

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

خميس مليانة جامعة جيلالي بونعاما

Université Djilali Bounaama de 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 : Ecologie et environnement

Spécialité : Bioclimatologie

**Variabilité du régime pluviométrique
Et relation avec les indices climatiques
Dans la plaine du Bas-Chélif**

Présenté Par :

M^{elle} : Godhiane Hadjira

M^{me} : Keddar Manel

soutenu le : 09/07/2019 **Devant le Jury :**

Président :	M ^r BADACHE .H	MCB	UDBKM
Promoteur :	M ^r RATA .M	MAA	UDBKM
Co-promoteur :	M ^r BELLAGUE. D	AR	INRAA (H'madna)
Examineur :	M ^r AMRANI .R	MAA	UDBKM
Examinatrice :	M ^{me} MESTFAOUI .H	MAA	UDBKM

Année universitaire : 2018/2019

Remerciement

Avant tout nous remercions dieu le tout puissant de s'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail.

Au terme de ce travaille On a l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nous sincères remerciements :

A promoteur M^r RATA Mohamed de s'avoir encadré dans ce travail et pour sa précieuse aide ; ces orientations et le temps qu'elle nous accordé pour notre encadrement.

Nous remercions tout particulièrement les membres du jury :

-M ^r BADACH .H	Président	MCB	UDJBKM
-M ^{me} MESTFAOUI .H	Examinatrice	MAA	UDJBKM
-M ^r AMRANI. R	Examineur	MAA	UDJBKM

Un très grand merci à Co-Promoteur M^r BELLAGUE.D ingénieur de la station de H'madna qui nous aide beaucoup dans la partie pratique et théorique.

Nous tient également remercions M^{me} Messalmi.H Chef service d'ANRH à Khemis Miliana

Nous tient également remercions le chef département M^{me} Guitarni.H et le chef de filière M^r Mhiguen.M.

Nous remercions tous les étudiants qui nous encouragés et aidés surtout les promos master 2 Bioclimatologie.

Nous remercions tous les responsables et les personnes pour leur entières disponibilités et coopérations de la réalisation de ce Travail

Nous remercions les plus respectueux s'adressent également à tous les enseignants et le personnel du département Des Sciences de la terre de la faculté de la nature et de la vie

Université DJILLALI BOUNAAMA KHEMIS MILIANA.



....MERCI....



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A l'homme non précieux offre du dieu qui doit ma vie ma réussite et tout mon respecte à mon chère père.

A la femme qui souffert sans me laisser souffrir, qui n'a épargnée aucun effort pour me rendre heureux mon adorable mère que dieu ; leur donne une longue jouilleuse vie.

A mon cher mari Yousfi Ibrahim qui n'est pas cessé de me conseiller ; encourager et soutenir Tout au longue de mes études que dieu le protège et leur offre la chance et le bonheur.

Je remercie mes frères Zohir et Nadir et ma chère sœur Ikram qui dieu le protège.

Je remercie ma chère amie ; ma sœur et mon binôme Godhiane Hadjer et sa famille qui ma aider et ma encourager pour ce modeste travail et qui a été mon plus grand soutien.

A toute ma grande famille Keddar et la famille de mon époux Yousfi.

A mes amies toute la promo de la bioclimatologie et mes chère fidèle Saaida, Samira, Asma.

A mon promoteur M^r Rata Mohamed et sa famille.

A tous mes enseignants de tous les cycles d'étude.

A ceux qui n'ont connue de près ou de loin.

.... Manel



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A l'homme non précieux offre du dieu qui doit ma vie ma réussite et tout mon respecte à mon chère père.

A la femme qui souffert sans me laisser souffrir, qui n'a épargnée aucun effort pour me rendre heureux mon adorable mère que dieu lui accorde le paradis.

Je remercie mes frères AbdelkaderHassann, Sidaeli, Hamza et ses enfants.

Je remercie mes chère sœur Fatima Zohra Wahiba, Rahima et ses enfants, qui dieu le protège.

Je remercie ma tante Yamna et ses enfants qui ma encourager qui n'est pas cessé de me conseiller et soutenir Tout au longue de mes études que dieu le protège et leur offre la chance et le bonheur.

Je remercie ma chère amie ; ma sœur et mon binôme Keddar Manel et sa famille qui ma aider et ma encourager pour ce modeste travail et qui a été mon plus grand soutien

A toute ma grande famille Godhiane.

A mes amies toute la promo de la bioclimatologie et mes chère fidèle Saaida, Meriem, Hanen, Fella.

A mon promoteur Mr RATA Mohamed et sa famille.

A tous mes enseignants de tous les cycles d'étude.

....Hadjer....



ملخص

مشكلة الاحتباس الحراري أو التغير في أنماط هطول الأمطار في بلدان البحر المتوسط أصبحت أكثر ملاحظة خاصة في العقود الأخيرة.

ان ثبات نمط هطول الأمطار على نطاق سنوي أو موسمي هو عامل رئيسي في توزيع المحاصيل على الأراضي الزراعية. بالإضافة إلى ذلك، تشترك مؤشرات المناخ في المناطق ذات نفس الخصائص المناخية

سهل الشلف المنخفض، وهو موضوع منطقة دراستنا، درسنا تباين نظام هطول الأمطار على السلاسل الزمنية السنوية والموسمية، من أجل تمثيل هذه النتائج على الخرائط الموضوعية. يتم تحليل تباين أنظمة هطول الأمطار للفترة من 1972 إلى 2012 على ست محطات قياسية موزعة على سهل باس شلف المنخفض.

تؤكد نتائج المؤشرات المناخية التي يتم حسابها على بيانات المحطة المرجعية حمادنة. ان هناك تغييرا في نظام هطول الأمطار الذي تم ملاحظته في أقصى السهل، وبصفة عامة نلاحظ ان المرحلة المناخية لمنطقة دراستنا يصبح أقرب إلى الجفاف من شبه القاحلة على العقود الماضية.

وأخيراً، تم اقتراح تعزيز البحث العلمي حول تقنيات تكيف المحاصيل في هذه المنطقة حول مشكلة الاحتباس الحراري.

الكلمات المفتاحية: سهل الشلف المنخفض، نظام هطول الأمطار، التغيرات السنوية والموسمية، المؤشرات المناخية.

Résumé

Le problème du réchauffement climatique ou du changement du régime pluviométrique est bien remarqués dans les pays méditerranéens, surtout les dernies décennies.

La stationnarité du régime pluviométrique à l'échelle annuelle ou saisonnière constitué un facteur principale pour distribué les cultures dans les terrains agricoles. En plus, les indices climatiques partagés les régions ayant les mêmes caractères bioclimatiques.

La plaine du Bas-Chélif qui fait l'objet de notre zone d'étude, on a étudié la variabilité du régime pluviométrique sur des séries chronologique annuelle et saisonnière, à fin de représentés ces résultats sur des cartes thématiques. La variabilité des régimes pluviométriques est analysée pour la période de 1972 à 2012 sur 06 stations pluviométriques réparties dans la plaine du Bas- Chélif.

Les résultats des indices climatiques qui sont calculés sur les données de la station de référence (H'madna) confirment qui il y a un changement de régime pluviométrique bien remarqué pour les extrême de la plaine, et de point du vue générale l'étage climatique de notre zone d'étude devienne plus proche à l'aridité que semi-aride pour les dernies décennies. Enfin, on a proposé de renforcés les recherches scientifiques sur les techniques d'adaptation des cultures de cette région sur le problème du réchauffement climatique.

Mots-clés :

Plaine Bas-Chélif, Régime pluviométrique, Précipitation, Variabilité annuelle et saisonnière indices climatiques.

Abstract

The problem of global warming or change in rainfall patterns is well noticed in the Mediterranean countries, especially the last decades.

The stationarity of the rainfall pattern on an annual or seasonal scale is a major factor in distributing crops on agricultural land. In addition, climate indices shared regions with the same bioclimatic characteristics.

The Bas-Chéiff plain, which is the subject of our study area, we studied the variability of the rainfall regime over annual and seasonal time series, in order to represent these results on thematic maps. The variability of rainfall regimes is analyzed for the period from 1972 to 2012 on six rainfall stations spread over the Bas-Chéiff plain.

The results of the climate indices that are calculated on the data of the reference station (H'madna) confirm that there is a change of rainfall regime well noticed for the extreme of the plain, and from a general point of view the climatic stage from our study area becomes closer to aridity than semi-arid for the last decades.

Enfin, on a proposé de renforcés les recherches scientifiques sur les techniques d'adaptation des cultures de cette région sur le problème du réchauffement climatique.

Keywords :

Plain low cheliff, Rainfall regime, précipitation, annual and seasonal variability, climatic indices.

Sommaire :

Remercîments

Dédicaces

الملخص

Résumé

Abstract

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Apérçu Bibliographie

I-Notion de climat..... 3

I-1 Définition de climat.....2

I-2 Etude des précipitations 3

I-2-1 Définition3

I-2-2 Origine des précipitations3

I-2-3 Les types des précipitations 4

 a-précipitation de convection..... 4

 b- précipitation de orographique..... 5

 c-précipitation frontale (cyclonique).....6

I-2-4 Mesure des précipitations 7

 a-Mesure direct 7

 b-Mésure indirect 8

I-3 Régime Pluviométriques8

I-3-1 Généralité..... 8

I-3-2 Les régimes pluviométriques du monde 9

1-Equatorial	9
2-Subéquatorial	9
3-Désertique pur	9
4-tempère	9
a- Océanique.....	9
b-Continent humide.....	10
c-Continental de mousson.....	10
5-Tempéré continentale sec	10
6- Subtropical méditerranéen	10
7- Subtropical steppique.....	10
8-Subtropical américain	10
I-4 les indices climatiques	10
I-4-1 - Indice d'aridité de De-Martonne (I_{DM}).....	11
I-4-2 - Indice pluviométrique annuel (indice de Moral)	11
I-4-3 - Indice de la sécheresse estival d'Emberger(1942).....	12
I-4-4 - Indice Ombrothermique de Gaussen en 1952 (Saison sèche).....	12
I-4-5- Indice climatique d'Emberger	13
I-4-5-1 Le quotient pluviothermique d'Emberger	12
I-4-5-2 Climagramme d'EMBERGER	14
I-4-5-3 Les Etages bioclimatiques	13
I-4-5-4 Les variantes thermiques	15
I-4-6 Continentalité pluviale et thermiques	15
I-4-6-1 Continentalité pluviale « C »	15
I-4-6-2 Continentalité thermique	16
I-4-7 - Expression synthétique de la continentalité	16
I-5- La cartographie numérique	16

I-5-1-Cartographie.....	17
I-5-2- Système	17
I-5-3-Information Géographique	17

Chapitre II : Présentation zone d'étude

Introduction.....	18
II-1- Situation géographique.....	18
II-2- Le climat.....	19
II-2-1-la pluviométrie.....	19
II-2-2- Température.....	20
II-2-3- Diagramme Ombrothérmique de Gaussen de la station de H'madna.....	21
II-2-4 – Le vent	22
II-2-5- L'Humidité.....	23
II-2-6- L'Evapotranspiration (ETP).....	23
II-3- Le relief.....	23
II-4 - Hydrologie.....	23
II-4-1 Les cours d'eaux.....	23
-Oued Chélif.....	23
-Oued Rhiou.....	24
-Oued Djidouia.....	24
-Oued Ouarizane.....	24
II-4-2- Les ressources en eaux superficielles.....	24
- Barrage Merdjat Sidi Abed.....	24
- Barrage de Garggar.....	24
- Sebkhata Ben Ziane.....	25
II-4-3- périmètre irrigués.....	25
II-5- Végétation.....	26
-Végétation naturelle.....	26

-Les cultures introduites.....	27
--------------------------------	----

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Introduction.....	28
III-1 - Conceptions de la base de données.....	28
III-2 Analyse statistique	28
III-3 - Collecte des données.....	29
III-5 - Etude de l'homogénéité des données	29
III-6 Critique visuel des données disponibles	30
III-7 Analyse des données pluviométriques.....	30
III-7-1 Choix des stations.....	30
III-8 - Méthodes de comblement des lacunes	30
III-9 Méthodes de détections de ruptures dans la série chronologiques	31
III-10 Représentation cartographique des données.....	32
III-11 Evolution des indices climatiques.....	32

Chapitre IV : Résultats et Discussions

Introduction.....	34
IV-1- Analyse statistique.....	34
IV- 2- Les précipitations moyennes annuelles.....	35
IV-3-Détections de changement pluviométrique annuel.....	36
IV-3-1-Présentation cartographique de régime pluviométrique annuelle du Bas Chélif.....	42
IV-4- Détections de changement pluviométriques saisonnier.....	43
IV-4-1 - Présentations cartographique du régime saisonnier hivernal.....	44
IV-4-2- Présentation cartographique du régime saisonnier automnal.....	46

IV-4-3 Présentation cartographique de régime pluviométrique saisonnier printanière.....	48
IV-4-4-Présentation cartographique de régime pluviométrique de la saison estival.....	50
IV-5- étudier les indices climatiques sur la station de H'madna.....	50
-Indice d'aridité de De-Martonne.....	50
-Indice pluviométrique annuel (indice de Moral).....	51
-Indice climatique d'Emberger.....	51
- Le quotient pluviothermique d'Ember.....	51
- Indice de la sécheresse estivale d'Emberger (1942).....	52
- Indice ombrothermique de Gausen en 1952 (saison sèche).....	53
-5 Continentialité pluviale et thermiques.....	53
IV-5-5-1 Continentialité pluviale « C ».....	53
IV-5-5-2- Continentialité thermique.....	54

Liste des figures

	Pages
Figure 01 : Précipitation de convection.....	05
Figure 02 : Précipitation orographique.....	06
Figure03 : Précipitation frontale (cyclonique).....	07
Figure04 : Diagramme Ombrothermique de Gaussien et Bagnols de la station de H'madna.....	13
Figure 05 : Localisation géographique de la plaine du Bas Chélif.....	18
Figure06 : Variabilité de la pluviométrie annuelle de deux stations pluviométrique	19
Figure 07 : Digramme Ombrethermique de la station de H'madna	21
Figure 08 : Système théorique des vents ascendant et descendant Dans la vallée du Cheliff..	22
Figure 09 : les principales accumulations des eaux de la plaine du Bas-Chélif	25
Figure 10 : les principaux périmètres irrigués de la plaine du Bas Chélif.....	26
Figure 12 : Photo explicative de calcule des données manquantes par logiciel Hydrolab.....	31
Figure 13 : La variation spatiale des moyennes annuelles de précipitations dans la plaine du Bas -Chélif.....	35
Figure 14 : Variation de la pluviométrie annuelle de six stations pluviométriques de la plaine du Bas- Chélif	35
Figure 15 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométriques annuelle de la station Oued Sly.....	37
Figure 16 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométrique annuelle de la station Boukadir Bg.....	38
Figure 17 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométrique annuelle de la station d'Oulad Farés	39
Figure 18 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométriques annuelles de la station de Djidouia.....	40
Figure 19 : Graphique représentative de régime pluviométrique de la station de Chélif ANRH.....	41
Figure 20 : Graphique représentative de régime pluviométrique annuelle de la station de H'madna.....	42

Figure 21 : Présentation cartographique de changement des régimes pluviométriques annuels dans la plaine du Bas- Chélif.....	42
Figure 22 : Présentation graphique de régime pluviométrique hivernal de la station d'Oulad farés	44
Figure 23 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique hivernal pour les stations de la plaine.....	45
Figure 24 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique saisonnière Automnal.....	46
Figure 25 : Présentation graphique du régime pluviométrique printanier dans la station Chélif ANNRH.....	47
Figure 26 : Présentation graphique du régime pluviométrique printanier dans la station d'Oued Sly.....	47
Figure 27 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique saisonnière printanière	48
Figure 28 : Présentation graphique des ruptures et des régimes pluviométrique estivale dans la station de Djidouia.....	49
Figure 29 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique saisonnière estivale.....	50
Figure 30 : Etage bioclimatique de H'madna selon climagramme d'EMBRGER.....	53
Figure 31 : Diagramme Ombrothermique de station de H'madna.....	53

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 01 : Classification du climat en fonction de la valeur de l'indice de De- Martonne..	11
Tableau 02 : Classification du climat en fonction de la valeur de l'indice de Moral	12
Tableau 03 : correspondances entre les étages bioclimatiques, Q ₂ et les précipitations	14
Tableau 04 : les types des hivers en fonction des variantes thermiques.....	15
Tableau 05 : type de climat selon la continentalité pluviale	16
Tableau 06 : les classes de climat suivant l'indice de continentalité thermique	16
Tableau 07 : Données pluviométriques mensuelles de la station météorologique H'Madna..	20
Tableau 08 : Moyennes mensuelles des températures de la station météorologique de H'madna (1985 2013).....	21
Tableau 09 : Les stations pluviométriques étudié	30
Tableau 10 : Paramètre statistiques des moyennes annuelles des Précipitation	34
Tableau 11 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes de précipitation annuelle de la station Oued Sly.....	36
Tableau 12 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes de précipitation annuelle De la station de Boukadir Bg.....	37
Tableau 13 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes de précipitation annuelle de la station de Oulad Fares.....	38
Tableau 14 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de Station de Djidouia (1972-2012).....	39
Tableau 15 : Résultats du test Huber et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de station de Chélif ANRH (1971-2012).....	40
Tableau 16 : Résultats du test Huber et la différence(%) des moyennes de Précipitation annuelle de station de H'madna (1985-2013).....	41
Tableau 17 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes des précipitations Hivernal de la station Oulad Fares.....	43
Tableau 18 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes de précipitation printanier de la station Chélif ANRH et Oued Sly.....	46
Tableau 19 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes de précipitation estivale de la station de Djidouia.....	48

Liste d'abréviation

ANRH : Agence National des Ressources Hydraulique.

INSIDE : Institut National National des Sols d'Irrigation et Draïganaïge.

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.

ONM : Office national de la météorologie.

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

M : Moyenne des températures maximales.

m : Moyenne des températures minimales.

P_E : Modèle pluviométrique des six mois à jours longs ou les plus chauds.

P_H : Modèle pluviométrique des six mois à jours courts ou les plus froids.

A : L'amplitude thermique moyenne en (°C).

ζ : Latitude exprimé en degré d'arc.

UTM : Mercator Transverse Universal.

SIG : Système d'information géographique.

L'IRD : Institut de Recherche pour le Développement, Université de Montpellier et l'École des Mines.

ACP : Analyse des composantes principales.

