroutés

Les altitudes dans cette zone varient entre 800 et 950m en moyenne et les pentes excèdent rarement 3 % c'est la raison pour laquelle elle prend le nom des hautes plaines (BOUKHTACHE N, 2008)

2-2-2 Reliefs montagneux (la jonction des deux Atlas)

L'Atlas tellien par l'ensemble des monts du Hodna, du bon Taleb et les monts de Bellezma et l'Atlas saharien par les Aurès, le Dj. metlili et les monts du Zab, forment < l'ossature physique > principale de la région

Les altitudes varient de 700m (la plus basse altitude localisée dans cet ensemble est située au Dj. Rebaa sur le versant nord des monts du Zab) à 328m au Dj. Chelia considéré comme le plus haut point de la wilaya et troisième plus haut point de l'Algérie (BOUKHTACHE N, 2008)

2-2-3 Hautes plaines steppiques

Situées dans la partie ouest de la wilaya de Batna, elles se trouvent encadrées au nord par les monts du Hodna, à l'est par les monts de Bellezma et le Dj. metlili et au sud par le versant nord des monts du Zab constitués par les Djebels Ammar, Mekmizane et Bouzokma (BOUKHTACHE N, 2008)

2-3- Climat

Le climat de Batna est de type semi-aride, avec quatre saisons bien distinctes. Les températures moyennes varient de 4°C en janvier à 35°C en juillet. En hiver, la température descend en dessous de zéro la nuit, avec de fréquentes gelées. En été, la température peut atteindre les 45°C à l'ombre. Le total annuel des précipitations est de 210 mm, le taux moyen d'humidité est de 97%, la neige ne fait son apparition que pendant quelques jours et surtout au moins de mars.

2-4 Hydrographie

L'ensemble de la wilaya de Batna est réparti sur 3 grands bassins versants selon la répartition faite par l'A.N.R.H. (Agence Nationale des Ressources Hydriques) (BOUKHTACHE N, 2008)

Le Bassin du Constantinois: Situé au nord et nord est, caractérise par la présence d'une série de Sebkhass, Garants et Chotts qui marquent toute une série de couvertes au passage vers les hauts plateaux Constantinois.

Le Bassin versant du Hodna: Situé à l'ouest, caractérise 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: occupe la partie sud et sud-est de la wilaya et dont les cours d'eau ont leur exutoire dans le Chott Melhir en dehors des limites de la wilaya.

Tout le réseau hydrographique est étroitement lié aux précipitations ainsi qu'il est surmonté par une atmosphère à très fort pouvoir évaporant (BOUKHTACHE N 2008)

En effet, il est à signaler la vulnérabilité des ressources en eau dans les trois bassins versants, que ce soit les eaux superficielles ou les eaux renouvelables des nappes souterraines (BOUKHTACHE N, 2008)

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé la connaissance de la situation géographique de la région de Batna, au cœur de l'Aures, é travers laquelle nous avons constaté que ce qui détermine les caractéristiques du climat et des conditionne vie est l'intersection de l'atlas (tellien, saharien). On sait que le Dj. Chélia est le point culminant de letat et le troisième point cumulant d'Algérie à 2 ,388 m.

Chapitre 2

3. chapitre 2: étude climatique

3-1 Précipitations:

Ajoure de précipitation est un jour au cours duquel on observe une accumulation d'eau ou mesurée en eau d'au moins 1millimetre. La probabilité de jour de précipitation à Batna varie au cours de l'année.

Ou ce chapitre explique l'analyse des paramètres climatiques afin d'obtenir une idée plus ou moins claire du climat, pour établir un bilan hydrologique et contribuer à la description du climat de la zone d'étude .les donnée climatologique utilisées dans cette étude pour caractériser le climat de la zone sont reprises de la station pluviométrique de Batna obtenues du site web Info climat .Les cordonnées de cette station sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Caractéristiques de station pluviométrique de Batna (source web : Info climat).

Station	Latitude en DD (Degrés décimaux)	Longitude en DD (Degrés décimaux)	Altitude en mètre
Batna	35,75	6,18	1052

3.1.1 Précipitations moyennes annuelles :

La précipitation moyenne annuelle établie sur un grande nombre d'année (hauteur moyenne des précipitations annuelles tombant à un endroit donné) est aussi appelée sa valeur normale, son module annuel ou sa valeur interannuelle.

Les données des précipitations moyennes annuelles dans le graphe (figure 2) durant la période (1980_2020) Pour la station de Batna. Avec un tableau (2) qui représente l'année la plus pluvieuse et celle la plus sèche de la station.

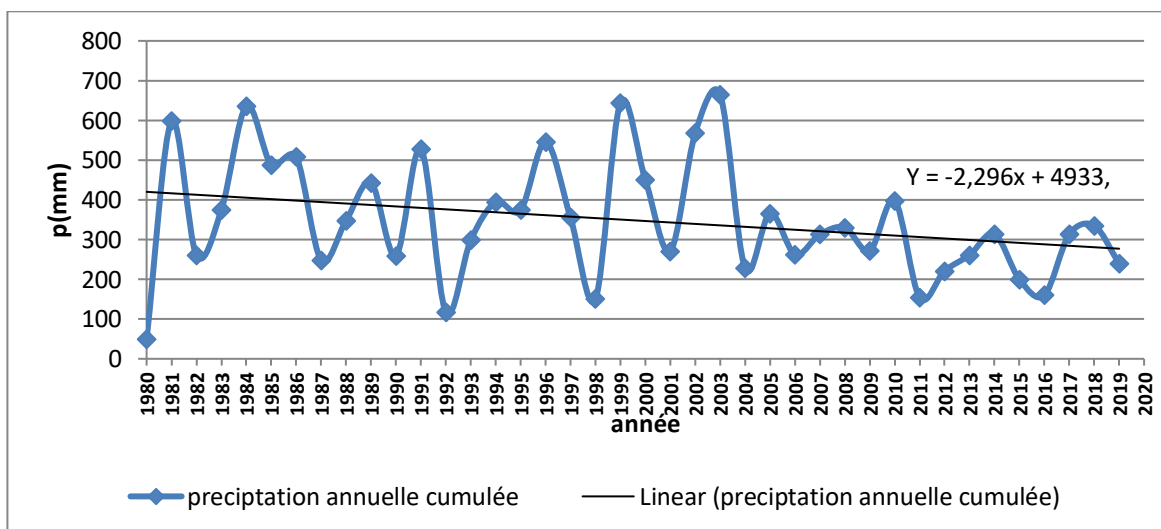


Figure 2: Précipitations moyennes annuelles de station de Batna (1980/2020)

Tableau2: l'année la plus pluvieuse et sèche de la station de Batna

Station de Batna	Valeur de précipitation maximale	L'année la plus pluvieuse	Valeur précipitation minimale	L'année la plus sèche	Moyenne
	665 mm	2004	29,9 mm	1980	340,83

- Pour les différents périodes, on remarque une variabilité des apports annuelles des précipitations, la grande valeur de pluviosité annuelle dans la station de Batna est enregistrée en 2004 avec une valeur égale a 665 mm, et la plus petite valeur enregistrée en 1980 avec des précipitations de 29,9 mm. La plus moyenne interannuelle est de l'ordre de

3.1.2 Régime pluviométriques de la région de Batna

On utilise la valeur de précipitation moyenne annuelle pour contre le régime par la classification suivante

Tableau 3: Régime pluviométriques du monde (Tire de cham poux, Toutant,1988)

Nom	Caractéristiques
Régime équatorial humide	Plus de 200cm de précipitations annuelles moyennes. à l'intérieur des continents et sur les cotes. région typique de ce régime : bassin de l'amazone.
Régime subtropical humide en Amérique	Entre 100 et 150 cm de précipitation annuelle moyenne. à l'intérieur des continents et sur les cotes. région typique de ce régime : pointe Sud-est de l'Amérique du Nord.
Régime subtropical sec	Moins de 25 cm de précipitation annuelle moyenne. à l'intérieur des continents et sur les cotes ouest. région typique de ce régime : le Sud du Maghreb.
Régime intertropical sous l'influence des alizés	Plus de 150 cm de précipitation annuelle moyenne Sur des zones côtières, humidité Région typique de ce régime : cotes est de l'Amérique central
Régime continental tempéré	Entre 10 et 50 cm de précipitation annuelle moyenne à l'intérieur des continents ; il en résulte ou des steppes Région typique de ce régime : plaines de l'ouest du continent nord américain
Régime océanique tempéré	Plus de 100 cm de précipitation annuelle moyenne Sur les cotes ouest des continents Région typique de ce régime : la Colombie

	britannique, l'Europe
	Moins de 30 cm de précipitation annuelle moyenne
	Se situe au nord de 60° parallèle ; formation de grands déserts froids
Régime polaire et arctique	Région typique de régime: le Grand Nord canadien

- On a une valeur de précipitation moyenne annuelle entre 10 et 50 cm donc le régime c'est un régime continental tempéré.

3.1.3 Précipitation moyennes mensuelles :

Les données des précipitations mensuelles sur la période (1980_2020) recueillies à la station de Batna ont permis de calculer les modules pluviométriques mensuels présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Précipitation moyennes mensuelle de la station de Batna (d'après info climat 1980_2020).

Mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
valeur	34,34	24,64	35,76	38,36	44,45	22,26	11,5	24,15	34,73	27,71	26,56	34,3

- Ce tableau montre la variation des précipitation d'un mois à l'autre des moyennes mensuelles des hauteurs pluviométriques enregistrées dans la station de Batna .Avec un maximum de l'ordre de 44,45 mm qui s'observe au mois de Mai , et un minimum de l'ordre de 11 ,5 mm s'observe au mois de Juillet . Nous pouvons mieux voir cela grâce au graphe suivant :

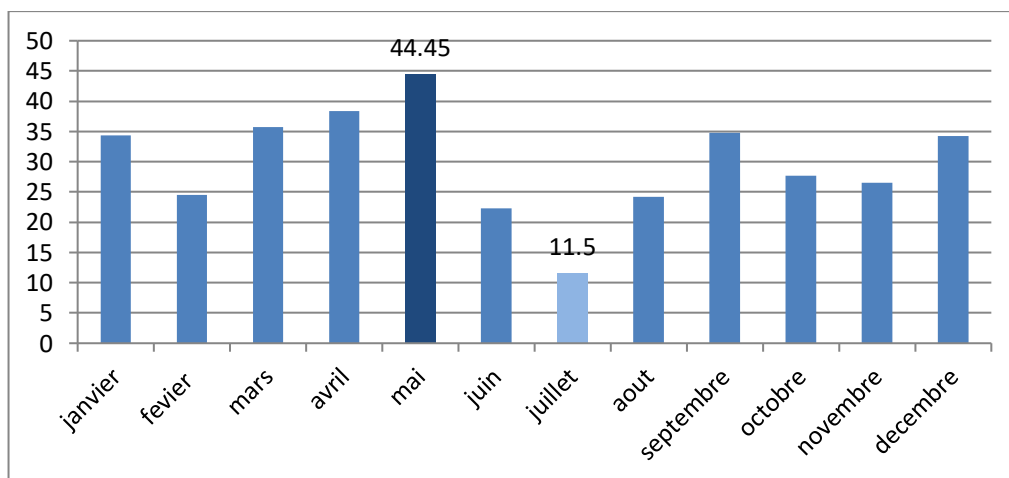


Figure 3:variation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Batna (1980_2020)

3.1.4 .Précipitation moyenne saisonnière :

La subdivision des pluies de l'année pour chaque saison est faite suivant les saisons agricoles (automne : S O N /L Hiver : D J F/Printemps :M A M/Eté : J A)

Tableau 5: précipitation moyenne saisonnière (d’après le site web info climat 1980-2020)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté		
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Station	mm		%	mm		%	mm		%	mm		%
BATNA	89		24,8	93,28		26,00	118,57		33,05	57,91		16,14

La répartition mensuelle des précipitation dans l’année et ses variations conditionnent, en relation avec les facteurs thermiques, l’écoulement saisonnier et par la même le régime des cours d’eau, l’érodabilité des sols et le transport des matériaux en suspension (BOUANANI A, .2005)

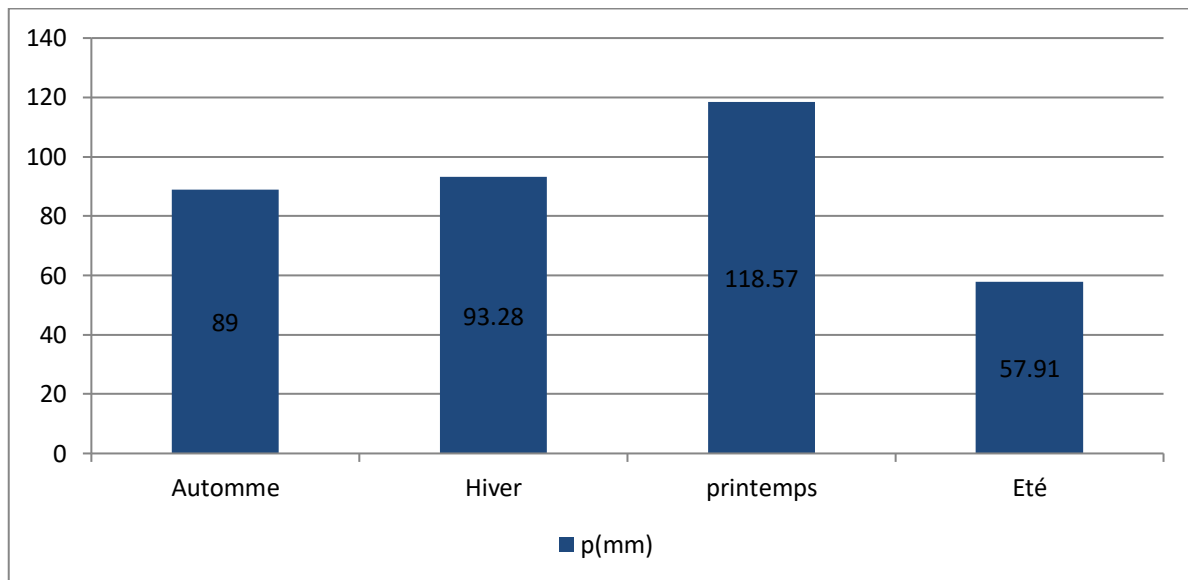


Figure 4 : Répartition saisonnière de la précipitation (d’après info climat 1980_2020)

- Une forte précipitation saisonnière est enregistrée pendant l’hiver et le printemps avec une valeur de 93,28 mm et 118,57 mm qui représente 26% et 33,05%
- Une faible précipitation saisonnière est enregistrée pendant l’automne et l’été avec une valeur de 89 mm et 57,91 mm qui représente 24,8% et 16,14% successivement.

3.2. Coefficient pluviométrique(H)

Ce coefficient permet de déterminer pour une station donnée si l’année est excédentaire ou déficitaire, il est défini par le rapport de la pluviométrie P d’une année à la pluviométrie moyenne P pour une période de n années:

Avec:
$$H = P_i / \bar{P}$$

H: Coefficient pluviométrique

P_i: Hauteur annuelle des pluies en mm

\bar{P} : Pluviométrie moyenne en mm

L’année est d’autant plus excédentaire lorsque que H est supérieure à l’unité (H>1) et si (H<1) l’année est dite déficitaire .Dans notre cas : P=45,73mm

La figure ci-dessous montre les variations de H à la cour des années d’observations

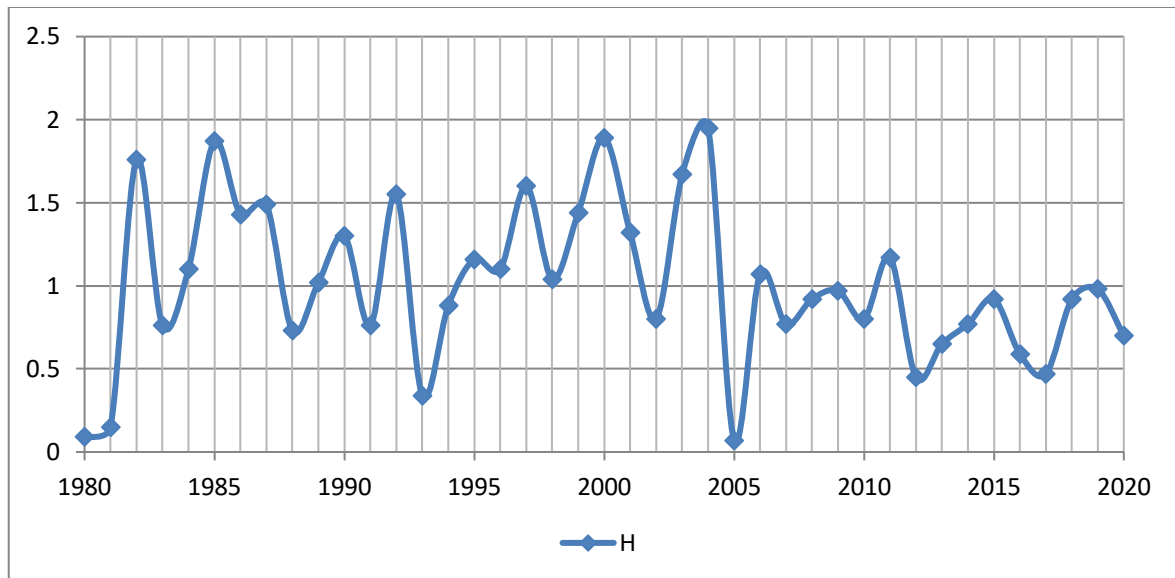


Figure 5 : variation du coefficient pluviométrique avec la précipitation annuelle
3.3. Pluie :

Pour montrer la variation au cours des mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Batna connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne la précipitation de pluie mensuelles.

3.4. Neige :

La quantité de neige sur une période glissante de 31 jours à Batna ne varie pas considérablement au cours de l'année, restant à 2 millimètre de 2 millimètre tout au long de l'année.

3.5 La température

3.5.1. Température moyenne mensuelle :

La paramètre de la température est indispensable à la climatologie et fortement influencer par le changement climatique, vu qu'il rend compte de son apport d'énergie à la végétation, de son pouvoir évaporation. Elle joue un rôle très important pour la détermination du bilan hydrique, et enfin, qu'il est à l'origine du bon fonctionnement du cycle de Léau.

Tableau 6 : Répartition moyenne mensuelle de température a la station de Batna (1980_2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Valeur Maximale	11,16	12,59	16,05	20,13	25,4	30,61	35,25	34,56	28,99	23,43	16,35	12,41
Valeur Moyenne	6,12	7,1	9,91	13,15	17,68	22,96	24,61	25,98	21,66	16,68	10,85	7,05
Valeur Minimale	0,59	0,95	3,31	6,23	10,01	14,51	17,61	17,34	14,38	9,9	4,9	1,75

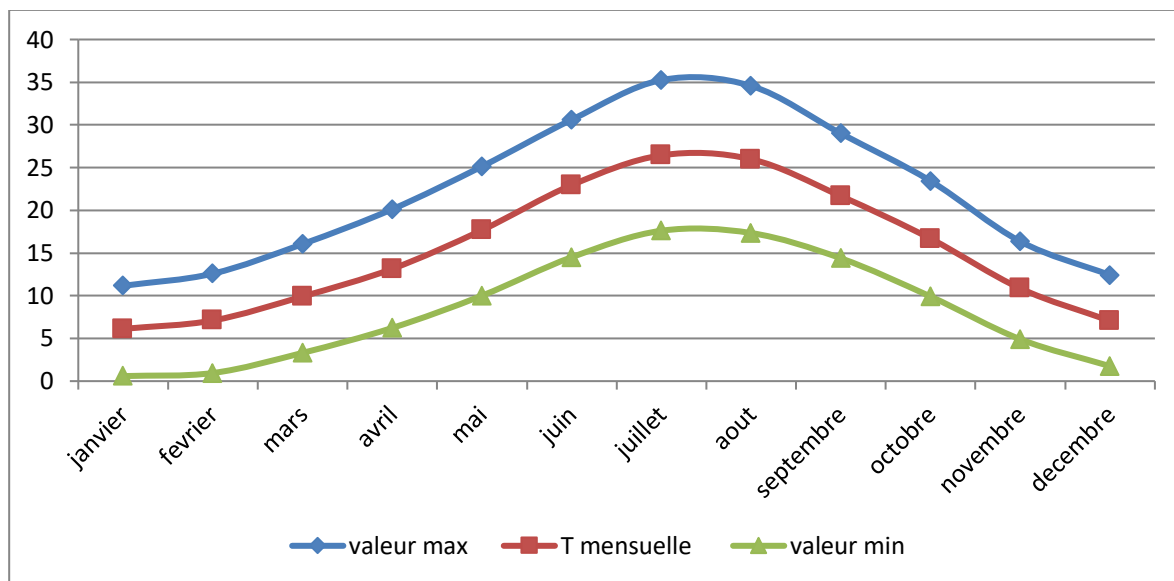


Figure 6 : Température mensuelle pour la station de Batna (1980-2020)

