

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama Khemis Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre

Département de Biologie



MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Écologie et environnement

Spécialité: Bioclimatologie

Thème :

*Etude spatio-temporelle de la variabilité
pluviométrique annuelle et saisonnière
Du Bas et moyen Chélif occidentale.*

Présenté par :

M^{elle} : Belmecheri Hamida

M^{elle} : Haddouche Imane

Devant le Jury :

Président:	Dr.Boucefiene.Aek	MCB	UDBKM
Promoteur:	Mr.Rata M	MAA	UDBKM
Co-promoteur:	Mr.Bellague. Dj	AR	INRAA (Relizane)
Examineurs:	Mr.Amrani.R	MAA	UDBKM
	Dr.Mehiaguene.M. D	MCB	UDBKM

Année universitaire:2017/2018.

Remerciements

*A l'occasion de la réduction de ce mémoire de fin d'étude nous tenons particulièrement à remercier **ALLAH** de nous avoir accordé la foi, le courage, la volonté de continuer nos études, et d'effectuer ce modeste travail.*

*Nos plus vifs remerciements tout d'abord à notre promoteur Monsieur **RATA Mohammed**, pour avoir accepté de nous encadrer en ce sujet. Ainsi pour leur orientation, leurs judicieux conseils et leur disponibilité durant toute la période de notre travail.*

*Nous remercions notre Co-promoteur monsieur **BELLAGUE Djamel** pour leur information et leur conseils.*

Nos profonds remerciements vont à ;

*Le précédent du jury **Dr Boucefiane. A**, pour leur aide précieuse. Monsieur **Mr Amrani. R** et **Dr Mehiaquene. M** pour l'honneur qui nous ont fait en acceptant d'examiner ce modeste travail sans oublier leurs aides et leurs enseignements.*

Nos remerciements s'adressent aussi à nos enseignants de l'Université de Khemis-Miliana sans exception.

*Sans oublier de remercier tous nos amis et nos collègues de promotion **BIOCLIMATOLOGIE**.*

Nous remercions tous les gens qui participés de loin ou de proche à ce travail.

Dédicaces

Avec l`aide de dieu tout puissant on a pu achever se modeste travail que je dédie.

Ma mère le grand cœur sur la terre de m`avoir aidé avec leurs encouragements, leurs conseils et leurs soutien moral, en espérant que dieu leur donne la santé.

A mon frère SAID

A mes sœurs NAWEL, FATMA ZOËRA

A tous mes cousins Hayat, Khadija, Saïda, Aya, et Mohamed

A tous ceux qui portent le nom HADDOUCHE, et BOUKRATÈM.

A tout mes cousins.

A tout mes amies en particulier SAMIA, NADIA, KARIMA, FATIHA et SARA.

Imane



Dédicaces

*Avec l'aide de dieu tout puissant on a pu achever se
modeste travail que je dédie.*

*A mon père et ma mère le grand cœur sur la terre de
m'avoir aidé avec leurs encouragements, leurs conseils et leurs
soutien moral, en espérant que dieu leur donne la santé.*

A mon meilleur frère MOHAMED

A ma sœur RAHIMA et sa fille HIBA

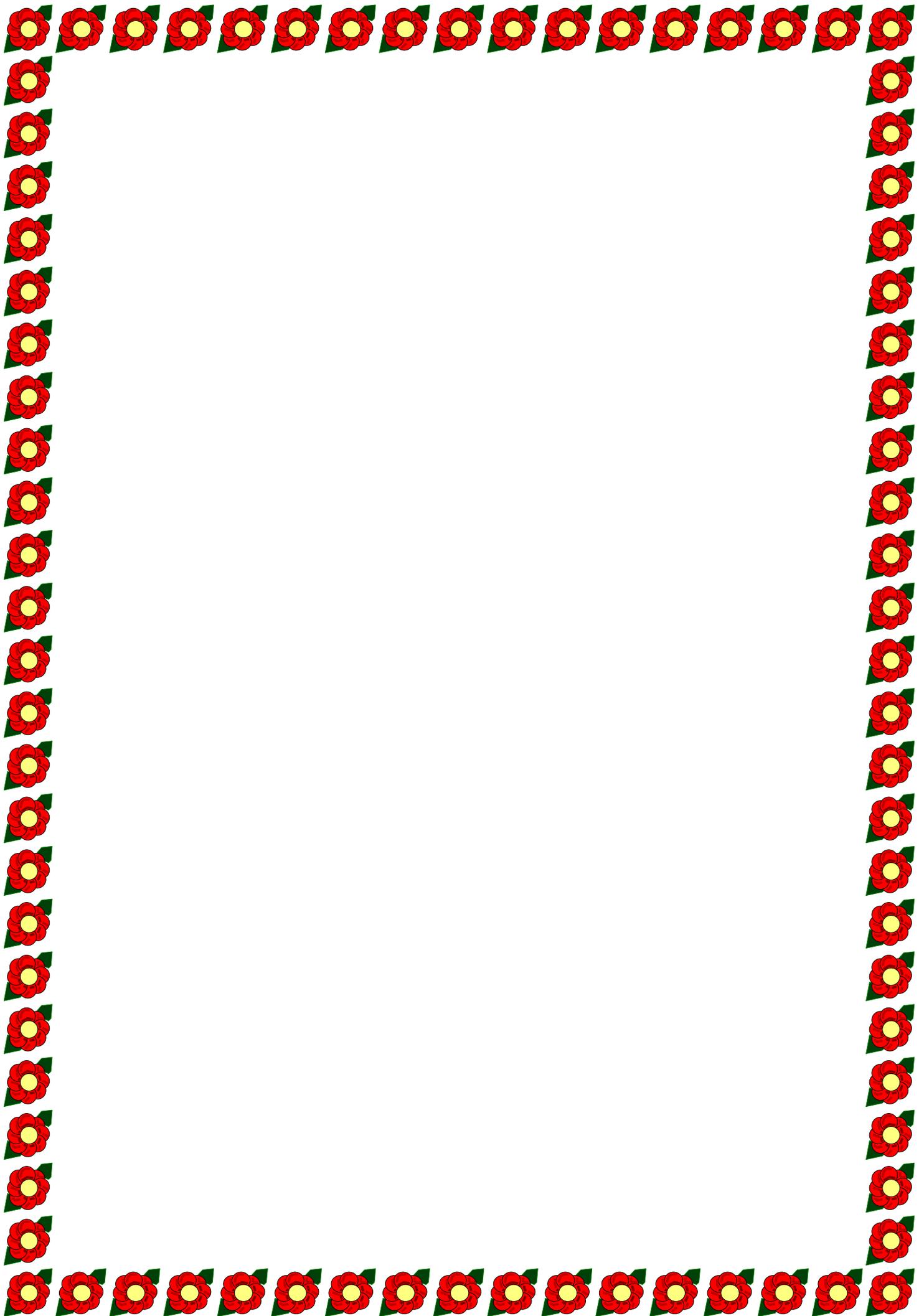
*A tous ceux qui portent le nom BELMECHERJ, ABID et
MOUS.*

A tout mes cousins.

*A tout mes amies en particulier ; NAWEL, YASMINE,
RIMA , HASSIBA et ZINEB.*

Hamida





الملخص

إن دراسة عملية هطول الأمطار في المناطق شبه القاحلة تثبت أن الماء هو العامل المحدد الرئيس. وبالتالي، فإن المعرفة الجيدة لتوزيع الأمطار على مستوى المكاني أمر ضروري في الزراعة.

الهدف من هذا العمل هو تحديد التباين المكاني لهطول الأمطار على النطاق الموسمي والسنوي في منطقة سهل شلف الغربي و الأوسط الغربي باستخدام البيانات المرجعية.

يتم تحليل تقلبات الأمطار في سهل شلف الغربي و الأوسط الغربي على مدار 40 عامًا (1972-2012)، يعتمد على 16 محطة سقوط مياه تغطي معظم مناطق دراستنا بمتوسط محطة واحدة لكل 10 كلم².

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن هناك تغيرات في نمط سقوط المطر على المستوى السنوي، وهو أكثر وضوحًا في أطراف المنطقة المدروسة، في حين تتميز المحطات الموجودة في وسط السهل بنظام ثابت لهطول المطر. اما النتيجة الموسمية، تم تسجيل نمط غير ثابت لموسم الصيف وأقل لموسم الربيع، في حين تتميز موسم الخريف والشتاء بنمط هطول الأمطار شبه ثابت.

ومنه نستنتج أن تقلبات سقوط الأمطار في سهل شلف الغربي و الأوسط الغربي على مدى الأربعين سنة الماضية قد أظهرت انخفاض في متوسط هطول الأمطار على النطاق الزماني والمكاني من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي.

الكلمات المفتاحية: سهل شلف الغربي و الأوسط الغربي ، نظام هطول الأمطار ، الجيو احصائية ، المقياس المكاني

Résumé

L'étude des processus pluviométriques dans les régions semi-arides n'est plus à démontrer vu que la précipitation y constitue le facteur limitant de premier ordre. Ainsi, une bonne connaissance de la distribution pluviométrique à la fois dans l'espace est indispensable pour la campagne agricole.

L'objectif de ce travail est de montrer la variabilité spatiale de la précipitation à l'échelle saisonnière et annuelle, après la détection des ruptures de régime pluviométrique dans la plaine du Bas et Moyen Chélif occidentale.

La variabilité pluviométrique dans la plaine du Bas et moyen Chélif occidentale est analysée sur 40 ans (1972-2012). est basée sur 16 stations pluviométriques couvrent la plupart de notre zone d'étude avec une densité d'une station pour chaque 10 Km².

Les résultats obtenus montrent qu'il y a des changements du régime pluviométrique à l'échelle annuelle plus remarqué dans les extrémités de la zone d'étude par contre les stations du centre de la plaine sont caractérisées par un régime pluviométrique stationnaire. Pour le résultat saisonnier, on a enregistré un régime non stationnaire, pour la saison estivale, et moins pour la saison printanière, par contre les saisons automnale et hivernale sont caractérisées par un régime pluviométrie stationnaire.

On a conclu que la variabilité pluviométrique de la plaine du Bas et moyen Chélif occidentale faite sur 40 dernières années a montré une tendance négative de la moyenne des pluies à l'échelle spatio-temporelle de nord-est vers le sud-ouest.

Mots clés : Bas et moyen Chélif occidentale, régime pluviométrique, géostatistique, échelle spatiale.

Abstract

The study of rainfall processes in semi-arid regions is well established, as water is the major limiting factor. Thus, a good knowledge of rainfall distribution both in space. Is indispensable for the agricultural companion.

The objective of this work is to define the spatial variability of precipitation on a seasonal and annual scale in the Lower and Middle Western Cheliff Plain using reference data.

Rainfall variability in the lower and Middle Western Cheliff plains is analyzed over 40 years (1972-2012). It is based on 16 rainfall stations covering most of our study area with an average of one station for every ten Km².

The results obtained show that there are changes in the rainfall pattern at the annual scale, which is more noticeable in the extremities of the study area, whereas the stations in the center of the plain are characterized by a steady-state rainfall regime. For the seasonal result, a non-stationary diet was recorded for the summer season and less for the spring season; while the autumn and winter season were characterized by an almost stationary rainfall pattern. It has been concluded that the rainfall variability of the Lower and Middle Western Cheliff plains over the past 40 years has shown a negative trend in average rainfall over the spatio-temporal scale from north-east to south-wes.

Key words: Low and medium Western cheliff, rainfall regime, geostatistics, spatial scale

Table des matières

المخلص

Résumé

Abstract

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Pages

Introduction générale

2

Chapitre I; Aperçu bibliographique

I-1 Climat

5

I-2 Classification du climat (types des climats)

5

I-2-1 Climat tropical

5

I-2-2 Climat Désertique

5

I-2-3 Climat maritime

5

I-2-4 Climat continental

6

I-2-5 Climat polaire

6

I-3 Éléments du climat

6

I-3-1 Température

6

I-3-2 précipitation

7

I-3-3 Humidité

7

I-3-4 Vent

8

I-4 Étude de précipitation

8

I-4-1 Origine et types de précipitations

8

I-4-2 Mesure des précipitations

9

I-5 Régime pluviométrique

9

I-6 Détection de ruptures et étude de tendance au sein des séries pluviométriques

9

I-7 Répartition des précipitations dans le monde

10

I-7-1 Les grandes zones

11

I-8 Rôle de l'altitude et de la latitude sur les hauteurs pluviométriques

12

I-9 Phénomène de la sécheresse en Algérie

12

I-10 Cartographie numérique

13

I-10-1	Cartographie	13
I-10-2	Système d'Information Géographique	13
I-10-3	Définition des systèmes d'information géographiques (SIG)	13
I-10-4	Fonctionnalité d'un SIG	13
I-10-5	Avantage des cartes numériques	14
I-11	Géostatistique	15
Chapitre II; Présentation de la zone d'étude		
II-1	localisation de la zone d'étude	17
II-1-1	Climat	18
II-1-2	Pluviométrie	18
II-1-3	Température	19
II-1-4	Vent	20
II-1-5	Humidité	21
II-1-6	Évapotranspiration	21
II-1-7	Ruissellement	21
II-1-8	Indice d'aridité de Martonne	22
II-1-9	Diagramme Ombrothermique de Gaussen	22
II-2	Hydrographe	23
II-2-1	Les cours d'eau	23
II-2-1-1	Oued Cheliff	23
II-2-1-2	Oued rhiou	24
II-3	Ressources en eau	25
II-3-1	Ressources en eau superficielle	25
II-3-2	Ressources en eau souterraine	25
II-4	Périmètre irrigué	26
II-5	Écologie	26
Chapitre III : Matériels et Méthode		
III-1	Conception de la Base de données	29
III-2	Collecte de donnée	29
III-3	Étude de l'homogénéité des données	29
III-4	Analyse des données pluviométriques	30
III-4-1	choix des stations pluviométriques	30
III-4-2	comblement des lacunes	31

III-4-3 Critique visuel des données disponibles	31
III-5 Analyse statistique	31
III-6 Méthode de détection de rupture dans la série chronologique	32
III-6-1 procédure de segmentation des séries hydrométéorologique	32
III-7 Réalisation de la carte numérique	33
III-7-1 Géostatistique	33
Chapitre IV : résultats et discussions	
IV-1 Analyse des séries pluviométriques	35
IV-2 La moyenne de la pluviométrie annuelle	36
IV-3 La moyenne des pluviométries saisonnières	37
IV-3-1 Automne	37
IV-3-2 Hiver	39
IV-3-3 Printemps	41
IV-3-4 été	42
IV-4 Détection, des années de ruptures et le changement de la moyenne dans les séries Chronologiques étudiées	44
IV-4-1 Échelle annuelle	44
IV-4-2 Échelle saisonnières	51
IV-4-2-1 Automne	51
IV-4-2-2 Hiver	52
IV-4-2-3 printemps	53
IV-4-2-4 été	54
IV-5 Présentation cartographique de la pluviométrie de bas et moyen occidentale Chéiff (1972-2012).	56
IV- 5-1 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne annuelle	57
IV-5-2 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (automne)	58
IV-5-3 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (l'hiver)	60
IV-5-4présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (printemps)	61
IV-5-5 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (l'été)	63
Conclusion Générale	
Références Bibliographiques	

Liste des figures

Figure 1: Evolution de la température au cours du 20ème siècle (Vincent Luyet, 2010)	7
Figure 2: répartition des précipitations moyennes annuelles dans le monde (ANDRE Hufty, 2001).	10
Figure 3: localisation géographique de la zone d'étude.	18
Figure 4: représentation graphique de la pluviométrie moyenne mensuelle de la station oued sly (2006).	19
Figure 5: représentation graphique de la température moyenne mensuelle de la station oued sly (2006)	20
Figure 6: Atlas de la vitesse moyenne du vent de la vallée du Cheliff à 10 m du sol. (Boukli et al. 2007).	20
Figure 7: digramme ombrethermoique de la station d'oued sly en 2006	23
Figure 8: Les principaux oueds de la plaine du bas Cheliff, (INRA, Hmadna 2009).	23
Figure 9: Principaux périmètres irrigués de la plaine du Bas Chélif In (Douaoui, 2005).	26
Figure 10 : variation des précipitations moyennes annuelles dans la plaine du Bas et moyen Cheliff occidentale.	37
Figure 11: Graphe des précipitations moyennes annuelles enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.	37
Figure 12: variation des précipitations moyennes de la saison d'automne dans la plaine du bas et moyen Chélif occidentale.	38
Figure 13: Graphe des précipitations moyennes de saison automne enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.	39
Figure 14: variation des précipitations moyennes de la saison d'hiver dans la plaine du Bas et moyen Cheliff occidentale.	40
Figure 15: graphe des précipitations moyennes de saison d'hiver enregistré stations pluviométriques.	40

Figure 16: variation des précipitations moyennes de la saison de printemps dans la plaine du Bas et moyen Cheliff occidentale.	41
Figure 17: graphe des précipitations moyennes de saison de printemps enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.	42
Figure 18: variation des précipitations moyennes de la saison d'été dans la plaine du Bas et moyen Cheliff occidentale.	43
Figure 19 : graphe des précipitations moyennes de saison d'été enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.	43
Figure 20: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Larbat ouled fares.	45
Figure 21: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Oued sly.	45
Figure 22: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Ponteba barrage.	46
Figure 23: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station El hamadna INRA.	46
Figure 24: représentation graphique des ruptures st des régimes pluviométriques de la station Chetia chambre F.	46
Figure 25: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Medjadja.	47
Figure 26: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Merdja.	47
Figure 27: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Boukader barrage.	48
Figure 28: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Djidiouia cheliff	48
Figure 29: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Saline oued djemaa.	49
Figure 30: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Es soualah sitayb .exp.	49

Figure 31: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Ouarizane village.	50
Figure 32: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Relizane ANRH.	50
Figure 33: variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne annuelle	56
Figure 34: carte de la pluviométrie moyenne annuelle dans la plaine du bas et moyen Chélif occidentale (1972-2012).	57
Figure 35: variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnier (automne).	58
Figure 36: carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (automne) dans la plaine du bas et moyen occidentale Chélif (1972-2012).	58
Figure 37: variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnière (hiver).	59
Figure 38: carte de la pluviométrique moyenne saisonnière (hiver) dans la plaine du bas et moyen occidentale Chélif (1972-2012).	60
Figure 39: variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnier (printemps).	61
Figure 40: carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (printanière) dans la plaine du bas et moyen occidentale Chélif (1972-2012).	61
Figure 41: variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnier (été).	62
Figure 42: carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (été) dans la plaine du bas et moyen occidentale Chélif (1972-2012).	63

Liste des tableaux

Tableau 1 : Avantages des cartes numériques.(Source : Ben Mohamed, 1996).	14
Tableau 2 : Résultats de calcul de la lame d'eau ruisselée (Saim.S, 2013).	21
Tableau 3 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.	22
Tableau 4 : Liste des stations pluviométriques retenues pour l'étude.	30
Tableau 5 : représente les paramètres de l'analyse statistique.	31
Tableau 6 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.	36
Tableau 7: caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.	38
Tableau 8 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.	39
Tableau 9 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.	41
Tableau 10 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.	42
Tableau 11 : résultats de test d'Hubert des pluies annuelles (1972-2012).	44
Tableau 12 : résultats de test d'Hubert des pluies de la saison d'Automne (1972-2012).	51
Tableau 13 : résultats de test d'Hubert des pluies de la saison d'hiver (1972-2012).	52
Tableau 14 : résultats de test d'Hubert des pluies de saison de printemps (1972-2012).	53
Tableau 15 : résultats de test d'Hubert des pluies de saison d'été (1972-2012).	54

Liste des abréviations

ACP: Analyse en composantes principales

ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydriques

C° : température en degré Celsius

INRA: Institute National de La Recherche d`Agriculture

INSID: Institut National des Sols, de l`Irrigation Et Drainage

GEIC: Le groupe d`experts intergouvernemental sur l`évolution du climat

OMM: L`organisation mondial de la météorologie

ONM: L`office national de la météorologie

P : précipitation

SIG: Système Information géographie

UTM: La projection transverse universelle de Mercator

Introduction générale

Introduction

Le problème des ressources en eau se pose avec acuité du fait de leur irrégularité dans l'espace. (Rodrigue K, 2016) Cette ressource est devenue un problème qui occupe le monde actuel et qui inquiète les hydrologues et les climatologues qui craignent des conséquences désastreuses sur la vie de l'`être humain et l'environnement. (Belarbi F, 2010).

En Algérie, les ressources hydriques tributaires pour une large part d'une pluviométrie très irrégulière et inégalement répartie dans l'espace, demeurent modestes, eu égard également au déficit en moyens de rétention (barrages, retenues collinaires etc.).(Brahmi D, 2014)

Les conditions climatiques dans les régions à des climats de type aride ou semi- aride qui règnent sur la plus grande partie du pays font que les ressources renouvelables en eaux superficielles sont très irrégulières dans le temps et dans l'espace car la circulation de l'eau dans un bassin entièrement gouvernée par la distribution spatiale de la pluie.

La pluviométrie est un élément fondamental du climat. Son importance est telle que les différentes classifications du climat reposent essentiellement sur la moyenne annuelle ou mensuelle des précipitations, en combinaison avec les moyennes et /ou les extrêmes de température. (Brahmi D, 2014)

La connaissance de la variabilité spatiale du régime pluviométrique de la plaine de Bas et moyen Chélif occidental nécessite l'historique de cette variable, ce qui a amené aux agences responsable comme (ANRH, ONM) pour la collecte de leurs données afin d'établir une base de données.

L'étude ainsi menée est basée sur les données pluviométriques annuelles et saisonnières sur une période s'étalant de 1972 à 2012, recueillies au niveau de 16 postes pluviométriques. Nous allons pouvoir analyser les caractéristiques de la pluie. Nous Utiliserons logiciel Hydrolab pour mettre en évidence le comblement des lacunes de la pluie, de l'événement pluvieux à la saison des pluies, et analysées à travers Khronostat. (Test Hubert).