ID_M : Indice d'aridité de De Martonne

Q₃ : Le quotient pluviométrique d'Emberger

IM : Indice de Moral

S : L'indice de sécheresse estivale d'Emberger.

C : Indice continentalité pluvial.

K' : Continentalité thermique.

T_{max} : Température moyenne maximal du mois plus chaud.

T_{min} : Température moyenne minimal du mois plus froid.

Introduction

Introduction Générale

Le climat de la planète varie naturellement selon les époques et les lieux. Donc Le climat de la Terre est-il en train de changer ?, et comment évoluer dans la future ? Ces questions sont considérées comme l'une des menaces les plus sérieuses posées aux communautés scientifiques.

Selon le rapport du à le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (**GIEC, 2001**), depuis cinquante ans, des indices d'un changement pour différents types d'événements climatiques extrêmes ont été détectées dans plusieurs régions du monde. Bien que l'Algérie soit un pays du bassin méditerranéen qui présente une très grande vulnérabilité climatique, avec une modification visuelle plus observé comme l'augmentation des amplitudes des températures et la diminution et l'irrégularité des précipitations moyenne annuelle ou saisonnière.

En Algérie, les changements des régimes pluviométriques et les indices climatique de ces dernières décennies ont eu une influence négative sur la ressource hydraulique et sur le rendement agricole. Ces changements poussent actuellement les décideurs à revoir les types de cultures qui peuvent s'adapter à la nouvelle donne climatologique de certaines régions du pays, comme par exemple la plaine du Bas Chélif. (In **Aissaoui A, Messaoudi N, 2014/2015**).

Le problème des ressources en eau suppose avec acuité de fait de leur irrégularité dans le temps et dans l'espace. A l'instar d'autre pays ; l'Algérie est confrontée à la problématique de l'eau le déficit de cette ressource est devenue très inquiétant à l'heure actuelle et risque de l'être encore plus les décennies à venir. (**Custodio E, 2002**).

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 est entièrement gouvernée par la distribution spatiale et temporelle de la pluie.) (In **Aissaoui A, Messaoudi N, 2014/2015**).

Ces problèmes étant à leur tour produits par la concentration d'un grand pourcentage du total annuel dans quelques jours très pluvieux, séparés par de longues périodes de sécheresse ; (**Brahmi D, 2014**).

Ce travail est basé sur l'étude des indices pluviométriques d'une station de référence (H'madna) avec relation de changement des régimes pluviométriques enregistré sur une

période s'étalant entre 1972 à 2012 selon les données recueillie au niveau de six postes pluviométriques de la plaine du Bas- Chélif.

Il s'agit de détecter les ruptures au cours de cette période de chaque station étudiée.

Pour répondre à ces objectifs, ce mémoire a été structuré comme suit :

- Le premier chapitre regroupant un aperçu bibliographique sur la définition des précipitations et son régime pluviométrique, indices climatiques et notions générales sur la représentation cartographie.
- le deuxième chapitre est consacré à la présentation du cadre général de la zone d'étude (climat, végétation et ressources hydriques).
- Le troisième chapitre est consacré à la présentation du matériel et méthodes utilisées pour réaliser ce présent travail.
- Le dernier chapitre est consacré à la discussion des résultats et présentation les cartes de la pluviométrie moyenne annuelle pour chaque station. Afin de conclure ce travail par une conclusion générale et des recommandations directives.

Chapitre I

Aperçu Bibliographique

I - Notion de climat

Le climat est une ressource naturelle qui affecte une bonne partie des activités humaines telles que la production agricole, la consommation d'énergie, l'utilisation de certaines ressources hydriques.

La question du changement climatique s'est installée durablement au premier plan de l'actualité et des préoccupations des opinions publiques et scientifiques. Ce phénomène est considéré comme l'une des menaces les plus sérieuses posées à l'environnement de la planète, avec des effets négatifs sur la santé humaine, la sécurité alimentaire, l'activité économique, l'eau et autres ressources naturelles. Pour la détection et la surveillance de ce phénomène, plusieurs solutions sont envisagées. Parmi elles, on trouve l'utilisation des indices climatiques extrêmes pour mieux comprendre le système climatique. Ces derniers reposent sur l'analyse des principaux paramètres climatiques, à savoir la pluie et la température.

I-1- Définition de climat

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. Il se distingue de la météorologie qui désigne l'étude du temps à court terme et dans des zones ponctuelles (**Huft, 2001**).

I-2- Etude des précipitations

I-2-1- Définition

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruines, pluie, averse) que sous forme solide (neige, gelée blanche, grive,...), elles sont provoquées par un changement de température ou de pression.

Les précipitations constituent l'unique entrée des principaux systèmes hydrologiques continentaux représentés par les bassins versants (**Huft, 2001**).

I-2-2- Origine des précipitations

Dans un nuage, les gouttelettes sont soumises à un brassage constant : elles tombent à cause de leur poids mais remontent avec l'air ascendant. Elles sont tellement petites que leurs rencontres sont à peu près nulles et le mécanisme de leur transformation en gouttes de pluie, dont la masse est 1000 000 fois plus grande, est resté longtemps inconnue.

Depuis les travaux des années 30 de Bergeron dans les régions tempérées et de **Riehl (1954)** sous les tropiques, on admet que :

Les gouttes grossissent d'abord par distillation. Un nuage contient en effet des gouttes et des cristaux de glace, dont la tension de vapeur saturante est inférieure à celle de l'eau.

La densité des appareils de mesures est très variable dans le monde et nettement insuffisante dans les régions arides, montagneuse ou polaires ainsi que sur les océans. Pour comparer de longueur série, il faut s'assurer que le pluviomètre et les nivomètre sont comparables.

Pour homogénéiser les données publiques, il faut souvent faire un travail d'historien (les sites, les pratiques de mesures, les appareillages, etc...) qui est ingrat et peu valorisé. Habituellement, les précipitations sont relevées une fois par jour, vers 8h du matin, puis additionnées pour un mois ou une année.

Les précipitations sont d'autant plus irrégulières (en valeur relative) que le totale mensuel ou annuel est faible.

Il faut disposer de très longues séries d'observations pour obtenir un chiffre « normal ». Par exemple, pour paris, une série de 50 années consécutives peut donner la normale annuelle à 5% près et le chiffre des unités (en millimètres) est donc illusoire (**Huftly, 2001**).

I-2-3- Les types de précipitations

Les précipitations peuvent être classées en trois types :

a- Précipitation de convection

Le système convectif apparait lorsque deux masses d'air de températures différentes rentre en contact. Plus particulièrement lorsque une masse d'air froide recouvre un sol plus ou moins chaud ou lorsque les basses couches sont chauffées par les radiations solaires, L'air de ces basses couches se dilate alors, s'allège et s'élève sous l'effet de la poussée d'Archimède, il s'élève en se refroidissant jusqu'au niveau de condensation, altitude à laquelle se forme la base du nuage. L'air continue de s'élever en se condensant ainsi jusqu'au niveau d'équilibre thermique, altitude du sommet du nuage. Celui-ci peut atteindre des altitudes de l'ordre de 12 km pour les situations les plus convectives. Ce système est décrit par 03 phases : développement, maturité et dissipation. Ces précipitations sont caractérisées par des orages locaux et violents. Ces précipitations sont éprouvantes pour les réseaux d'assainissement. (**Sanchez-Diesma et al. 1970**).

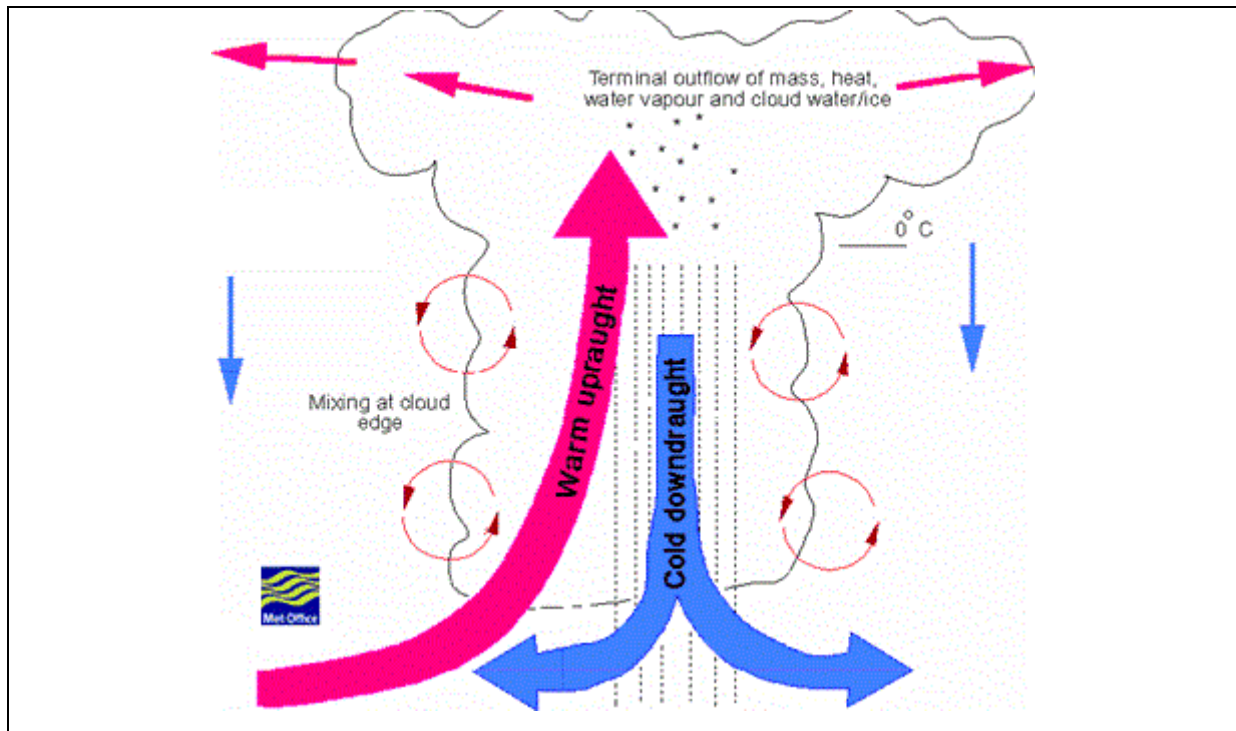


Figure 01 : Précipitation de convection.

b- Précipitation orographique

Les précipitations orographiques sont des précipitations formées par l'ascendance d'une masse d'air humide au-dessus d'un relief (« oros » en grec) (Godart, 2009).

Généralement, le refroidissement d'une masse d'air sur une trajectoire ascendante provoquée par des vents au-dessus d'un relief (exemple de chaîne montagneuse), peut induire à la formation et la condensation d'une couverture nuageuse qui peut provoquer le déclenchement des précipitations, ce type de système est relié aux perturbations cycloniques (Roche, 1963). Ces précipitations, dites orographiques se présentent sous forme de pluie ou neige sur les versants au vent de la barrière montagneuse. De l'autre côté de la montagne, sur le versant sous le vent, la pluviosité est faible à dérisoire (Morel et al, 1999).

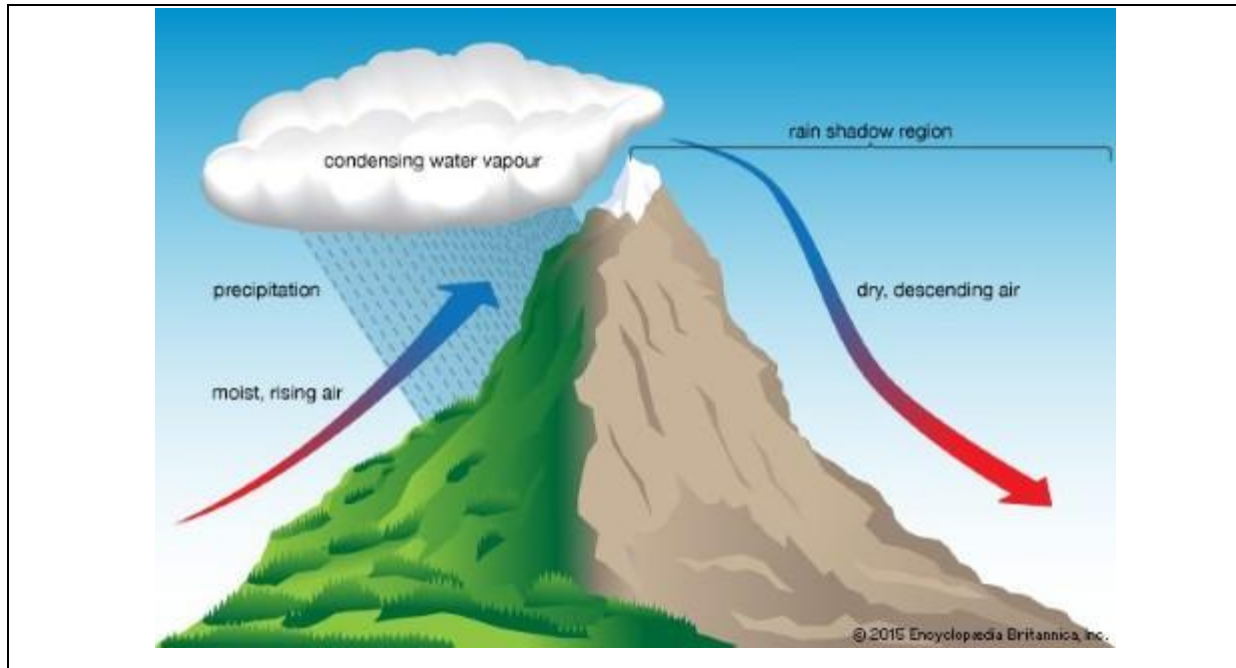


Figure02 : Précipitation orographique

c. Précipitation Frontale (cyclonique)

Ces précipitations sont engendrés au voisinage des surfaces de contact entre deux masses d'air de température et d'humidité différentes, appelé un front. La masse d'air chaud est toujours soulevée en altitude par la masse d'air froid. Suivant que la masse d'air chaud suive ou précède la masse d'air froid on trouve un front chaud ou froid. Dans le cas d'un front froid, les nuages ont un développement vertical important et les précipitations sont intenses. Dans le cas d'un front chaud, les nuages ont une extension horizontale importante et les précipitations sont plus faibles que pour le front froid (Morel, 1999).

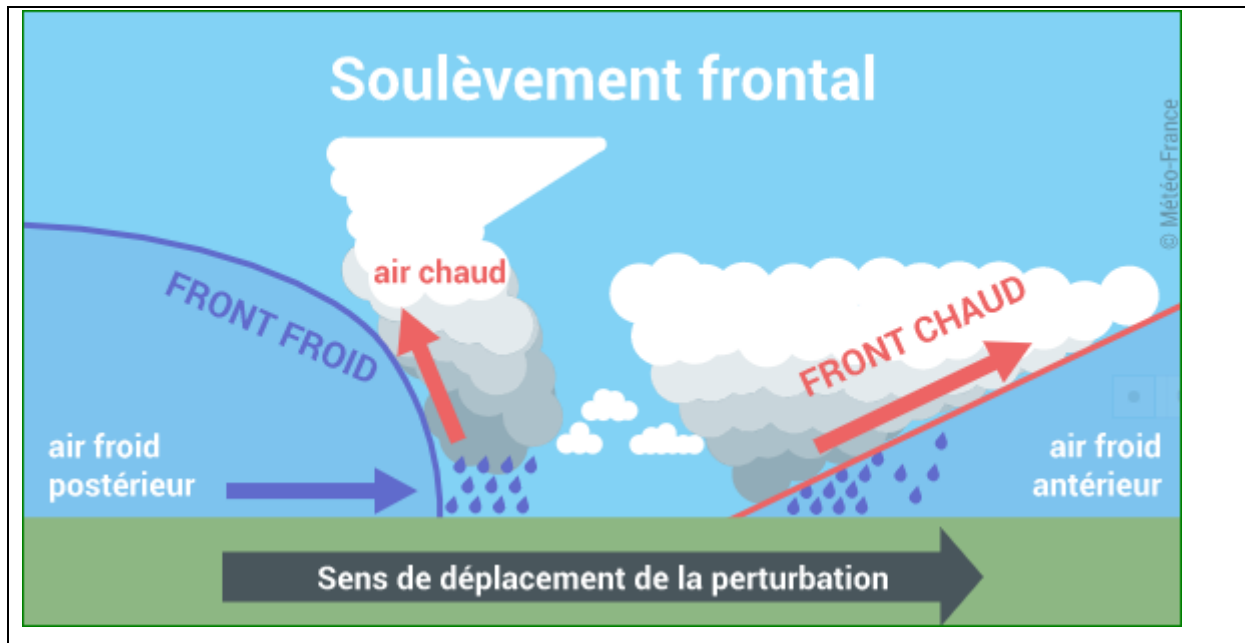


Figure 03 : pricipitation Frontal(cyclonique).

I-2- 4- Mesure des précipitations

Comme les ordres des précipitations varient selon différents facteurs (déplacement de la perturbation, lieu de l'averse, influence de la topographie, etc.), leur mesure est relativement compliquée (Hufty, 2001).

a-Mesure directe (mesure de la hauteur d'eau précipitée)

Quelle que soit la forme de la précipitation, liquide ou solide, on mesure la quantité d'eau tombée durant un certain laps de temps.

On l'exprime généralement en hauteur de précipitation ou lame d'eau précipitée par unité de surface horizontale (mm). On définit aussi son intensité (mm/h) comme la hauteur d'eau précipité par unité de temps.

La précision de la mesure est au niveau de l'ordre de 0.1mm. En suisse, toute précipitation supérieure à 0.5 mm est considérée comme pluie effective.

Il y a toutefois deux appareils fondamentaux permettant la mesure des précipitations :

Le pluviomètre : instrument de base de la mesure des précipitations liquides ou solides.

Il indique la quantité d'eau totale précipitée et recueillie à l'intérieur d'une surface calibrée dans un intervalle de temps séparant deux relevés.

Le pluviographe : instrument captant la précipitation de la même manière que le pluviomètre mais avec un dispositif permettant de connaître, outre la hauteur d'eau totale, leur répartition dans le temps, autrement dit les intensités (Hufty, 2001).

b -Mesures indirectes

Les radars utilisés localement explorent la structure fine à l'intérieure des nuages et précisent le suivi des trajets des orages (**Hufty, 2001**).

L'imagerie « satellitaire » permet d'évaluer les précipitations sur les océans et les continents peu, cette technique, repose sur l'extension de corrélations entre les précipitations et l'occurrence de certains type de nuages stratiforme sur les océans, cumuliformes et à sommet froid dans les zones intertropicales.