La figure 6 indique la répartition moyenne mensuelle de la température, et montre que :

Le mois le plus froid est le moins de Janvier avec valeur de 6,12

le mois le plus chaud est celui de Juillet avec une température moyenne mensuelle de 24,66°C

La température moyenne mensuelle de cette période (1980_2020) est de 16,28°C

3.5.2. Température moyenne annuelle :

D’après la figure suivante nous montrent que l’année la plus chaude est l’année 1999 avec une valeur maximale de 16,5°C , et l’année la plus froide est celle de 1980 avec une valeur minimale de 14°C

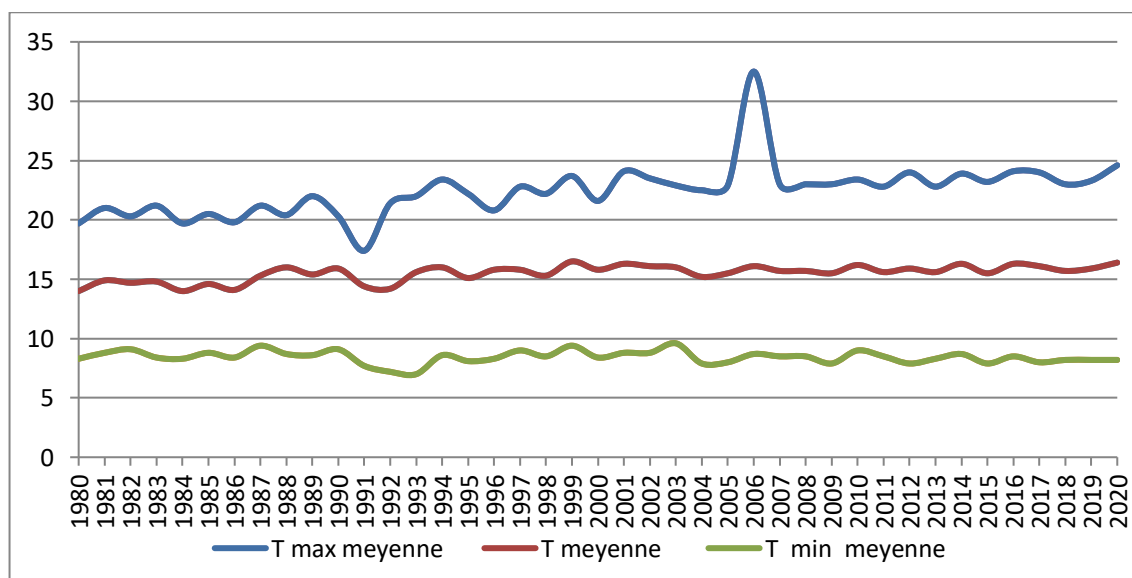


Figure 7 : Evolution de température (moyenne annuelles, moyenne maximales annuelles, moyenne minimales annuelles) pour la station de batna (1980_2020)

3.6. Diagramme ombro-thermique de GAUSSEN :

Il permet de déterminer les périodes humides ou sèches, par un total pluviométrique (moyenne en millimètres) et la température moyenne mensuelle°C

Tableau 7 : données du diagramme ombrothermique de Gausсен de station de Batna (1980_2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	34,34	24,54	35,76	38,36	44,45	22,26	11,5	24,15	34,73	27,71	26,56	34,23
T(°C)	6,12	7,1	9,91	13,15	17,68	22,96	26,44	25,98	21,66	16,68	10,85	7,05

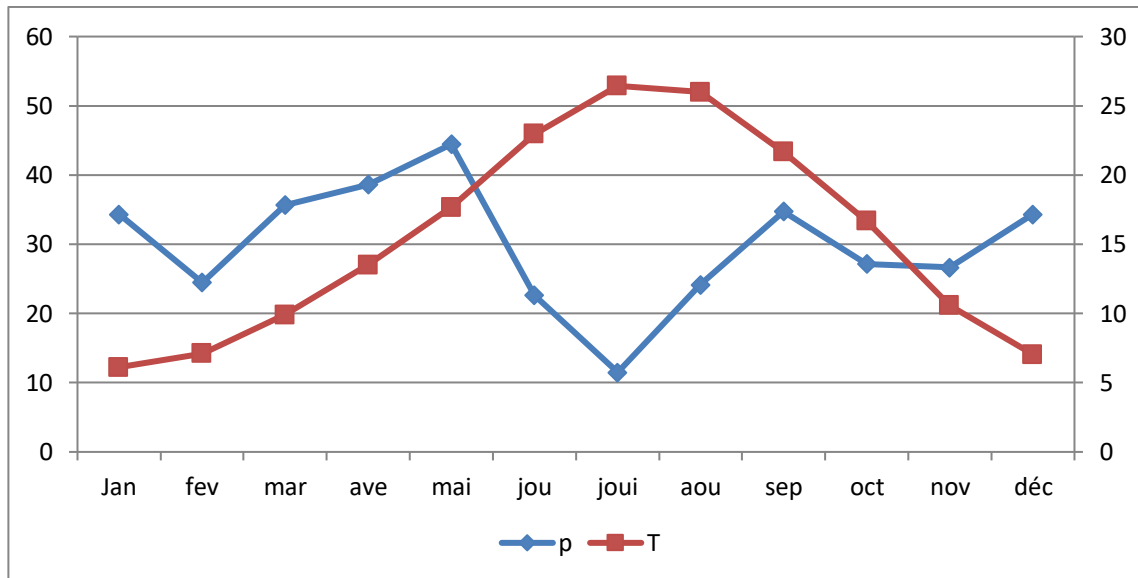


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de la station de Batna

Deux saisons peuvent être distinguées, un humide allant de Novembre à Avril et l'autre sec sur le reste de l'année.

3.7. Détermination du type du climat :

3.7.1 Climagramme DEMBERRGER :

On utilise le climagramme dEmberger pour connaître le type de climat de la zon d'étude dans notre cas Batna, dans la quelle il est comporté en ordonnées les valeurs de Q2 données

par la relation suivante : $Q2 = 2000 \frac{P}{(M^2 - m^2)}$

Avec :

P : la précipitation moyenne annuelle en (mm)

M : La température maximum du mois le plus chaud en degré kelvin (°K)

m : La température minimum du mois le plus froid en degré kelvin (K°)

NOTE : $T (K^{\circ})=T ({}^{\circ}C)+273,15$

Tableau 8 : Données du climagramme DEMBERGER de Batna (1980_2020)

Station	P (mm)	Température maximale°C	Température minimale°C	Q2
Batna	340,83	26,41	6,12	58,04

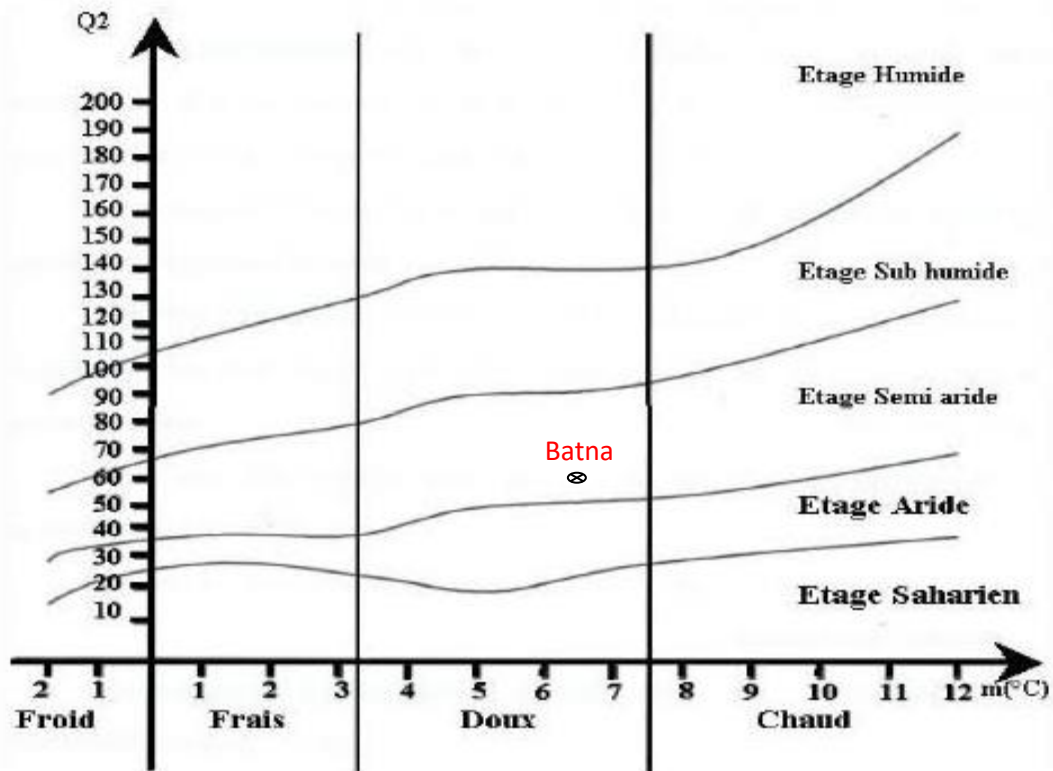


Figure 9 : Climagramme D'EMBERGER de la station de Batna (1980_2020)

Le climagramme d'EMBERGER de la station de Batna à la période de 1980-2020 indique que la région de Batna appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à Hiver doux.