Les objectifs de ce travail sont :

- Elaboration une banque de donnée sur notre zone d'étude.
- Etudier le régime pluviométrique annuel et saisonnier.

- Elaboré des cartes pluviométriques (annuelle et saisonnière) pour visualiser la variabilité de régime pluviométrique en fonction des facteurs de milieu naturel.

Ce travail est organisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre Consacré à la bibliographie que nous donnons quelques généralités sur les précipitations, les notions du régime pluviométrique.
- Le deuxième chapitre Consacré à l'identification de la zone d'étude. (plaine du Bas et moyen Chéiff occidentale).
- Le troisième chapitre est consacré au matériels et méthodes utilisées pour l'analyse de la pluviométrie.
- chapitre quatre dont la présentation des résultats et discussions, où nous avons fait des analyses statistique, étudier le régime pluviométrique par l'application de deux approches statistique sur une série pluviométrique de 40 ans. Afin d'élaborer des cartes de pluviométrie pour chaque période.

Chapitre I

Aperçu bibliographique

Chapitre I : Aperçu bibliographique

I-1-Climat

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné. Il se distingue de la météorologie qui désigne l'étude du temps à court terme et dans des zones ponctuelles. (Hufty.2001). La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales: température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent.

I-2 Classification du climat (types des climats)

Il existe de nombreuses classifications de climats, elles varient en fonction des méthodes utilisées, des données observées. (Hufty.2001). On les choisit en fonction des buts des observateurs. Une des plus connues est la classification de Köppen.

I-2-1 Climat tropical

Ce climat est situé juste autour de l'équateur. On peut parler de climat tropical lorsque la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18 degrés. Il fait donc chaud toute l'année. (Allemand Köppen 2013).

I-2-2 Climat Désertique

Le climat désertique se caractérise par un manque de précipitations. Par conséquent, peu de plantes y poussent. Il y a cependant des zones où il peut pleuvoir. Les grands écarts entre les températures du jour et de la nuit sont caractéristiques de ces climats secs. Vu l'absence de nuages, aucun obstacle ne barre la route aux rayons du soleil durant le jour, tandis que la chaleur n'est pas retenue la nuit sous une éventuelle couverture nuageuse. Ainsi, il fait chaud le jour et froid la nuit. (Allemand Köppen ;2013).

I-2-3 Climat maritime

Les hivers froids et les étés chauds ne sont pas caractéristiques du climat maritime. Une zone relève de ce climat lorsque la température moyenne du mois le plus froid n'est pas inférieure à -3°C, et celle du mois le plus chaud oscille entre 10 et 18°C. Les précipitations sont suffisantes toute l'année.

I-2-4 Climat continental

Le climat continental se caractérise par de grandes différences entre l'été et l'hiver. Les étés sont souvent courts et chauds, tandis que les hivers sont longs et froids. Des neiges abondantes caractérisent l'hiver. (Allemand Köppen ;2013).

I-2-5 Climat polaire

Dans un climat polaire, la température n'excède jamais 10 degrés Celsius. (Allemand Köppen ;2013).

I-3 Éléments du climat

Le climat est l'ensemble des conditions atmosphériques au-dessus d'un lieu. Pendant que le temps est la combinaison des éléments suivant: la température, les précipitations et les vents à un moment donné. Ces éléments sont appelés éléments du climat. Les températures et les précipitations constituent les deux facteurs principaux de la nature d'un climat donné. (Beniston M, 2009)

I-3-1 Température

La température est considérée comme une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid. La température est la manifestation, à l'échelle macroscopique, du mouvement des atomes et molécules.

Le régime thermique d'un milieu est la variation des températures enregistrée en ce milieu. L'amplitude thermique annuelle est la différence de température entre les mois les plus chauds et les mois les plus froids au cours d'une année. La température varie avec les saisons, l'altitude, la latitude et la proximité de la mer.

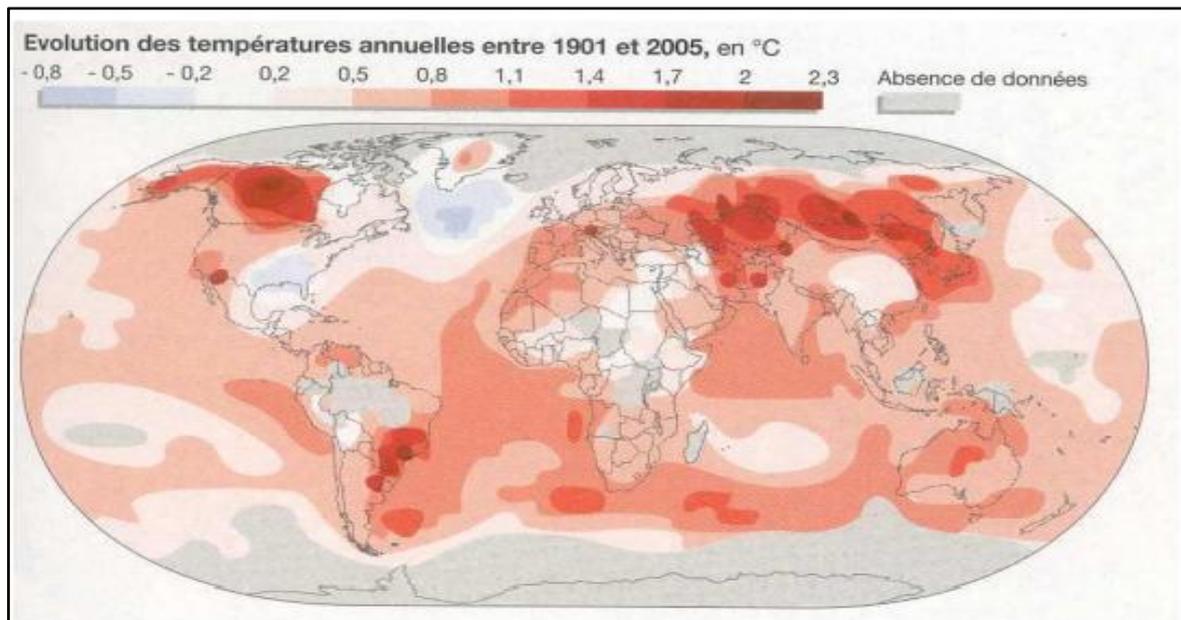


Figure 1 : Evolution de la température au cours du 20ème siècle (Vincent Luyet, 2010)

Selon les scientifiques du GIEC, le réchauffement de la planète va s'accroître au 21ème siècle. De 1990 à 2100, la température moyenne globale devrait augmenter de 1.4 °C à 5.8 °C. Cette fourchette de températures provient des différents modèles climatiques, ainsi que des scénarios d'émission qui prennent en considération tous les développements plausibles de la population, de l'économie et de la technologie. (Vincent Luyet, 2010)

I-3-2 Précipitation

Regroupe les différentes formes sous lesquelles l'eau solide (neige), liquide (pluie) et la forme gazeuse (brouillard, rosé) contenue dans l'atmosphère se dépose à la surface du globe. (Elkhatri, 2003)

Les pluies ont pour origine la vaporisation des eaux. La vaporisation étant la transformation de l'eau en vapeur, cette vapeur se transforme en liquide au niveau de l'atmosphère: C'est la condensation qui est la transformation de la vapeur d'eau à l'état liquide. Quand l'atmosphère ne peut plus supporter les gouttelettes d'eau, elles tombent sous forme de pluies: C'est le cycle de l'eau qui signifie que l'eau vient de la mer.

I-3-3 Humidité

L'humidité représente la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air, sans compter l'eau liquide et la glace. On doit distinguer l'humidité relative et l'humidité absolue.

L'humidité relative n'est pas réellement une mesure de la quantité de vapeur d'eau dans l'aire mais plutôt une ration entre la quantité de vapeur d'eau dans l'aire et sa capacité. (Chauvet O, 2008).

En général, quand on parle de mesure d'humidité, on fait allusion à l'humidité relative exprimée en%. (Vincent Luyet, 2010)

I-3-4Vents

Le vent est le paramètre physique représentatif des mouvements de l'air. Il naît de la différence de pression. Le vent se déplace des hautes pressions (anticyclones) vers les basses pressions (dépressions). La direction et la vitesse du vent s'observe grâce à la girouette ou un anémomètre, et sont des grandeurs mesurables dont la connaissance est nécessaire à l'étude de la dynamique des masses d'air. La direction indique d'où souffle le vent. Ses unités sont soit les points cardinaux (N, S, E, O) ou les degrés centigrades. (Vincent Luyet, 2010)

I-4 Etude des précipitations

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...).

I-4-2 Origine des précipitations

Les précipitations se produisent lorsque la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère se condense en nuages et retombe sur terre.

Elles constituent l'unique «entrée» des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants. Elles constituent un phénomène physique qui décrit le transfert d'eau dans sa phase liquide (pluie) ou solide (neige, grêle) entre l'atmosphère et le sol. Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. (Sadou S, Assoumane I.D, 2007).

I-4-3 Les mesures de précipitation

La mesure des précipitations est simple à réaliser localement, mais une des plus complexe en météorologie, vue la forte hétérogénéité spatiale des précipitations, celles-ci sont exprimées en mm de hauteur d'eau et en intensité, mm/h. La quantité totale de précipitations atteignant le sol est représentée par l'épaisseur équivalente qu'aurait une lame d'eau uniforme sur une surface horizontale. La hauteur des précipitations est exprimée en mm et indique la quantité en litre sur une surface de un mètre carré.(Harrang C, 1970,in Belarbi F 2010)

I-5 Régime pluviométrique

Pour identifier et classe les diverses régime pluviométrique du globe, on a habituellement recourt aux précipitations moyennes mensuelles ou annuelle (évaluées sur une langue période), et à leurs établie sur un grand nombre d'année (hauteur à un endroit donné).la notion de pluviométrie ne se réfère qu'aux caractères du climat moyen, et ne rend pas compte de la variabilité d'une année à l'autre de la pluviométrie, en un lieu donné et pour un mois donnée.

I-6 Détection de ruptures et étude de tendance au sein des sériespluviométriques

Une rupture peut être définie par un changement dans la loi de probabilité du variable ses aléatoiresdont les réalisations successives déterminent les séries chronologiques étudiées.L'acception générale, mais surtout celle des hydrologues, en ce qui concerne les totauxannuels de précipitations, est que du point de vue stochastique, ceux-ci peuvent êtreconsidérés comme un processus stationnaire. La caractéristique d'indépendance suppose quel cumul de précipitations d'une année n'est pas dépendant du total de précipitationsenregistrées l'année précédente. La stationnarité suppose que les propriétés de base duprocessus (par exemple, son niveau moyen) ne changent pas avec le temps. Cependant,plusieurs travaux récents signalent une situation inverse. On suppose que dans le contexte duréchauffement global actuel, l'espérance mathématique aussi bien que la variance de ce processus stochastique à l'échelle interannuelle ne seraient plus indépendantes du temps autemps.

Les erreurs systématiques qui affectent d'une façon uniforme certaines portions des séries de mesure sont dues généralement au déplacement ou au changement d'environnement du pluviomètre pendant la période d'observation, à la croissance d'un arbre qui fait obstacle ou à la substitution pendant la période d'observations de l'éprouvette de lecture du pluviomètre par une autre inadéquate qui entraîne une forte hétérogénéité des séries pluviométriques. (Heino R, 1996)

I-7 Répartition des précipitations dans le monde

I-7-1 Les grandes zones

Pour qu'il pleuve, la nécessité de la présence d'une quantité de vapeur d'eau qui se renouvelle et d'une ascendance de l'air qui donne des nuages.

Il y a trois zones de précipitations abondantes autour du globe :

- Une ceinture équatoriale, centrée un peu au Nord de l'Equateur, qui se prolonge sur les côtes Orientales de l'Amérique tropicale et sur l'Asie du Sud-Est ;
- Une bande zonale régulière entre 40° et 60° parallèles Sud, des zones orientées Sud-Ouest.
- Sur les océans du Nord-Est entre 30° et 60° parallèle nord, qui se prolongent un peu sur les continents. Elles sont toutes associées à des perturbations cycloniques. (Fig. 2)

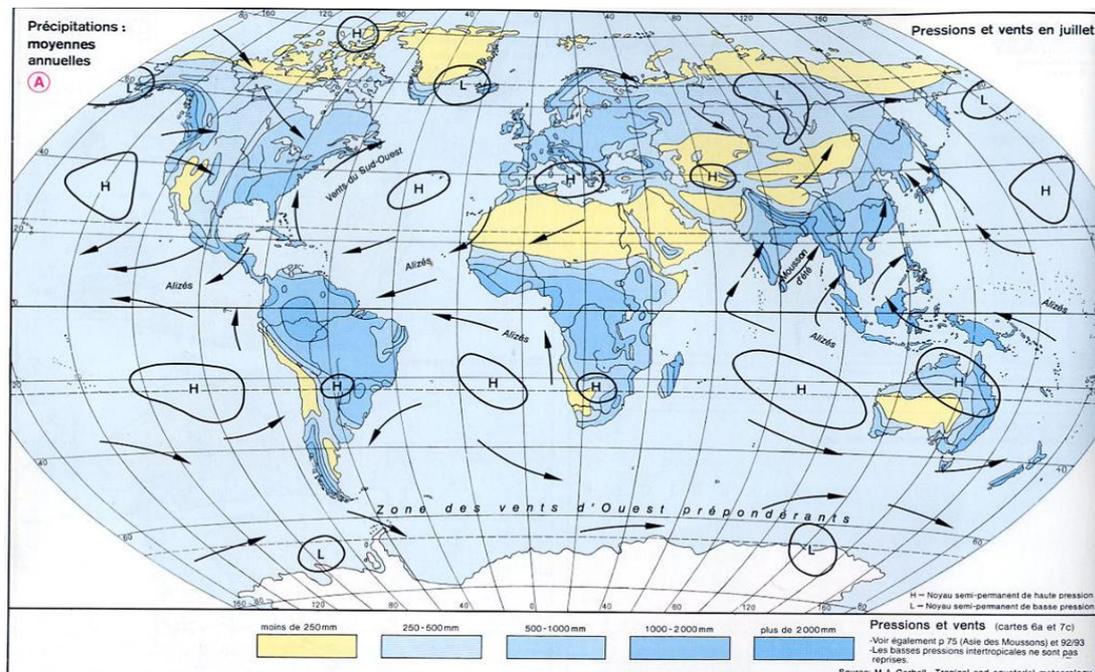


Figure 2 : répartition des précipitations moyennes annuelles dans le monde (ANDRE Hufty, 2001)

Il existe de vastes ensembles où les précipitations sont très faibles, inférieures à 250mm par an. D'une part les cellules des hautes pressions tropicales, centrées à l'Est des océans qui mordent sur les continents voisins avec une exception notable : la zone sèche saharienne qui se prolonge loin vers l'Est jusqu'au centre de l'Asie. (Hufty.2001).

D'autre part, les déserts polaires et la plupart des toundras, qui correspondent à une quantité d'eau condensable inférieure au cm.

Localement le relief vient perturber ces schémas. En général, les façades exposées aux masses d'air maritimes reçoivent de grandes quantités d'eau.

Les précipitations annuelles dépendent également des régimes pluviométriques qui, à l'échelle du globe, sont liés aux variations saisonnières de la circulation atmosphérique générale.

Dans les régions intertropicales, les saisons pluvieuses correspondent aux passages de la zone de convergence intertropicale, et les périodes sèches à l'influence proche ou lointaine des cellules de haute pression tropicale.

Dans les régions tempérées, il faut combiner les fréquences et la vigueur locales des dépressions cycloniques.

Les régimes des précipitations devraient tenir compte de la forme, sous laquelle, elles tombent la même hauteur d'eau, peut provenir de la pluie ou de la neige, d'averses violentes ou de pluies fines continues, etc. (Hufty.2001).

I-8 Le rôle de l'altitude et de la latitude sur les hauteurs pluviométriques

La pluviométrie en Algérie est sous l'influence des facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides. Elle augmente également d'Ouest en Est et à l'inverse elle diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le sud. (Haouchine S, 2011).

L'Algérie, qui est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, présente un climat de type méditerranéen extra tropical tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hauts Plains et supérieur à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien.

Les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. Cette variabilité est due à l'existence de gradients :

- Un gradient longitudinal : la pluviosité augmente d'Ouest en Est (450 mm/an à Oran plus de 1000 mm/an à Annaba). Ce gradient est dû à deux phénomènes : à l'Ouest, la Sierra Nevada espagnole et l'Atlas marocain agissent comme écran et éliminent ainsi l'influence atlantique, à l'Est, les fortes précipitations sont attribuées aux perturbations pluvieuses du Nord de la Tunisie.
- Un gradient latitudinal : les précipitations moyennes annuelles varient de 50mm dans la région du M'Zab à 1 500mm à Jijel. Cette diminution du littoral vers les régions sahariennes est due à la grande distance traversée par les dépressions qui doivent affronter sur leur parcours les deux chaînes atlasiques.
- Un gradient altitudinal universel qui varie en fonction de l'éloignement de la mer.

I-9 Phénomène de la sécheresse en Algérie

Les plaines du centre et de l'ouest de l'Algérie sont connues pour leur fertilité et leur production agricole. Le déficit hydrique de ces dernières décennies a affecté négativement la production agricole ainsi que les réserves superficielles et souterraines en eau. La sécheresse est récurrente, omniprésente en raison de températures élevées et d'une pluviométrie très variable en région méditerranéenne. (Meddi H, Meddi M. 2003).

Cas de l'Algérie ; il n'existe pas de structure particulière dédiée expressément à la sécheresse. Cependant, l'Office national de la météorologie (ONM) est l'institution spécialisée dans les observations et les études scientifiques du climat. L'ONM collecte, suit, analyse et diffuse toute donnée météorologique générale par le biais de bulletins périodiques réguliers et parfois de conjoncture (avis de tempête par exemple). (Amrani R, 2011).

I-10 Cartographie numérique

La cartographie technique de l'établissement et de la fabrication des cartes. L'établissement des cartes a suivi l'évolution générale des techniques et des sciences, notamment des mathématiques, de l'exploration aérienne puis spatiale (avec les satellites) et, plus récemment, de l'information avec les systèmes d'information géographique.

I-10-1 Systèmes d'Information Géographique

Par définition, une 'information géographique' est une information qui peut être rattachée à des éléments dont la position est définie par des coordonnées. De façon générale, ces éléments peuvent être une distribution de ressources naturelles, un point d'eau, un type de sol, un centre de santé, un quartier, un pont, un barrage, etc.

Le 'système' renvoie à une unité de fonctionnement désignée pour accomplir une certaine tâche. Plusieurs définitions du SIG sont proposées dans la littérature et on peut retenir simplement que les SIG sont des outils qui permettent de rassembler des données de diverses sources, les gérer, les analyser et présenter des informations localisées contribuant à la gestion de l'espace.

Un SIG est «un ensemble d'outils (de collecte, stockage, requête, transformation, manipulation, représentation...) qui permettent à différentes disciplines d'appréhender les informations spatiales pour un ensemble de buts » (Burrough, 1986 in Rata, 2010).

I-10-2 définition des systèmes d'information géographiques (SIG)

Est système capable de stocker, partager, consulter et manipuler les objets représentés sur les cartes et les plans avec leur description géométrique, ainsi que toute l'information qui leur est attachée". (Laurini et Milleret-Raffort, 1993 in Rata M., 2010).

I-10-3 fonctionnalités d'un SIG

La fonction principale d'un SIG est de fournir des informations pouvant aider dans la prise de décision, l'évaluation, la recherche, la gestion et la planification. Les composantes d'un SIG doivent assurer les différentes opérations ou les fonctions attendues du système.

Il s'agit du matériel, du logiciel, des données, du personnel et de l'organisation. Chacune de ces composantes doit être l'objet d'une analyse lors de l'étude de faisabilité.

Les équipements comprennent généralement l'ordinateur et les périphériques de saisie (tablets à numériser, scanner, GPS) et de sortie (imprimantes, traceurs). Les logiciels sont constitués d'un ensemble de programmes qui gèrent le système d'opération et les applications qui

permettent d'assurer les fonctions du système. Quelques logiciels SIG parmi les plus courants: ArcInfo, MapInfo, AtlasGIS, Ge Concept, Idrisi, Erdas. (Rata M, 2010)

I-10-4 Avantages des cartes numériques

La carte numérique tout comme la carte traditionnelle, elle constitue l'image d'un territoire ou une représentation simplifiée de la réalité; une des particularités importantes est que les données au lieu d'être conservées sur un support papier, le sont sur un support numérique. Les avantages des cartes numériques sont spécifiés dans le tableau ci-dessus:

Tableau 01. Avantages des cartes numériques.(Source : Ben Mohamed, 1996)

Leur établissement	Informations bien regroupées, facilitée d'accès à l'information
leur diffusion	Consultation directe, moins de documents papier, édition directe de différents plans
leur mise à jour	Saisie
leur exploitation	Changement d'échelles possibles; souplesse d'utilisation, puissance de traitement
leurs coûts	Moindres après investissement, recherche de renseignements facilitée

Plusieurs auteurs ont utilisé des méthodes de géostatistique permettant de trouver des relations spatiales pour une ou plusieurs variables (Douaoui et al.2006).

I-12 Géostatistique

La géostatistique est une approche qui caractérise la structure de la variabilité spatiale d'une propriété quelconque ainsi que son estimation. Elle s'avère être très appropriée pour cartographier un phénomène naturel (Rossi et al. 1995., in Elmeddahi Y.2009).

L'étude géostatistique comprend deux phases essentielles :

- La première est la caractérisation de la structure spatiale de la variable régionalisée au variogramme.
- La seconde est l'estimation de cette variable en utilisant un outil d'interpolation par le krigeage.

L'ajustement du variogramme expérimental à une fonction théorique se fait dans la pratique par l'affectation des valeurs aux paramètres du variogramme.