D'autres paramètres sont employés conjointement pour renforcer la précision des estimations. Par exemple, au Sahel (**Carn, 1995 ; Cadet et Guillot, 1991**), les qualités saisonnières des précipitations (1986 à 1993) ont été reconstituées à partir des sources de pluies assimilées aux Fréquences d'occurrences des nuages froids et des effets de pluies sur l'humidité des sols avec les températures maximales.

Le rythme et les séquences n'apparaissent pas dans ces régimes moyens, ce qui illustre bien la difficulté de saisir un discontinu et d'utiliser les statistiques usuelles pour des applications.

La durée des périodes pluvieuses a des répercussions sur l'écoulement, le stockage de l'eau dans les sols ou les réservoirs.

I-3- Régimes pluviométriques**I-3-1- Généralité**

On parle de la pluviométrie pour un lieu et pendant une période donné. La pluviométrie est une valeur proportionnelle à la quantité d'eau qui tombe du ciel sous forme de précipitations (ce terme comprend la pluie, la neige, mais aussi le grésil ou encore la grêle), pendant une durée déterminée (**Hufty, 2001**).

Dans de nombreux pays, on utilise le litre par m² (L/m²), ce qui correspond à des mm/m², qu'on abrège souvent sous la forme (mm) ,1 mm de pluie équivaut à 1 litre d'eau par m².

Tous les régimes de pluies de chaque lieu de la terre, par an, sont uniques. Il est toutefois possible de les classer en trois grands groupes principaux :

- le régime régulier (pluies toute l'année)
- le régime cyclique (Alternance d'une saison sèche et d'une saison des pluies)
- le régime intermédiaire (Entre les deux, entre le régime cyclique et le régime régulier)

Dans ce type de classification, la quantité totale de précipitations annuelles n'est pas prise en compte.

Afin de connaître le régime des pluies d'une région, il faut faire une moyenne des précipitations relevées par mois et par an. 30 années de relevés sont au moins nécessaires avant d'obtenir des valeurs fiables et significatives du climat « moyen » en un lieu donné.

I-3-2- Les régimes pluviométriques du monde :

Dans le monde, on distingue d'une manière élémentaire, les régimes pluviométriques suivants :

1-Equatorial : précipitation abondantes toute les mois de l'année, avec deux maxima qui sont un peu retardés par rapport aux équinoxes.

2-Subéquatorial : les précipitations annuelles sont suffisamment abondantes et les maxima mensuels correspondent au période où le soleil est le plus haut.

On distingue le sous-type suivant (**Hufty, 2001**).

A/-D'alize : sur les côtes ou les îles frappées toute l'année par un flux d'air humide (San Juan).

B/- De mousson : l'hiver est sec et long, mais l'été a des pluies abondantes, d'autant plus qu'elles sont souvent augmentées par le relief ; on les rencontre surtout dans l'Asie du Sud-Est ; de Inde à l'Indochine, mais aussi dans le Nord Australien, l'Afrique de l'Ouest et du Sud en Amérique Centrale, etc...Cuttack)

C/-A deux saisons humides et deux saisons sèche : à mesure qu'on s'éloigne du régime équatorial, les maxima se rapprochent et forment une longue saison humide interrompue par une petite saison sèche, d'où l'existence de quatre saison (Abidjan)

D/-Tropical : les précipitations annuelles diminuent ; la saison sèche dure de à 10 mois, interrompue seulement par quelques pluies de fronts tempères.

La saison humide est due à l'arrivée estivale des perturbations dans l'air équatorial (Fort-Archambault et Khartoum).

3-Désertique pur : avec quelques précipitations très irrégulières, d'origine équatoriale (été local) ou tempérée (hivers local).

4-tempère : précipitations au passage des dépressions du front polaire.

On distingue :

a-Océanique : Façade Ouest des continents des régions tempères.

Les précipitations toute l'année avec un faible maximum d'automne et hivers (l'évaporation est encore abondante sur l'océan et la condensation augmente quand l'air arrive sur un continent refroidi).

A mesure qu'on s'écarte du littoral, cet effet hivernal diminue et les précipitations estivales augmentent (convection importante sur le continent très chaud).

Les versants ouest des montagnes reçoivent des abats d'eau considérables (Brest et Bruxelles).

b-Continent humide : Notamment sur l'Est du Canada et le Nord –Est des Etats Unis.

Les perturbations du front polaire passent toute l'année mais sont en bonne partie alimentées par l'eau de l'Atlantique et du Golfe du Mexique.

En hivers, les précipitations tombent sous forme de chutes de neige souvent violentes avec un total annuel entre 1 et 4 mètre (Montréal).

c-Continental de mousson : Notamment sur la côte Est de l'Asie, l'été est très pluvieux.

Les du fronde polaire reçoivent de l'air du Pacifique très chaud et très humide, d'où un renforcement considérable de leur influence.

d- En hiver les pulsations de l'air arctique sibérien sec alternent avec des périodes de neige (MOCPO).

5-Tempéré continentale sec :

Sur le centre du continent, à mesure qu'on s'éloigne de l'océan, le total des précipitations annuelles diminue, les pluies de printemps ou d'été dominant et la période hivernale devient sèche, l'air près du sol est froid, l'évaporation quasi nulle et l'humidité absolue très faible ; il n'y a pas d'eau disponible pour alimenter qui passent (Winnipeg).

6- Subtropical méditerranéen

Les deux influences désertique en été et du front polaire en hiver se conjuguent pour créer un régime de pluie de saison froide tout à fait particulier dans le monde (partout ailleurs l'été est la saison humide). Ce qui n'exclut pas des pluies orageuses en été et des périodes sèche en hiver (Casablanca).

7- Subtropical steppique

Ce régime prolonge le précédent vers l'intérieur des continents, par exemple de la Syrie à l'Afghanistan (Téhéran).

8-Subtropical américain :

Sur le Sud –Est des Etats –Unis, les pluies d'été sont abondantes à cause de l'apport d'air chaud et humide du golfe du Mexique et les cyclones tropicaux ne sont pas rares en automne (Chareston). (Hufty, 2001).

I-4. Les indices climatiques

Afin d'établir des critères de comparaison et de classification entre les climats représentés par des séries climatologiques, des indices climatiques ont été créés, ces indices fournissent des variables synthétiques qui combinent généralement des données climatiques moyennes

annuelles. Ils ont été utilisés historiquement pour classer les climats en fonction de leur aridité par (Gausсен, Moral, De Martonne, Emberger, Akman). (Guyot, 1999).

Dans cette partie, nous nous proposons d'étudier l'évolution des indices climatiques qui est basé essentiellement sur les deux paramètres climatiques (la température et la précipitation).

I-4-1- Indice d'aridité de De-Martonne (IDM)

Le facteur de pluie de Long (1920) a été modifié par De-Martonne en 1926, de manière à éviter d'avoir de valeurs négatives, lorsque la température moyenne de l'air est inférieure à 0°C, cet indice caractérise le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température. (Guyot, 1999).

En 1926, De Martonne a proposé la formule suivante :

$$I_{DM} = \frac{P}{T+10} \dots \quad (1)$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

T : température moyenne annuelle en (°C)

Tableau 01 : Classification du climat en fonction de la valeur de l'indice de De- Martonne

Valeur de l'indice	Type de climat
0 < I _{DM} < 5	Hyper-aride
5 < I _{DM} < 10	Aride
10 < I _{DM} < 20	Semi-aride
20 < I _{DM} < 30	Sub-humide
30 < I _{DM} < 55	Humide

I-4-2- Indice pluviométrique annuel (indice de Moral)

L'indice de Moral (1964), donnée par l'expression ci-dessous (I_M), est un paramètre qui détermine la limite entre l'humidité et la sécheresse à partir de la hauteur des précipitations en (mm). (Halimi ,1983).

$$I_M = \frac{P}{T^2 - 10T + 200} \dots \quad (2)$$

Tableau 02 : Classification du climat en fonction de la valeur de l'indice de Moral.

Valeur de l'indice	Type de climat
$I_M < 1$	Climat sec
$I_M > 1$	Climat humide

I-4-3- Indice de la sécheresse estival d'Emberger(1942)

Appelé aussi L'indice de xéricité « S », il permet de distinguer le climat méditerranéenne.

« S » est le rapport entre le total des précipitations des mois estivales (juin, juillet, août) en mm (P_e), et la moyenne des températures maximales du trois mois le plus chauds en °C.

$$S = \frac{P_e}{M} \dots \quad (3)$$

D'après Emberger (1942), pour qu'une station soit méditerranéenne, en plus de son régime de pluie méditerranéenne, il faut que $S \leq 7$.

Hammouda et Mataam (2003), citent que Daget et al. (1975) ont ramenés l'indice de xéricité à une valeur de 5, elle permet une meilleure séparation entre les climats méditerranéens et les climats océaniques en Europe occidentale.

I-4-4- Indice Ombrothermique de Gaussen en 1952 (Saison sèche)

Gaussen, définie le mois sec comme : « le quotient des précipitations mensuelles P exprimées en mm, par la température moyenne T exprimée en °C, est égal ou inférieur à 2 ». (Guyot, 1999).

Ce diagramme permettent de calculer très facilement le nombre de mois sec, les saisons sèche et de comparer d'une manière élégante les régions à climat semblable. (Hufty, 2005)

Nous avons représentées sur un même graphique des températures moyennes et des précipitations mensuelles avec en abscisse les mois, permet d'obtenir le diagramme Ombrothermique qui mettent immédiatement en évidence les périodes sèches et les périodes pluvieuses. Déplacer ce paragraphe avec la courbe vers la partie matériel et méthodes ou partie résultats et interprétation

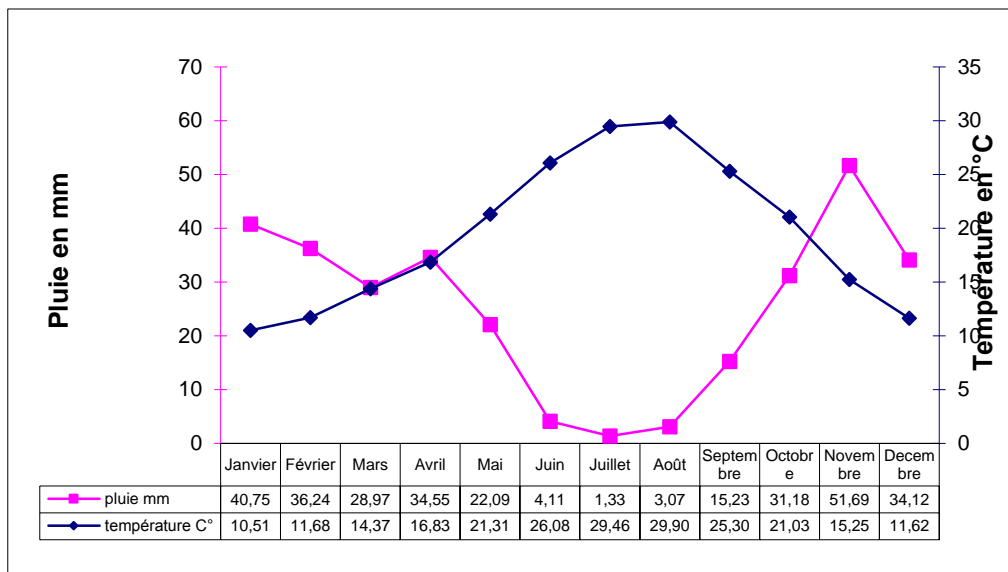


Figure 04 : Diagramme Ombrothermique de Gausson et Bagnols de la station de H'Madna.

I-4-5. Indice climatique d'Emberger

Dès 1930, à l'origine de ses travaux, Emberger a cherché une expression synthétique du climat méditerranéen capable de rendre compte de la sécheresse et de ces variations.

I-4-5-1- Le quotient pluviothermique d'Emberger

On principe l'indice est de distinguée le caractère d'aridité dans les régions méditerranéenne. Une région est d'autant plus sèche que le quotient pluviothermique est plus petit (Halimi, 1983).

En 1932, Emberger proposa une formule permettant le calcul de l'indice d'aridité annuelle en tenant compte des précipitations et de la température. Cette formule s'écrit :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)} \dots \tag{4}$$

$$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q₂ : Quotient pluviothermique d'EMBERGER.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Moyenne des températures maximales.

m : moyenne des températures minimales.

Pour éviter les températures négatives, celles-ci seront exprimé en degré Kelvin.

La relation entre la valeur du quotient et le degré de xéricité d'un lieu est inversement proportionnelle. (**Hammouda et Mataam, 2003**).

En Algérie, Stewart (1969,1975) a montré que le quotient pluviothermique d'Emberger après simplification, peut s'écrire :

$$Q_3 = \frac{3,43P}{M-m} \tag{5}$$

Avec : M et m en °C.

I-4-5-2-Climagramme d'EMBERGER

Selon Emberger en 1930, Les bioclimats sont définis par un climagramme pluviothermique, où le quotient Q₂ en ordonnée, et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) en abscisse.

Le climagramme pluviothermique a été modifié par **Le Houerou, (1959)**, pour la Tunisie. Pour cet auteur, si l'abscisse reste liée aux valeurs de « m », l'ordonnée porte, non plus les variations du Q₂ mais celles des précipitations, considérées prédominantes sur celles des températures. Dans le même ordre d'idée, Celles(1975), gradue l'axe verticale avec p/10 pour le sud constantinois (**Hammouda et Mataam 2003**).

Par la suite, d'autres auteurs ont proposé divers version du climagramme, qui présentent des niveaux d'aridité différant de celui d'Emberger, parmi lesquelles on site Akman 1971

I-4-5-3. Les Etages bioclimatiques

Au sein du climat méditerranéen, les étages bioclimatiques de végétation retenus sont les suivants : le Per humide, Humide, Sub-humide, Semi-aride, Aride, Saharien et Hautes Montagnes.

Plus tard, chaque étage bioclimatique a été subdivisé en « sous étage » : inférieur, moyen et supérieur (**Le Houerou, 1959 ; Pouget, 1980**).

Le tableau ci dessous donne les correspondances entre les étages bioclimatiques , Q₂ et les précipitations d'après **Le Houerou et al (1975)**.

Tableau 03 : correspondances entre les étages bioclimatiques , Q₂ et les précipitations d'après Le Houerou et al (1975).

Etages bioclimatiques	Quotients pluviométriques	Précipitation
Saharien	Q ₂ < 10	P < 100
Aride	10 < Q ₂ < 45	100 < P < 400
Semi-aride	45 < Q ₂ < 70	400 < P < 600
Sub-humide	70 < Q ₂ < 110	600 < P < 800
Humide	110 < Q ₂ < 150	800 < P < 1200
Per humide	Q ₂ < 150	P > 1200

(Source : **Houerou et al, 1975**)

I-4-5-4- Les variantes thermiques

Emberger a introduit cette variable dès 1930 comme critère de classification car elle exprime « le degré et la durée de la période critique des gelées ». L’auteur a proposé la notion de sous étage et distinguer trois situations :

- « m » nettement positif.
- « m » nettement négatif
- « m » voisin de 0.

Avec les variations thermiques suivantes :

Tableau 04 : Les types des hivers en fonction des variantes thermique

(Emberger 1930, et Daget 1977)

Type	Variante thermique
Hiver glacial	$m < -7$
Hiver très froid	$-7 > m > -3$
Hiver froid	$-3 < m < 0$
Hiver frais	$0 < m < 3$
Hiver tempéré et doux	$3 < m < 7$
Hiver chaud	$m > 7$
Hiver très chaud	$m > 9$

I-4-6- Continentalité pluviale et thermiques

I-4-6-1- Continentalité pluviale « C »

La continentalité pluviale « C » est définie comme étant le rapport de la somme des précipitations des six mois les plus chauds P_E et de la somme des mois les plus froids (Djellouli, 1981).

$$C = \frac{P_E}{P_H} = \frac{a}{b} \dots \tag{5}$$

P_E : modèle pluviométrique des six mois à jours longs ou les plus chauds.

P_H : modèle pluviométrique des six mois à jours courts ou les plus froids.

a : mai, juin, juillet, août, septembre et octobre.

b : novembre, décembre, janvier, février, mars, avril.

Tableau 05 : Type de climat selon la continentalité pluviale.

Continentalité pluviale	Type de climat
C > 1	Climat tropicaux et continentaux
C < 1	Climat océaniques, méditerranéens et équatoriaux

I-4-6-2- Continentalité thermique

Gorcinski ,1917 in **Le Houerou, 2004**, montre que l’amplitude thermique annuelle moyenne augmente avec l’éloignement de la mer, cet auteur a établi un indice « K » pour mesurer la continentalité thermique d’un lieu, qui tient compte l’amplitude thermique et latitude.

$$K' = \frac{1,7A}{\sin(\zeta+10)} - 14 \dots \tag{6}$$

Où :

A : l’amplitude thermique moyenne en °C.

ζ : latitude exprimé en degré d’arc.

Daget (1967), propose la modification suivante :

$$K' = \frac{1,7A}{\sin(\zeta+10+9h)} - 14$$

h : altitude en kilomètre.

Tableau 06 : les classes de climat suivant l’indice de continentalité thermique

L’indice de continentalité thermique	Type de contraste thermique
K' < 25	Il n’y a pas de contraste thermique (type littoral)
K' > 25	Il y’a un contraste (type semi continental)
K' ≤ 37	Peu contrasté
37 < K' < 50	Moyennement contrasté
K' > 50	Fortement contrasté

I-4-7- Expression synthétique de la continentalité

Daget(1962), a fait une combinaison entre les deux continentalités pluviale et thermique sous forme d’un climagramme, dont la continentalité pluviale est portée en ordonnée, et la continentalité thermique en abscisse.

I-5- La cartographie Numérique

La cartographie fait partie des systèmes d'informations géographiques (SIG), elle désigne la réalisation et l'étude des cartes. Elle mobilise un ensemble de techniques servant à la production des cartes.

La cartographie constitue un des moyens privilégiés pour l'analyse et la communication en géographie. Elle sert à mieux comprendre l'espace, les territoires et les paysages. Elle est aussi utilisée dans des sciences connexes, démographie, économie dans le but de proposer une lecture spatialisée des phénomènes. (Plagiat 100% rapport de stage « mise en place d'une plateforme de cartographie dynamique » (d'Issa Balde, 2008).

I-5-1- Cartographie

La cartographie est la représentation de données sur un support réduit représentant un espace réel avec comme objectif la simplification pour une meilleure compréhension des phénomènes. Pour créer une carte numérique, il faut un GPS, un ordinateur et un logiciel de cartographie.