3.7.2. L'indice d'aridité de MARTONNE

Pour la détermination du type de climat, E. De Martonne a proposé une formule climatologique appelée indice d'aridité qui est fonction de la température moyenne annuelle et une faible pluviométrie a un endroit donné : $I=P/T10$

Avec : I : L'indice d'aridité

P : Précipitation moyenne annuelle (mm)

T : Température moyenne annuelle

Dans le cas de notre région :

Selon De Martonne :

$I < 5$: le climat est hyper aride.

$5 < I < 7,5$: le climat est désertique.

$7,5 < I < 10$: le climat est steppique.

$10 < I < 20$: le climat est semi-aride.

$20 < I < 30$: le climat est tempéré.

$I > 30$: le climat est humide (écoulement abondant).

Les résultats de l'indice d'aridité trouvés par la station de Batna montrent que le climat de notre zone d'étude est de type semi_ aride

3.7.3. Continentalité pluviale moyenne :

La continentalité pluviale moyenne permet de définir le type de climat continental, elle s'explique par le rapport (R) de la somme des coefficients pluviométriques relatifs mensuels des mois les plus chauds et la somme des mois les plus froids, on a alors la classification suivante :

Si : $1 < R < 1,75$: climat semi continentalité.

$R < 1$: climat continentale.

3.8. Humidité de sol : méthode Deuverte :

C'est un indicateur climatique utilise pour déterminer l'évolution de humidité de sol, calculé par le rapport des précipitations moyennes mensuelle et la température moyenne mensuelle P/T

Si : $P/T < 1$: Régime très sec

$1 < P/T < 2$: Régime sec

$2 < P/T < 3$ Régime subhumide

$P/T > 3$

Tableau 9 : Rapport P/T mensuelles de station de Batna (1980_2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
P (mm)	34,34	24,54	35,76	38,36	44,45	22,26	11,5	24,15	34,73	27,71	26,56	34,23
T (°C)	6,12	7,1	9,91	13,15	17,68	22,96	26,44	25,98	21,66	16,68	10,85	7,05
P/T	5,61	3,45	3,60	2,91	2,51	0,96	0,43	0,92	1,60	1,66	2,44	4,85
Régime	humide	humide	humide	subhumide	subhumide	Très sec	Très sec	Très sec	sec	sec	Subhumide	humide

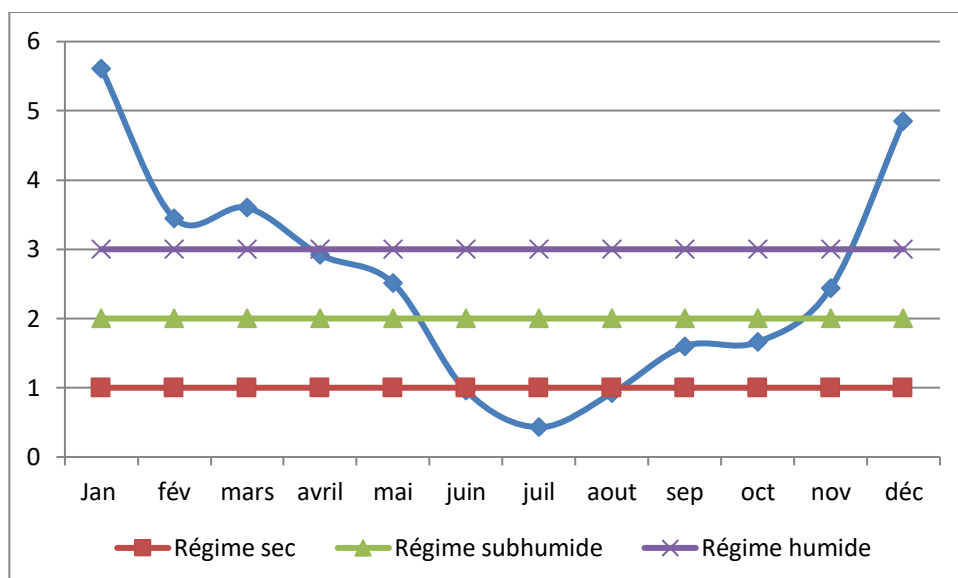


Figure 10 : Diagramme de l’humidité du sol par la méthode d EUVERTE station de Batna (1980_2020)

3.9. Humidité

Nous estimons le point de rosée, car il détermine si la transpiration s’évaporera de la peau, causant ainsi un rafraichissement de l’organisme

Les points de rosée plus bas ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide

Contrairement à la température, qui varie généralement

Considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement

Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie dune nuit lourde(BITA M R ,2012)

Humidité souligne se double influence de la sécheresse estivale et de la continentalité (Madani Djamila, 2008).

Le niveau d humidité perçu a Batna, tel que mesure par le pourcentage de temps durant lequel le niveau d humidité est lourd, oppressant ou étouffant, ne varie pas beaucoup au de l’année, restant pratiquement constant0%

3.10. Vent

Cette section traite du vecteur vent moyen horaire étendu (vitesse et direction) à 10 mètres au- dessus du sol. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires

La région de Batna souffre de vents faibles en général, dominés par le sud-ouest à ouest avec le passage du khamasin (vent fort et chaud) , en été qui peut souffler pendant 20 jours durant le mois de Juillet (Raouf BITAM et all , 2012)

La vitesse moyenne calculée variant entre 3 à 4 m/s . Les vents chargés des pluies viennent du Nord-Ouest après avoir perdu une grande partie de l'humidité sur l'Atlas Tellien (BITAM, 2012)

3.11. LES PARAMETRES DE BILAN HYDRIQUE

Dans l'étude hydrogéologique d'une région, on utilise le bilan d'eau qui consiste à évaluer la répartition entre les différentes composantes du bilan hydrique : l'écoulement (Ruissellement (R)), infiltration (I) et l'évaporation

D'après le document du conseil international de la langue française intitulé

«Vocabulaire de Hydrologie et de la météorologie »

- L'évapotranspiration ou évaporation totale (ET) l'ensemble des phénomènes d'évaporation (processus physiques) et transpiration (phénomènes biologiques)
- L'évapotranspiration relative le rapport, sans dimensions de LETR à LETP.

3.11.1. L'évapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle, effective, actuelle ou encore déficit de découlement (ETR) la somme de l'évaporation et de la transpiration réelle pour une surface donnée et une période définie.

3.11.2. L'évapotranspiration potentielle (ETP)

L'évapotranspiration potentielle est la consommation maximale d'eau d'un couvert végétal actif dense et étendu sur une grande surface et bien alimenté en eau

Elle correspond au maximum du pouvoir évaporant de l'air, plusieurs formules ont été élaborées pour l'évaluation de l'ETP par Thornthwaite (1944), Penman (1948), Turc (1961), etc. (Madani Djamila, 2008).

Pour l'estimation de l'évapotranspiration potentielle nous avons utilisé la formule de C.W Thornthwaite qui a établi une correction entre la température moyenne mensuelle et l'évapotranspiration mensuelle.

ETPc (mm)=16(10T/I)^a K (ETP CORRIGEE).

ETP (mm)=16(10T/I)^a (ETP NON CORRIGEE).

- C.W Thornthwaite définit d’abord un indice thermique mensuel (i), cet indice est calculé à partir de la température moyenne mensuelle (T) :

$$I = (T/5)^{1,514}$$

La somme des indices mensuels des douze mois de l’année donne l’indice thermique annuel :

$$I = \sum i$$

Exposant climatique avec :

$$a = 0,016(I) + 0,5$$

Avec : ETP : Evapotranspiration potentielle en mm.

K : Coefficient d’ajustement.

I : Indice thermique annuel.

i : Indice thermique mensuel.

T : Température moyenne mensuelle en°C

a : Exposant climatique.

Estimation de coefficient d’ajustement K dépend du mois et de la latitude de de la région dans notre cas de Batna c’est :

Lat .N.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

0	1.04	.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	.99	1.02
10	1.00	.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	.98	.99
15	.97	.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	.95	.97
20	.95	.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1	.94	.94
25	.93	.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91.
26	.92	.88	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.13	1.02	.99	.91	.91
27	.92	.88	1.03	1.07	1.16	1.15	1.16	1.13	1.02	.99	.90	.90
28	.91	.88	1.03	1.07	1.16	1.16	1.18	1.13	1.02	.98	.90	.90
29	.91	.87	1.03	1.07	1.17	1.16	1.19	1.13	1.03	.98	.90	.89
30	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
31	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.18	1.20	1.14	1.03	.98	.88	.87
32	.89	.86	1.03	1.08	1.19	1.19	1.21	1.15	.03	.98	0.88	.87
33	.88	.86	1.03	1.09	1.19	1.20	1.22	1.15	1.03	.97	.88	.86.
34	.88	.85	1.03	1.09	1.20	1.20	1.22	1.16	1.03	.97	.87	.86
35	.87	.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	.97	.86	.85
36	.87	.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	1.03	.97	.88	.84
37	.86	.84	1.03	1.10	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	.97	.85	.83
38	.85	.84	1.03	1.10	.23	.24	1.25	1.17	1.04	.96	.84	.83
39	.85	.84	1.03	1.11	1.23	1.24	1.26	1.18	1.04	.96	.84	.82

Tableau 10 : Table permettant d’obtenir la valeur de coefficient ajustement K

Mois	Ja n.	Fév.	Mars	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
------	-------	------	------	--------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	-------

T°C	6,12	7,1	9,91	13,15	17,68	29,96	26,41	25,98	21,66	16,68	10,85	7,05	
i	1,35	1,7	2,18	4,32	6,76	15,03	12,42	12,12	9,20	6,19	3,23	1,68	76,18
I	76,18												
a	1,71												
K	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85	
ETP(mm)	11	14,18	25,08	40,69	67,50	166,36	134,35	130,37	95,53	61,11	29,29	14,01	789,79
ETPc	9,57	12,05	25,83	44,35	78,04	200,86	165,25	151,22	98,39	59,27	25,18	11,90	881,91

Tableau 11 : valeurs de l'évapotranspiration potentielle de la région de Batna (1980_2020).