Une fois le variogramme expérimental robuste établi, il faut ajuster à un modèle théorique qui lui convient le plus. Quatre modèles sont proposés :

- Le modèle linéaire

- Le modèle sphérique

- Le modèle exponentiel

- Le modèle gaussien

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II-1 localisation de la zone d'étude

La plaine du Bas et moyen Chélif occidentale située à l'extrémité nord du bassin du Chélif (Nord-Ouest de l'Algérie), à environ 170 km à l'Ouest d'Alger et à 35 km à vol d'oiseau de la méditerranée. Elle se trouve entre $0^{\circ} 29' 45.6''$ et $1^{\circ} 43' 8.4''$ de longitude Est et $35^{\circ} 33' 43.2''$ et $36^{\circ} 13' 33.6''$ de latitude Nord. Avec les coordonnées géographiques x et y, selon la projection UTM Algérie WGS84 fuseau 31 Nord.

$$X_1 = 251\,493 \text{ m}$$

$$Y_1 = 3\,929\,929 \text{ m}$$

$$X_2 = 371\,585 \text{ m}$$

$$Y_2 = 4\,017\,577 \text{ m}$$

Elle fait environ 140 km de longueur sur une largeur variant de 20 Km à l'est à plus de 40 km à l'ouest, avec une surface pratiquement plate d'une altitude moyenne de 70 m pour la plaine du Bas Chélif.

Elle est limitée par le périmètre du moyen oriental Chélif à l'Est, le périmètre de la mina à l'ouest. Les monts du dahra au nord et les monts de l'Ouarsenis au sud. La zone d'étude est traversée par la route nationale N°4 et par la ligne de chemin de fer de l'est à l'Ouest.

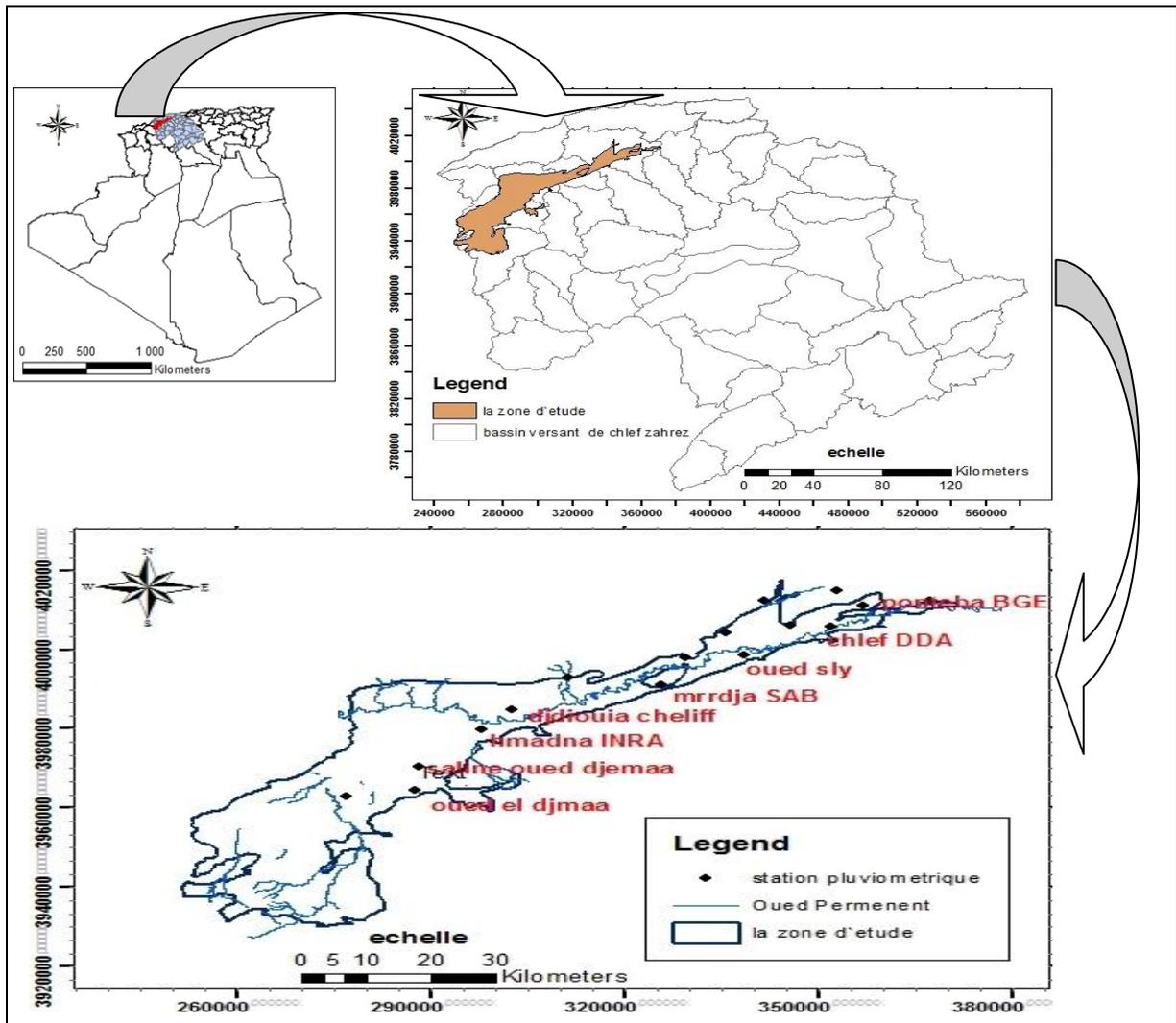


Figure 1: localisation géographique de la zone d'étude.

II-1-1 Climat

Le Bas et moyen Cheliff occidental se caractérise par un climat spécial de type méditerranéen de variabilité annuelle et interannuelle on parle généralement de climat semi-aride avec des étés très chauds et des hivers froids.

II-1-2 Pluviométrie

En ce qui concerne les précipitations, on note une diminution de la hauteur des pluies, dans la vallée du Cheliff d'Est en Ouest. La région d'étude a connu durant la dernière décennie des cycles de sécheresse, la plus marquée est celle qui s'étale de 1988 à 1994. (INSID, 1998).

Les précipitations moyennes annuelles en pluviométrie restent inférieures à 260 mm. Généralement La pluie tombe sous forme d'averse de courte durée donc de forte intensité causant ainsi des inondations en quelques endroits de la plaine (Ziane, 2013).

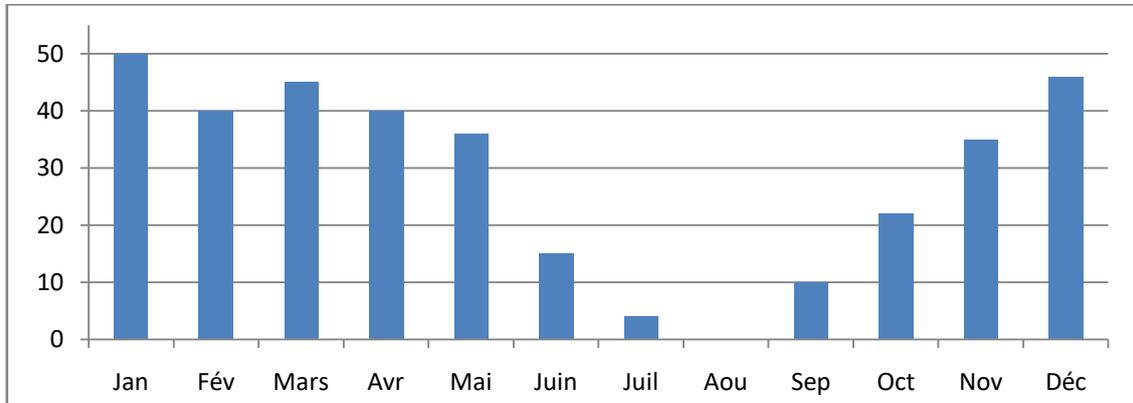


Figure 4 : représentation graphique de la variation de pluie moyenne mensuelle pluviométrique de la station oued sly (2006)

Selon la figure 4 ; la pluviométrie de la région oued sly durant l'année (2006) (fig.4), montre que le mois Janvier est le mois le plus pluvieux (50 mm) et le mois août avec (00 mm) est le plus faible.

II-1-3 Température

Le régime thermique de la région est caractérisé par des températures élevées en été et relativement basses en hiver (Rata M., 2010).

Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois d'août, qui atteint 30 °C, ce qui correspond à une forte évaporation et une remontée capillaire de la nappe qui se trouve parfois à un mètre de profondeur.

Les basses températures se manifestent au cours des mois de février, mars, avril qui atteignent 10 °C. (Fig. 5)

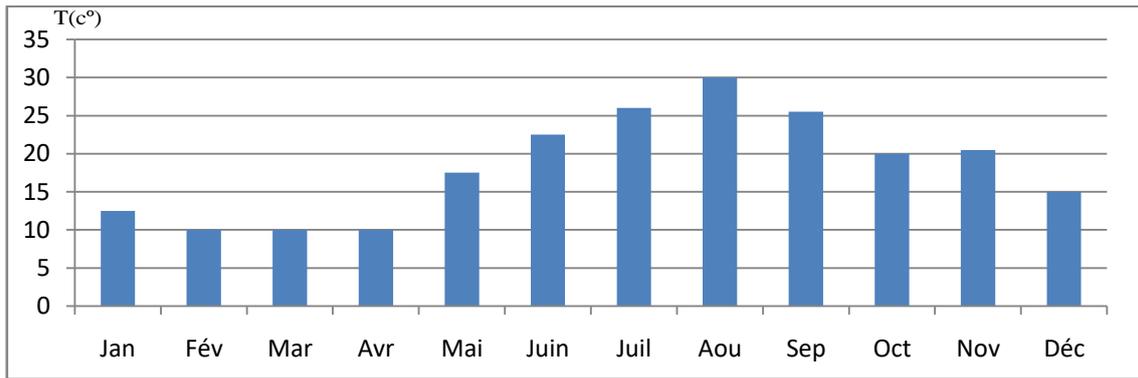


Figure 5:représentation graphique de lamoyenne mensuelle des températures de la station d'oued Sly (2006).

II-1-4Vent

La vitesse du vent jouant un rôle sur la dégradation mécanique du sol et sur l'amplitude de la température, les variations sont considérables dans la zone où le couvert végétal est absent. On peut conclure que la vallée du Bas Chéiff est une région à l'atmosphère peu agitée, tout au moins pas plus agitée que celle du reste de l'Algérie. Il existe évidemment des jours de vent assez violent, au printemps surtout, mais ils restent exceptionnels. (RATA, 2010).

Il constitue ainsi un agent d'érosion efficace dans les régions à couverture végétale faible nulle, surtout durant la période sèche où beaucoup de sols acquièrent une structure micro-polyédrique (pseudo sables) à la surface voire poudreuse dans d'autres cas (Douaoui, 2005).

Le vent affecte la région de deux façons essentielles : soit comme agent d'érosion éolienne ou en asséchant les croûtes superficielle du sol favorisant ainsi la remontée des sels. La carte des vents de la vallée du Chéiff à 10m du sol est représentée en figure 6. Une gamme de variation de la vitesse moyenne annuelle allant de 1 à 6 m/s.

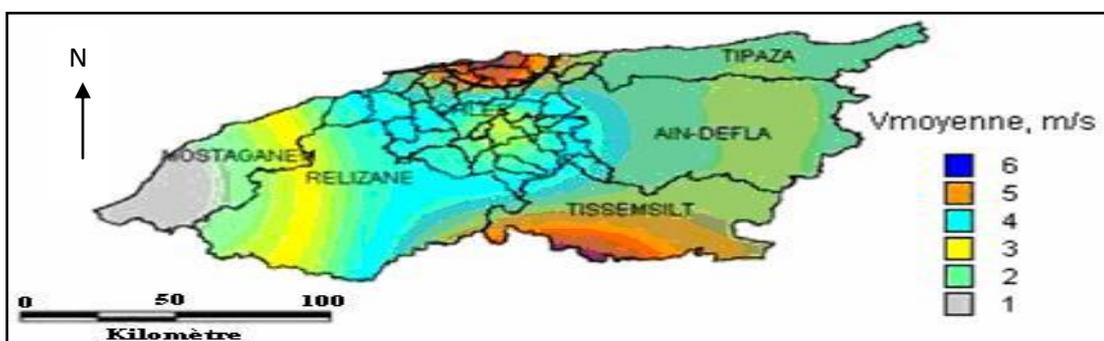


Figure 6 : Atlas de la vitesse moyenne du vent de la vallée du Cheliff à 10 m du sol. (Boukli et al. 2007).

II-1-5 Humidité

L'humidité relative de l'air est généralement plus élevée le matin pour tous les mois, elle est de l'ordre de 65 à 75 % en hiver et après de 35 % en été. Elle peut compenser en un certain degré l'absence ou la rareté des précipitations en favorisant le développement des plantes. Le mois le plus humide est le mois de décembre, par contre, le mois le plus sec est le mois de juillet. (RATA M., 2010)

II-1-6 Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle de la plaine du bas Cheliff estimée selon la formule de PENMAN est de 1700mm/an (INSID).

II-1-7 Ruissellement

Le ruissellement apparaît dès que l'intensité d'une pluie devient supérieure à la vitesse d'infiltration du sol. Il est aussi en fonction de divers facteurs ; la perméabilité, la pente, et la capacité d'absorption des formations affleurantes.

Le ruissellement est nettement plus élevé sur sol nu que sous cultures. Il est exprimé en volume (m³) ou en hauteur (mm) par rapport à une superficie.

On Calculée ruissellement par la méthode de Tixeront – Berkalof

$$R = \frac{P^3}{3ETP^2}$$

Avec :

- R** : ruissellement
- P** : précipitation
- ETP** : évapotranspiration

TableauN° 2: Résultats de calcul de la lame d'eau ruisselée (Saim.S, 2013).

Sous bassin versants	P (mm)	ETP (mm)	R (mm)
0122 (Oued Ras Ouahrane)	349	949	15.73
0123 (Oued Sly)	352	967	15.55
0124 (Oued Cheliff Ouarizane)	392	981	20.86
Moyenne des trois sous bassins	364,33	965,66	17.38

II-1-8 Indice d'aridité de Martonne

C'est le degré de sécheresse du climat de la région. Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation. Il est calculé par la formule suivante :

$$IA = P / T + 10$$

Avec:

P: Précipitation moyenne annuelle (mm).

T: Température moyenne annuelle (°C).

$$IA = 343 / 19 + 10$$

$$IA = 11.83$$

Tableau N° 3 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

Valeurs d'IA	Type de climat	Irrigation
$IA \leq 5$	Désertique	Indispensable
$5 < IA \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 < IA \leq 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < IA \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$IA > 30$	Humide	Inutile

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est soumise à un régime de climat relativement Sec, et que l'irrigation, est souvent indispensable.

II-1-9 Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen (1953) ou le Climagramme pluviométrique de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période sèche et humides d'une région.

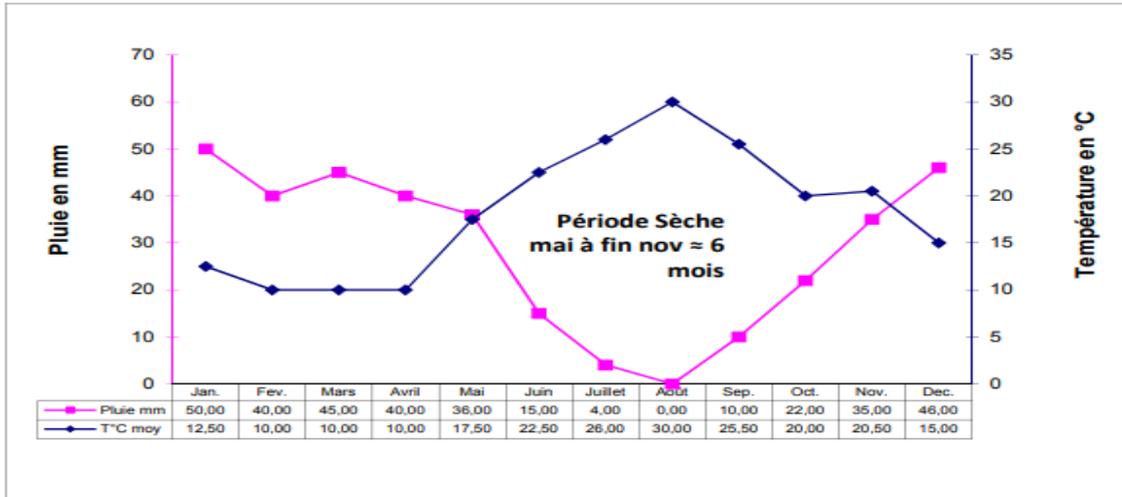


Figure 7: digramme ombrethermique de la station d'oued sly en 2006

II-2 Hydrographie

II-2-cours d'eaux

II-2-1-1 Oued Cheliff

C'est le cours d'eau principal de la région nord-ouest d'Algérie, il prend sa source au niveau du Djebel Amour près d'Aflou (wilaya de Laghouat), il traverse le périmètre dudraine la vallée du moyen Cheliff occidental d'Est en Ouest sur un trajet de 60 kilomètres, se termine dans la mer de Mostaganem.(ELMeddahi Y, 2009). (Fig. 08)

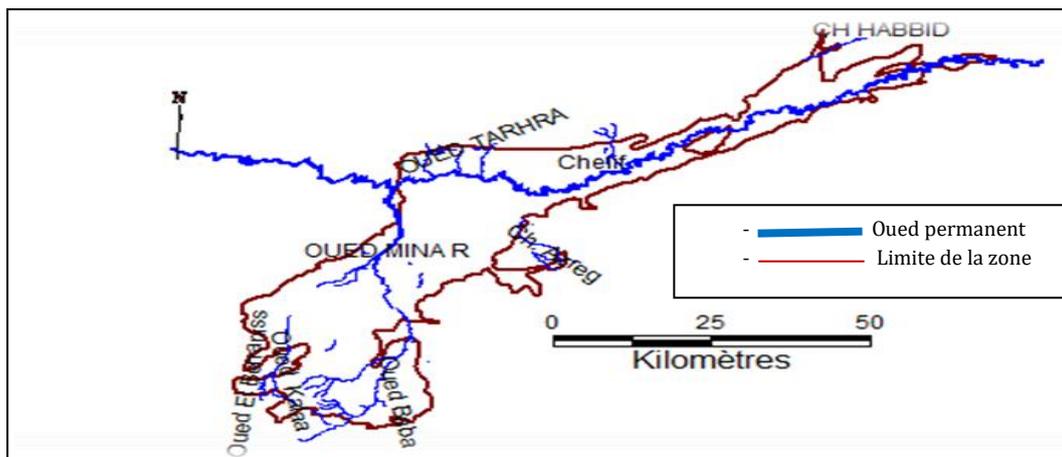


Figure 8 : Les principaux oueds de la plaine du bas et moyen Cheliff occidentale.

Les affluents de l'oued Chleff dans la plaine du bas et moyen-Chélif occidental sont :

II-2-1-2 Oued Rhiou

Cet Oued est l'un des principaux affluents de Cheliff, l'eau du bassin versant est régularisée par le barrage Gargar depuis 1988. Il draine une surface de 928.4 km².(Elmeddahi Y ; 2009)

En Rive droite :

- **Oued Raset oued Ouahrane:** Deux affluents issus des monts de Dahra présentent des débits nuls à l'étiage. Il est une longueur de 60 Km répartis entre deux effluents: l'oued Bou-Hamila et l'oued Ouahrane.
- **Oued Ouarizane :** Il est situé sur la rive droite du Cheliff et se trouve pratiquement à sec pendant la période estivale. Il draine une surface de 564.7 km².

En Rive gauche :

- **Oued DJediouia:** Il est situé sur la rive gauche de l'Oued Cheliff, il draine une surface de 799.4 km². IL fait l'objet d'un Project d'un nouveau barrage.(Elmeddahi Y ; 2009)
- **Oued Fodda:** Prends source dans les montagnes de l'Ouarsenis et se diverse dans le Cheliff, Il s'étend avec son affluent oued La biod sur une longueur de 213 Km.
- **Oued Sly:** prends source dans les montagnes de l'Ouarsenis, sa longueur est de 130 km.
- **Oued Tsighaout:** Est un petit affluent de l'oued Cheliff ; sa longueur est de 24 Km.
- **Oued Taflout:** Est un petit affluent de l'oued Cheliff; sa longueur est de 20Km.

Les deux derniers oueds prennent naissance au niveau des piémonts des montagnes de l'Ouarsenis.

D'autres Oueds de moindre importance, drainent l'eau des monts sur la rive droite comme Oued Razzaz et Oued Tarhia.

Les affluents de l'oued Chélif sont en écoulements temporaires pendant la période pluvieuse(Décembre – janvier et février) et secs le reste de l'année.(Elmeddahi Y ; 2009)

II-3 Ressources en eau

La plaine du Bas Chélif offre d'importantes potentialités en eau, malheureusement l'absence d'une politique d'aménagement et de gestion rationnelle fait que la plaine n'en profite pas. (Douaoui, 2005).

II-3-1 Ressources en eaux superficielles

Les deux principales ressources en eau sont constituées par deux retenues :

- **Le barrage de Gargarsurl oued Rhiou**, d'une capacité de 450 million de m³, Il est l'un des plus importants barrages d'Algérie.
- **la retenue de Merdj et Sidi Abed**, un réservoir hors cours d'eau d'une capacité de 50 million de m³, située à l'amont du périmètre existant, qui est rempli pendant hiver essentiellement par dérivation des eaux de l'oued Chélif.

La qualité de l'eau des cours d'eau du bassin de Chélif est aussi à discuter. Elle est en général plutôt médiocre. La salinité de l'eau dans l'oued Rhiou varie entre 0,5 g/l environ pour les débits les plus forts et 2 g/l pour les débits d'étiage. Il n'y a pas de mesure de la salinité des eaux de drainage à l'exutoire du bassin versant.

II-3-2 Ressources en eau souterraines

Le miocène, formé presque exclusivement de marnes, peut être considéré comme totalement imperméable. Les quelques niveaux de grès inter stratifiés ; surtout vers le sommet de la série, sont assez minces, et offrent, en raison de leur pendage assez fort, des impluviums très réduits. D'autre part, les nappes qui peuvent exister dans ces grès, doivent être salées, par suite du lessivage des marnes par ruissellement, avant l'infiltration.