I-5-2- Système

Un système est un ensemble organisé globalement et comprenant des éléments qui se coordonnent pour concourir à une information et donc un système relie un ensemble d'objets et d'activités pour qu'ils interagissent dans un but unique, (Rata, 2010).

I-5-3- Information géographique

Se définit comme une liaison entre un objet ou un phénomène et sa position sur la surface terrestre, c'est donc une combinaison d'information graphiques et d'informations alphanumériques (David, 1993).

D'après **Didon, (1990)**, l'information géographique désigne toute information relative à un point ou un ensemble de points spatialement référencés à la surface de la terre. Ce qui veut dire qu'une information est qualifiée de géographique si elle réfère à la description d'objets. D'évènements ou de phénomènes localisés à la surface terrestre.

Chapitre II
Présentation de la zone d'étude

Introduction

La vallée du Chélif, traversée par oued Cheliff, se situe dans la partie Nord de bassin versant du Chélif qui occupe 22% de la superficie de l'Algérie de nord elle est composée de trois plaines : la plaine haut –Cheliff, plaine du Moyenne-Chélif et la plaine du Bas-Chélif

La station de L'INRAA H'madna dans La plaine du Bas- Cheliff a été choisie comme une station de référence pour étudier et appliquer notre principaux objectifs de travail. Nous présentons ici les principales caractéristiques de la plaine.

II-1- Situation Géographique

La plaine du Bas Cheliff situe dans la partie Nord-ouest de l'Algérie occupée une superficie de 56 227 km². Elle fait partie du grand bassin hydrographique Chélif-Zahrez et occupe sa partie ouest.

Elle se trouve à trente-cinq kilomètres (35Km) à vol d'oiseau de la méditerranée et 250 Km d'Alger. Avec en son centre la ville de Oued Rhiau (wilaya de Relizane). Elle est limitée par le périmètre du moyen Cheliff 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. Elle est limitée par la Mardjat Sidi Abed à l'Est et la commune de sidi Khattab à l'Ouest.

Elle se trouve entre 0° 40' et 1° 6' 8" de longitude est et 34° 3' 12" et 36° 5' 57" de Latitude nord. Avec les coordonnées géographiques x et y, selon la projection UTM Algérie fuseau 31Nord. X= 275 649 et Y= 3 968 469 et 3 996 812 m.

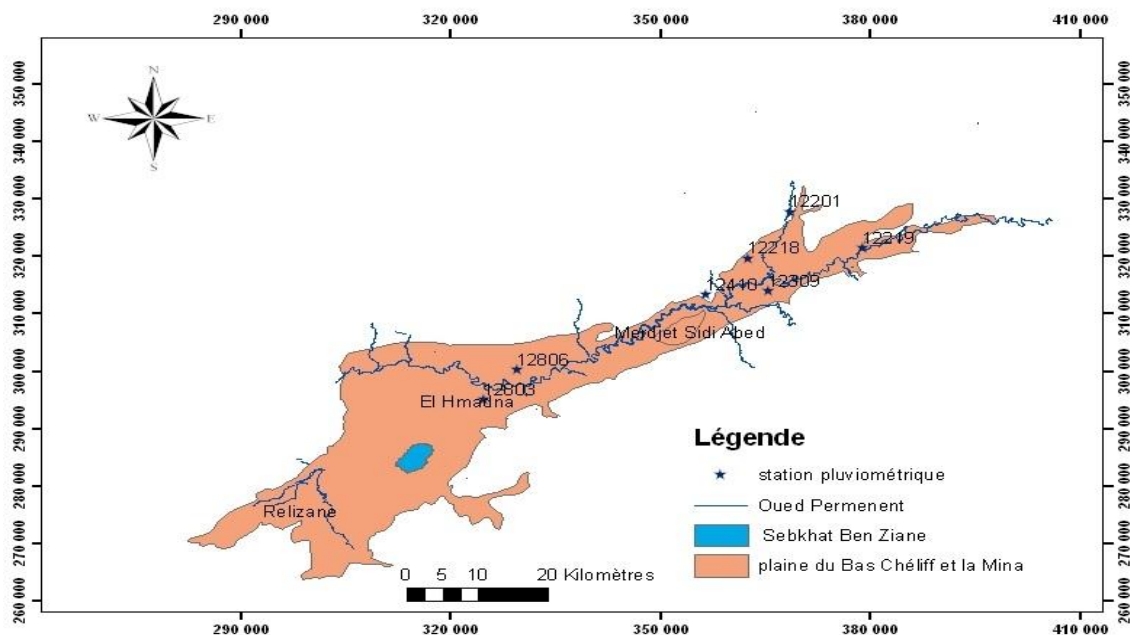


Figure01 : localisation géographique de la plaine du Bas- Chélif

II-2- Le Climat

Les plaines du Chélif ont un climat spécial. Célèbre en Algérie par sa dureté. Et qui a été comme une curiosité météorologique (Seltzer, 1946).

On parle du ‘four du Tell’ ou de ‘portion de Sahara égarée dans le Tell’ en effet la chaleur qui règne dans le Chélif en été et qui est notablement plus élevée que dans les régions voisines, est une des caractéristiques les plus notable de ce climat. Il en est d'autre. Comme les basses températures de l'hiver ou la sécheresse de l'air, Qui constituent un ensemble de conditions climatiques particulières et justifient la notion de climat Chélifien (Yacono, 1954).

II-2-1- La Pluviométrie

Selon Traore. (2011), les précipitations de la région de Cheliff Zahrez sont caractérisées par une diminution du nord au sud et de l’Est vers l’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).

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 (Douaoui, 2005).

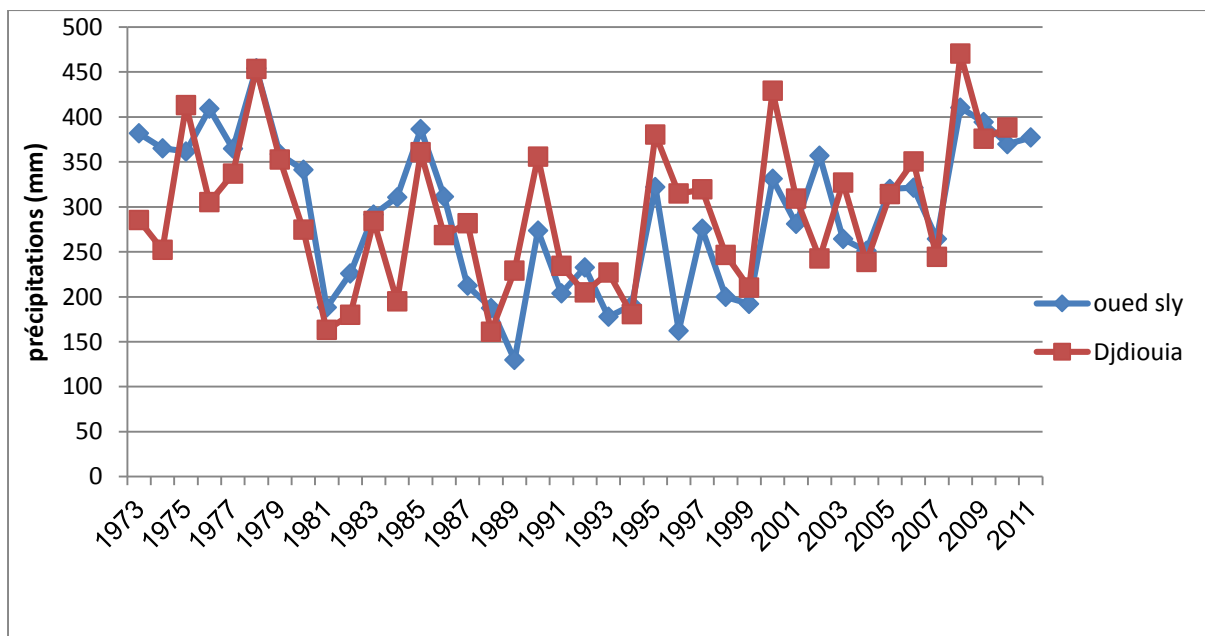


Figure02 : Variabilité de la pluviométrie annuelle de deux stations pluviométrique dans la plaine du Bas- Chélif.

La figure 02 ; montre que la pluviométrie moyenne entre les années 70 et jusqu'aux années 80 est supérieurs aux années 80 à 90 qui sont enregistrés les moyennes les plus faibles aux cours de la période étudié.

L'analyse pluviométrique sur la région du H'madna calculée sur une période s'étalant de 1985 à 2013. Le tableau N°01 Montre que le mois de Novembre est le mois le plus pluvieux avec une moyenne de précipitation est de 51.69mm.

Tableau 01 : Données pluviométriques mensuelles de la station météorologique de la station de H'madna (1985-2013)

Mois	Moyenne des précipitations mensuelles (mm) Station de H'madna (012803)
Janvier	40.75
Février	36.24
Mars	28.97
Avril	34.55
Mai	22.09
Juin	4.11
Juillet	1.33
Aout	3.07
Septembre	15.23
Octobre	31.18
Novembre	51.69
Décembre	34.12

(Source : Station H'madna, 2014).

II-2-2- Température

Le régime thermique de la région de H'madna est caractérisé par des températures élevées en été et relativement basses en hiver. (Nous avons choisi cette station selon la disponibilité des données moyennes mensuelles des températures et des précipitations)

Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois juillet et août Où elles atteignent un maximum de 38 °C en moyenne. Ce qui correspond à une forte évaporation une remontée capillaire de la nappe qui se trouve parfois à un mètre de profondeur.

Les basses températures se manifestent au mois de janvier avec une température moyenne de 12 °C et une minimale moyenne de 5 °C. Sont présentés dans le tableau N° 03 ci-dessous

Tableau 03 : Moyennes mensuelles des températures De la station météorologique de H'Madna (1985 2013).

Mois	T (C°)
janvier	10.51
février	11.68
mars	14.37
avril	16.83
Mai	21.31
Juin	26.08
Juillet	29.46
Aout	29.90
septembre	25.30
Octobre	21.03
Novembre	15.25
Décembre	11.62

(Source : Station de H'madna. 2014)

II-2-3 Diagramme Ombrothermique de Gausson de la station H'madna

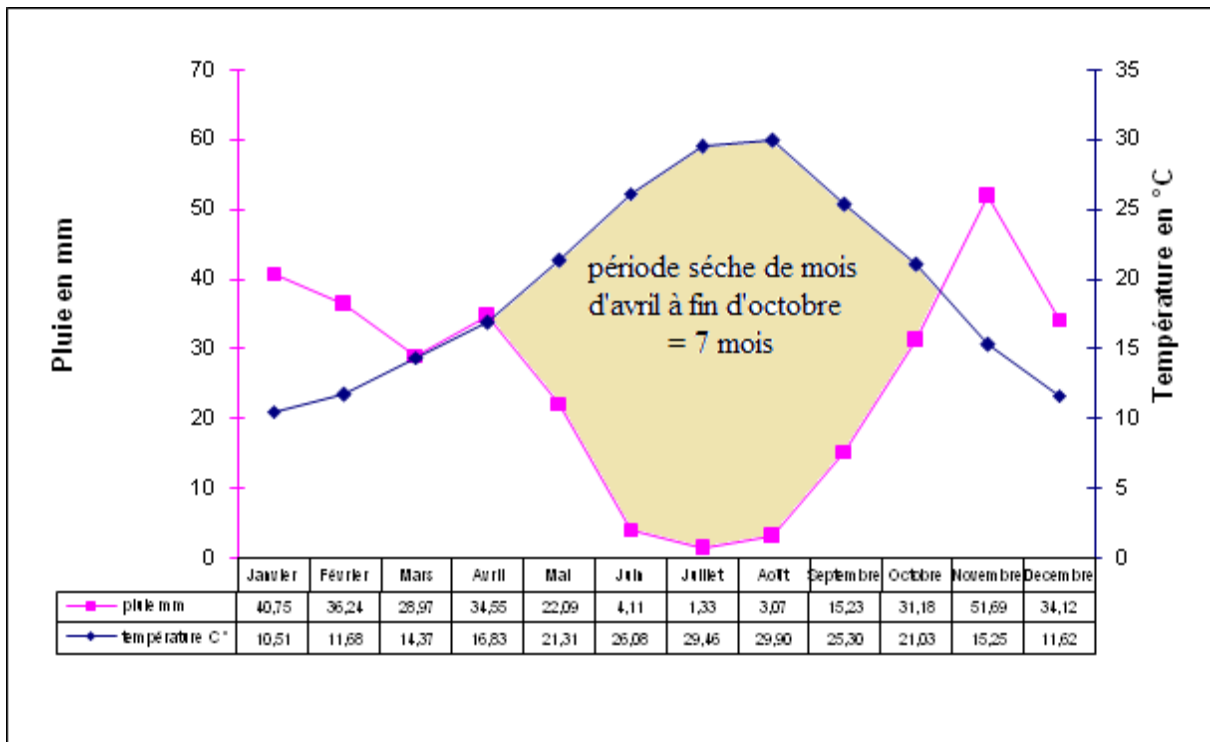


Figure 03 : Diagramme ombrothermique de la station de H'madna.

Le diagramme ombrothermique de la station climatique de H'madna entre 1985 et 2013 représenté par la figure 02, montré que la période de sécheresse est très longue. Elle s'étale sur sept mois. Allant de mois d'Avril à mois d'Octobre ($P < 2T$).

II-2-4- Le Vent

La vitesse du vent joue 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. (Rata, 2010).

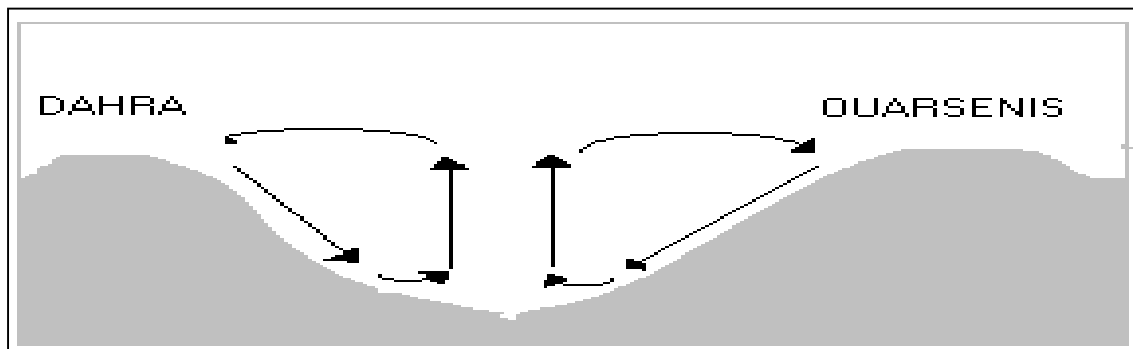


Figure 04 : système théorique des vents ascendant et descendant dans la vallée du Cheliff (source : YACONO-1955)

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

On peut conclure que la vallée du Bas-Cheliff est une région à atmosphère peu agitée. Il existe évidemment des jours de vent assez violent, au printemps surtout, mais ils restent exceptionnels.

Selon Mokhtari Dj, (2009) ; d'après les observations effectuées à la station de H'madna, il ressort que le vent dominant est le vent d'ouest. Sa vitesse moyenne varie de 13 à 33Km/h.

Ces vents jouant le rôle de la dégradation mécanique du sol et agit sur l'amplitude de la température. Il constitue ainsi un agent d'érosion efficace dans les régions à couverture végétale faible à nulle, surtout durant la période sèche ou beaucoup de sols acquièrent une structure micro-polyédrique (pseudo sables) à la surface voire poudreuse dans d'autres cas (Douaoui, 2005).

II-2-5- L'Humidité

L'humidité relative de l'air est basse ou modérée tout au long de l'année. Elle peut compenser en certain degré l'absence ou la rareté des précipitations en favorisant le développement des plantes. Elle est importante pendant la saison ; hivernale avec souvent un pourcentage supérieure à 75 % elle est plus faible pendant la saison sèche mais reste tout de même assez élevée et s'articule autour de 50.

Le mois le plus humide est le mois de décembre, par contre le mois le plus sec est le mois de juillet. (Douaoui, 2005).

II-2-6- L'Evapotranspiration (ETP)

Elle est définie comme étant la valeur maximale possible de l'évapotranspiration dans des conditions climatiques données. Elle résulte de deux phénomènes l'un physique (l'évaporation), l'autre biologique (la transpiration), l'évapotranspiration potentielle estimée selon la formule de PENMEN est de 1700 mm/an (INSID). A titre d'exemple, dans la plaine de H'madna, l'évapotranspiration atteint les 1939 mm/an, alors que les pluies tombées prennent une valeur de 279,3 mm/an seulement. Notons que les précipitations efficaces sont estimées à 94,8 % des pluies tombées. Ce qui indique que celles-ci a ruisselé avec une faible infiltration (INSID, 1997).

II-3- Le relief

La vallée du Bas-Chélif est située en aval et en centre du grand bassin de l'oued Cheliff. Du point de vue du relief, elle comprend quatre régions naturelles diversifiées : les chaînes montagneuses du Dahra-Zaccar (de 700 à 1580m. d'altitude) au Nord et l'Ouarsenis au Sud (près de 2000 mètres d'altitude), la vallée du Cheliff au centre et une région côtière. (Aissaoui A et Messaoudi N ; 2014).

II-4- Hydrologie**II-4-1- Les cours d'eaux****- Oued Chélif**

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) et traverse le périmètre du Bas - Cheliff

d'Est en Ouest jusqu'à Sidi Khetab à la confluence d'Oued Mina et d'Oued Chélif est se termine dans la mer par le coté Est de Mostaganem.

- **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. Les données de la période 1971-1979 montrent que la qualité des eaux de ce principal affluent est comparable à celle de l'oued Chélif.

- **Oued Djidouia**

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 projet d'un nouveau barrage. La qualité des eaux de cet influant, sur la période de 1976 à 1989, montre que la salinité est en moyenne de 1.25g/l en hiver et de 2.31 g/l en été.

- **Oued Ouarizane**

Il est situé sur la rive droite du Cheliff et se trouve pratiquement à sec pendant la période estival .Il draine une surface de 564.7 Km². D'autres Oueds de moindre importance, drainent l'eau des monts sur la rive droite comme Oued Razzaz et Oued Tarhia.