Tableau 11 ; indique la répartition moyenne mensuelle de l'évapotranspiration potentielle et montre que :

- Les valeurs élevées de l'évapotranspiration potentielle sont présentes le long des mois d'été, cette augmentation de l'ETP s'explique par la température élevée et le manque de précipitation dans cette saison. Avec une valeur maximale de 200,86 mm au mois de Juin
- Les valeurs les plus basses de l'évapotranspiration potentielle sont présentes durant la saison d'Hiver avec une valeur minimale de 9,57 mm au mois de Janvier

3.11.3.BILAN HYDRIQUE SELON LA METHODE DE THORNTHWAITE :

Le bilan hydrique (BH) est, selon Thornthwaite, l'expression de la différence entre les précipitation et l'évapotranspiration potentielle ($BH=P - ETP$) d'un bassin ou d'un sol donné pendant période déterminée, généralement un mois.

Le déficit agricole (DA) représente sensiblement la quantité d'eau qu' il faudrait apporter aux cultures (par l'irrigation)par quelles ne souffrent pas de la sécheresse.il est donné par l'expression : $DA=ETP- ETR$

L'excédant (EX) est la quantité d'eau pouvant s'écouler lorsque l ETP et la RFU sont satisfaites

Il correspond au surplus d'eau destinée à l'alimentation de l'infiltration et du ruissellement de surface.

La réserve facilement utilisable (RFU) ; représentant en général 2/3 de la réserve utile totale (RU) est la quantité d'eau stockée dans le sol et qui peut être reprise par l'évaporation par l'intermédiaire des plantes.

Tableau 12 :Bilan hydrique de la région de Batna (1980_2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
T°C	6,12	7,1	9,91	13,15	17,68	29,96	26,41	25,98	21,66	16,68	10,85	7,05	
i	1,35	1,7	2,18	4,32	6,76	15,03	12,42	12,12	9,20	6,19	3,23	1,68	76 ;18
I = 76,18													
a	1,71												
K	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85	
P	34,34	24,54	35,76	38,36	44,45	22,26	11,5	24,15	34,73	27,71	26,56	34,23	
ETP(mm)	11	14,18	25,08	40,69	67,50	166,36	134,35	130,37	95,53	61,11	29,29	14,01	789,79
ETPc	9,57	12,05	25,83	44,35	78,04	200,86	165,25	151,22	98,39	59,27	25,18	11,90	881,91
P - ETPc	24,77	12,49	9,93	-5,99	-33,64	-178,60	-153,75	-126,77	-63,66	-31,56	1,38	22,33	
ETR	9,57	12,05	25,83	44,35	78,04	58,58	11,5	24,45	34,73	27,71	25,18	11,90	363,89
RFU	84,84	60,97	70,90	64,91	31,32	00	00	00	00	00	1,38	23,71	
DA	00	00	00	00	00	147,28	153,75	126,77	63,66	31,56	00	00	523,02
EX	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

T : Températures moyennes mensuelles °C .

I : Indice thermiques mensuels.

a : Exposant climatique.

ETP : Evapotranspiration potentielle mensuelle non corrigée(mm).

ETPc : Evapotranspiration potentielle mensuelle corrigée(mm).

K : facteur de correction qui dépend du temps du mois et de l'altitude de lieu.

P : précipitation moyennes mensuelles (mm).

RFU : Réserve facilement utilisable (mm).

ETR : Evapotranspiration réelle (mm).

DA : Déficit agricole(mm).

EX : Excédent (mm).

Vérification du bilan :

$$\sum P = \sum ETR + \sum EX \Rightarrow 358,89 = 358,89 + 00,00$$

$$\sum ETP = \sum ETR + \sum DA \Rightarrow 881,91 = 358,89 + 523,02$$

3.11.4. Interprétation des résultats du bilan hydrique :

Le tableau du bilan hydrique a pour but de connaître des différents paramètres (ETP, ETR, RFU, DA, EX). On remarque que :

L'excédent est nul sur tout les mois

Le déficit agricole est enregistré durant les mois de Juin, Juillet, Aout Septembre et Octobre avec une valeur totale de 523 ,02 mm et la grande valeur enregistrée 153,75 mm dans le mois de juillet.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) la grande valeur enregistrée est 200,86 mm dans le mois de Juin, est la plus petite valeur est 9,57 mm enregistrée dans le mois Janvier avec une valeur totale de 881,91 mm.

Pour l'évapotranspiration réelle (ETR), la grande valeur enregistrée est 78,04 mm dans le mois de Mai, est la plus petite valeur est 9,57 mm enregistrée dans le mois de Janvier avec une valeur total de 358,89 mm .Soit 100% des précipitations moyennes annuelles.

3 .11.5 Conclusion :

Dans cette partie il a été déterminé le climat de notre région d'étude de Batna qui est un climat semi aride de type semi continental avec un régime continental temporisé par des précipitations irrégulières a l'échelle et mensuelle et un faible nombre de jours de pluie.

Daprès les données climatologiques de la météorologie de Batna sur un période de 40 ans (1980_2020) nous avons pu constater, que le automne e cette la saison la plus pluvieuse .Alors que la plus sèche sets la sison estivale .Elles permettent aussi de distinguer deux situation différentes :

- Une période déficitaire de Avril jusqu'à Octobre ou la précipitation et inférieur à l'évapotranspiration potentielle ($P < ETP$)
- Un période déficitaire de Novembre jusqu'à Mars ou la précipitation supérieur à l'évapotranspiration potentielle ($P > ETP$)

Le bilan hydrologique est une façon de compter tout les éléments d'apport et de sortie d'eau à une surface donnée.

Chapitre 3

4. Chapitre 3 : Analyse statistique :

Ce chapitre comprend un ensemble d'analyses statistiques sur les différentes données pluviométriques de la station météorologique de Batna, car les résultats de l'étude de ces analyses statistiques peuvent trouver une application directe au niveau local, notamment en cas d'inondations et de diverses activités agricoles en Batna.

4.1 : Matériels et Méthode :

L'analyse de la variabilité de la pluviométrie de la station météorologique de Batna a été réalisée à partir des données pluviométriques disponibles du 1^{er} janvier 1980 au 31 décembre 2020. Elle est située à 35,75° de latitude et 6,18° de longitude à 1058 m d'altitude.

4.1.1 .Analyse des données pluviométriques annuelles et quotidiennes :

L'analyse des données des précipitations annuelles et quotidiennes nécessite le calcul annuel plusieurs indicateur pluviométrique : précipitation total ou le total pluviométrique (PTOT) ,nombre total de jour de pluie (pluie journalière 1mm , PJ) , la lame d'eau moyenne précipitée par jour de pluie (Simple Day Intensité Index, SDII) , le nombre total de jours avec des précipitation $\geq 1\text{mm}$, $\geq 5\text{mm}$, $\geq 10\text{mm}$, $\geq 15\text{mm}$, $\geq 20\text{mm}$ (P1, P5, P10, P15, P20) ainsi que la précipitation maximale journalière (JxIJ) .En plus de trois autres indicateurs basés sur des pourcentages les 95ème, 99ème et 99,9ème . Cette méthode d'analyse est communément utilisée par l'étude des évènements extrêmes (MANTON M J, 2001) (HOUNTONDJI, Y. C , 2011) (Geiger, Rudolf, 1981)

Indice	Nom de l'indice	Définition	Unité
PTOT	Précipitation annuelle	Précipitation totale annuelle	Mm
JP	Jour de pluie	Nombre total de jours humides ($I \geq 1mm$)	Jour
SDII	Simple Day Intensity Index	Lame d'eau moyenne précipitée par jour de pluie	mm/jour
Px IJ	Pluie maximale journalière	Précipitation maximale journalière	Mm
P1	Fréquence des pluies $\geq 1mm$	Nombre de jours avec des précipitations $\geq 1mm$	Jour
P5	Fréquence des pluies $\geq 5mm$	Nombre de jours avec des précipitations $\geq 5mm$	Jour
P10	Fréquence des pluies $\geq 10mm$	Nombre de jours avec de précipitation $\geq 10mm$	Jour
P15	Fréquence des pluies $\geq 15mm$	Nombre de jours avec des précipitations $\geq 15mm$	Jour
P20	Fréquence des pluies $\geq 20mm$	Nombre de jours avec des précipitations $\geq 20mm$	Jour
P95p	Fréquence des pluies intenses	Nombre de jours avec des précipitation $\geq 95^e$ percentile calculé sur une période	jour
P99p	Fréquence des pluies extrêmes	Nombre de jours avec précipitation $\geq 99^e$ percentile calculé sur une période	jour
P99, 5p	Fréquence des pluies très extrêmes	ombre de joue avec précipitation $\geq 99,5^e$ percentile calculé sur une période	jour

Tableau 13 : liste des indices utilisés dans l'analyse de l'événement extrême

4.1.2. Détermination de la saison de pluie : début, fin et longueur

La détermination du début et de la fin de la saison des pluies dépend de la méthode élaborée par OZER et ERPICUM (Ozër et Erpicum, 1995). En effet, ces auteurs ont montré, selon des critères climatiques, que la saison des pluies commence en moment où la probabilité d'avoir un jour de pluie au cours d'une « pentade (période de 5 jours déterminée est supérieure à celle d'avoir un jour sec appartenant à un épisode sec de plus de sept jours).

Cette méthode explique l'estimation des dates de début et de fin de pluie, elle permet également de caractériser l'amplitude de la saison des pluies en calculant l'aire comprise entre les probabilités d'une pentade sèche et d'une pentade humide.

4.1.3. Caractérisation des périodes de retour (loi log Normale)

La loi est identifiée comme ajustant le mieux les pluies extrêmes à être appliquée aux hauteurs de pluies journalières pour caractériser les périodes de retour des événements pluvieux extrêmes. Le but étant de vérifier si les épisodes pluvieux à la source d'inondations récentes peuvent être qualifiés d'événements extrêmes ou non. Selon HANGNON. (2015), la période de retour (ou temps de retour) caractérise le temps statistique entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée. Ce terme est très utilisé pour caractériser les risques naturels. Le calcul des fréquences d'apparition des pluies extrêmes fournit des indications intéressantes pour les gestionnaires de l'aménagement (EL GHACHI et MORCHID, 2015).