Cette nappe s'écoule vers la plaine du Chélif et devient captive sous le villafranchien. Ses exutoires peuvent être également les alluvions du Chélif et les niveaux perméables du villafranchien.

II-4 Périmètres irrigués

La plaine du Bas-Chélif comporte plusieurs périmètres où l'irrigation est fréquente, dont les plus importants sont : le périmètre de l'oued Rhiou, le périmètre Ouarizane, le périmètre Djédouia, le périmètre Hmadna et le périmètre Guerouaou. On y trouve aussi les deux zones très connues, en l'occurrence, la zone de Benziane où se trouvent le plateau et la sebkha de Benziane et la zone de Gaa qui forme une dépression très salée où les sols sont généralement abandonnés (fig. 9). (Zidane K, 2008).

L'utilisation des eaux souterraines dans l'irrigation n'a pas été sans conséquences sur la dégradation de la qualité des sols de la plaine du Bas-Chélif. Cette dégradation qui se manifeste par une augmentation de la salinisation ou une sodisation ne s'est pas faite de la même façon dans les périmètres irrigués. C'est justement le périmètre de Hmadna dont l'eau d'irrigation est la plus mauvaise qui montre les sols les plus dégradés (Douaoui et Hartani, 2007).

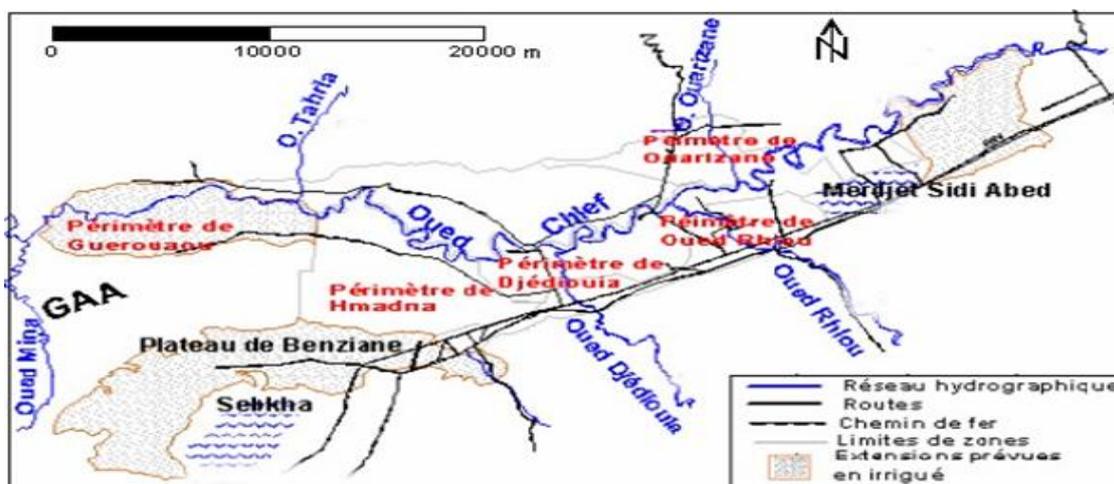


Figure 9 : Principaux périmètres irrigués de la plaine du Bas-Chélif In (Douaoui, 2005).

II-5 Ecologie

La plus grande partie de la vallée du Bas Chélif est cultivée, et caractérisée par un système de champs ouverts avec par endroits des brise-vent de conifères (Tamarix, Casuarina...etc.), et d'eucalyptus. Les cultures principales dans l'aire d'étude sont les céréales, Les cultures maraîchères (notamment les artichauts), L'arboriculture (les oliviers et les agrumes), et les cultures fourragères. La plupart des pentes faibles sont cultivées.

La région souffre beaucoup d'une érosion du sol. Surtout là où la végétation a été dénudée ; il n'y a pas de grande couverture de sol permanente et la région ne peut donc supporter une flore et une faune abondantes. Le transport potentiel des matériaux en suspension est énorme. Ce qui a d'importantes répercussions sur l'aménagement des barrages dans le bassin versant. Aux endroits qui sont moins dégradés. La végétation est typique d'une région au climat aride et aux sols pauvres. (Rata, 2010)

Chapitre III

Matériels & Méthodes

Chapitre III : Matériels et Méthode

III-1 Conception de la Base de Données

Au cours de l'élaboration de notre base de données sur la région du Bas et moyen Cheliff, nous nous sommes intéressées aux données climatiques et précisément sur la pluviométrie (moyennes saisonnière et annuel) qui constitue le thème essentiel de notre travail.

La démarche méthodologique s'est basée sur les axes de travail fixé dès le début et qui se révèlent dans deux principaux objectifs :

- Etude statistique de la pluviométrie saisonnière et annuelle dans le Bas et moyen Cheliff occidentale.
- Caractérisation du régime pluviométrique dans le Bas et moyen Cheliff occidentale.

III-2 Collecte de données

Les données pluviométriques proviennent de sources différentes. Ces données peuvent être fournies par les services de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques(A.N.R.H), de l'Office National de la Météorologie (ONM) et l'INRAA (station de Hmadna, Relizane). La disparité des sources pose souvent un problème de la qualité des données.

Ce qui a conduit à définir une période la plus longue possible et d'apporter le soin et le traitement nécessaire, afin qu'on puisse disposer de données suffisantes du point de vue qualité que quantité pour la réalisation de notre travail.

III-3 Etude de l'homogénéité des données

Notre étude consiste à définir l'homogénéité des données de la pluviométrie à l'échelle annuelle et saisonnière des séries longues. Pour un bassin versant donné ou une région donnée, les stations pluviométriques forment un réseau d'observation. Elles fournissent des mesures ponctuelles. Les données relatives aux stations sont d'une haute importance pour les statistiques climatiques.

La représentativité des précipitations par les mesures est fonction du réseau d'observation. Plus celui-ci est dense, meilleure est l'information et plus l'ensemble des mesures est représentatif de la lame d'eau tombée sur une surface donnée.

La critique et le contrôle de la qualité des données pluviométriques sont donc des traitements qui doivent être effectués pour s'assurer de l'homogénéité et la fiabilité des séries pluviométriques.

III-4 Analyse des données pluviométriques

III-4-1 choix des stations pluviométriques

Pour diverses raisons, Les données proviennent de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H). Elles sont de qualité et de durée variables, et la plupart des données pluviométriques recueillies à travers les stations météorologiques contiennent des lacunes, Cela a nécessité un choix des stations basé sur les deux critères ; la position géographique par rapport au bassin et la qualité des données (faiblesse des lacunes dans les séries observées). Sur la base de ces critères, 16 stations pluviométriques pour une durée d'observation de 40ans (1972-2012). (Tab, 6).

Tableau N°4: Liste des stations pluviométriques retenues pour l'étude.

Les stations	Code de station	X(m)	Y(m)
Larbat ouled fares	012201	341 713	4 012 255
Ponteba bge	012203	367 415	4 012 474
Chetia chambre f	012209	345 609	4 005 940
Es soualahe sitayb. exp	012218	335 597	4 004 171
Chlef dda	012219	352 089	4 005 901
Medjadja	012221	352 924	4 014 901
Oum drou	012225	357 097	4 010 981
Oued sly	012309	338 507	3 998 416
Merdja	012403	325 746	3 991 027
Ouarizane vilage	012409	311 203	3 992 900
Boukader bge	012410	329 508	3 997 828
El hamadna INRA	012803	297 733	3 979 717
Djidiouia cheliff	012806	302 583	3 984 836
Oued el djemaa	013503	387 504	3 964 275
Saline oued djemaa	013504	288 037	3 970 330
Relizane ANRH	013505	276 806	3 962 777

III-4-2 comblement des lacunes

L'étude de la pluviométrie et de sa variabilité nécessite de disposer de longues et de plusieurs séries d'observations, soumises préalablement au test d'homogénéité et à l'assurance de leur fiabilité. Puisque la recherche d'hétérogénéité des séries pluviométriques a déjà été effectuée, la première étape dans cette analyse de données est donc de vérifier la fiabilité des données et la seconde est de combler les lacunes observées. (khaldi A, 2005).

Pour les besoins de l'étude et pour une bonne répartition spatiale, nous avons procédé au comblement des lacunes, Cette méthode est facile à utiliser grâce au logiciel HYDROLAB qui est un outil très simple parfaitement intégré au logiciel EXCEL (2003) dont l'utilisation est universelle. Pour se servir correctement d'HYDROLAB. On peut estimer les données manquantes ou erronées à une station à partir des valeurs provenant des stations voisines soumises aux mêmes conditions climatiques et situées dans la même zone géographique. On a utilisé la méthode d'ACP à l'aide de logiciel Hydrolab.

III-4-1 Critique visuel des données disponibles

Une étude pluviométrique dans la plaine du Bas et Moyen Chélif occidentale est basée sur les données pluviométriques observées (annuelles et saisonnières). L'examen de données brutes des pluies mensuelles durant la période (1972-2012) des 16 stations montrent que quelque série pluviométrique renferme des lacunes.

III-5 Analyse statistique

Logiciel utilisé dans cette étude est XLSTAT (XLSTAT-Pro 7.5.) qui nous a bien aidés dans les calculs des paramètres des positions et les paramètres des dispersions.

Tableau N° 5 : représente les paramètres de l'analyse statistique.

paramètres de position	paramètres de dispersion
Moyenne M	la variance Var
L'étendue A	L'écart type σ

L'objectif de la statistique descriptive est d'étudier la propriété numérique d'ensemble comportant de nombreux échantillons ou unité statistique, la réunion de toutes unités statistiques possibles forme la population statistique. (Meddi H, Meddi M ; 2009).

Tant que les données sont groupées, il est pratiquement intéressant de faire une représentation graphique, ce qui nous permet de voir l'aspect général de l'allure des distributions étudiées.

III-6 méthode de détection de rupture dans la série chronologique

Dans le cadre d'une étude sur la variabilité climatique pour l'analyse de séries hydrométéorologiques. L'Institut de Recherche pour le Développement a mis à jour, un outil informatique qui consiste principalement à séparer et analyser séparément chacune des composantes constitutives de la série (test de rupture, segmentation). Cet outil est le logiciel **Khronostat**.

L'étude de la stationnarité des séries pluviométriques annuelles, appliquées à chaque série chronologique de chaque sous bassin, est un outil d'identification de la variabilité de la pluviométrie de la plaine.

Ces tests donnent des résultats généralement concordants, du moins, au niveau de la reconnaissance d'une hétérogénéité dans la série, même si les estimations des ruptures en moyenne données par plusieurs tests diffèrent parfois de quelques années.

III-6-1 procédure de segmentation des séries pluviométrique

La procédure de segmentation de séries pluviométrique a été présentée par Hubert en 1989. Le principe de cette procédure est de diviser la série en m segments ($m > 1$) de telle manière que la moyenne calculée soit significativement différente de la moyenne du segment voisin...

On détermine l'année de rupture, après analyse de la différence des moyennes après et avant de la rupture au Niveau de signification du test de Scheffel: 1%.

III-7 Représentation cartographique des données

La cartographie constitue le moyen le plus adapté pour une bonne représentation spatiale du phénomène naturel. La cartographie numérique a été faite par l'utilisation des techniques et des outils de système d'information géographique (SIG).

III-7-1 géostatistique

La géostatistique qui est une approche caractérisant la structure de la variabilité spatiale d'une propriété quelconque ainsi que son estimation s'avère être très appropriée pour cartographier un phénomène naturel. (Douaoui et al, 2006)

Pour une étude géostatistique comprend deux phases ; la première est l'analyse spatiale de la variable étudiée grâce au variogramme (variographie). Et le second emploi une technique de prédiction spatiale utilisant comme outil le krigeage.

Pour l'ajustement du variogramme, on a utilisé le programme Variowine 2.2. Pour avoir le meilleur ajustement de la série de donnée considérée.

On joue sur les valeurs du pallier, de la portée et de l'effet de pépite pour déterminé la valeur la plus petite de l'indice IGF. (Indicative Goodness Fit) calculé automatiquement en prenant en compte les paramètres du variogramme (cas de programme VARIOWIN) .c'est un nombre sans unité indiquant un bon ajustement lorsqu'il est proche à zéro.

L'établissement des variogrammes en fonction de ces directions permet de déterminer le rapport d'anisotropie après leurs ajustements qui présente un paramètre important pour le krigeage.

- **Le krigeage**

Le krigeage est une méthode géostatistique qui permet l'estimation de valeurs locales en considérant l'organisation spatiale des variables étudiées. C'est donc une méthode d'interpolation qui peut générer des surfaces estimées à partir d'un échantillon de points géoréférencés. Ont été choisis de telle sorte à obtenir les différentes classes du pluviomètre correspondant. (Rata M, 2010).

Il existe plusieurs types de krigeage. Dans ce travail, nous avons appliqué le krigeage ordinaire à variogramme global pour la cartographie du pluviomètre.

Le krigeage ordinaire permet l'estimation d'une propriété un point quelconque de l'espace de coordonnées selon une combinaison linéaire des observations faites en des points voisins.

On a appliqué le krigeage ordinaire sur logiciel Arc GIS.

- **Arc GIS**

C'est le logiciel qui a été choisi pour élaborer des cartes pluviométriques de chaque période à cause de ses nombreuses performances en plus du fait qu'il permet une exploitation des données directement à partir de la base de données Access et contient un module géostatistique très développé.

Chapitre IV

Résultats et Discussions

Chapitre IV : résultat et discussion

IV-1 Analyse des séries pluviométriques

La stationnarité ou le non stationnarité des séries pluviométriques intéresse beaucoup les utilisateurs de ces dernières dans les différentes applications (hydrologie, agronomie). La détection d'une ou plusieurs ruptures renseigne sur l'évolution pluviométrique dans la région donnée. Cette rupture peut être considérée comme étant due à un changement des paramètres de la loi de probabilité des variables aléatoires dont les réalisations successives constituent les séries chronologiques étudiée.

Nous espérons mettre ici en évidence cette évolution par la détermination de l'année ou des années de rupture des séries pluviométriques et de savoir l'évolution annuelle et saisonnière qui influent sur la culture de la région étudiée et le renouvellement des ressources hydriques (barrage et retenus collinaires).

Tableau 06 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométriques étudiées.

Codes de station	Etendue (mm)	Moyenne (mm)	Variance (mm ²)	Ecart type (mm)	coefficient de variation (%)
12201	347,60	365,60	7893,75	88,85	24,30
12203	353,10	406,75	8699,24	93,27	22,93
12209	421,40	317,72	8024,37	89,58	28,19
12218	408,30	334,22	9155,22	94,51	28,28
12219	328,2	341,42	9314,59	96,51	28,27
12221	346,11	357,33	6355,34	79,72	22,31
12225	405,94	331,80	9414,11	97,03	29,24
12309	324,30	299,48	7223,46	84,99	28,38
12403	344,01	284,59	7290,54	85,38	30,00
12409	435,20	318,68	14087,95	118,69	37,24
12410	315,36	284,85	6078,15	77,96	27,37
12803	391,29	305,04	9997,90	99,99	32,78
12806	307,80	295,21	6633,30	81,45	27,59
13503	411,18	296,60	6672,69	81,69	27,54
13504	447,71	276,30	7272,24	85,28	30,28
13505	385,40	288,74	6214,01	78,83	27,30

Le tableau N° 06 présentée les statistiques descriptives (moyennes, écart-types, coefficient de variation). Les différents coefficients de variation restent en général inférieurs à 50 %.

IV-2-1 La moyenne de la pluviométrie annuelle

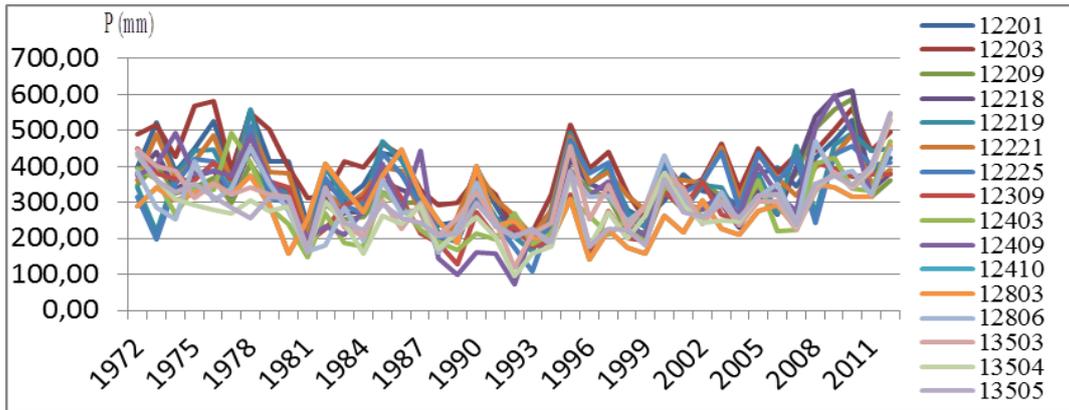


Figure 10 : variation des précipitations moyennes annuelles dans la plaine du Bas et moyen Cheliff occidentale.

La figure N°10 montre une variation de précipitation annuelle entre les 16 stations étudiées dans la région de Bas et moyen occidentale Chélif durant la période (1972-2012),

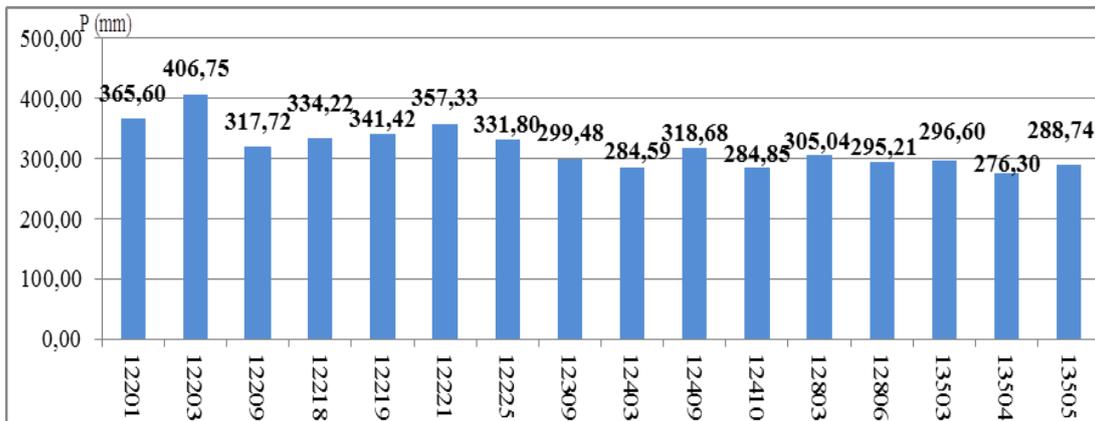


Figure 11: graphe des précipitations moyennes annuelles enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.

La figure 11 représente une variation de précipitations moyennes annuelle dans la région étudiée entre la période (1972-2012). On observe que la distribution des pluies est très marquée spatialement dans la région Nord-Est, est la station Ponteba barrage a enregistré la moyenne annuelle de précipitation la plus élevée qui atteint 406.75 mm, par contre la plus faible de précipitation est enregistrées à la station Saline oued djemaa 276.30 mm qui se trouve à sud ouest de zone d'étude.

IV-2-2 La moyenne des pluviométries saisonnières

IV-2-2-1 l'automne

Tableau 07: caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.

Codes de station	Etendue (mm)	Moyenne (mm)	Variance (mm ²)	Ecart type (mm)	coefficient de variation (%)
12201	180,10	99,60	2082,86	45,64	45,82
12203	231,90	110,35	3257,24	57,07	51,72
12209	181,20	92,03	1900,58	43,60	47,37
12218	194,80	95,40	2084,71	45,10	47,27
12219	194	102,1	2519,45	50,19	49,16
12221	172,70	98,06	1857,21	43,10	43,95
12225	103,70	97,52	2471,10	49,71	50,98
12309	179,30	79,86	1777,86	42,16	52,80
12403	187,90	80,62	1818,00	42,64	52,89
12409	244,50	88,82	3264,70	57,14	64,33
12410	170,66	76,52	2255,38	47,49	62,07
12803	262,55	85,11	2933,09	54,16	63,63
12806	250,70	81,41	2180,09	46,69	57,35
13503	191,70	78,76	2026,37	45,02	57,15
13504	189,40	74,18	1815,16	42,60	57,44
13505	198,90	76,07	1526,59	39,07	51,36

Le tableau N° 07 représente les caractéristiques statistiques descriptives que montre l'écart type est faible par rapport la moyenne.

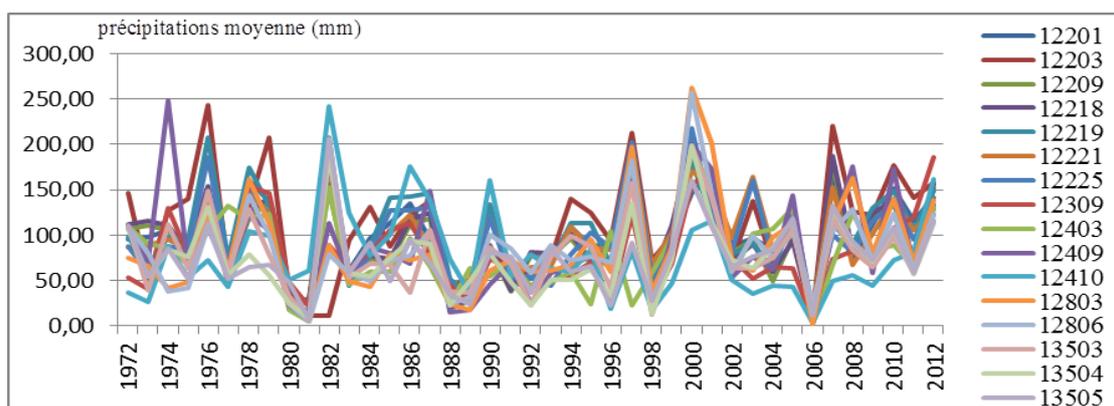


Figure 12 : variation des précipitations moyennes de la saison d'automne dans la plaine du Bas et moyen Chélif occidentale.