II-4-2 Les ressources en eaux superficielles

Les principales accumulations d'eau dans la région du Bas-Chélif sont :

- **Barrage Merdjat sidi Abed**

Aménagement au début des années trente, c'est une retenue d'une capacité maximale de 56.5hm³ et une capacité minimale de 2.8 hm³. L'échantillonnage de (McDonald et al. (1990)) au mois de mars sur le centre de la rive sud de la Merdjat Sidi Abed donne un pH égal à 8.31 et une conductivité électrique de 1.94 dS/m. En hiver elle est remplie par gravité et dérivation des eaux de Oued Chélif jusqu'à la capacité de 23 Km³; le reste est assuré par pompage. Actuellement, elle constitue la principale source d'eau qui alimente le périmètre.

- **Barrage de Garggar**

Le barrage Garggar est essentiellement alimenté par oued Rhiou, qui prend sa source à une distance d'approximativement 110 Km du site du barrage et il se jette dans l'oued Chélif à 6 km au Nord-Ouest du site. Il accumule aussi les eaux dans un bassin de 2370 km² ou

s'étendent des montagnes de Djebel El Araar et de Djebel Abbadia. (A.N.R.H., 1972). Il présente une capacité maximale de 450 hm³ et une capacité minimale de 30 hm³.

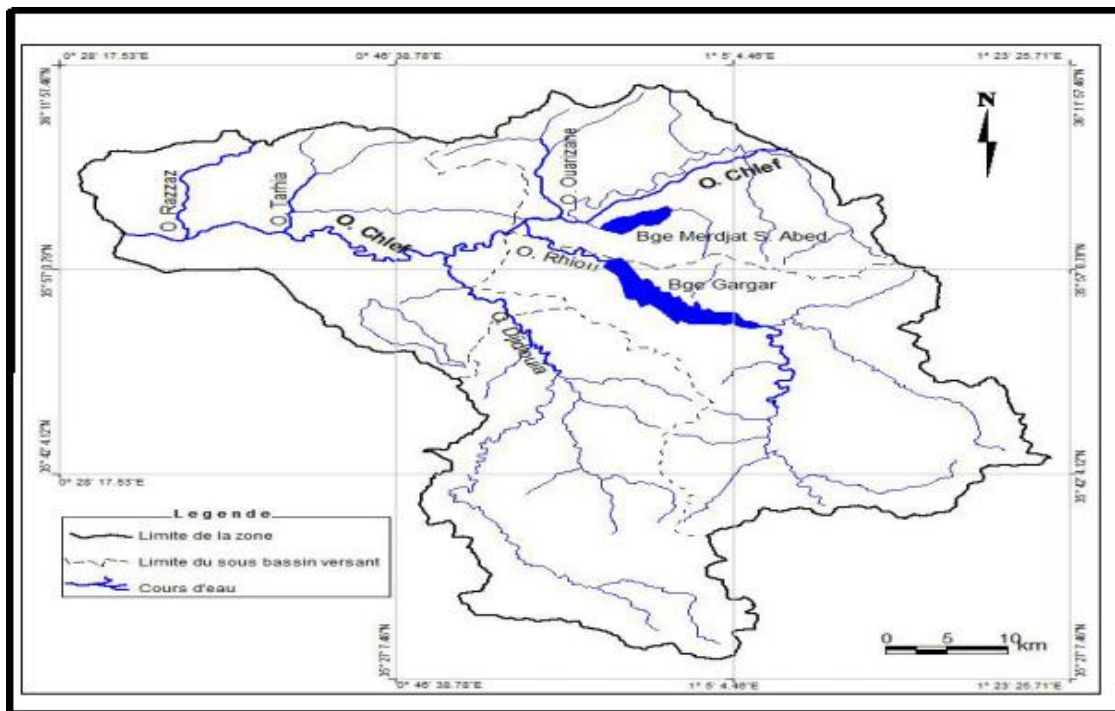


Figure 05 : les principales accumulations des eaux de la plaine du Bas-Chélif

(Source : L'ANRH.1972)

- **Sebkhat Ben Ziane**

C'est une faible dépression qui reçoit les eaux résiduaires, mais qui n'a pas d'exutoire vers un cours d'eau. A cause de la forte évaporation, l'eau est très salée, le sel résiduel est utilisé à des fins commerciales.

II-4-3 Périmètre irrigués

La région du Bas Cheliff comporte plusieurs périmètres de Ouarizane, le périmètre de Djidouia, le périmètre H'madna est le périmètre de Guerouaou .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 ne s'est pas faite de la même façon dans les périmètres irrigués.

La région du Bas Chélif comporte plusieurs périmètres ou l'irrigation est fréquente, dont les plus importants sont :

- Périmètre d'oued Rhiou.

- Périmètre d'Ouarizane.
- Périmètre de Djidouia.
- Périmètre H'madna.
- Périmètre de Guerouaou.

Le périmètre de H'madna dont l'eau d'irrigation est la plus mauvaise qui montre les sols les plus dégradés. (Douaoui et Hartani, 2007).

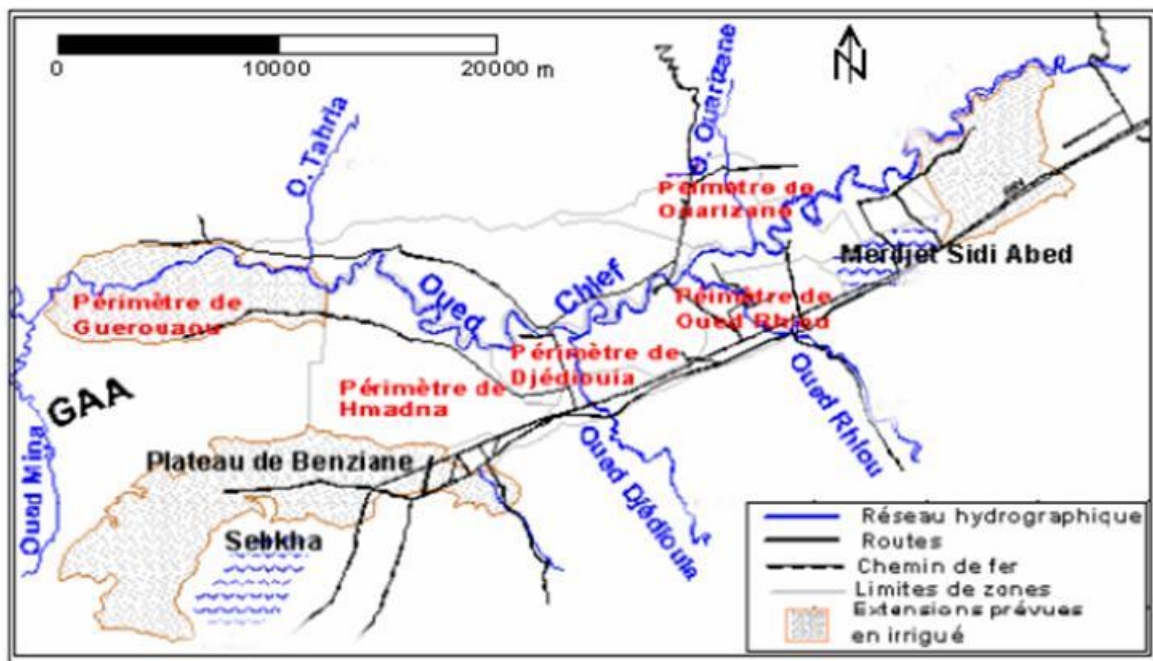


Figure 06 : Principaux périmètres irrigués de la plaine du Bas-Chéliff
(Source : (Douaoui, 2005))

II-5- Végétation

- **Végétation naturelle**

L'étude des corrélations sol- végétation peut refléter dans une certaine mesure, la Répartition des sols dans un paysage donné. Les espèces résistantes aux sels, dites halophiles sont abondantes alors les végétaux Ligneux se montrent très indépendants des conditions de température (Gaucher, 1974).

Parmi ces espèces, on rencontre les genres suivants :

Celles qui sont le plus répandues au niveau des zones basses (dépressions et berges des oueds)

Sueda : *Sueda fruticosa*

Salsola vermiculata

Atriplex : *Atriplex halimus*

Ensuite apparaissent des espèces moins tolérantes qui sont d'abord associées aux Précédentes puis qui finissent par constituer l'ensemble du cortège floristique avec la Décroissance de la salinité. Ces espèces appartiennent à la famille des Graminées, Composées, Joncacées, Cypéracées, Plantaginacées et Plombaginacées.

Le groupement végétal se présente sous le faciès printanier suivant :

- Faciès à *Spergula salina*.
- Faciès à *Béta vulgaris*, var *varitima* et *Beta macrocarp.*
- Faciès à *Sénciogalicus* et *Ormenisproecos*.
- Faciès à *Urgine amaritima*.
- Faciès à *Cordylo carpusmuricatus*.

Le boisement d'*Eucalyptus Algeriensis* est installé dans l'aire du faciès à *Beta vulgaris*, Var *varitima* et *Beta macrocarpara*.

- **les cultures introduites**

Depuis les civilisations Numide et Romaine jusqu'à la colonisation française les plaines du Cheliff ont posé problèmes quant mise en valeur et mise en culture. Ce n'est qu'au début des années vingt, avec l'installation des ouvrages hydrauliques (barrages et ouvrages d'adduction), que la mise en culture du Bas Cheliff a été possible.

Plusieurs cultures ont été introduites. De l'arboriculture à la riziculture en passant par les cultures céréalières et fourragères. Les arbres fruitiers (Amandiers, Agrumes, Figuiers et Oliviers) occupent ; en général. Les sols colluviaux des pentes douces et les terrasses près des principaux oueds, les mieux drainées. (Mr Mac Donald et Partners, 1990).

Chapitre III
Matériels et Méthodes

Introduction

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) et de l'Office National de la Météorologie (ONM).

La disparité des sources pose souvent un problème de la qualité des données. 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 à utiliser dans une étude bioclimatique donnée. Ces traitements peuvent consister en un simple traitement primaire comme ils peuvent consister en un comblement de données manquantes, en une extension de séries courtes, ou en une homogénéisation des séries hétérogènes par le biais de méthodes statistiques, comme exemple l'ACP et double cumule.

III-1- Conceptions de la base de données

Au cours de l'élaboration de notre Base de Données sur la région du Bas Cheliff, nous sommes intéressées aux données climatiques et précisément sur la pluviométriques et la température qui constitue le thème essentiel de notre mémoire.

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

- statistique descriptive les séries pluviométrique annuelles et saisonnières ;
- Etudier la variabilité de régime pluviométrique (annuelle et saisonnière) enregistré de six stations et représentés les résultats sous forme des tableaux et des cartes.
- Etudier les indices climatiques dans la région de la station H'Madna.

III-2- Analyse statistique

L'analyse statistique est l'ensemble des méthodes scientifiques à partir desquelles on recueille, organise, résume, présente et analyse des données qui permettent de tirer des conclusions et de prendre des décisions judicieuses. Dans un sens plus étroit, on emploie le terme statistique pour désigner les données elles même ou des résultats obtenus à partir des données, comme par exemple des moyennes.

L'outil utilisé dans cette étude est l'XLSTAT (XLSTAT-Pro 7.5.) qui nous a bien aidés dans les calculs des paramètres de position et les paramètres de dispersion. Quand un échantillon est représentatif d'une population on peut, à partir de son analyse tirer des conclusions importantes pour les populations ; (par exemple : l'enlèvement des échantillons d'un bassin versant) : pour cela, la statistique descriptive présente et condense des données sous 3 formes distinguées (**Meddi H et al. 2009**).

Les données peuvent être condensées sous forme de paramètres typiques : c'est la réduction des données. Les objectifs de la statistique descriptive sont d'étudier les propriétés numériques d'ensemble comportant de nombreux échantillons ou unité statistique, la réunion de toutes unités statistiques possibles forme la population statistique. (**Meddi H, et al, 2009**).

III-3- Collecte des données

La difficulté essentielle de l'étude du climat récent repose sur la disponibilité très limitée en séries fiables de données quotidiennes comme précipitations et températures (maximales et minimales) à longue période. Mais dans notre étude nous avons pu collecter au pas de temps annuels et saisonniers des Six Stations pluviométriques sur la période allant de 1972/1973 à 2011/2012. La collecte des documents a été faite à partir deux établissements : l'ANRH (Bir Mourad Raïs ; Alger) et l'INRAA (El H'madna ; Relizane).

III-5- Etude de l'homogénéité des données

Pour un bassin versant donné ou une région donnée, les stations pluviométriques fournissent des mesures ponctuelles. Elles sont installées dans des conditions propres et forment le réseau d'observation. Les données relatives aux stations sont d'une haute importance pour les statistiques climatiques, la planification, la gestion des ressources et les projets de construction. 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. Avant de pouvoir exploiter des données et bien qu'elles soient dans un format adéquat, il importe de contrôler la fiabilité et la précision de ces dernières. Le contrôle de la validité des données d'observation est un travail préalable indispensable à toute analyse correcte. Ceci, en sus de nombreux contrôles manuels intervenant dans la chaîne de traitement des données bioclimatologies.

III-6- Critique visuel des données disponibles

Tout d'abord, on a focalisé notre étude sur les pluies annuelles et saisonnières afin de pouvoir savoir l'existence ou non des changements pluviométriques au cours de toutes périodes d'étude. L'examen visuel des pluies mensuelles pour la période 1972-2012 de toutes les stations montrent que quelques séries renferment des lacunes.

III-7- Analyse des données pluviométriques

III-7-1- Choix des stations

Pour diverses raisons, les lacunes insupportables à travers les années et les longues périodes de mesures dans la plupart des données des stations appartenant à ce bassin, on s'est basé sur six stations pluviométriques équivalentes à chaque sous-bassin durant 29 ans d'observation (1972-1973 à 2011-2012) sauf exception la station de H'Madna (1985-2013).

Tableau 01 : Les stations pluviométriques étudiées (Source ANRH 1972-2012).

Bassin	Code sous bassin	Nom de la station
Bas Chélif	012806	Djidouia
	012410	Boukadir Barrage
	012803	H'madna INRA
	012309	Oued Sly
	012201	Larbat Ouled fares
	012219	Chélif ANRH

III-8- Méthodes de comblement des lacunes

Pour les besoins de l'étude et pour une bonne répartition spatiaux temporeux, nous avons procédé au comblement des lacunes, en utilisant le logiciel Hydrolab (version 98.2) qui a été développé par J.P.LABORDE et MOUHOUS Université de Nice, France.

L'objectif de cette tâche est de combler des lacunes dans une matrice de données. Les variables sont comme toujours disposées suivant des colonnes et les observations suivant des lignes. Dans cette matrice de données certaines valeurs absentes seront remplacées par un texte contenant la lettre a (par exemple : "abs ", "Lacune" ; cette approche est basée sur l'analyse des composantes principales. la figure au-dessous déterminer un exemple de calcul.

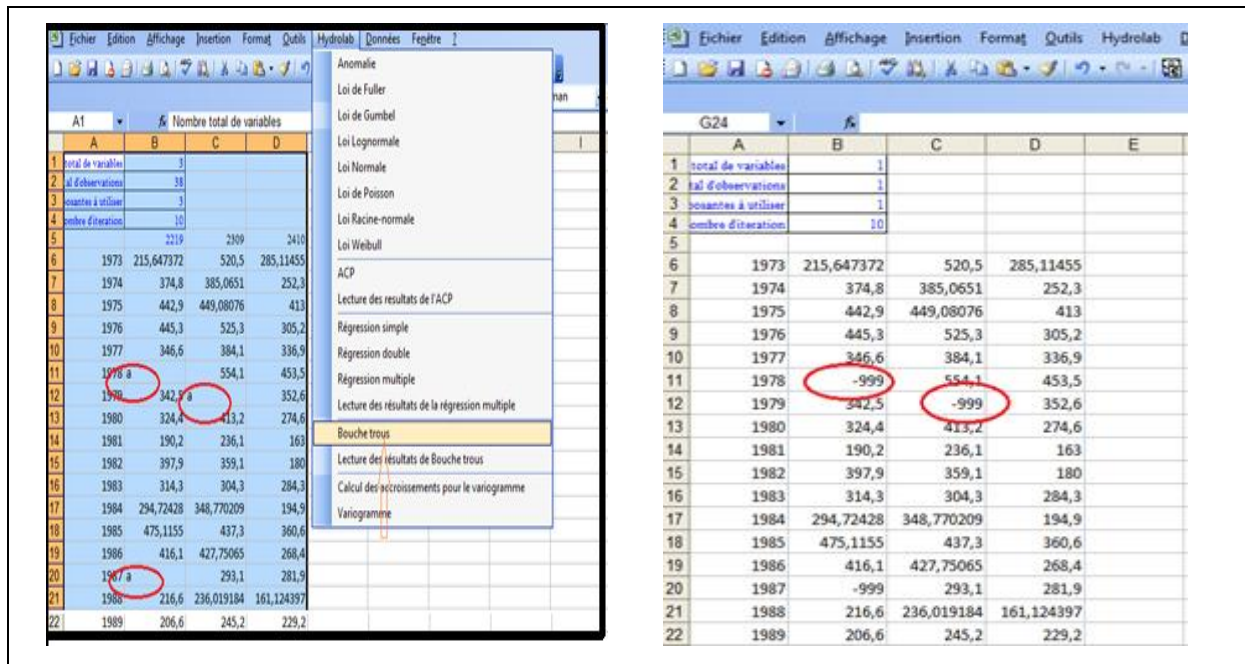


Figure 01 : photo explicatives de calcul des données manquantes par logiciel Hydrolab. 98.2

Dans le tableau original il faut sélectionner la matrice de données à compléter. En premier ligne, on doit trouver les noms des variables et en première colonne, les noms des observations .et illustre une telle sélection de huit variable et douze observations cette plage étant sélectionnée. Vous allez la copier et la coller dans la feuille « Modbt.xlt » qui se trouve dans le répertoire HYDROLAB. Une fois ce collage fait, il vous suffit de compléter les quatre premières lignes du tableau.

III-9- Méthodes de détections de ruptures dans la série chronologiques

Une approche statistique a été réalisée par Khronostat pour nous aider à mieux analyser les précipitations saisonnières et annuelles. L'étude de la stationnarité des séries pluviométriques annuelles, appliquées à chaque série chronologique de chaque station pluviométrique, est un outil d'identification de la variabilité de la pluviométrie du Moyen Chéloff.

Le khronostat est un logiciel d'analyse statistique de séries chronologiques développé par Jean-François Boyer à l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement, Université de Montpellier et l'École des Mines), disponible sur le site internet d'Hydro sciences Montpellier. Ce logiciel, a plusieurs méthodes de détection des ruptures. On a choisi le test

d'Hubert permettant de déterminer des dates de ruptures et les moyennes avant et après les ruptures.