La période de retour d'un événement est définie comme étant l'inverse de la probabilité annuelle de dépassement de cet événement (MOHYMONT et DEMAR2E, 2006)

Équation :

$$T = \frac{1}{1-F}$$

Un événement pluvieux est qualifié de très exceptionnel si sa période de retour est au-delà de 100 ans ; de très anormal si la période de retour est comprise entre 10 à 30 ans, d'anormal si la période de retour est située entre 6 à 10 ans et de normal si la période de retour est à moins de six ans (HANGNON et al. 2015).

4.2. Résultats

4.2.1 L'écart à la moyenne de la précipitation annuelle :

Il permet d'estimer le déficit pluviométrique annuel. Cet écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitation d'une année p_i et la hauteur moyenne annuelle de précipitation p de la série ; l'indice est positif pour les années humides et négatives pour les années sèches.

On utilise la méthode de la moyenne mobile de 5ans pour détection de la persistance des périodes sèches ou humide.

La figure 11 montre le tracé de cette moyenne et celui de la variation annuelle pour la station de Batna (1980_2020).

Histogramme présente les écarts à la moyenne des précipitations annuelles (indice dano maile pluviométrique) et affirma la variation interannuelles très fortes alors que la courba sur 5 ans constitue un indicateur des grandes fluctuations pluriannuelles.

Les années les plus arrosées sont :

1982,1984,1985,1986,1987,1989,1990,1992,1995,1996,1997,1998,2000,2001,2003,2004, ,2006,2009,2011,2019 ; (l'année 2004 exceptionnellement humide puisque écartant de plus de 2 écart-type).A l' oppose les années les plus sèches sont :

1980,1981,1983,1988,1991,1993,1994,1999,2002,2005,2007,2008,2010,2012,2013, 2014,2015,2016,2017,2018,2020. (L'année 1980 exceptionnellement sèches puisque écartant de plus de $-1,9$ écart-type.)

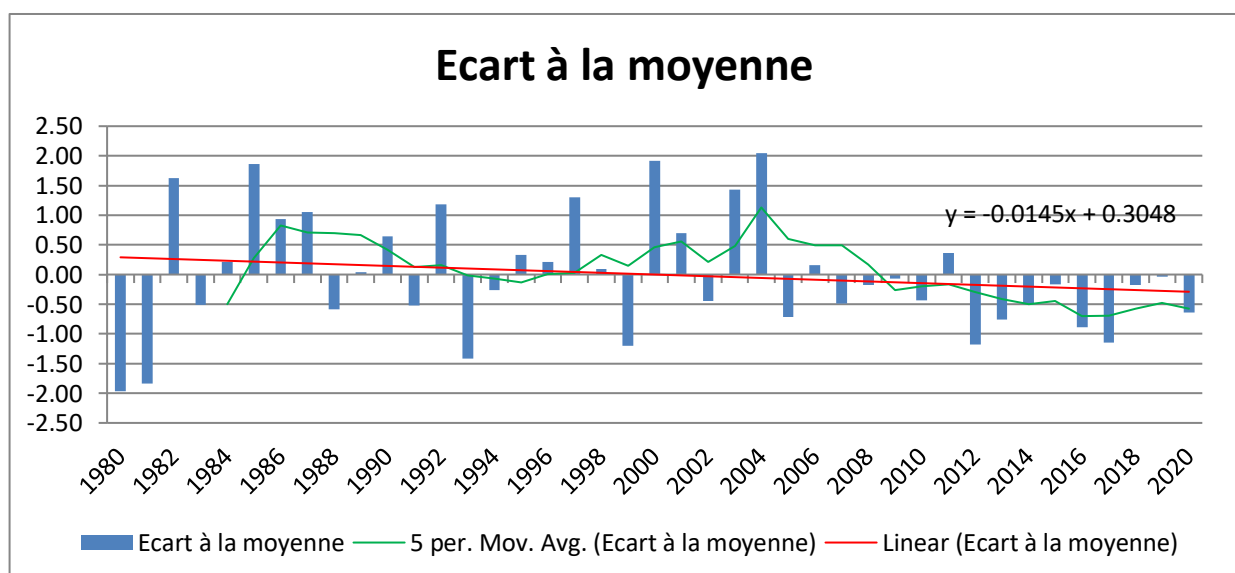


Figure 11 : Evolution des écarts à la moyenne de la précipitation annuelle (1980_2020)

La caractéristique typique (précipitation annuelles, nombre de jours de pluies, nombre totale de jours caractérisés par des précipitations $\geq 1mm$, $\geq 5mm$, $\geq 10mm$, $\geq 15mm$, \geq

$20mm$.) De la station météorologique de Batna sur la présentées au tableau.

Indice pluviométriques	valeur	unité
PTOT	340,83± 158,18	mm
Px IJ	43,83± 30,89	mm
P1	57,87± 24,54	jour
P5	20 ,51± 8,19	jour
P10	8,82± 5,11	jour
P15	5,56± 3,79	jour
P20	3,26± 3,04	jour

Tableau 14 : caractéristiques des paramètres pluviométriques à la station météorologique de Batna (PTOT, Px IJ, P1, P5, P10, P15, P20) moyennes± écart-type calculée sur la période 1980_2020.

4.2.2.Tendances des indices pluviométriques :

Les figures présentent les tendances des indices pluviométriques a batna :

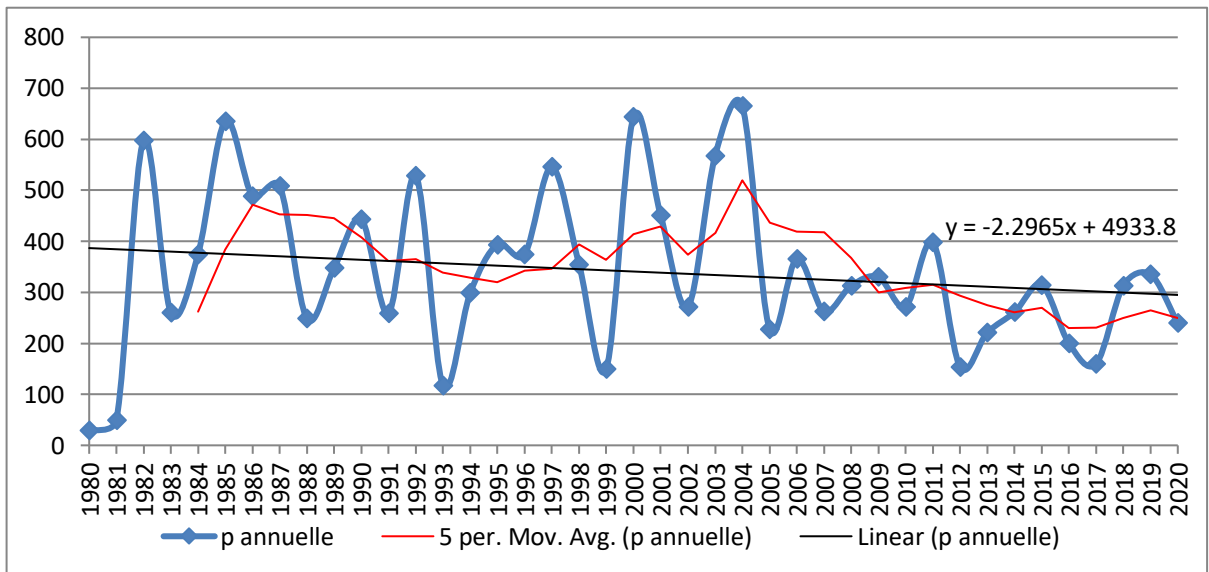


Figure 12:tendance de précipitation moyenne annuelle à la station de Batna (1980_2020).

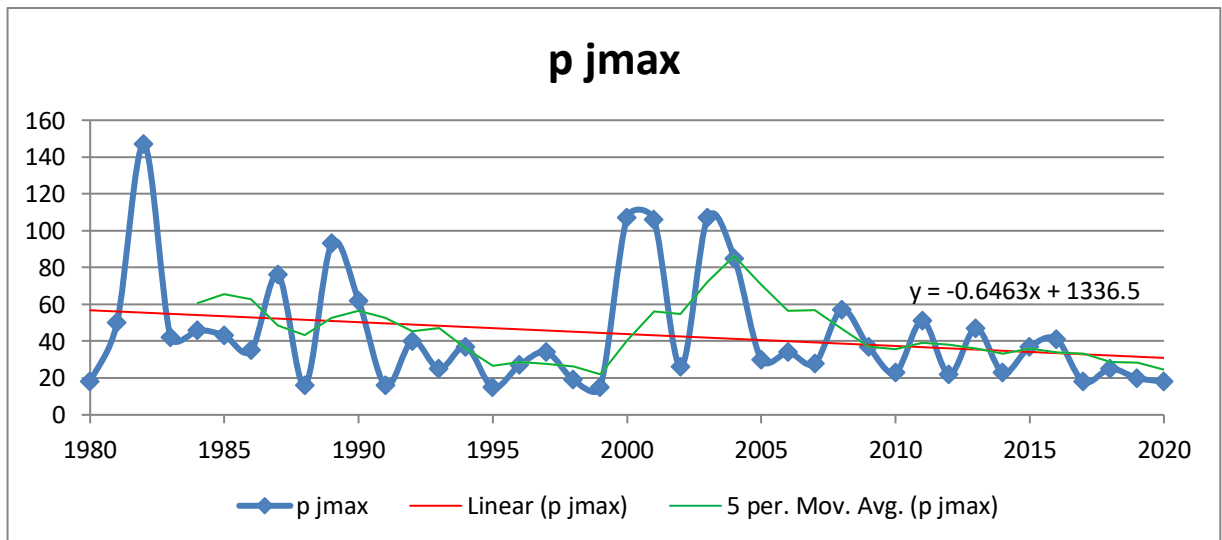


Figure 13 : Tendence des pluies maximales journalières a la station de batna(1980_2020)