La figure N° 12 qui montre une variation des précipitations de la saison d'automne dans le bas et moyen Chélif occidentale durant la période (1972-2012).

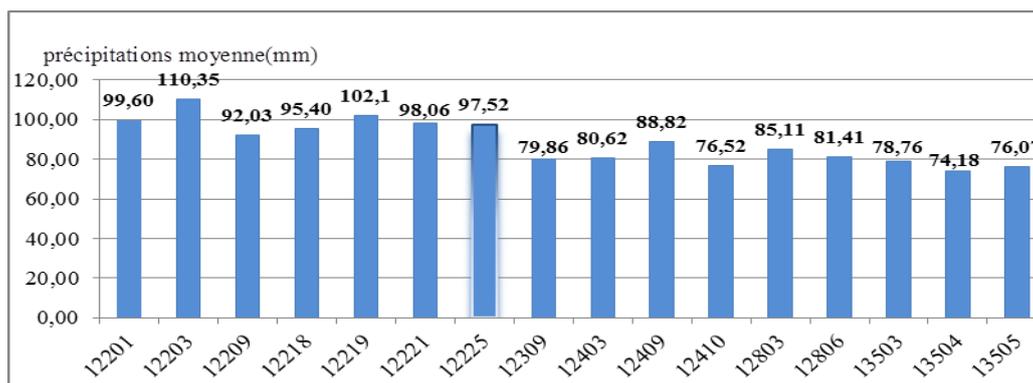


Figure 13 : Graphe des précipitations moyennes de la saison automne enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.

La figure N° 13 représente une variation de précipitations moyennes de la saison automne enregistrées dans la région étudiée entre la période (1972-2012). On observe que la station Ponteba bge enregistré la précipitation moyenne la plus élevée atteinte 110.35 mm qui se trouve à Nord-Est de la plaine, par contre la plus faible de précipitation de 74.18 mm est enregistrée à la station Saline oued djemaa qui se trouve à sud-ouest de la plaine.

IV-2-2-2 l’hiver

Tableau 08 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.

Codes de station	Etendue (mm)	Moyenne (mm)	Variance (mm ²)	Ecart type (mm)	coefficient de variation (%)
12201	209,50	153,20	3806,04	61,69	40,27
12203	226,00	169,32	4597,15	67,80	40,04
12209	282,50	119,04	3639,65	60,33	50,68
12218	314,30	132,82	4326,70	64,97	48,92
12219	199,8	130,88	3113,66	55,8	42,63
12221	217,69	146,89	3445,63	58,70	39,96
12225	182,55	126,06	3103,46	55,71	44,19
12309	220,50	122,00	3234,86	56,88	46,62
12403	183,00	112,08	2469,12	49,69	44,33
12409	347,70	133,74	5292,99	72,75	54,40
12410	221,36	113,40	2518,34	50,18	44,25
12803	235,14	117,86	3871,62	62,22	52,80
12806	187,90	116,23	3071,82	55,42	47,69
13503	220,32	112,63	2379,02	48,78	43,31
13504	225,00	102,80	2568,39	50,68	49,30
13505	230,20	91,24	2236,98	47,30	51,84

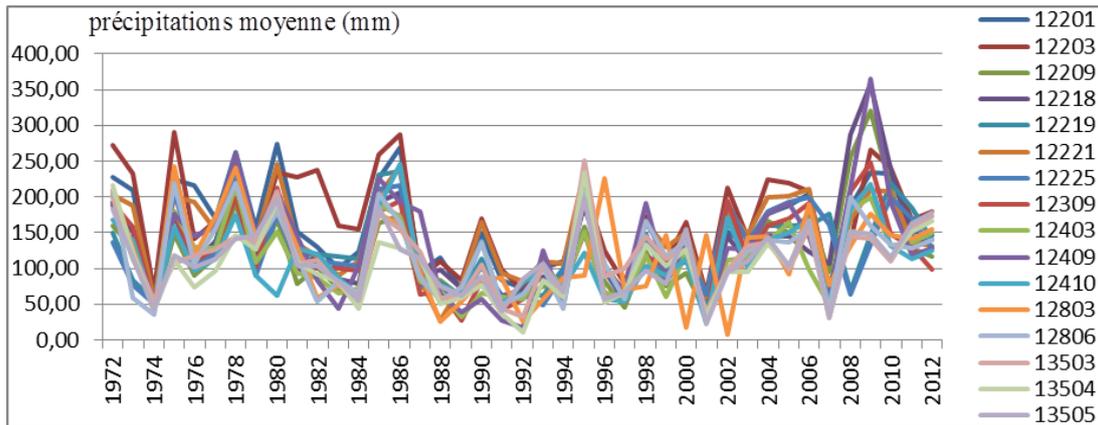


Figure 14 : variation des précipitations moyennes de la saison d’hiver dans la plaine Bas et moyen Cheliff occidentale.

La figure N° 14 Nous remarquons une grande variabilité des précipitations selon la moyenne pendant la saison hiver pour l’ensemble des stations d’étude durant la période (1972-2012).

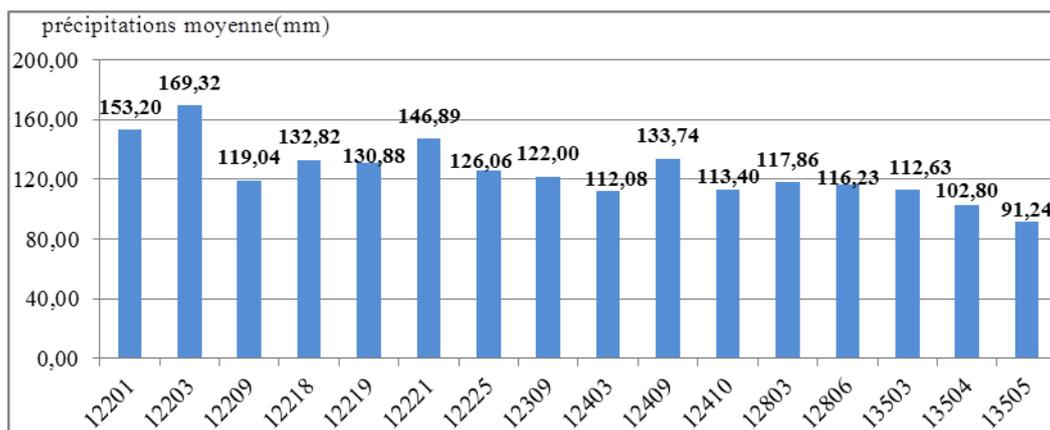


Figure 15 : graphe des précipitations moyennes de saison d’hiver enregistré pour les 16 stations pluviométriques.

La figure N° 15 représente une variation de précipitations moyennes de la saison hiver enregistrées dans la région étudiée entre la période (1972-2012). On observe que la station Ponteba barrage a enregistré la plus hauteur des précipitations moyennes qui atteint 169.32 mm se trouve à Nord-Est de la plaine, par contre la plus faible hauteur de précipitation de 91.24 mm est enregistrée à la station Relizane ANRH qui se trouve au sud-ouest de la plaine.

IV-2-2-3 printemps

Tableau 09 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.

Codes de station	Etendue (mm)	Moyenne (mm)	Variance (mm ²)	Ecart type (mm)	coefficient de variation (%)
12201	180,10	99,60	2082,86	45,64	45,82
12203	231,90	110,35	3257,24	57,07	51,72
12209	181,20	92,03	1900,58	43,60	47,37
12218	194,80	95,40	2084,71	45,10	47,27
12219	194	102,1	2519,45	50,19	49,16
12221	172,70	98,06	1857,21	43,10	43,95
12225	103,70	97,52	2471,10	49,71	50,98
12309	179,30	79,86	1777,86	42,16	52,80
12403	187,90	80,62	1818,00	42,64	52,89
12409	244,50	88,82	3264,70	57,14	64,33
12410	170,66	76,52	2255,38	47,49	62,07
12803	262,55	85,11	2933,09	54,16	63,63
12806	250,70	81,41	2180,09	46,69	57,35
13503	191,70	78,76	2026,37	45,02	57,15
13504	189,40	74,18	1815,16	42,60	57,44
13505	198,90	76,07	1526,59	39,07	51,36

Selon le tableau N° 09 on a vus que la précipitation de la saison printemps elle varie selon le coefficient de variation et ses valeurs max est 64.33% et min est 43.45% respectivement, il influence par l'écart type et la moyenne, On remarque aussi que l'étendue est plus grand donc les données son hétérogènes.

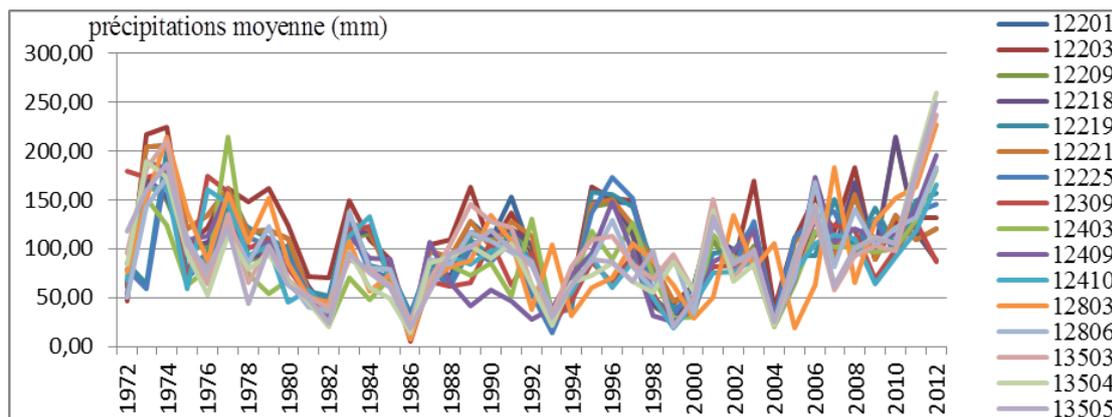


Figure 16: variation des précipitations moyennes de la saison de printemps dans la plaine du Bas moyen Cheliff occidentale.

D'après la figure cité au dessus on illustre qu'il y a un variation des précipitations de la saison de printemps dans le bas et moyen Chéiff occidentale durant la période (1972-2012), pour les 16 station.

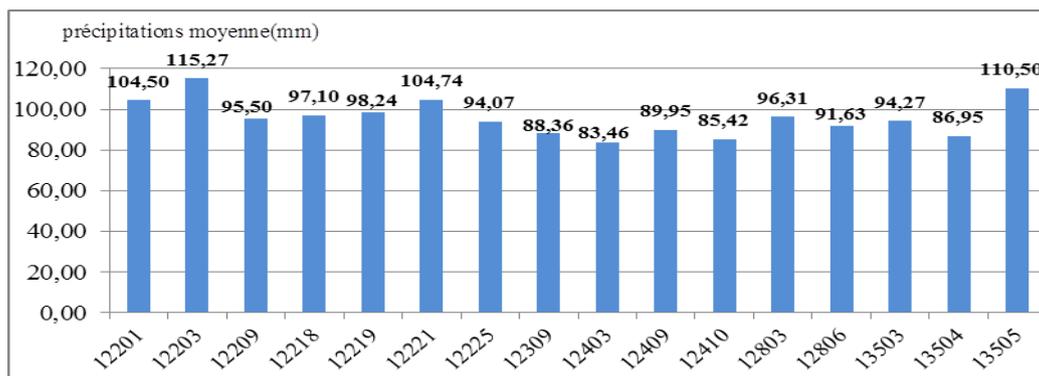


Figure 17 : graphe des précipitations moyennes de la saison de printemps enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.

La figure 17 représente une variation de précipitations moyennes de la saison printemps enregistré dans la région étudiée entre la période (1972-2012). On observe que la station Ponteba bge a enregistré de (115.27 mm) le plus hauteur élevée des précipitations moyennes qui se trouve à Nord-Est de la plaine, par contre la plus faible hauteur de précipitation est enregistrées (83.36 mm) à la station Merdja qui se trouve au centre de la plaine.

IV-2-2-4 l'été

Tableau 10 : caractérisation statistique des 16 stations pluviométrique.

Codes de station	Etendue (mm)	Moyenne (mm)	Variance (mm ²)	Ecart type (mm)	coefficient de variation (%)
12201	36,10	8,30	63,34	7,96	95,60
12203	75,40	11,82	216,88	14,73	124,60
12209	29,20	11,15	113,74	10,66	95,63
12218	31,70	8,90	72,69	8,42	94,62
12219	45,3	10,53	141,34	11,89	112,91
12221	30,00	7,91	59,41	7,71	97,45
12225	58,17	12,34	211,68	14,55	117,91
12309	38,00	9,27	108,62	10,42	112,45
12403	43,80	8,43	123,08	11,09	131,67
12409	61,20	6,17	115,74	10,76	174,46
12410	51,68	9,51	108,00	10,39	109,24
12803	28,03	5,76	53,49	7,31	126,95
12806	42,60	5,94	89,31	9,45	158,97
13503	74,30	10,94	256,16	16,01	146,33
13504	41,89	5,98	67,47	8,21	137,38
13505	75,40	10,93	222,24	14,91	136,39

Selon le tableau N°12 la précipitation de la saison estivale elle varie selon le coefficient de variation et son valeur max atteint 174.46 % et la min égale de 94.62 %, on vut que l'écart-type est supérieur, On remarque aussi que l'étendue est plus grand donc les données sont hétérogènes.

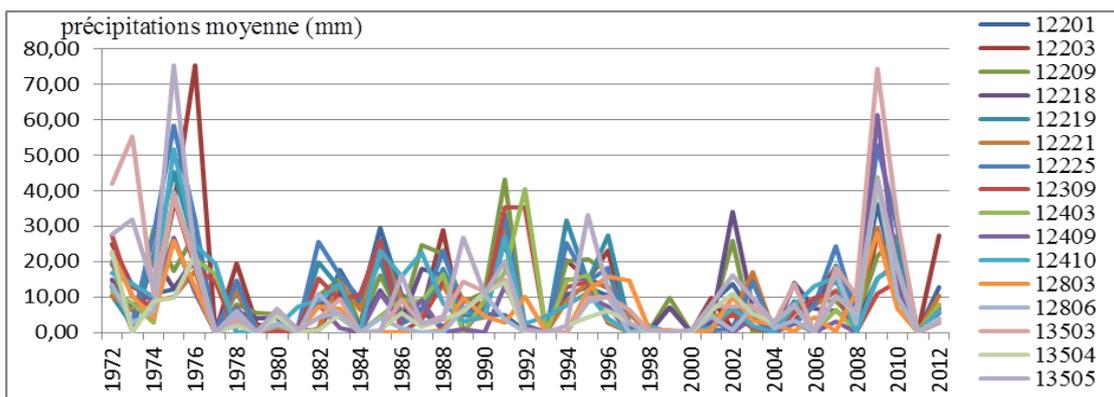


Figure 18 : variation des précipitations moyennes de la saison d’été dans la plaine du Bas et moyen Cheliff occident.

La figure N°18 montre que la saison d’été ont des variations des précipitations dans notre zone d’étude durant la période d’étudié, on conclure que ce régime pluviomètre est très hétérogène.

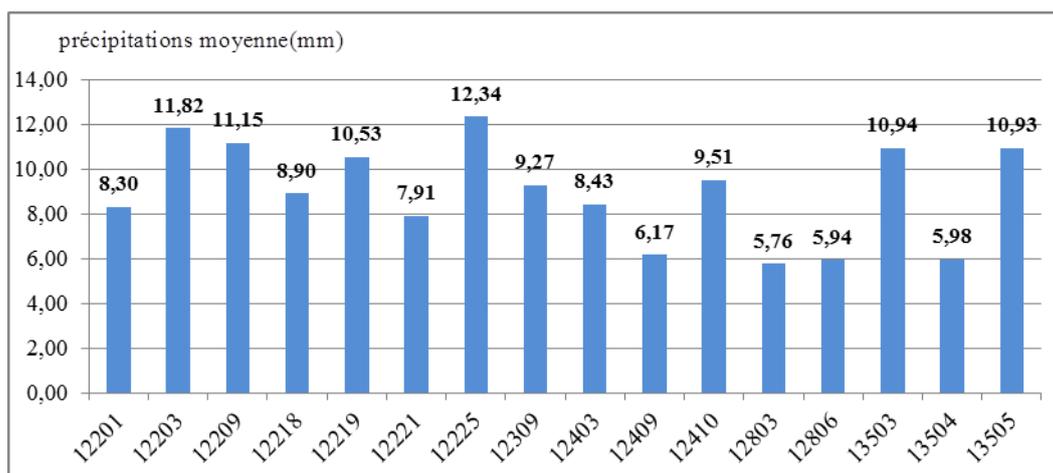


Figure 19: graphe des précipitations moyennes de la saison d’été enregistrées pour les 16 stations pluviométriques.

La figure citée au-dessus représente un graphe de précipitations moyennes enregistrées sur 16 stations entre la période (1972-2012). On observe que la station Oum drou a enregistré 12.34 mm la plus hauteur élevée des précipitations moyennes qui se trouve à Nord-Est de la plaine, par contre la plus hauteur faible est enregistrée 5.76 mm à la station El hamadna INRA qui se trouve au centre de la plaine.

IV- 3 Détection, des années de ruptures et le changement de la moyenne dans les séries Chronologiques étudiées

Les tableaux suivants montrent les résultats obtenus des tests de détection des ruptures appliqués sur chaque série de la pluviométrie annuelle et saisonnière durant la période étudiée, pour l'analyse de la stationnarité de la moyenne dans les séries chronologiques.

IV-3-1 Echelle annuelle

Tableau 11 : résultats de test d'Hubert des pluies annuelles (1972-2012).

Code de Station	Années de rupture	Avant rupture (mm)	Après rupture (mm)	Différence (%)
012225	Régime stationnaire			
012503				
012219	2008	328.89	460.62	40.05
012201	1980	448.96	323.23	-28.00
	2007	323.23	444.48	37.51
012203	1979	502.81	362.04	-27.99
	2006	362.04	479.90	32.55
012209	2007	297.13	550.37	85.23
	2010	550.37	339.50	-38.31
012221	1980	416.70	291.16	-30.13
	1994	291.16	379.74	30.42
012309	1980	387.41	254.19	-31.39
	2007	254.19	385.78	51.75
012403	1978	372.61	244.51	-34.37
	2007	244.51	393.80	61.06
012410	1990	316.24	229.0	-27.58
	2007	229.02	355.38	55.17
012803	1979	393.50	254.16	-35.40
	2006	254.16	416.07	63.7
012806	1979	347.62	240.13	-30.92
	1994	240.13	333.87	39.03
012504	1980	313.44	209.54	-33.15
	1999	209.54	331.10	58.01
012218	1979	380.22	292.86	-22.97
	2007	292.86	581.96	98.71
	2010	581.96	357.75	-38.52
012409	1987	349.92	149.06	-57.40
	1994	149.06	311.66	109.08
	2007	311.66	474.46	52.24
012505	1980	329.12	238.49	-27.54
	1999	238.49	316.51	32.71
	2011	316.51	546.60	72.69

Le tableau cité au-dessus montre les résultats de test d’Hubert avec la différence des moyenne de précipitation exprime en % ; Il montre une stationnarité du régime pluviométrique pour les deux stations Oum drou et Oued el djemaa ; la station Chlef DDA représente deux régimes pluviométriques durant la période (2008-2012).

Non ensemble des stations (Larbat ouled fares, Ponteba bge, Chetia chambre f, Medjadja, Oued sly, Merdja, Boukader bge, El hamadna INRA, Djidiouia cheliff et Saline oued djemaa) représentent trois régimes pluviométriques.

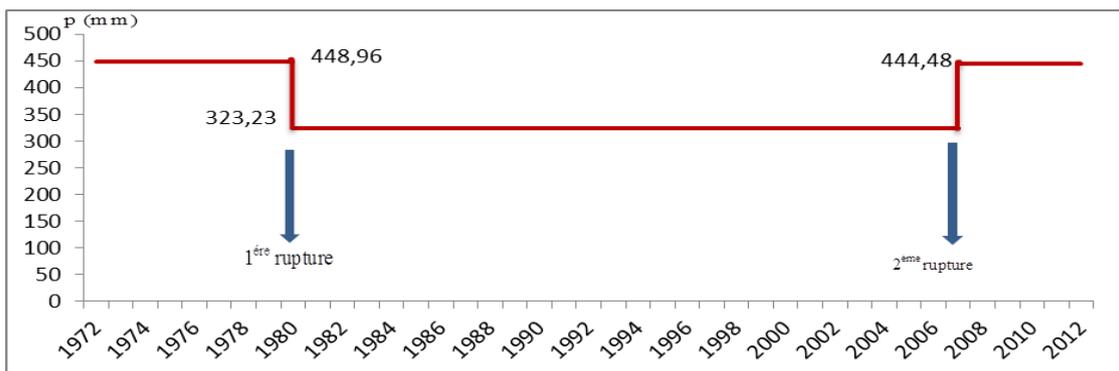


Figure 20 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Larbat ouled fares

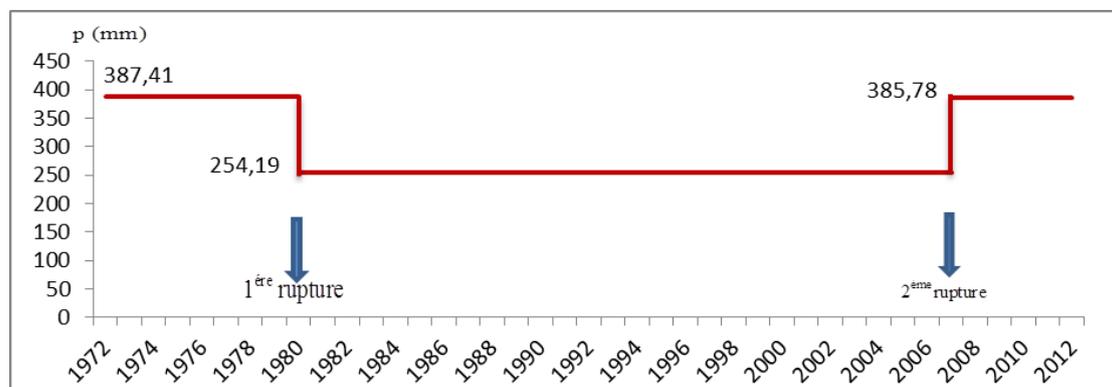


Figure 21: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Oued sly

Durant la première période (1972-1980), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Larbat ouled fares et oued sly atteint 448.96 mm et 387.41 mm, en suite, à partir de la période (1981-2007) a marqué un déficit de 28 % et 31.39%, avec un a taux de précipitation qui a diminué à 323.23 mm et 245.19 mm, un dernière période (2008-2012), a marqué un augmentation de 37.51% et 51.75%, 444.48 mm et 385.78mm respectivement.