Test d'Hubert (Hubert et al. 1989) : La procédure de segmentation de séries chronologiques est quant à elle appropriée à la recherche de multiples changements de moyenne. Elle fournit au moyen d'un algorithme spécifique une ou plusieurs dates de rupture (éventuellement aucune) qui séparent des segments contigus dont les moyennes.

III-10- 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).

On a choisi Le logiciel MapInfo comme un outil de SIG pour organiser et traiter les données final avant de transformées en d'autres format du fichier (extension). Ensuite, on a travaillé sur logiciel Arc-Gis qui a été choisi pour élaborer les cartes finales. Mais, dans cette points, on a basé sur la représentation ponctuelle seulement pour expliqués bien les facteurs limitant du changement pluviométrique soit à l'échelle annuelle ou saisonnière.

III-11- Evolution des indices climatiques

Plusieurs indices ont été élaborés en combinant généralement des données de précipitations (P) et la Température (T moy, T max et T min), permet d'étudier l'évolution temporelle.

Dans cette partie, nous nous proposons d'étudier l'évolution des indices climatiques qui est basé essentiellement sur les deux paramètres climatiques (la température et la précipitation)

Ils existent des centaines indices bioclimatiques, On va étudier le plus adaptés aux bioclimats méditerranéens à savoir :

-Indice d'aridité de De Martonne

$$I_{DM} = \frac{P}{T+10} \quad (1)$$

-Le quotient pluviométrique d'Emberger « Q₂ »

$$Q_3) \frac{3,43P}{M-m} \quad (2)$$

-L'indice de Moral

$$I_M = \frac{P}{T^2 - 10T + 200} \quad (3)$$

-L'indice de sécheresse estivale d'Emberger « s » (1942)

$$S = \frac{P_e}{M} \quad (4)$$

-Indice continentalité pluvial

$$C = \frac{P_E}{P_H} = \frac{a}{b} \quad (5)$$

-Continentalité thermique

$$K' = \frac{1,7A}{\sin(\zeta + 10 + 9h)} - 14 \quad (6)$$

Chapitre IV
Résultats et Discussion

Introduction

La stationnarité ou le non stationnarité des séries climatiques intéresse beaucoup les utilisateurs de ces dernières dans les différentes applications (hydrologie, agronomie, gestion des ressources hydriques, etc.). La détection d’une ou plusieurs ruptures renseigne sur l’évolution climatique dans la région donnée. Cette rupture peut être considérée comme étant due à un changement des paramètres de la loi de probabilités des variables aléatoires dont les réalisations successives constituent les séries chronologiques étudiées (**Guyot. G, 1997**).

IV-1- Analyse statistique

La statistique est l’ensemble des méthodes scientifiques à partir desquelles On recueille, organise, résume, présente et analyse des données qui permettent de tirer des Conclusions et de prendre des décisions judicieuses.

Dans un sens plus étroit, on emploie le terme statistique pour désigner les données elles même ou des résultats obtenus à partir des données, comme par exemple des moyennes, on parle ainsi des statistiques descriptives.

On a appliqué de logiciel Past sur les séries pluviométriques des stations de la plaine du Bas Chélif et obtenir les résultats suivante :

Tableau 01 : Paramètre statistiques des moyennes annuelles des Précipitation (1972-2012)

Station	H'madna	Oulad Fares	Chélif ANRH	Oued Sly	Djidouia	Boukadir Barrage
Max	471.7	554.1	559.5	453.9	470.3	484
Min	170.21	206.45	165	129.6	161.12	158.92
Moyenne	303.35	364.26	343.48	293.59	295.92	306.65
Médiane	302.8	376.95	343.7	310.63	290.51	305
CV(%)	26.67	24.57	27.75	28.09	26.97	27.23
Ecartype	81.20	89.51	95.32	82.48	79.81	83.53
Variance	6593.63	8012.88	9086.75	6804.51	6370.5	6977.33
Coefficient d'aplatissement	-0.59	-0.49	-0.46	-1.01	-0.49	-0.74
Coefficient d'asymétrie	0.33	0.19	0.12	-0.14	0.26	0.31

On a analysée statistiquement les pluviométries de six stations, selon le tableau 01, la station d’Ouled fares enregistré une moyenne la plus grande dans la plaine du Bas- Chélif, avec une moyenne de 364.26 mm Par contre la station d’Oued Sly enregistré la plus faible moyenne de 293.59 mm Mais de point du vue générale ; toutes les stations enregistrés une homogénéité stationnaire de la pluviométrie avec une faible de coefficient de de variation entre 24.57 et

28.09. Les deux coefficients d'aplatissement et d'asymétrie montrés que la distribution est très proche à la loi normale.

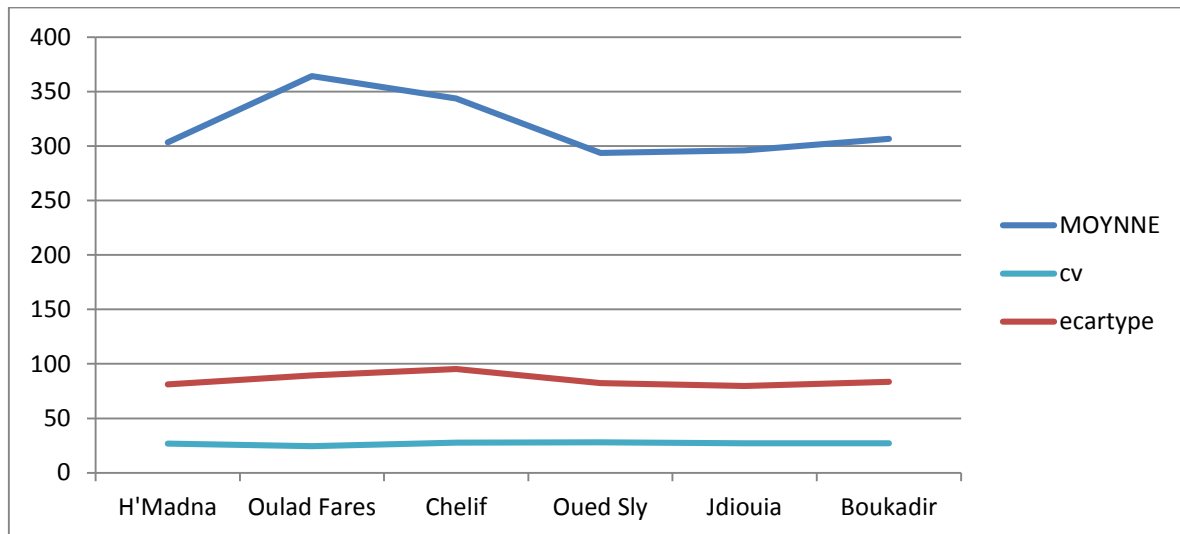


Figure 01 : La variation spatiale des moyennes annuelles de précipitations dans la plaine du Bas - Chélif.

La figure 01, confirmée que les moyennes des précipitations annuelles sont plus proches pour toutes les stations étudiées, donc, la zone du Bas -Chélif caractérisée par une régularité stable à échelle annuelle. Sauf la station d'Ouled farés qui représenté une moyenne plus élevé par rapport les autres stations.

IV- 2- Les précipitations moyennes annuelles

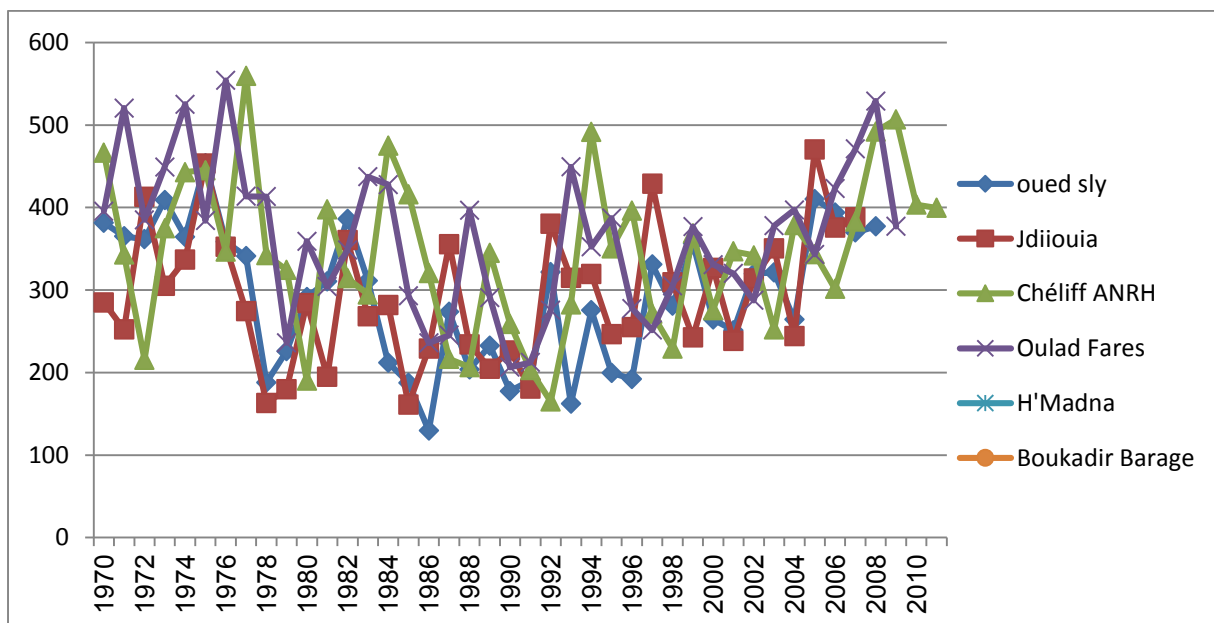


Figure 02 : Variation de la pluviométrie annuelle de six stations pluviométriques de La plaine du Bas- Chélif (1971/1972-2011/2012).

La figure 02, citée au-dessus montre que les variations interannuelle des précipitations dans les six stations d'étude de la plaine du Bas Chélif durant la période (1970/1971- 2011/2012) sont plus proches à une moyenne de 317.87 mm Pour la station d'Ouled farés enregistre les moyennes les plus élevé durant la période étudiée, par contre la station d'Oued Sly reste les plus faibles surtout pour l'année 1986 avec une moyenne de moins de 150 mm seulement.

IV-3- Détections de changement pluviométrique annuel

L'application de la méthode d'Hubert est choisie pour détecter les dates de changement du régime pluviométrique pour les six stations météorologiques. Cette méthode définit la rupture de façon général par un changement dans la loi de probabilité d'une série chronologique à un moment donné le plus souvent inconnu (H.LUBES et al. 1994).

-La station Oued Sly

Le tableau02 et la figure03 cité au-dessous, montre les résultats obtenus de test de détection des ruptures appliqué sur la série de la pluviométrie moyenne annuelle, durant la période étudiée, pour l'analyse de la constance ou le changement brutal de la moyenne. Ces résultats montrés une présence de deux ruptures au sein de la station d'Oued Sly (012309), tandis que la première rupture est détectée dans l'année 1980 avec un déficit enregistré de taux 37%. Et la deuxième rupture est enregistrée en 1999 un gain de 28.32%. Donc, cette station est caractérisée par trois régimes pluviométriques ; le premier avec une moyenne de 379.47 mm entre l'année 1973 à 1980,deuxième régime avec une moyenne de 235.42 mm entre 1981 à 1999 et le dernier régime avec une moyenne de 328.45 entre l'année 2000 à 2011.

Tableau 02 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de la Station Oued Sly (1973-2011).

Station	Années de rupture (mm)	Avant rupture (mm)	Après ruptures (mm)	Différence (%)
Oued Sly 012309	1980	379.47.47mm	235.42mm	-37.96%
	1999	235.42mm	328.45mm	+28.32%

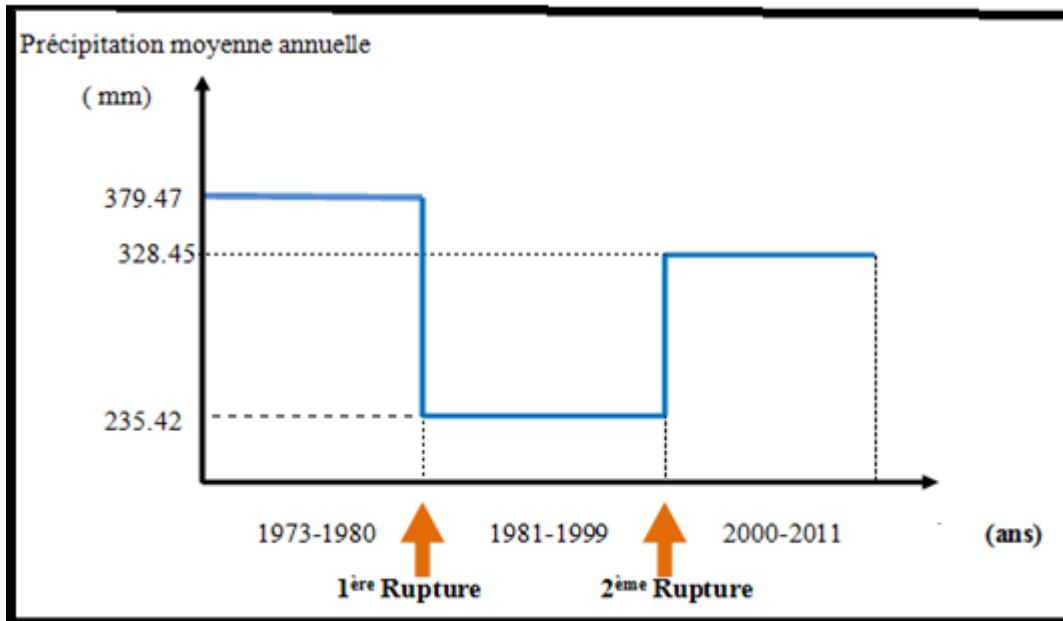


Figure 03 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométriques annuelle de la station d’Oued Sly.

- La station pluviométrique Boukadir bg

Tableau 03 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de la Station de Boukadir Bg (1974-2011).

Station	Années de ruptures (mm)	Avant rupture (mm)	Après ruptures (mm)	Différence (%)
Boukader Bg 012410	1987	341.55mm	256.87mm	-24.79%
	2007	256.87mm	394.88mm	+34.94%

Le tableau03, montre les résultats obtenus de test de détection des ruptures appliqué sur la série de la pluviométrie moyenne annuelle, durant la période d’étude. Ces résultats montrés la présence deux ruptures au sein de la station Boukadir Barrage (012410) tandis que la première est détecté dans l’année 1987 avec un déficit enregistré de taux 24.79% suivi par un gain marqué en 2007 par un taux est de 34.94%.

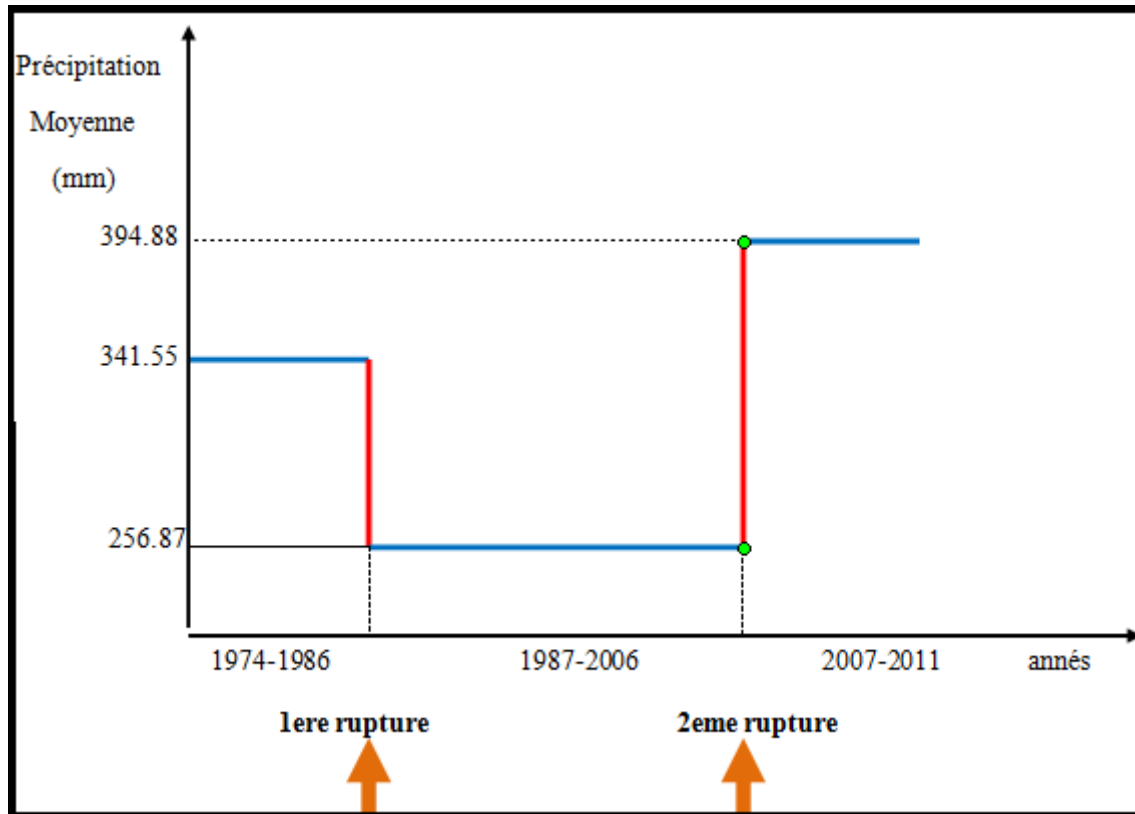


Figure 04 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométriques annuelle de la station Boukadir Bg.

Les trois régimes sont présentés dans la figure 04, le premier est de 1974-1986 avec une moyenne de précipitation annuelle est 341.55mm, la deuxième entre 1986 et 2006 avec une moyenne de 256.87mm, la troisième période est de 2007 à 2011 où la moyenne de précipitation atteint de 394.88mm.

- La station Larbat Oulad Fares 012201

Tableau 04 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de Station d'Oulad Fars (1972-2011).