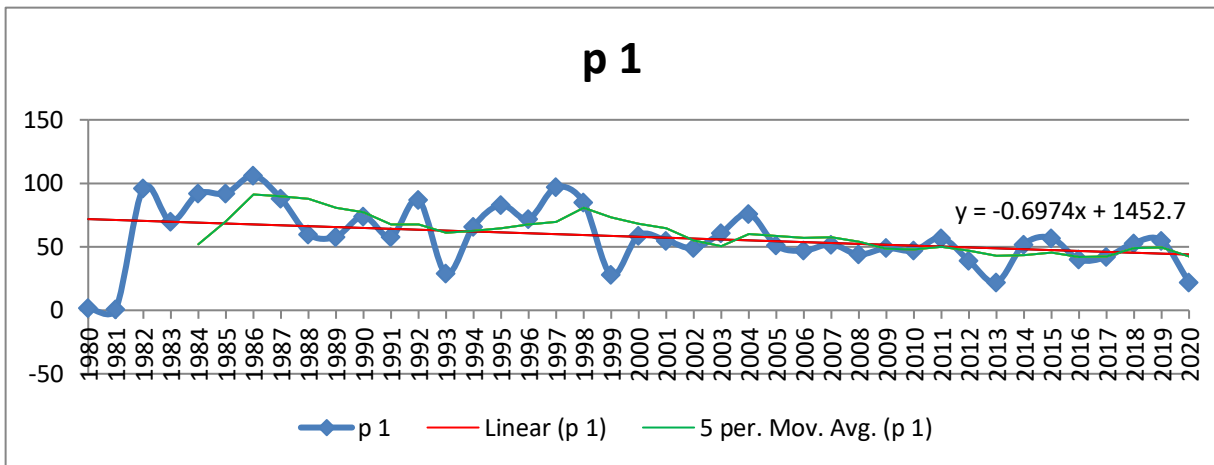


Figure 14 : tendance du nombre de jours avec des précipitations ≥ 1 mm a batna

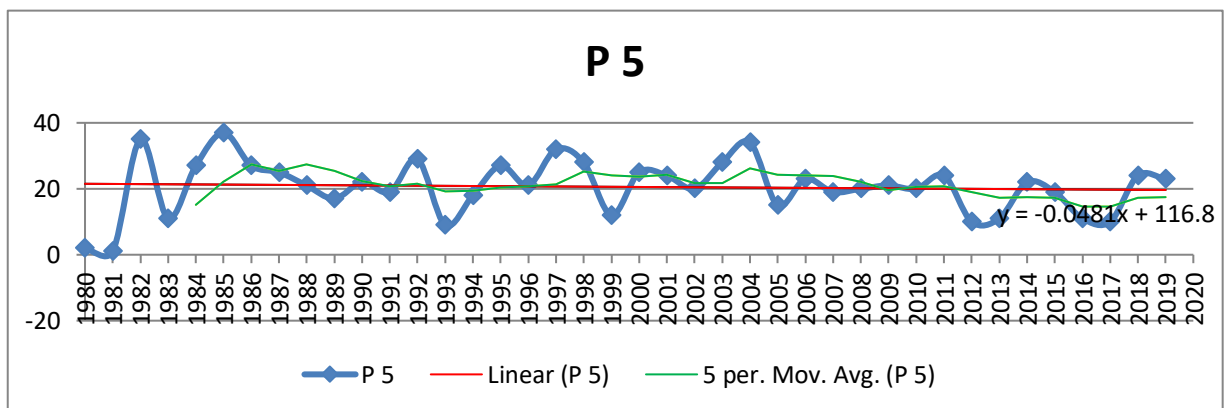


Figure 15 : tendance du nombre de jours avec précipitation ≥ 5 mm a batna

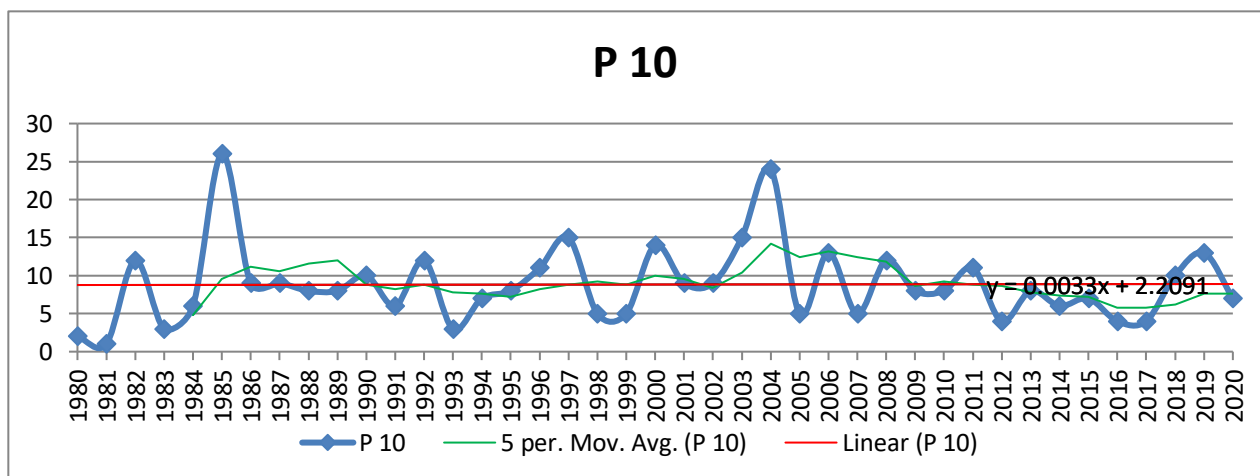


Figure 16 : tendance de nombre de jours avec précipitation ≥ 10 mm a Batna

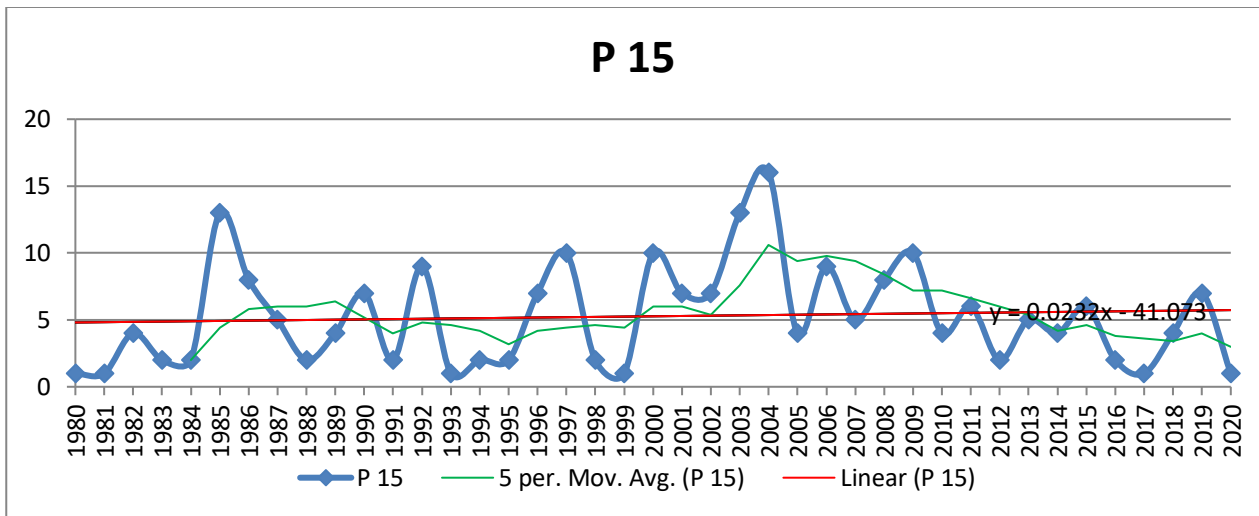


Figure 17 : Tendence du nombre de jours avec précipitation ≥ 15mm a batna.

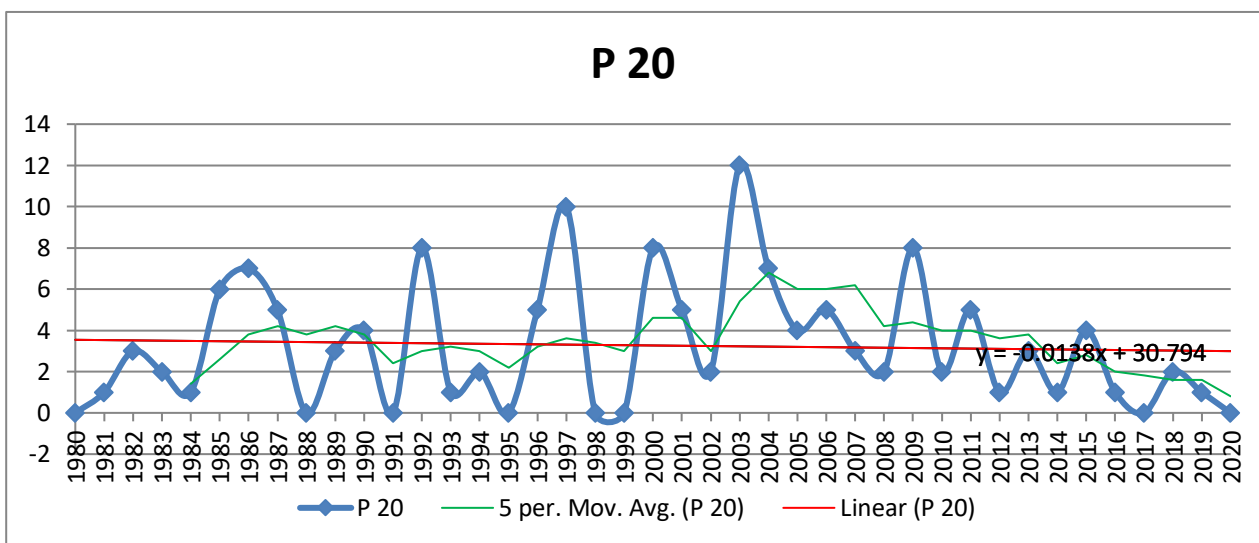


Figure 18 : tendance du nombre de jours avec des précipitation ≥ 20mm a batna.

4.2.3. Estimation de la récurrence des événements pluvieux a Batna :

L'estimation de la récurrence des événements jugés exceptionnels se fait en utilisant de la loi de Log-Normale.