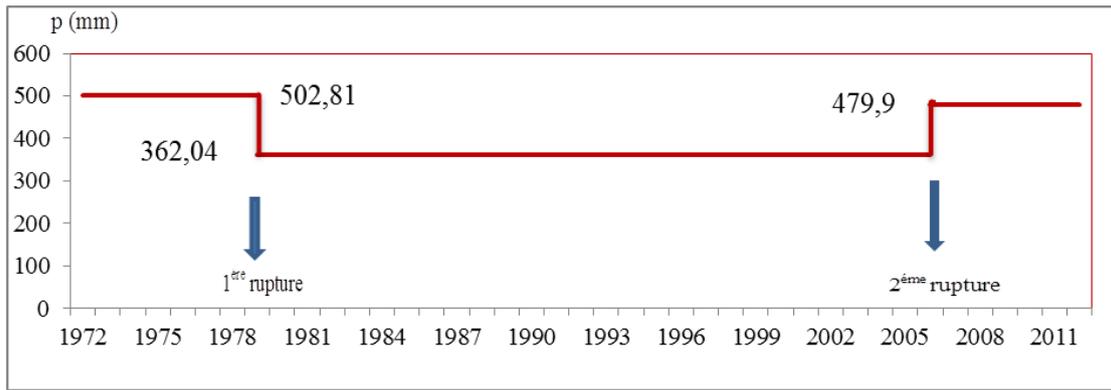


Figure 22 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Ponteba bge

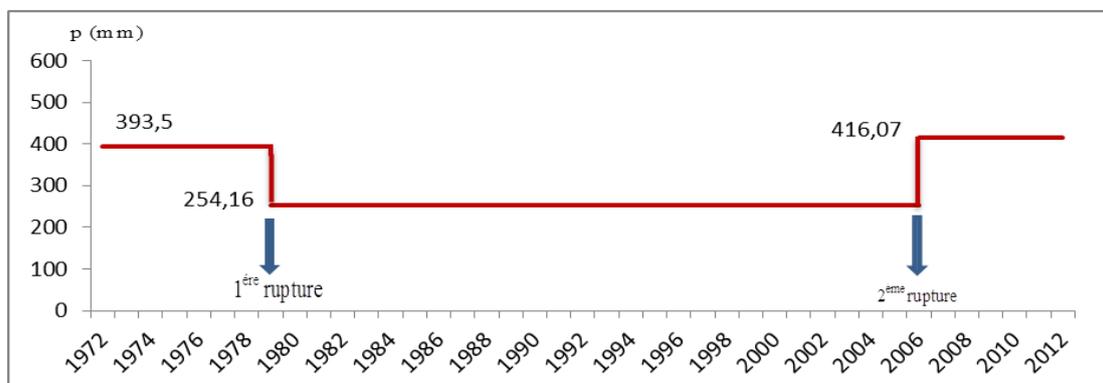


Figure 23 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station El hamadna INRA

Durant la première période (1972-1979), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Ponteba bge et la station El hamadna INRA atteint 502.81 mm et 393.5 mm , en suite, à partir de la période (1980-2006) a marqué un déficit de 27.99 % et 35.40%, avec un a taux de précipitation qui diminué à 362.04 mm et 254.16 mm, un dernière période (2007-2012), a marqué un augmentation de 32.55 %, 479.90 mm et 416.07 mm respectivement.

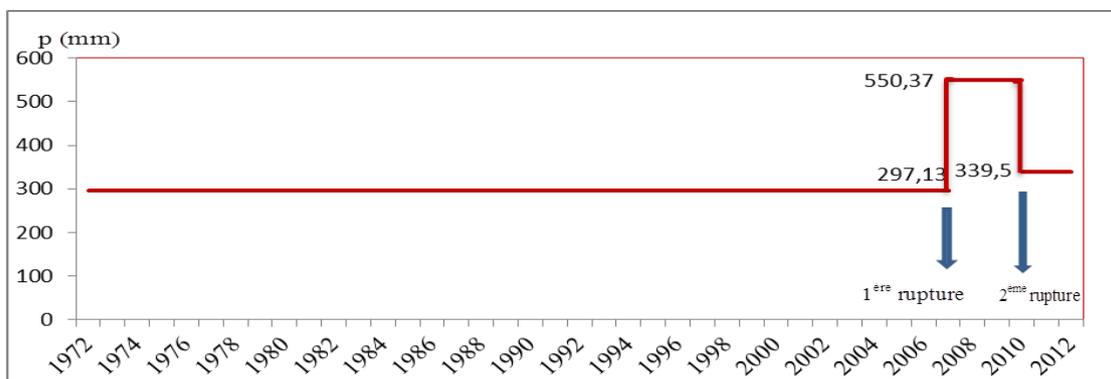


Figure 24 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Chetia chambre F

Durant la première période (1972-2007), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Chetia chambre F atteint 297.13 mm, en suite, à partir de la période (2008-2010) a marqué un gain de 85.23%, avec un a taux de précipitation qui augmenté à 550.37 mm, suivre une dernière période (2011-2012), a marqué un déficit de 38.31 %, avec une diminution des précipitations qui atteint 339.50 mm.

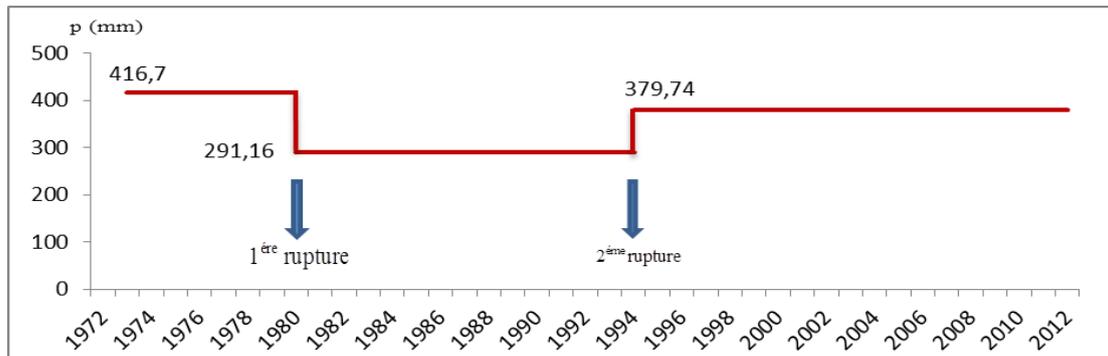


Figure 25: représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Medjadja

La première période de 1972 à 1980, le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Medjadja atteint 416.70 mm, en suite, à partir de la période (1981-1994) a marqué un déficit de 30.13 %, avec un a taux de précipitation qui diminué à 291.16 mm, suivre une dernière période (1995-2012), a marqué une augmentation de 30.42 %.

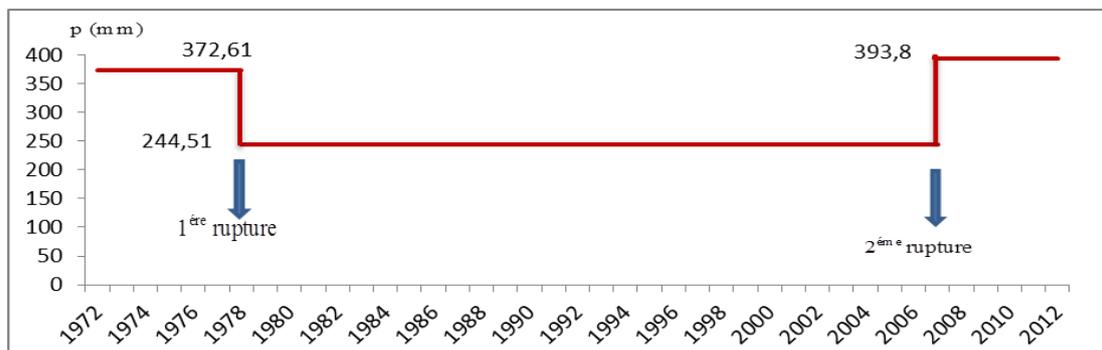


Figure 26 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Merdja

Durant la première période (1972-1978), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Merdja atteint 372.61mm, en suite, à partir de la période (1979-2007) a marqué un déficit de 34.37 %, avec un a taux de précipitation qui diminué à 244.51 mm, suivre une dernière période (2008-2012), a marqué de 61.06 %, avec une augmentation des précipitations qui atteint 393.80 mm.

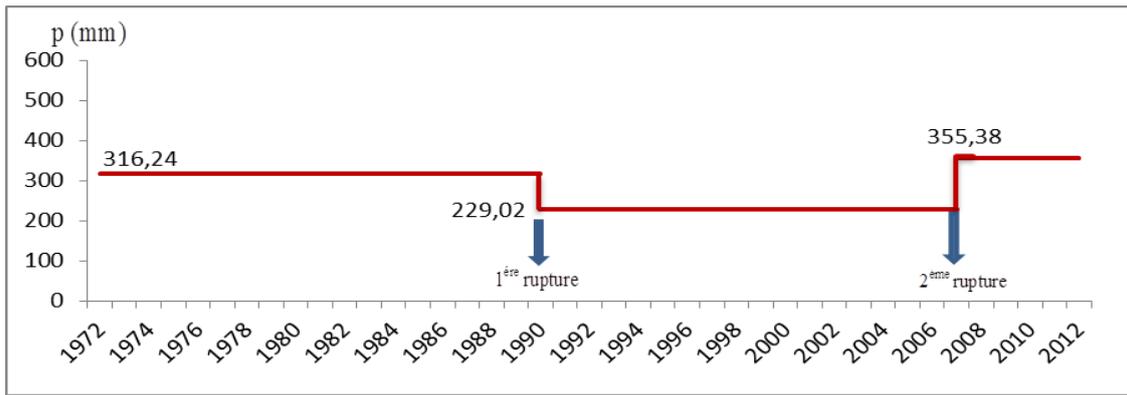


Figure 27 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Boukader bge

La première période Durant (1972-1990), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Boukadir bge atteint 316.24 mm, en suite, à partir de la période (1991-2007) a marqué un déficit de 27.58 %, avec un a taux de précipitation qui diminué à 229.02 mm, suivie un dernière période (2008-2012), a marqué de 55.17 %, avec une augmentation des précipitations qui atteint 355.38 mm.

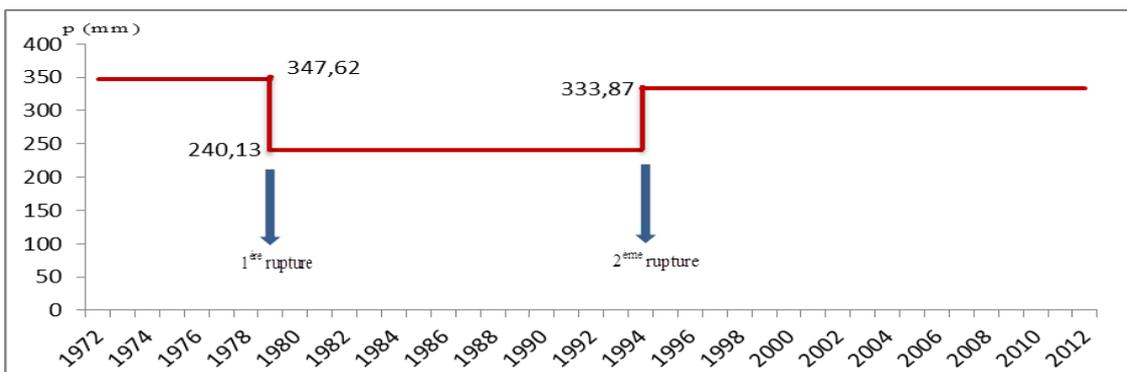


Figure 28 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Djidiouia cheliff

La première période (1972-1979), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Djidiouia cheliff atteint 347.62 mm, en suite, à partir de la période (1980-1994) a marqué un déficit de 30.92 %, ensuite une dernière période (1995-2012), a marqué une augmentation de 39.03 %, 13.75mm.

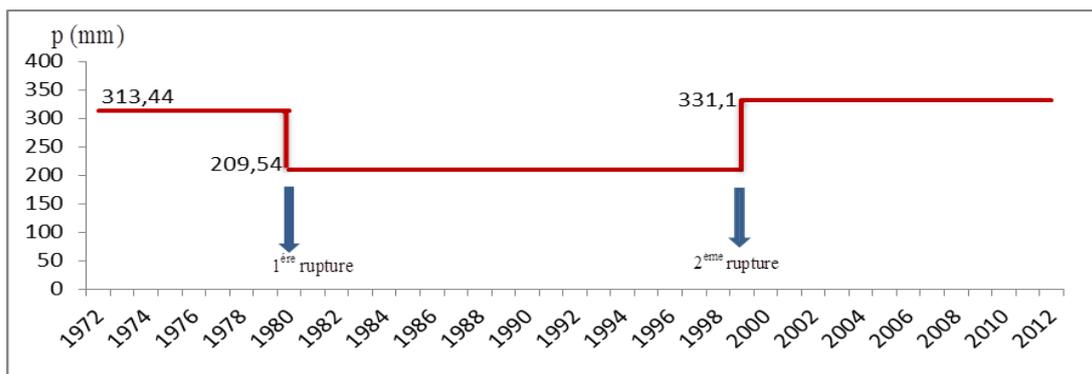


Figure 29 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Saline oued djemaa

La première période (1972-1980), le taux des précipitations enregistrés au niveau de la station Saline oued djemaa atteint 313.44mm, en suite, à partir de la période (1981-1999) a marqué un déficit de 33.15 %, avec un a taux de précipitation qui diminué à 209.54 mm, suivie un dernière période (2000-2012), a marqué de 58.01 %, avec une augmentation des précipitations qui atteint 331.1 mm.

Les stations Es soualhe sitayb .exp, Ouarizane village et Relizane ANRH représentent quatre régimes pluviométriques.

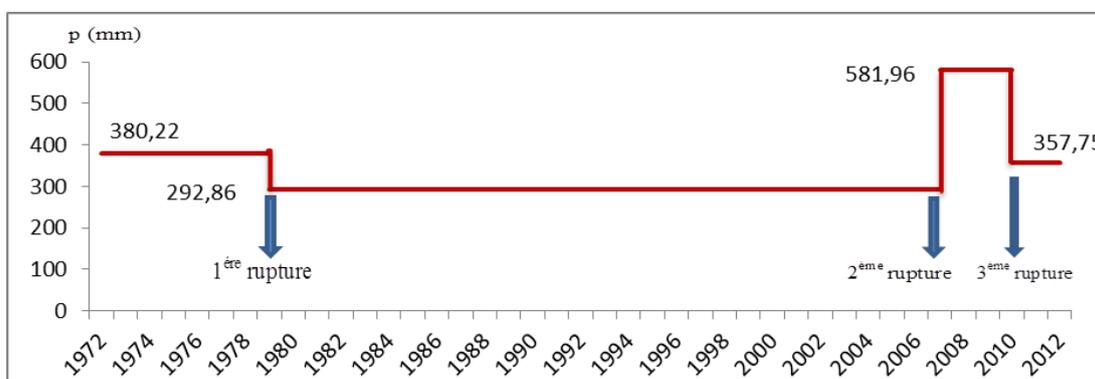


Figure 30 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Es soualhe sitayb.exp

La station Es soualah sitayb. exp a connu quatre période est de (1972-1979) au le taux de précipitation moyenne atteint 380.22 mm en deuxième période (1980-2007), il y a un abaissement de précipitation à 292.86 mm, avec un déficit de 22.97 % ; en troisième période (2008-2010) les précipitations moyenne ont augmenté jusqu' à 581.96 mm, avec un gain de 98.71%. Et la quatrième période (2011-2012) a connu une diminution du taux de précipitation qui atteint 357.75 mm, avec un déficit de 38.52%.

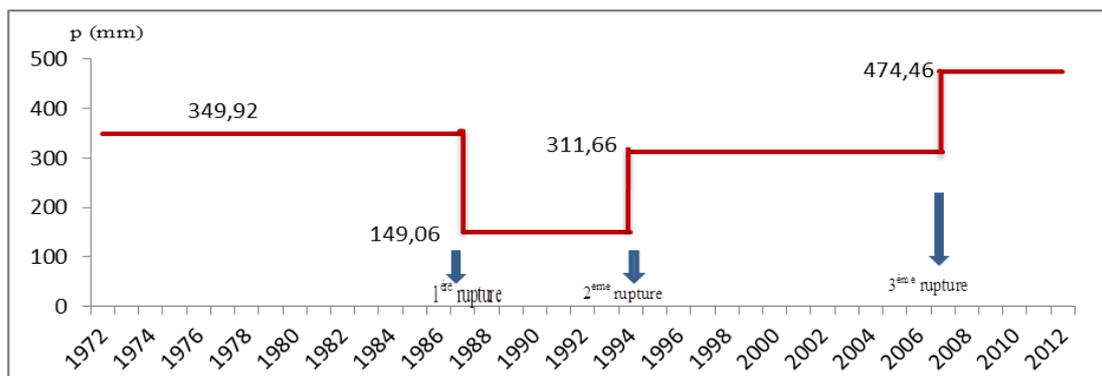


Figure 31 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Ouarizane village

La station Ouarizane village a connu quatre période est de (1972-1987) au le taux de précipitation moyenne atteint 349.92 mm en deuxième période (1988-1994), il y a un abaissement de précipitation à 149.06 mm, avec un déficit de 57.40 % ; en troisième période (1995-2007) les précipitations moyenne ont augmenté jusqu' à 311.66 mm, avec un dépasse de 100 %. Et la quatrième période (2008-2012) a connu une augmentation du taux de précipitation qui atteint 474.46 mm, avec un gain de 52.24%.

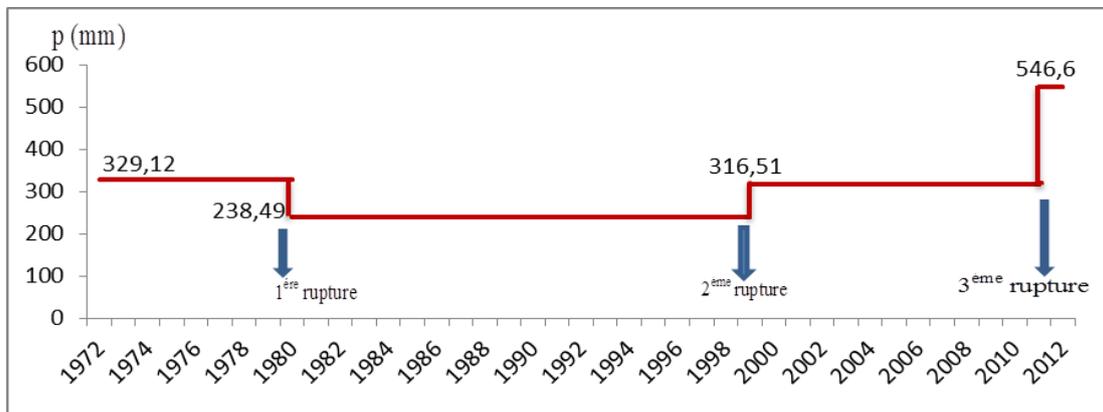


Figure 32 : représentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques de la station Relizane ANRH

La station Relizane ANRH a connu quatre période est de (1972-1980) au le taux de précipitation moyenne atteint 329.12 mm en deuxième période (1981-1999), il y a un abaissement de précipitation à 238.49 mm, avec un déficit de 22.57 % ; en troisième période (2000-2011) les précipitations moyenne ont augmenté jusqu' à 316.51 mm, avec un gain de 32.71%. Et la quatrième période (2011-2012) a connu une augmentation du taux de précipitation qui atteint 546.60 mm, avec un gain de 72.69%.

IV-3-2 Echelle saisonnières

IV-3-2-1 Automne

Tableau 12 : résultats de test d'Huber des pluies de la saison d'Automne (1972-2012).

Code de station	Années de rupture	Avant rupture (mm)	Après Rupture (mm)	Différence (%)
012201				
012203				
012209				
012218				
012219				
012221				
012225				
012403				
012409				
012410				
012806				
012503				
012504				
012505				
012309	2011	77.21	185.7	140.51
012803	1999	70.51	231.75	228.67
	2001	231.75	95.6	-58.75

La détection de changement pour la saison d'automne montre une stationnarité totale du régime pluviométrique pour les 15 stations de la plaine de la période (1972-2012); par contre La station Oued sly représente deux régimes pluviométriques à marquer un dépasse 100% durant la période (2011-2012), avec une augmentation des précipitations qui atteint 185.7mm.

Les stations El hamadna INRA représente trois régimes pluviométriques. Durant la période (1999-2001), la station a marqué un dépasse atteint de 100%, avec un augmente de précipitations qui atteint 231.75mm ; suivi à marquer un déficit de 58.75%, 136.15mm durant la période (2002-2012).

IV-3-2-2 Hiver

Tableau 13: résultats de test d’Hubert des pluies de la saison d’hiver (1972-2012).