Station	Années de ruptures (mm)	Avant rupture (mm)	Après ruptures (mm)	Différence (%)
Oulad fares 012201	1981	448.96mm	223.23mm	-28.00%
	2008	323.23mm	450.12mm	+28.19%

L'application du test d'Hubert sur les données pluviométriques annuel. Suivant Le tableau 04, montre une présence de deux ruptures au sein de la station d'Oulad Fares (012201), tandis que la première rupture est détectée dans l'année 1981 avec un déficit enregistré de taux 28%. Et la deuxième rupture est enregistrée en 2008, avec un gain de 28.32%.

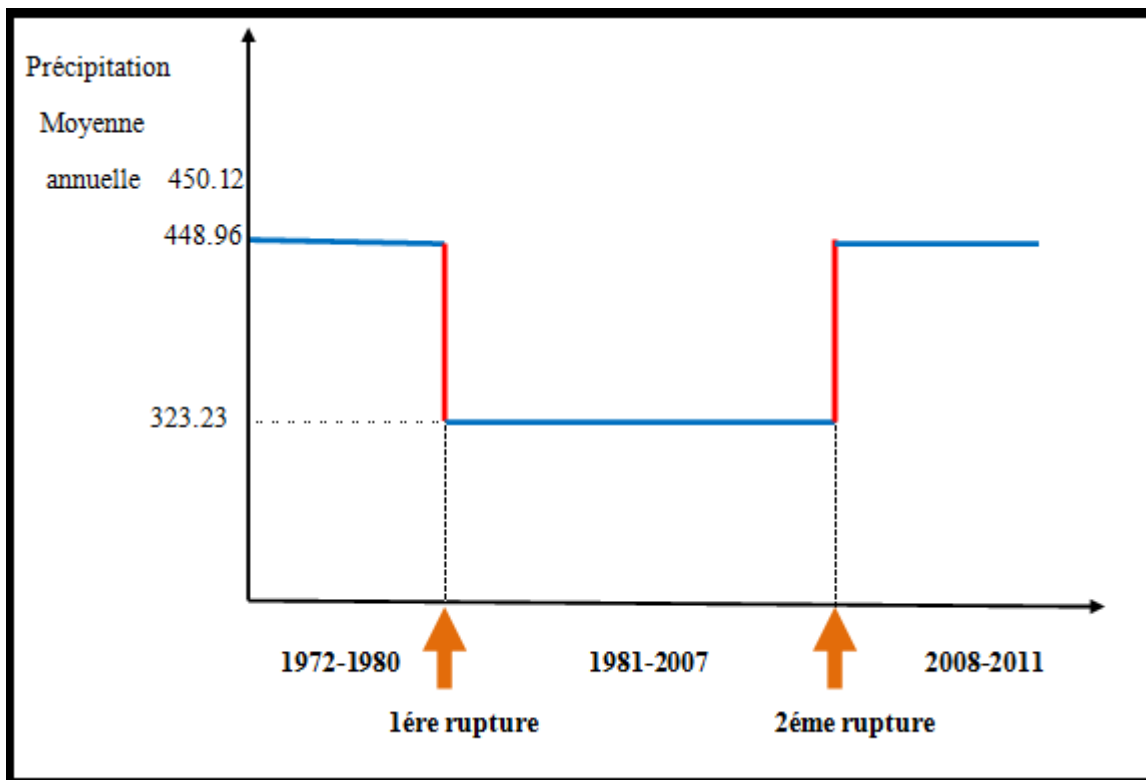


Figure 05 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométriques annuel de la station d’Oulad Fares.

La figure05, présenter les trois régimes pluviométriques durant la période d’étude au sein de la station d’Oulad Farés.

La première période entre 1972 et 1980 avec une moyenne de précipitation enregistrer de 448.96 mm, en 1981 a connu un changement du régime pluviométrique où la moyenne de précipitation diminue aux 323.23mm aux cours d’une période de 1981 -2007.

La troisième période de 2007 à 2011 la moyenne de précipitation augmente de 450.12 mm marquant la moyenne la plus élevée enregistrer dans la station de la plaine.

- la station de Djidouia (012806)

Tableau 05 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de Station de Djidouia (1972-2012).

La station	Année de rupture (mm)	Avant de rupture (mm)	Après rupture mm	Différence (%)
Djidouia 012806	1980	342.65mm	240mm	-29.95%
	1995	240mm	327.9mm	+26.8%

Dans le tableau 05, il ressort que le test Hubert appliqués montre présence de deux ruptures au sein de la station de Djidouia (012806), tandis que la première est détectée dans l'année 1980 et marquer un déficit d'un taux 29.95% .la deuxième est détectée au sein de l'année 1995 avec un gain estimé de 26.28%.

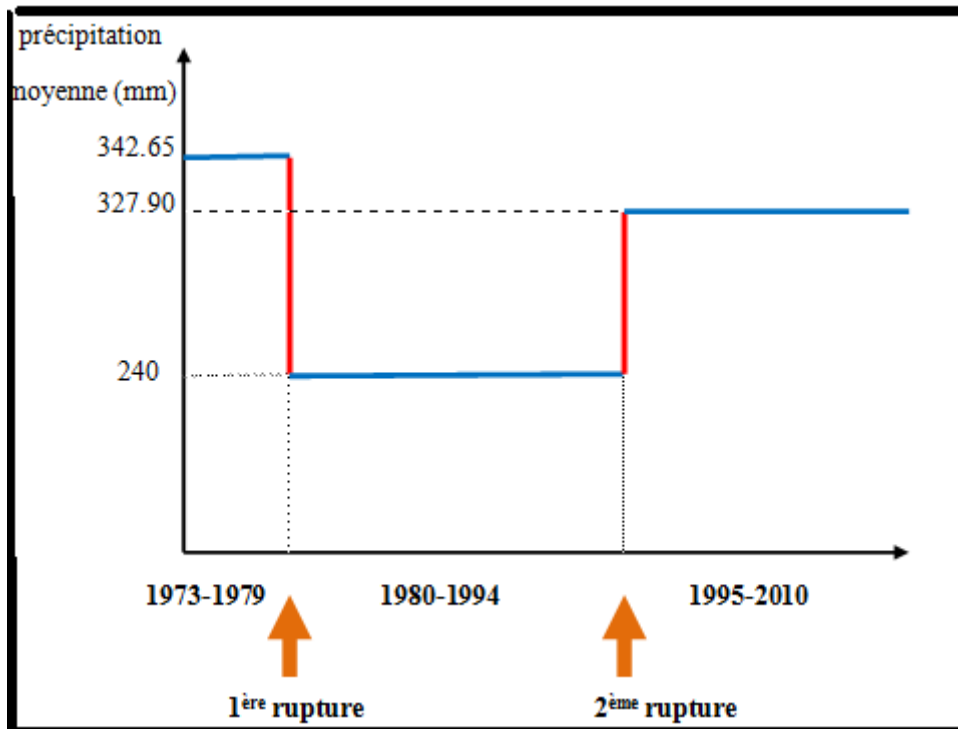


Figure 06 : Graphique représentative des ruptures et des régimes pluviométriques annuelles de La station de Djidouia.

Sur la figure06 ; il y a trois régime pluviométrique au sein de la station de Djidouia

Le premier régime qui est de 1973 -1979 où la moyenne de précipitation est de 342.65mm.

En 1980 le régime pluviométrique a été changé par diminution de moyenne de précipitation qui atteint le 240mm d'une période de 1980-1994, autre fois la moyenne de précipitation a augmenté en 2005 marqué une valeur de 327.9mm c'est le troisième régime pluviométrique.

-La station Chélif ANRH 012219

Tableau 06 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelle de station de Chélif ANRH (1971-2012).

Station	Années de rupture	Moyenne (mm)
Chélif ANRH	Aucune rupture	344.82mm

Le tableau 06, ressort que le test Hubert appliqué montre l'absence des ruptures au sein de la station de Djidouia aux cours d'une période 1971-2012.

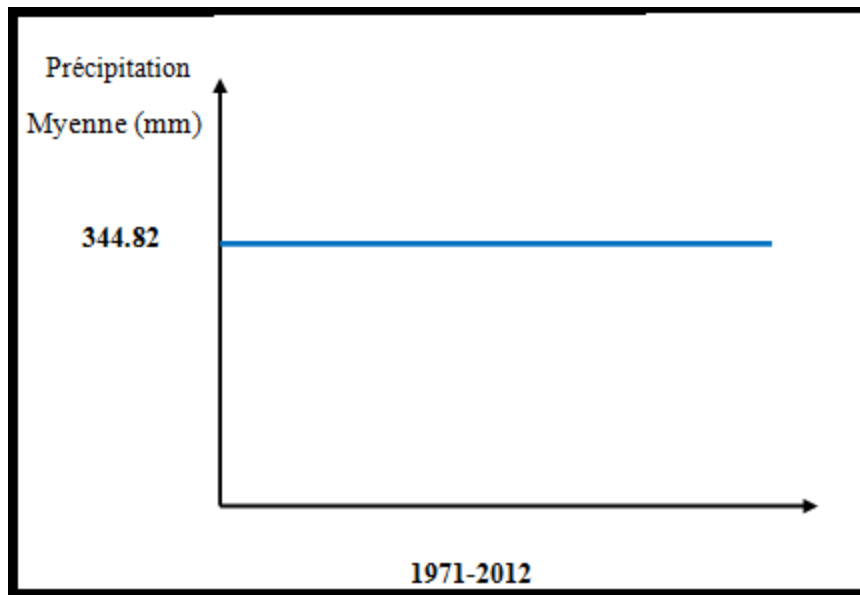


Figure 07 : Graphique représentative des régimes pluviométriques annuels de la station de Chélif ANRH.

La figure 07, montre qu'il y a un seul régime pluviométrique avec une moyenne de précipitation est de 344.82mm d'une période de 1971-2012.

- La station pluviométrique H'madna (INRA) 012803

Tableau 07 : Résultats du test Huber et la différence(%) des moyennes de Précipitations annuelles de la station de H'madna (1985-2013).

Station	Années de rupture	Moyenne
012803	Aucune rupture	303.35mm

Le tableau 07, ressort que le test (Hubert) appliqué montre l'absence des ruptures au sein de la station de H'madna aux cours de la période 1985-2013.

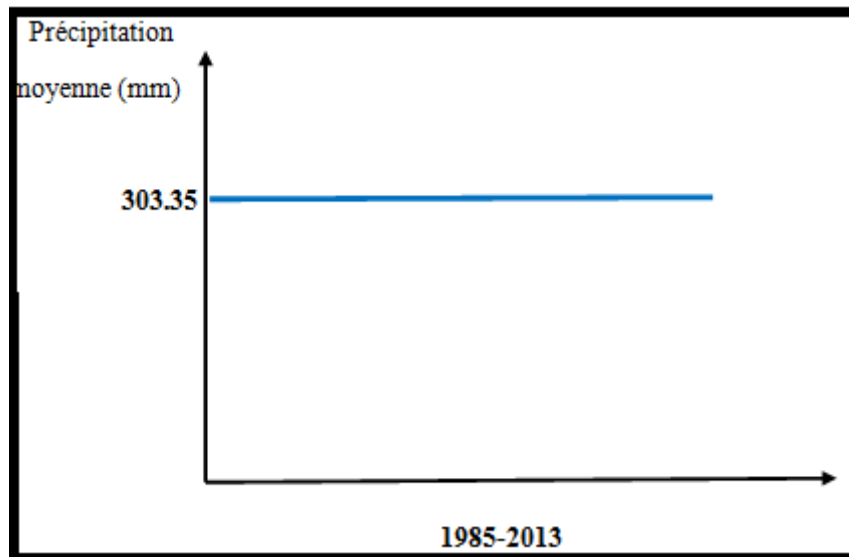


Figure 08 : Graphique représentative de régime pluviométrique annuelle de la station de H'madna.

La figure 08 ; présenter le régime pluviométrique au sein de station de H'madna été enregistré un régime stationnaire aux cours de la période 1985 – 2013.

IV-3-1- Présentation cartographique de régime pluviométrique annuelle de bas Chélif

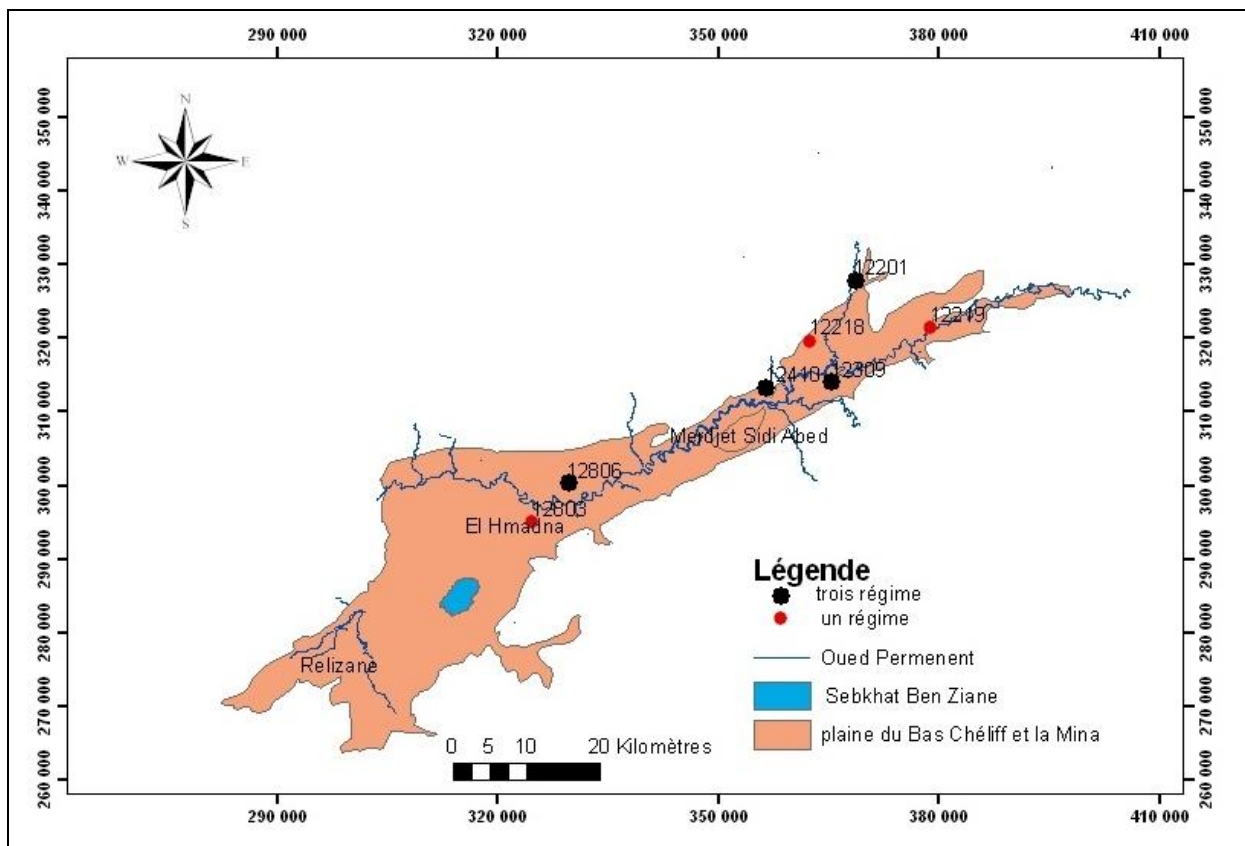


Figure 09 : Représentation cartographique de changement des régimes pluviométriques annuels dans la plaine du Bas Chélif.

A partir de la figure 09, les stations qui sont localisées proche des oueds et avec un taux de couvert végétal plus élevés caractérisés par trois régime pluviométrique défèrent durant la période étudiée. Par contre les régions Ouest et une partie de la région d'est caractérisé par un régime pluviométrique annuel stable. Ces résultats confirment les travaux qui sont réalisé dans ce bassin versant que le changement du régime pluviométrique annuel est plus marqué dans les régions connue par un micro climat.

IV-4- Détections de changement pluviométriques saisonnier

-En hiver

L'application du test d'Hubert montré que tous les stations de la plaine du Bas-Chélif caractérisés par un régime pluviométrique stable. Sauf la station d'ouled farés caractérisé par deux régimes pluviométrique saisonnière. Selon la figure10 Le premier enregistré une moyenne de 186.74 mm entre l'année 1972 à 1987 et le deuxième avec une moyenne de 133.31 mm entre 1988 à 2012. Le taux de déficit entre ces deux régimes est de 28.61%

Tableau 08 : Résultats du test Hubert et la différence(%) des moyennes de Précipitations hivernal de la station d'ouled fares.

Station	Année rupture	Avant rupture (mm)	Après rupture (mm)	Différence %
Oulad Fares 012201	1987	186.74mm	133.31mm	-28.61%

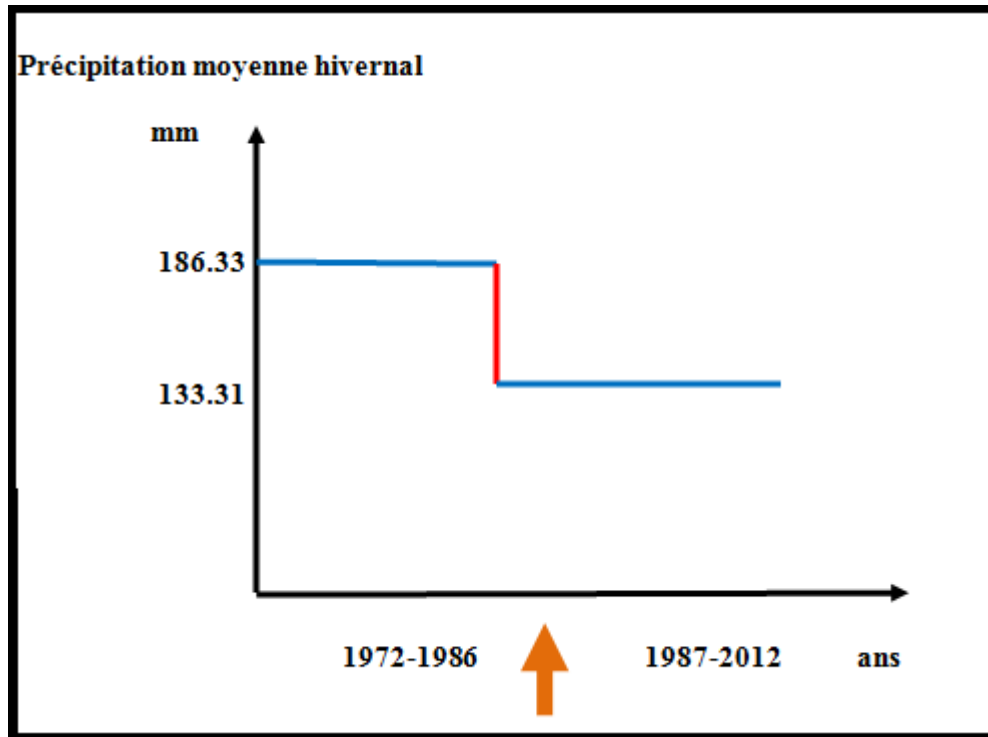


Figure 10 : Présentation graphique de régime pluviométrique hivernal de la station d'

Oulad Fares.