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp - \frac{\log(x-\mu)^2}{2\sigma^2}$$

Cette loi des statistique des valeurs extrêmes a été appliquée aux données de précipitation journalières de la station météorologique de Batna a laide du logiciel HyfranPlus (chair in statistique Hydrologie, INRS-ETE, (B.Bobée et la .2008).les résultats obtenus sont présentés a la figure :

Nombre d'observation 40

Paramètres de la loi :

U=3,60274

$\alpha =$

0,608048

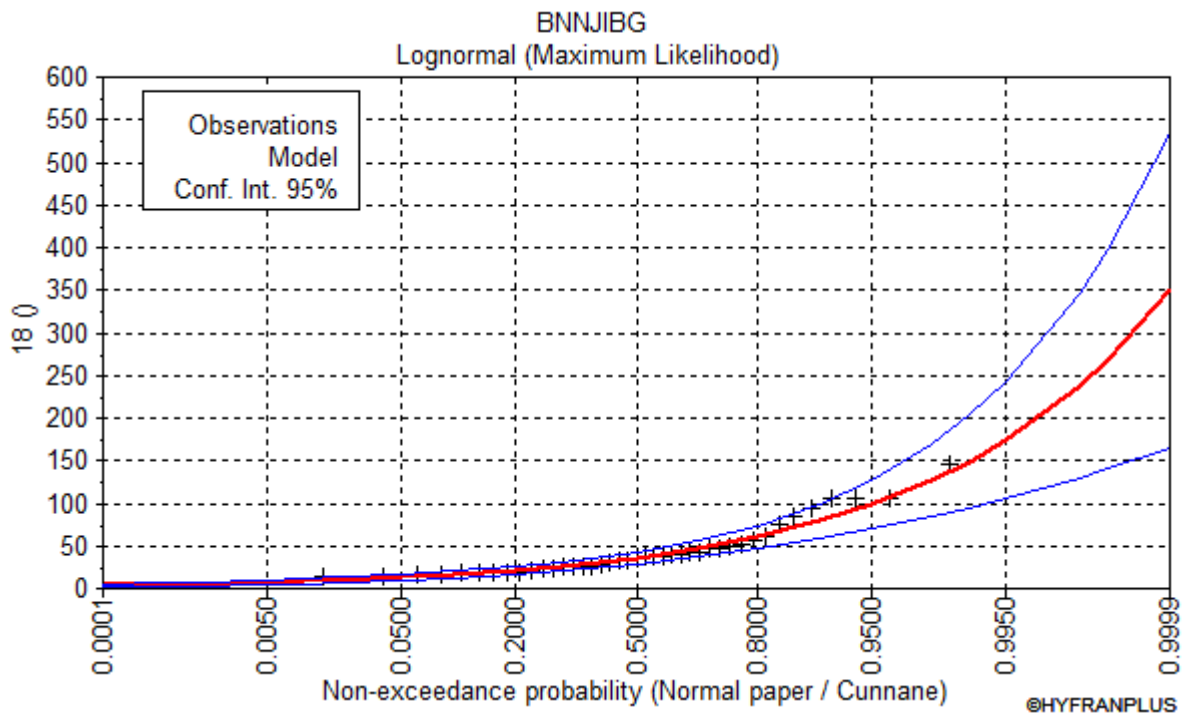


Figure 19 : probabilité de non dépassement des pluies journalières maximales station de Batna.

Le test statistique d'adéquation des résultats d'ajustement est appliqué dans cette étude, montre que les valeurs des pluies max journalières suivent la loi choisie, avec les paramètres suivants :

Hypothèses :

H0: The underlying distribution of this sample is Lognormal

H1: The underlying distribution of this sample is not lognormal

Résultats :

Statistic result: $\chi^2 = 4,80$

P-value: $p = 0.3435$

Degrees of freedom: 5

Number de classes: 8

Conclusion:

We accept H0 at a significance level of 5.%

Diaprées le graphique de la loi de log normal une pluie de 50 mm par jour corresponde a une fréquence au non dépassement qui peut être estimé a 0,65

La période de retour de cette pluie est de :

$$T = \frac{1}{1-Fx} = \frac{1}{1-0,65} = 3ans$$

4.3. Discussion

L'étude des précipitations de la station météorologique de Batna sur une période de 40 ans (1980_2020) a montré qu'il n'y a pas de changement radical dans cette série, et l'avantage de cette analyse réside dans le fait que les tendances des indicateurs de précipitations ne sont pas statistiquement significatives, car 7 indicateurs ont montré une tendance à la baisse (p15, PTOT, PXIJ, JP, P1, P5, P10) TENDIS QUE L'INDICATEUR P20 montre une tendance à la hausse. Climatologie et ses effets peuvent être vus à travers le niveau des flux d'oueds dans la région, et donc les précipitations observées ces dernières années dans la région de Batna ont conduit à de grands risques surtout sur les biens et les personnes (risques d'inondation)

En effet, la ville de Batna fait face à de plus en plus d'inondations, comme celle qui s'est produite le 08/12/2015, qui a entraîné la perte d'une fillette de 7 ans et d'un enfant de 5 ans, qui ont été cités par les services météorologiques de Batna.

De fortes pluies, des orages, et des pertes importantes ont été causées et ont causé de graves dommages au réseau, routier, de nombreux véhicules ont été emportés.

Cependant, sur la base des analyses des fréquences des précipitations, cette pluie de 50_60mm semble prendre un caractère contre nature car toutes les pluies qui ont caractérisé ces dernières années ont une période de retour de moins de 3 ans et sont donc statistiquement normales et ce grâce à des indicateurs Et basées sur la loi Log Normale

Ce qui explique que ces crues peuvent s'avérer les plus destructrices en cas de pluies exceptionnelles.

4.4. Conclusion

L'objectif principal de cette étude est de caractérisation l'événement qui organisent et modifient les cycles annuels, saisonniers et quotidiens des pluies à Batna .Et à travers 9 indicateurs de précipitations qui ont été étudiés, qui montrent le chemin annuel des quantités de pluie dans la région, nous avons remarqué des anomalies d'année en année et clairement.

L'augmentation des précipitations certaines année entraine des inondations, ce qui constitue un frein à l'utilisation des sols et à l'absence de politique d'aménagement du territoire en milieu urbain.

Conclusion général

5 .Conclusion générale :

Le changement climatique et ses fluctuations est LUN des plus gros problèmes de notre planète en plus des jours météorologiques extrêmes qui l'ont rejoint (faibles précipitations , températures élevées ,humidité et ainsi de suite .Grace à notre étude , les effets de ces changements sont importants sur les régimes de précipitations , qui sont le facteur climatique le plus important pour les personnes et l'écosystème , le traitement de ces phénomènes , en déduire l'impact des facteurs climatiques et leur trouver des solutions est la tache des personnes responsables .

Aussi, aborder ces phénomènes et déduire l'impact des facteurs climatiques et leur trouver des solutions est la tache des personnes responsables. Les indicateurs de précipitations montrent des anomalies d'année en année, car l'indicateur (P20) montre une tendance à la hausse sans montrer de signification statistique. Quant au reste des indicateurs (P1, P5, P10, P15, Px IJ, PJ) ils s'attendent à une tendance à la baisse. L'observation de histoire météorologique de la région de Batna montre clairement les conséquences du changement climatique dans notre région, bien que les fortes pluies soient des risques météorologiques qui causent beaucoup de dégantes matériels et de perte en vies humaines .Par conséquent, l'estimation des pluies extrêmes est dune grande importance pour la prévision des catastrophes, comme l'inondation.

Pour avoir des solutions efficaces et s'adapter aux problèmes de changement climatique à la région de Batna, il doit avoir fait une étude approfondie qui touche tous les domaines (hydrologie, hydrogéologie, géologie, hydro géochimie, économique et l'aménagement, etc.)

Références bibliographiques

6. Références bibliographiques :

BITAM R. (2012) : Inventaire des ressources médicinales et aromatiques dans la région de Djerma-Batna par la méthode systématique. Université El Hadj Lakhdar Batna Algérie – Master en biologie spécialité en biodiversité et changements globaux 2012. P.11 -12.

BOUANANI A. (2005) : Hydrologie, Transport solide et modélisation, étude de quelques sous bassin de la Tafina.(N-W-Algérie),Doctorat detat, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen,250p.

BOUKTACHE N. (2008) : Contribution à l'étude de la niche écologique Ciconia Ciconia L, 1758 (Avec, ciconiidae) et du héron garde-bœufs Bobulcus ibis L. , 1758 (Avec,Ardeidae) dans la région de Batna . magister en agronomie 2008 . université El Hadj Lakhdar Batna Algérie .

BOUTRID MOHAMED LAMIN et KALLA M. (2015) : étude de la répartition spatiale des établissements de santé vis –À –Vis du chu :Approche par scénarios .Université El Hadj Lakhdar Batna Algérie Doctorant ,Laboratoire LRNAT .p.2

EL GHACHI M., et F. Z., MORCHID .(2015) :Analyse des tendances pluviométriques de la ville de khénifra dans un contexte de variabilité climatique . J. Mater. Environ .Sci .,p147-160.

HANGNON F., DE LONGUEVILLE et P., OZER. (2015) : Précipitation extrêmes et inondation à Ouagadougou .quand le développement urbain est mal maitrisé .XXVIII^e Colloque de l'Association Internationale de climatologie, 1-4 juillet 2015,liège, Actes,p 497-502.

HOUNTONDI, Y. C .et al. (2011): Tends in total and extreme raifall events in Benin (west Africa),1960-2000. Proceedings of the Ist International Conference on Energy,Environment and climate change,26-27 August 2011,Ho Chi Minh City, Vietnam.

MADANI D. (2008) :Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone à déficit hydrique .Université El Hadj Lakhdar Batna Algérie .Magister en sciences agronomiques ,P 10 .

MANTON M, J. (2001): Trends in extreme daily rainfall and temperature in southeast Asia and the south pasific: International journal of climatology, 21:269-284.

MOHAMED EI MOCTAR. (2009) : Le changement climatiques .Université Sidi Mohamed ben Abdellah fés Maroc-Rapport de stage.

OZER P., Erpicum M. (1995) : méthodologie pour une meilleure représentation spatio-temporelle des fluctuations pluviométriques observées au Niger depuis 1905,sécheresse, vol, 6 No. 1.P 103,108.

Références Bibliographiques

Site web

<https://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/batna/60468.html>

<https://fr.climate-data-3686/climate-table>

<https://fr.weatherspark.com/y/53035/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Batna-Alg%C3%A9rie> Sections-Clouds