Code de station	Années de rupture	Avant rupture (mm)	Après Rupture (mm)	Différence (%)
012219	Régime stationnaire			
012221				
012225				
012309				
012403				
012409				
012410				
012806				
012503				
012504				
012505				
012803	1980	165.62	104.42	-36.95
012201	1986	186.74	133.84	-28.32
012203	1986	207.35	147.37	-28.92
012209	2007	106.86	262.96	146.07
	2010	262.96	122.35	-53.47
012218	2007	119.08	294.76	147.53
	2010	294.76	137.15	-53.47

Le tableau montre que les stations Chlef DDA, Medjadja, Oum drou, Oued sly, Merdja, Ouarizane vilage, Boukader bge, Djidiouia cheliff, Oued el djemaa, Saline oued djemaa, Relizane ANRH n’enregistrent aucune changement du régime pluviométrique, autrement dit, une stationnarité complète.

Les stations El hamadna INRA, Larbat ouled fares, et Ponteba bge représente deux régimes pluviométriques ; Les trois stations marquées un déficit de 36.95 %, 28.32%, 28.92%, respectivement avec une diminution d’un taux de précipitation.

Les stations Chetia chambre F et Es soualast.exp représente trois régime pluviométrique ;Les deux stations dernières a connu trois période : la première est de (1972-2007) ou le taux de précipitation moyenne qui atteint 106.86 mm pour la station Chetia chambre f, et 119.08 mm pour la station Es soualast.exp; ensuite, la deuxième période (2008-2010) a marqué un dépasse de 100%, par les deux stations, avec un taux de précipitation moyenne a augmenté jusqu’ à 262.96 mm, 294.76 mm; la dernière période (2011-2012), est période déficitaire au le taux de précipitation a diminué jusqu’ à 122.35 mm et 137.15 mm, avec un déficit de 53.47 %.

IV-3-2-3 printemps

Tableau 14 : résultats de test d’Hubert des pluies de saison de printemps (1972-2012).

Code de Station	Années de rupture	Avant rupture (mm)	Après rupture (mm)	Différence (%)
012201	Régime stationnaire			
012203				
012209				
012218				
012219				
012225				
012403				
012505				
012221	1977	147.93	97.34	-34.2
012309	1977	145.68	76.98	-50.23
012410	1977	126.6	78.35	-38.11
012806	2005	84.18	133.69	58.81
012409	1979	125.62	66.24	-47.26
	2005	66.24	137.24	107.18
012803	1979	136.62	72.08	-47.24
	2006	72.08	152.88	112.09
012503	1974	163.57	83.49	-48.95
	2010	83.49	204.80	145.29
012504	1974	149.87	75.20	-49.82
	2010	75.20	224.45	198.47

Le tableau cité au-dessus montre que les stations Larbat ouled fares, Ponteba bge, Chetia chambre f, Es soualah sitayb. exp, Chlef DDA, Oum drou, Merdja et Relizane ANRH n’enregistrent aucune changement du régime pluviométrique, autrement dit, une stationnarité complète. Sauf ;

Les stations Medjadja, Oued sly, Boukader bge, Djidiouia cheliff représentent deux régimes pluviométrique ; les dernière stations a marqué ou année 1977 un déficit de 34.2%, 50.23% et 38.11% ; avec un taux de précipitation moyenne qui atteint 97.34 mm, 76.98 mm, et 78.25 mm l’un après l’autre. Sauf la station Djidiouia cheliff a marqué une augmentation de 58.81%, 49.51mm en 2005.

Les stations Ouarizane village, El hamadna INRA, Oued el djemaa et Saline oued djemaa représentent trois régimes pluviométriques. La première période (1972-1979), est enregistré un taux de précipitation qui attient 125.62 mm, 136.62 mm ; pour la deuxième période a marqué un déficit de 47.26%, 59.38 mm en 2005 de la station Ouarizane village, et 47.24%, 64.54 mm en 2006 pour la station El hamadna INRA ; suivi d’une dernière période (jusqu’à 2012) a marqué un dépasse de 100%,

Durant la période (1974-2010) enregistré un déficit de 48.95% et 49.82%, avec un taux de précipitation moyenne qui atteint 83.49 mm et 75.2 mm pour les stations Oued el djemaa et Saline oued djemaa l'un après l'autre ; à partir de l'année (2011-2012) les deux stations a marqué un dépasse 100% avec un taux de précipitation moyenne augmenté jusqu'à 204.8 mm et 224.45 mm.

IV-3-2-4 été

Tableau 15 : résultats de test d'Hubert des pluies de saison d'été (1972-2012).

Code de Station	Années de rupture	Avant rupture (mm)	Après rupture (mm)	Différence (%)
012201				
012209				
012218				
012219				
012221				
012225				
012403				
Régime stationnaire				
012203	1975	21.5	76.4	255.35
	1976	76.4	10.06	-86.83
012309	1990	12.16	36.30	198.51
	1992	36.30	5.87	-83.83
012410	1974	14.43	52.7	265.21
	1975	52.7	9.05	-82.83
012504	2008	5.91	42.90	625.88
	2009	42.90	8.07	-81.18
012505	1974	25.07	76.4	204.75
	1975	76.4	9.12	-88.06
012409	1976	16.86	3.86	-77.10
	2008	3.86	62.2	1511.39
	2009	62.20	7.90	-87.30
012803	1976	16.08	4.85	-69.84
	2008	4.85	29.0	497.93
	2009	29.0	4.13	-85.75
012503	1975	37.50	6.86	-81.71
	2008	6.86	75.30	997.67
	2009	75.30	8.07	-81.18
012806	1974	8.47	30.40	258.91
	1976	30.40	4.30	-85.85
	2008	4.30	43.60	913.95
	2009	43.6	5.76	-86.78

Ce tableau N° 15 montre que les stations Larbat ouled fares, Chetia chambre f, Es soualah sityb exp, Chlef DDA, Medjadja, Oum drou et Merdja n'enregistrent aucune changement de régime pluviométrique autrement dit, une stationnarité complète.

Par contre, Les stations Ponteba bge, Oued sly, Boukader bge, Saline oued djemaa et Relizane ANRH représentent trios régime pluviométrique.

Durant la période d'étudié, les stations Ponteba bge, Oued sly, Saline oued djemaa, Boukadir bge et Relizane ANRH ont marquées un dépasse de 100%.

Les stations Ouarizane village, El hamadna INRA et Oued el djemaa représentent quatre régimes pluviométriques.

Les stations Ouarizane village, El hamadna INRA durant la période (1976-2008) ont marqués un de déficit 77.10% et 69.84%, avec un taux de précipitation moyenne 3.86 mm, 4.85mm; et la station Oued el djemaa durant la période (1975-2008) a marqué un déficit de 81.71 %, avec un taux de précipitation moyenne qui atteint 6.86 mm ; suivi d'autre période (2008-2009) a marqué un dépasse 100%, avec un taux de précipitation 62.20 mm, 29.0 mm, 75.30mm. Durant la dernière période (2010-2012) a marqué un déficit 87.30%, 85.75%, 83.26%.

La station Djidiouia cheliff représente cinq régimes pluviométriques : la première période est de (1972-1974) au le taux de précipitation moyenne atteint 8.47 mm, en suite, la deuxième période durant (1975-1976) y a une dépasse 100%, la troisième période (1977-2008) a marqué un déficit 85.85%, avec un diminution du taux de précipitation qui atteint 4.30 mm ; la quatrième période étalé sur une année seulement a marqué une dépasse 100%, avec un augmentation du taux de précipitation moyenne atteint 43.60 mm ; la dernière période (2009-2012), est une période déficitaire ou le taux de précipitation a diminué jusqu' à 5.76 mm, avec un déficit de 86.78 %.

IV-4 Présentation cartographique de la pluviométrie moyenne annuelle du Bas et Moyen Chéiff occidentale.

La géostatistique a été appliquée pour la cartographie de la pluviométrie moyenne annuelle et saisonnière, en se basant sur l’exploitation de la base de données géoréférencée que nous avons établie.

➤ **Variogrammes annuelle**

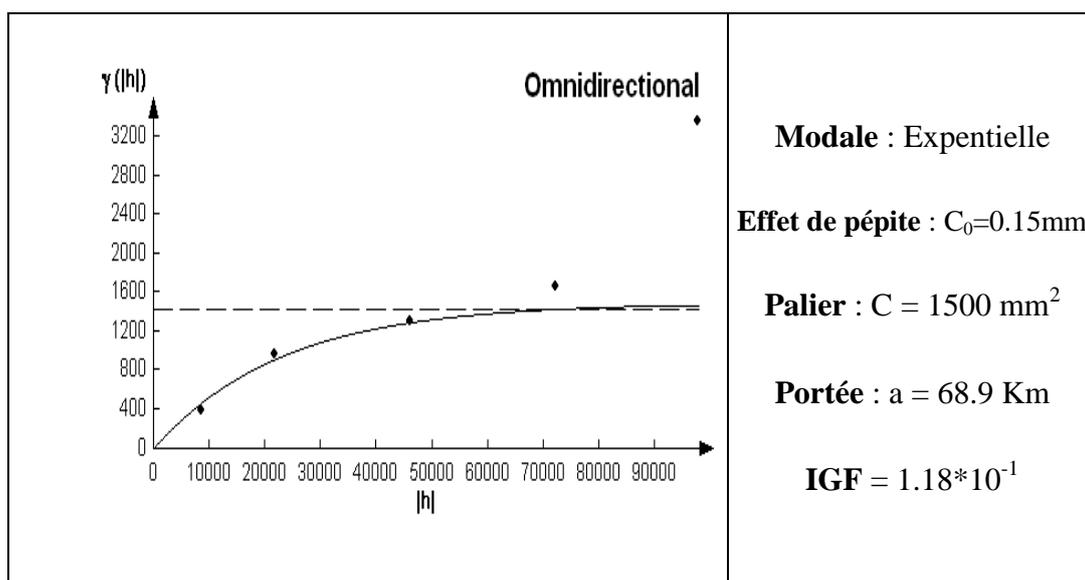


Figure 33 : variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne annuelle (1972-2012)

Ce variogramme montre une continuité dans la structure spatiale de la pluviométrie à l’échelle de la zone d’étude. Cette structure modélisée par une fonction exponentielle. Qu’il affiche un faible effet de pépité estime $C_0 = 0.15\text{mm}$ avec une portée de 68.9 Km et palier de 1500 mm.

IV- 4-1 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne annuelle

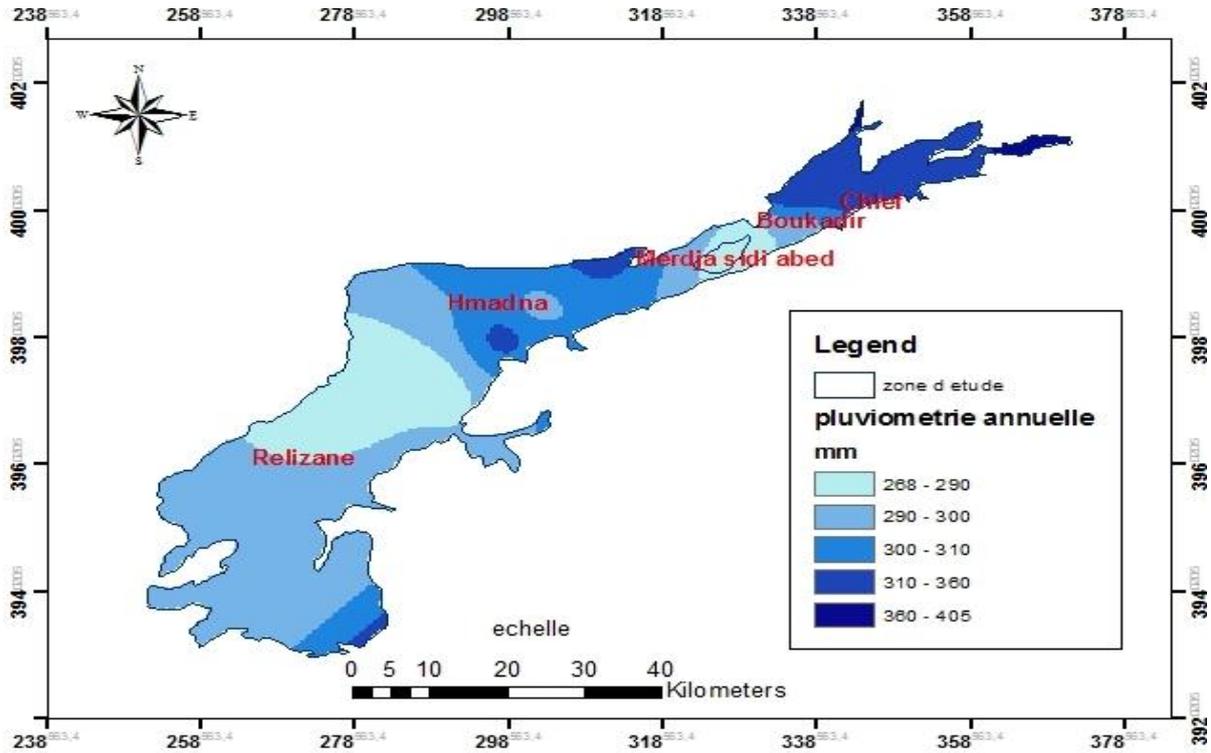


Figure 34 : carte de la pluviométrie moyenne annuelle dans la plaine du bas et moyen Chélif occidentale (1972-2012).

La figure N° 34 représente une variabilité spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle dans la plaine du Bas et moyen Chélif occidentale durant une période étalée entre 1972 à 2012.

On remarque que la quantité de précipitation la plus élevée enregistré dans les extrémités Est et Nord de la plaine, on a aussi que les précipitations moyenne inférieure à 310 mm caractérisé les terrains plat (centre de la plaine). Cette variabilité a cause de la présence les deux chaines montagneuses, Ouarsenis en sud et Dhahra en Nord, et surfaces d’eaux (Barrage Gargar et Merdja Sidi Abed) ; plus que la présence des cultures agricoles (l’arboriculture), c’est - à-dire il y a des formations spéciales des microclimats dans cette régions. Par contre la région ouest de la plaine qui connait une précipitation faible, par ce que cette région est caractérisée par un couvert végétal faible à nu et une géomorphologie plate.

➤ Variogrammes de la saison automnale

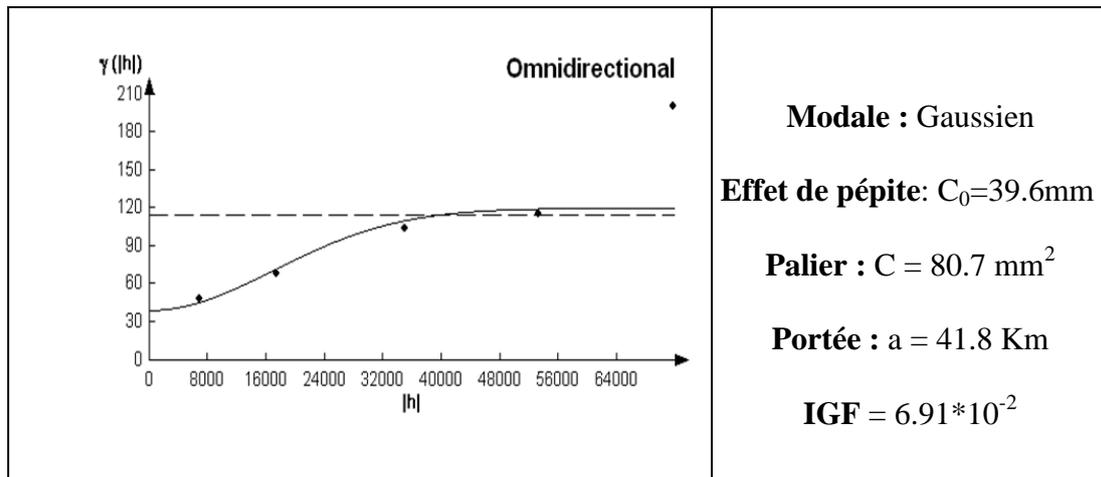


Figure 35 : variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnière (automne).

L'ajustement de variogrammes expérimental de la saison d'automne montre que la structure pluviométrique obtenue correspond à un modèle Gaussien. Avec des effets de pépites de 39.6mm, de Palier de 80.7 mm, et une Portée de 41.8 Km.

IV- 4-2 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (automne)

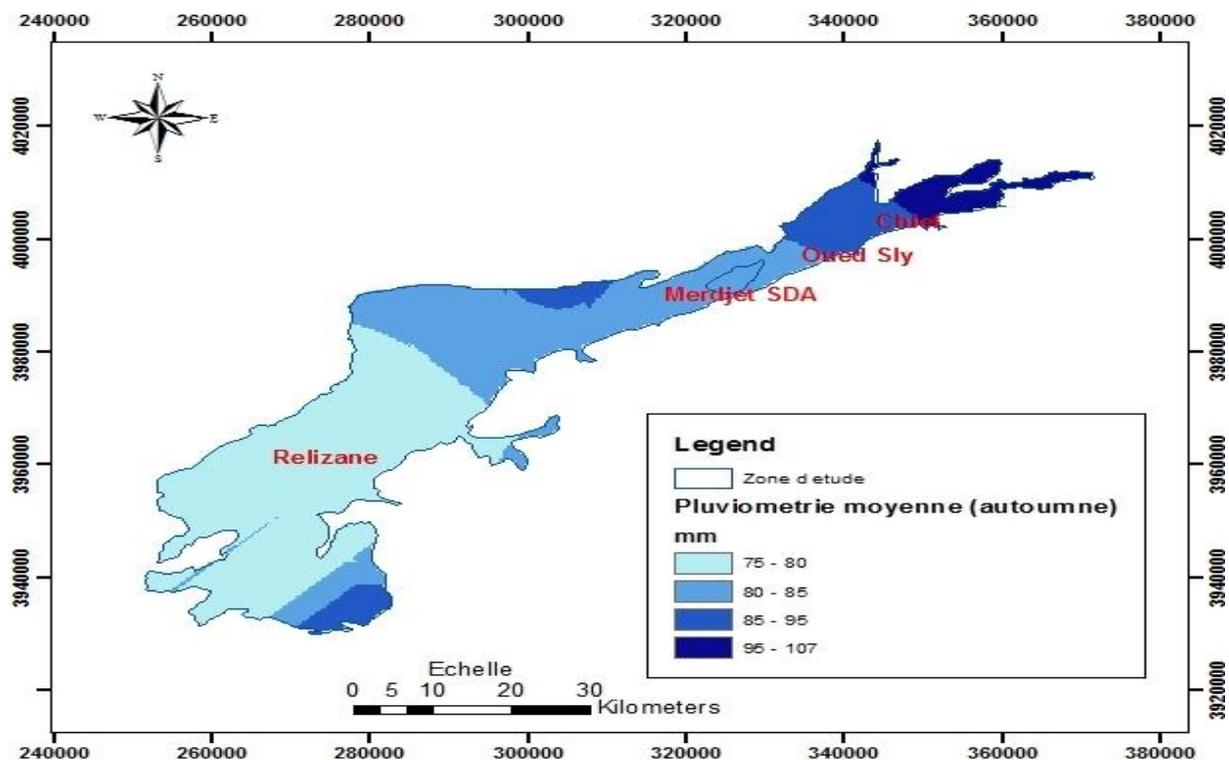


Figure 36 : carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (automne) dans la plaine du bas et moyen Chélif occidentale (1972-2012).

Selon la figure N°36 On remarque que la distribution de la précipitation qui tombe dans la saison l'automne dans cette région est hétérogène et caractérisée par même tendance de variabilité spatiale que les précipitations moyenne annuelle. Les régions montagneuses recevaient une grande quantité de précipitations (plus de 107 mm) ; surtout dans les monts nord-est.

➤ Variogrammes de la saison l'hivernal

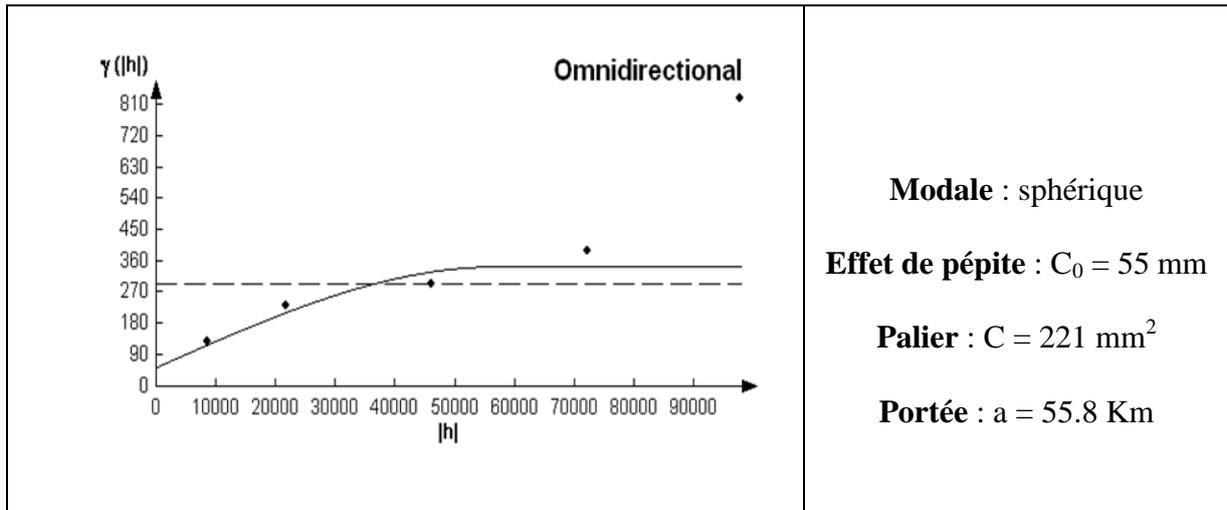


Figure 37 : variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnière (hiver).

L'ajustement de variogramme expérimentale de la saison l'hivernal montre que la structures pluviométrique obtenue correspondent à une model sphérique. Avec un effet de pépites de 55 mm, Palier de 221 mm, et de Portée égale à 55.8 Km.

IV- 4-3 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (hiver)

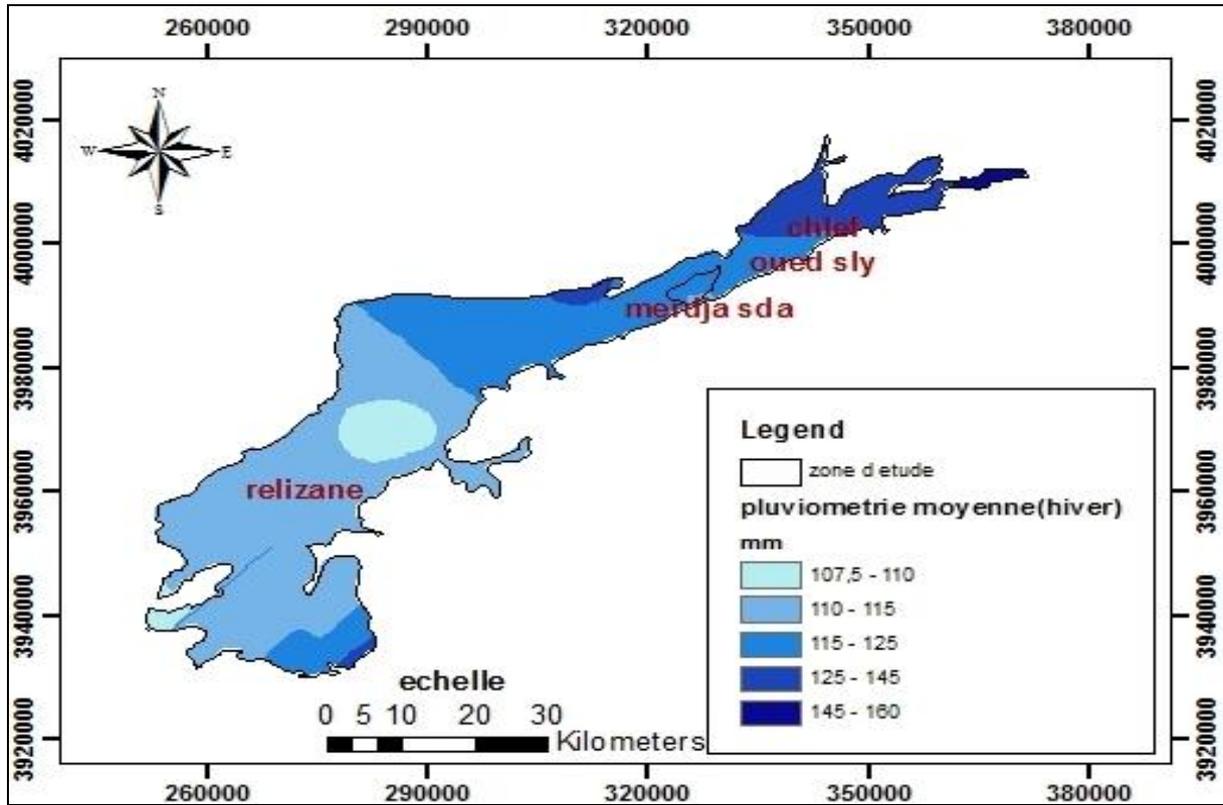


Figure38 : carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (hiver) dans la plaine du bas et moyen Chélif occidentale (1972-2012).

La précipitation tombée dans la saison d’hiver enregistré plus élevée dans la région qui se trouve à l’extrémité nord-est de la plaine estimé entre 125 à 160 mm. et les autres régions sont caractérisée par une précipitation moyenne de 110 à 125 mm pour la plus part de la zone d’étude; sauf, la région saline oued djemaa a connu une faible précipitation égale presque de la moyenne automnale.

➤ Variogrammes de la saisons printanière

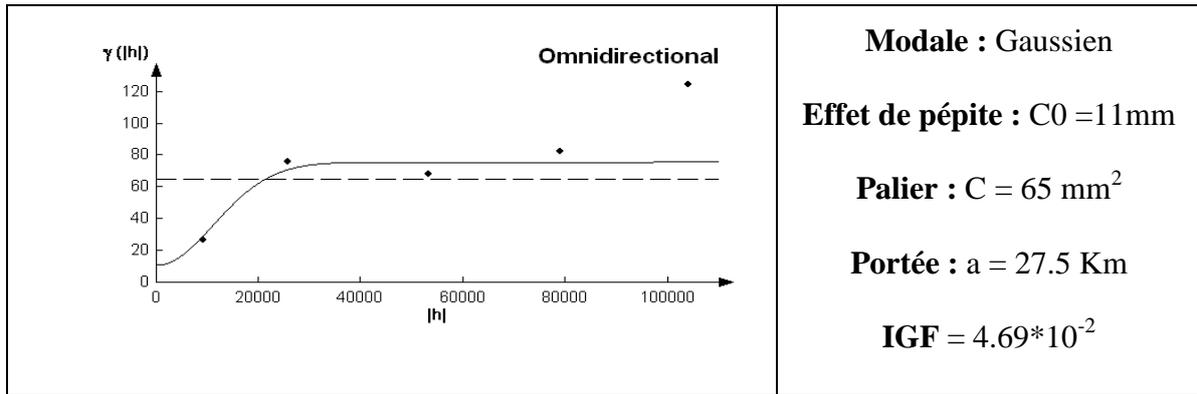


Figure 39: variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnière (printemps).

L'ajustement de variogramme expérimentale de la saison printanière montre que la structure pluviométrique correspondent une model Gaussien. Avec les caractères suivants : l'effet de pépite $C_0 = 11 \text{ mm}$, de Palier $C = 65 \text{ mm}^2$, et Portée $a = 27.5 \text{ Km}$.

D'après les résultats de la saison précédente ; on remarque les précipitations moyennes de cette saison caractérisée par une meilleur structure spatiale.

IV- 4-4Présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (printemps)

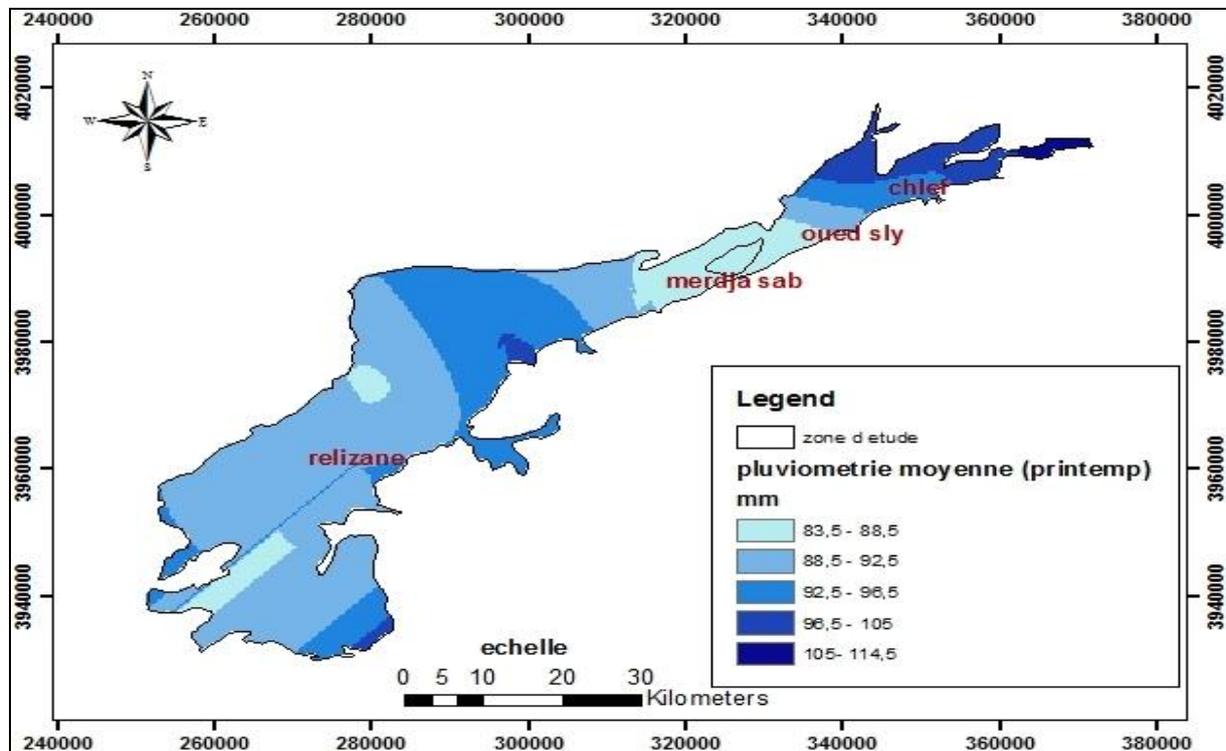


Figure 40 : carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (printanière) dans la plaine du bas et moyen Chélif occidentale (1972-2012).

On remarque que la région merdjate sidi Abed enregistré la plus faible précipitation durant cette saisons, par contre les restes régions sont presque caractérisé par une moyenne constante atteint de 92 à 95 mm.

➤ Variogrammes de la saisons estivale

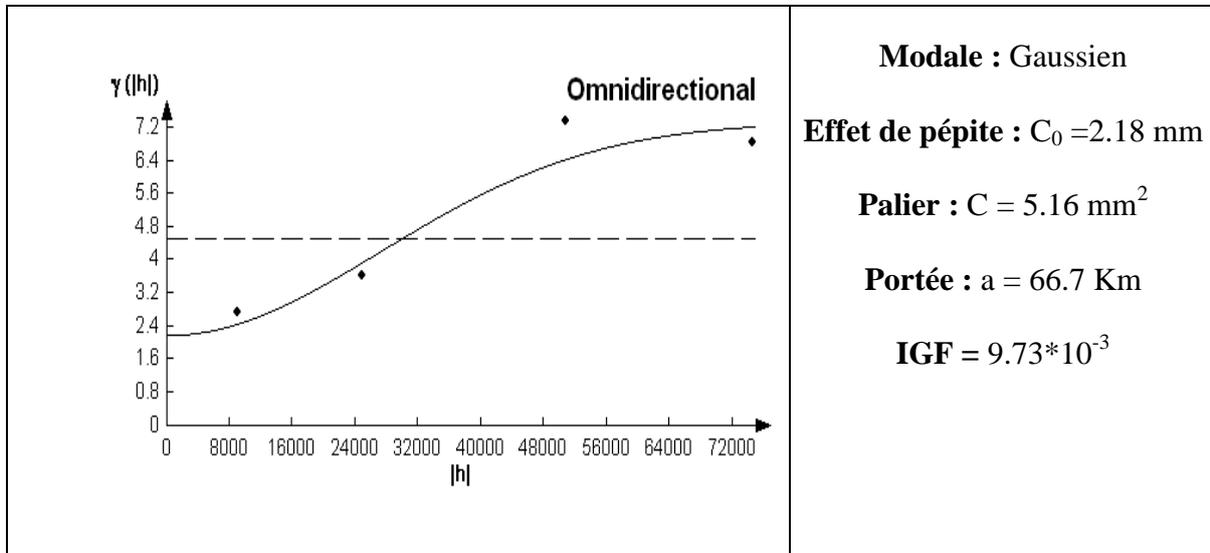


Figure 41 : variogramme expérimental de la pluviométrie moyenne saisonnier (été).

Cette saison ajustée par un variogramme expérimental de type gaussien, avec une faible erreur (effet de pépité) à distance nulle, même les autres paramètres du model exprimé une bonne structure.

IV- 4-5 présentation cartographique de la pluviométrie moyenne saisonnière (l'été)

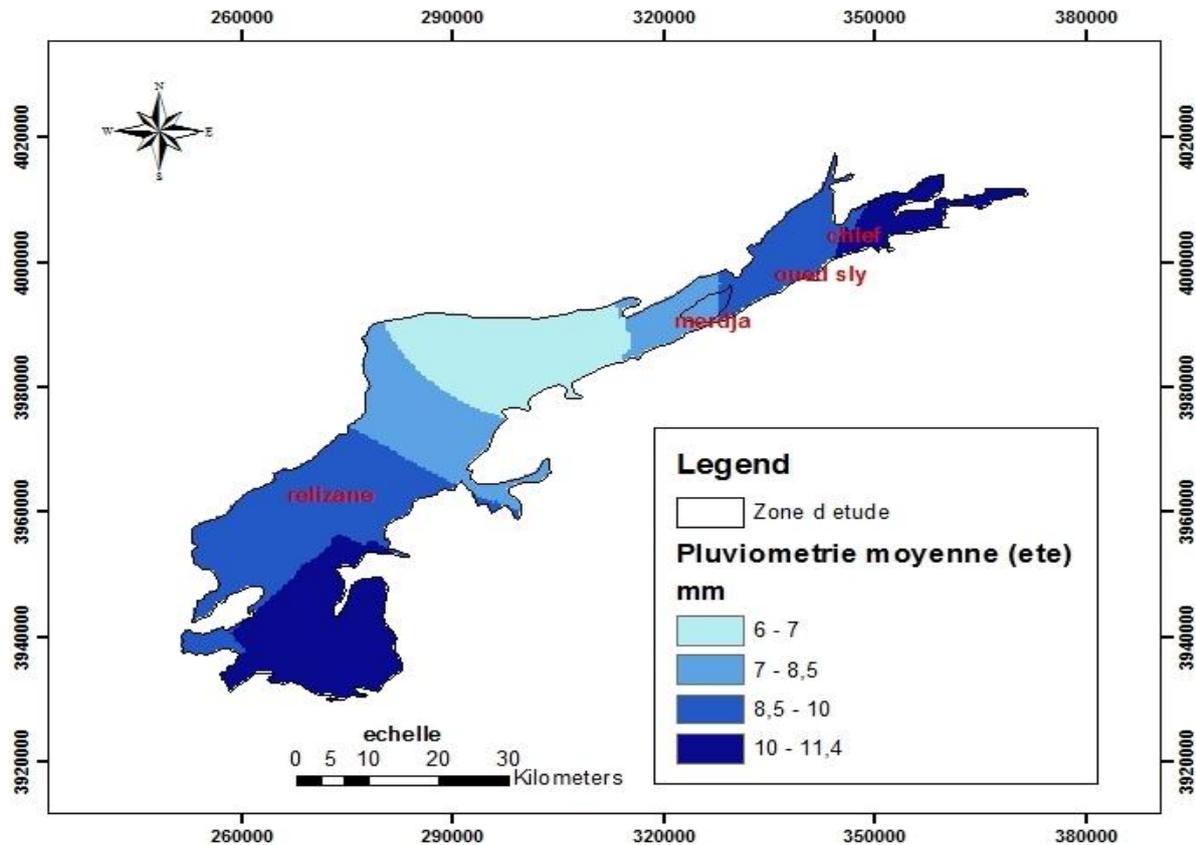


Figure 42 : carte de la pluviométrie moyenne saisonnière (été) dans la plaine du bas et moyen Chéouli occidentale (1972-2012).

La figure N° 42 représenté une variabilité pluviométrique de la saison estivale dans la plaine du Bas et moyen occidentale Chéouli.

On remarque que la distribution de la précipitation qui tombe dans la région, qui se trouve dans le centre de la plaine est plus faible et estimée (6mm), pour cette région est caractérisées par des pluies convectives à cause de la température plus élevée; mais dans les extrémités nord-est et sud-ouest de la plaine est enregistré une augmentation dans la quantité de précipitation peut atteindre jusqu' à 11.4 mm.

Conclusion Générale

L'augmentation des besoins en eau est continue à cause de l'évolution rapide de la population, à l'amélioration du niveau de vie, au développement industriel et à l'extension de l'agriculture irriguée.

Il s'agissait par ce travail d'étudier la variation pluviométrique spatiale annuelle et saisonnier du la Plein Bas et moyen Cheliff occidentale.

Notre zone d'étude est soumise à un climat semi-aride. Il est de ce fait très vulnérable à la variabilité climatique surtout à l'échelle saisonnière.

Les variations spatiales des régimes pluviométriques des 16 stations d'une durée de 40 ans dans la plaine du Bas et Moyen Chéiff occidentale sont très hétérogènes. On a expliqué ce changement du régime pluviométrique par l'irrégularité des moyennes des précipitations saisonnières et annuelles.

La zone d'étude est caractérisée par une variation pluviométrique qui se localisée dans les extrémités par contre il est presque stationnaire dans le centre. Ces variations sont dues à cause des facteurs topographiques et végétatifs. Pour les changements des régimes pluviométriques à l'échelle saisonnière est plus remarquée pendant les deux saisons estivale et printanière à cause de la variation très importantes entre les pluies minimales (276.30 mm) et maximale (406.75 mm), par contre l'amplitude pluviométrique durant les deux saisons automne et hiver sont moins étendues.

L'étude de la variabilité pluviométrique de la plaine du Bas et moyen Chéiff occidentale faite sur les quarante dernières années a montré une tendance négative moyenne des pluies à l'échelle spatio-temporelle de nord-est vers le sud-ouest (-17%).

Comme perspective, ce travail sera beaucoup plus intéressant et même valorisé à travers l'application de la Géostatistique en intervenant un nombre élevé de données pluviométriques.

- Augmenter les réseaux d'observation (météorologie).
- Utiliser d'instrument plus sophistiqué.
- Acquiser les données vers satellite météorologie.

Références Bibliographiques

Amrani R, 2011 ; variabilité spatio-temporelle de la sécheresse dans le bassin versant de l'oued Cheliff, Algérie, mémoire de Magister, université Hassiba Ben Bouali chleff, P 25.

ANRH, 2006 ; Annuaire hydrologique de l'Algérie, Alger

Belarbi F, 2010 ; Etude de la pluviométrie journalière dans le bassin versant de la TAFNA, mémoire de Magister, Université ABOU BEKR BELKAID, P 01.

Ben Mohamed L., 1996, in Rata M., 2010 ; Variabilité spatio-temporelle de la salinité dans La plaine du Bas Chélif -Etablissement d'une Banque de Données.

BoukliHacénef., KasbadijMerzouk N., Loukarfil L, 2007 ; Analyse statistique et élaboration d'un atlas éolien de la vallée du cheliff, revue des Energies Renouvelables Vol .10 N ° 4 (2007)583 – 588.

Burrough, 1986 in Rata M 2010 ; Variabilité spatio-temporelle de la salinité dans La plaine du Bas Chélif -Etablissement d'une Banque de Données.

Brahmi D, 2014 ; Analyse Spatio-temporelles Des Pluies En Algérie, mémoire de Master Université Abou BekrBelkaid P i.

Christophe Benavent, 2001 ; Tests statistiques, Professeur à l'IAE de l'Ile

Chauvet O, 2008; manuel de la console, guide pour les stations météo vinage pro 2

Douaoui, A. 2005 ; Variabilité spatiale de la salinité et sa relation avec certaines caractéristiques des sols de la plaine du Bas –Chélif .apport de la géostatistique et de la télédétection, thèse doctorat d'état, INR d'Alger ,2005 ; 258p.

Douaoui A., Hartani T., Lakehal M., 2006 ; La salinisation dans la plaine du bas Cheliff :acquis et perspectives.

Douaoui A., Hartani T., 2007 ; Troisième atelier régional scientifique et technique sur les systèmes irrigués dans les pays maghrébins. Nabeul, Tunisie, SIRMA 04-08 juin 2007.

Elkhatri S, 2003 ; manuel du cours de climatologie, P 04, 05, 06.

Elmeddahi Y, 2009 ; Contribution à l'étude hydrogéologique des réservoirs aquifères du bassin du Moyen Cheliff mémoire de Magistère université Hassiba Ben Bouali chleff, P 13.

Haouchine S, 2011 ;Recherches sur la faunistiques et l'écologie des macros invertébrés des cours d'eau de Kabylie. Précipitation P 8.

Heino R, 1996; Metadata and their role in homogenization .Proceedings Seminar on Homogenization of Surf. Instrument. Data, Budapest.

Huft A (2001); Introduction à la climatologie. . 2001. P 42-58.

INSID, (1998); l'institut national des sols, d'irrigation et drainage.

khaldi A, 2005 ; Impact de la sécheresse sur le régime des écoulements dans le massifs calcaires de l'ouest Algérie « monts de Tlemcen- Saida », mémoire de doctorat, université d'Oran p 65-95.

Meddi H, Meddi M. 2003 ; étude de la persistance de la sécheresse au niveau de sept plaines algériennes par utilisation des chaînes de Markov. Centre universitaire de Khemis Miliana.

Meddi H, Meddi M ; 2009 ; variabilité des précipitations annuelles du nord-ouest de l'Algérie. Article de recherche science et changement planétaire / sécheresse. Volume 20 N1, 57-65.

Medjerab A., Henia L .2005 ; Régionalisation des pluies annuelles dans l'Algérie nord-occidentale,PFE.

RATA M., 2010 ; Variabilité spatio-temporelle de la salinité dans la plaine du Bas Chélif - Etablissement d'une Banque de Données-UHBC.2010

Rodrigue K, 2016 ; variation saisonnière de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des aquifères d'altérites du département d'agbo ville (sud Est de la cote d'Ivoire)

Sadou S., Assoumane I.D., 2007 ;Impacts anthropiques sur le cycle de l'eau vers une approche durable, PFE pour l'obtention du diplôme d'ingénieur, département d'hydraulique, Tlemcen.

Yacono, 1954 ; Colonisation des plaines du Chélif (de Lavignerie au confluent de la Mina), Tome 1, Imprimerie Imbert, Alger.

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

Yahiaoui I, 2011 ;Evaluation de la dynamique spatiale de l'occupation du soldans la plaine du Bas – Cheliff (Algérie)Apport de la Télédétection.Thèse de Magister, L'U.S.T.H.B d'Alger, juillet, 2011

Ziane, 2013 ; cartographie des états de surface et évaluation des risques de la salinisation des sols de la plaine du bas Cheliff par couplage entre la télédétection et le Modèle Numérique de Terrain.

ZIDANE K, 2008 ; Analyse spatiotemporelle de l'occupation des sols de la plaine du Bas - Cheliff.