IV-4-1- Présentations cartographique du régime saisonnier hivernal

Selon la carte ci-dessous ; on remarque que la plaine du Bas Chélif caractérisé par un régime pluviométrique hivernal stationnaire avec une moyenne de 118.73, sauf la station d'ouled farés reconnue deux régime pluviométrique, ces changement peut subir à la moyenne interannuel irrégulière, et on peut justifier ces résultats à la distance faible par a rapport à la mer et la densité du couvert végétal. Pour la stationnarité du régime pluviométrique hivernal, on a remarqué que l'amplitude entre les pluviométries maximum et minimum est plus faible par rapport à la moyenne saisonnière, pour cela la variabilité reste stationnaire. Les régions d'ouest caractérisés par un régime hivernal stable et ces résultats confirment que le régime reste en fonction de temps stable pour les terrains plats à couvert végétal herbacés comme la plaine du Bas -Chéloff.

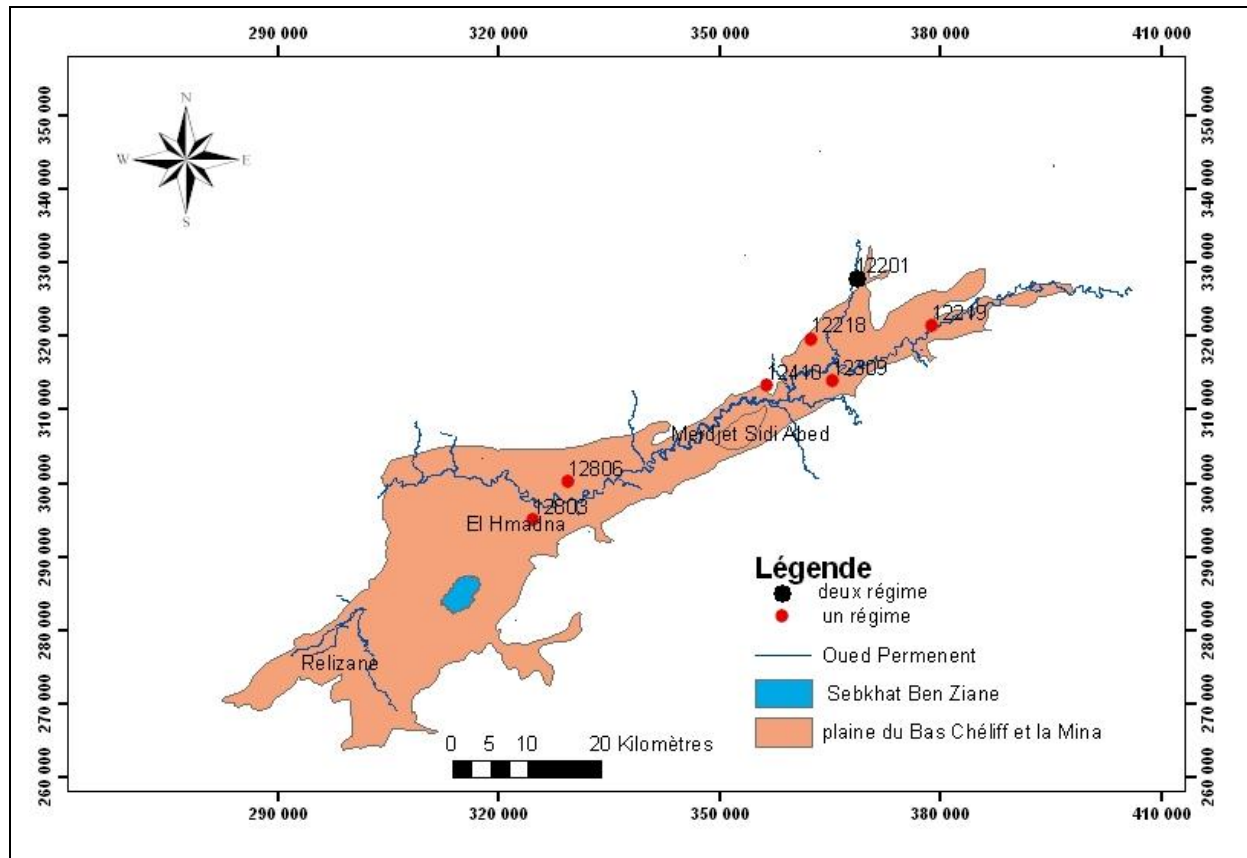


Figure 11 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique hivernal Pour les stations de la plaine.

- L'automne

L'application du test Hubert montré que les séries chronologiques de six stations de la plaine du Bas- Chélif reste stationnaire. La moyenne automnale est de 90.4mm. En même temps, ces résultats confirment que les moyennes de six stations enregistrés des précipitations plus proches à la moyenne automnale.

IV-4-2- Présentation cartographique de régime pluviométrique de la saison automnal

Selon la carte ci-dessous, on remarque que la plaine du Bas Chélif caractérisé par un régime pluviométrique Automnal stationnaire avec une moyenne de 90.4mm. La stationnarité du régime pluviométrique hivernal, on a remarqué que l'amplitude entre les pluviométries maximum et minimum est plus faible par rapport à la moyenne saisonnière, pour cela la variabilité reste stationnaire.

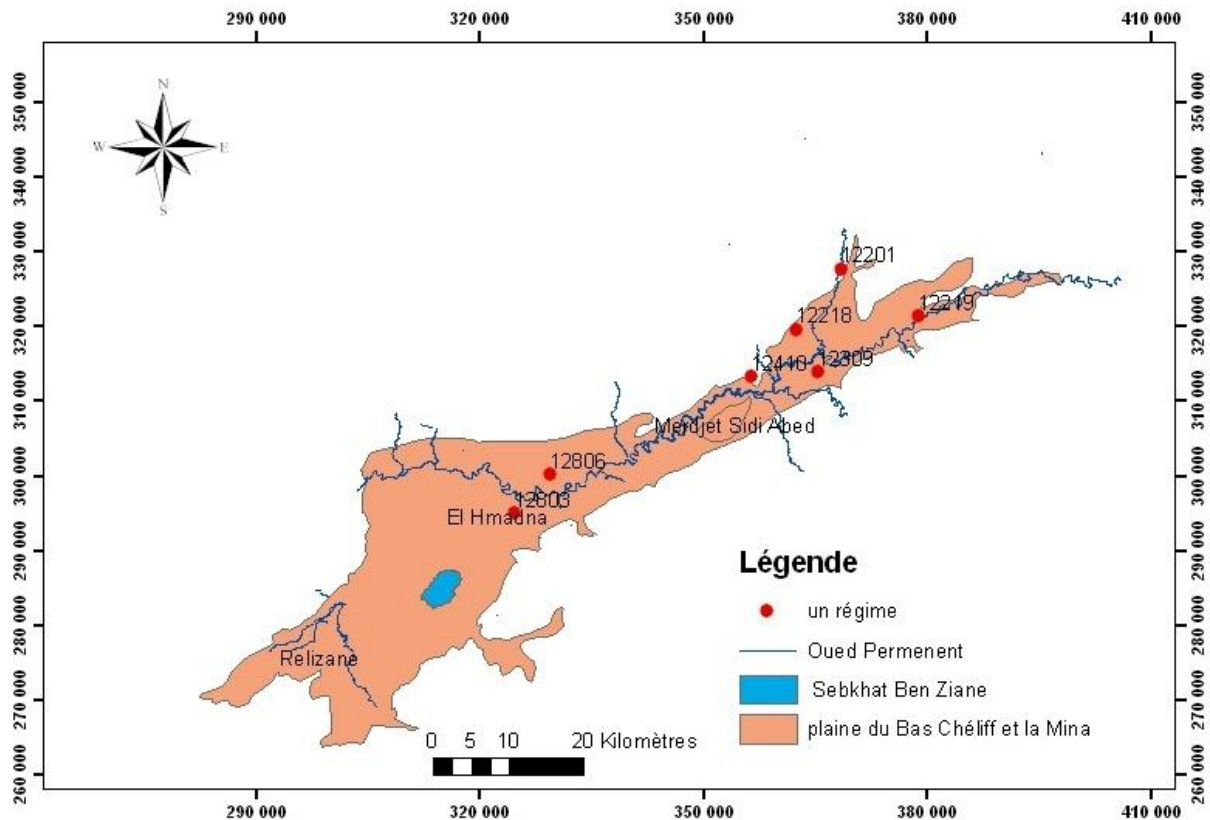


Figure 12 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique saisonnière Automnal.

- Printemps

Tableau 09 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes des précipitations printanière.

Station	Années de ruptures	Avant rupture (mm)	Après ruptures (mm)	différence (%)
Cheliff ANRH 012219	2006	91.99mm	140.30	+84.45%
Oued Sly 012309	1978	149.5mm	76.7mm	-48.69%

D’après le tableau 09, l’application du test Hubert montre au sein des stations Chélif ANRH (012219) et Oued Sly (012309) marqué une rupture durant la saison de printemps,

En 2006 La station de Chélif ANRH est marqué un gain avec un taux de 84.45% par contre la station de Oued Sly est subit en 1978 un déficit d’une 48.69%.

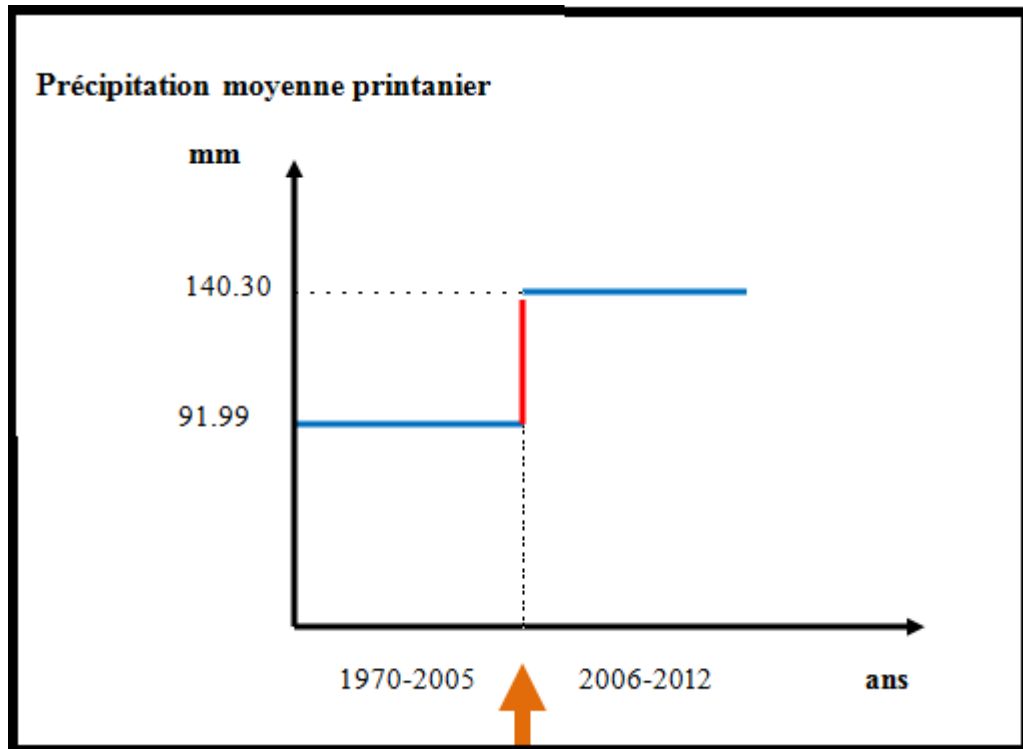


Figure 12 : Présentation graphique du régime pluviométrique printanier dans la station Chéiff ANNRH.

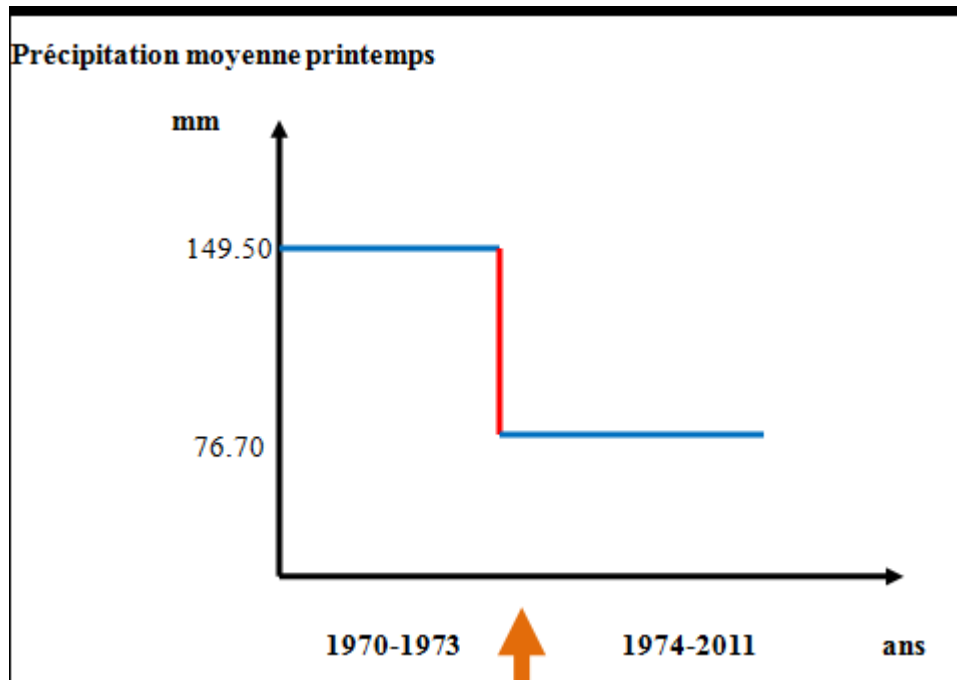


Figure 13 : Présentation graphique du régime pluviométrique printanier dans la station d'Oued Sly.

IV-4-3 -Présentation cartographique de régime pluviométrique de la saison printanière

Selon la carte ci-dessous, on remarque que la plaine du Bas Chélif caractérisé par un régime pluviométrique printanière stationnaire nord et centre de la plaine, par contre la partie Est et les régions les proches à des oueds sont caractérisées par des changements des régimes pluviométriques printaniers, la station d’Oued Sly et Chélif ANRH.

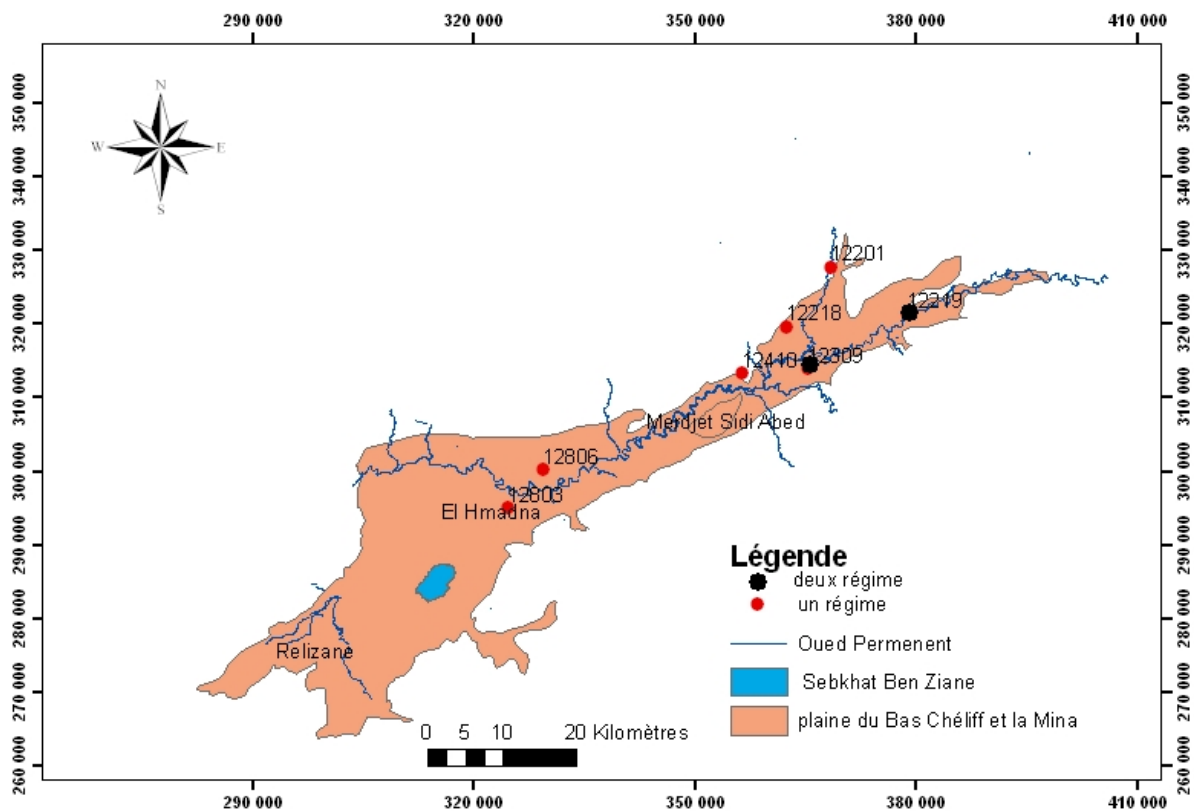


Figure 14 : Présentation cartographique de changement du régime pluviométrique saisonnière printanier.

-L’été

Tableau 10 : Résultats du test Hubert et la différence (%) des moyennes des précipitations estivale de la station de Djidouia.

Station	Années de ruptures	Avant rupture mm	Après rupture mm	Différence (%)
Djidouia 012806	1975	5.50	30.4	+81.9%
	1976	30.4	4.6	-85.6%
	2006	4.6	13.05	+66.6%

L’application du test Hubert, montre d’après le tableau trois ruptures sont enregistrés au niveau de station de Djidouia ; la première année est marqué en 1975 avec un gain de 84.9%

suivi par déficit de 85.6% durant l'année 1976 la troisième année est marquée en 2006 avec un gain est de 66.6%.

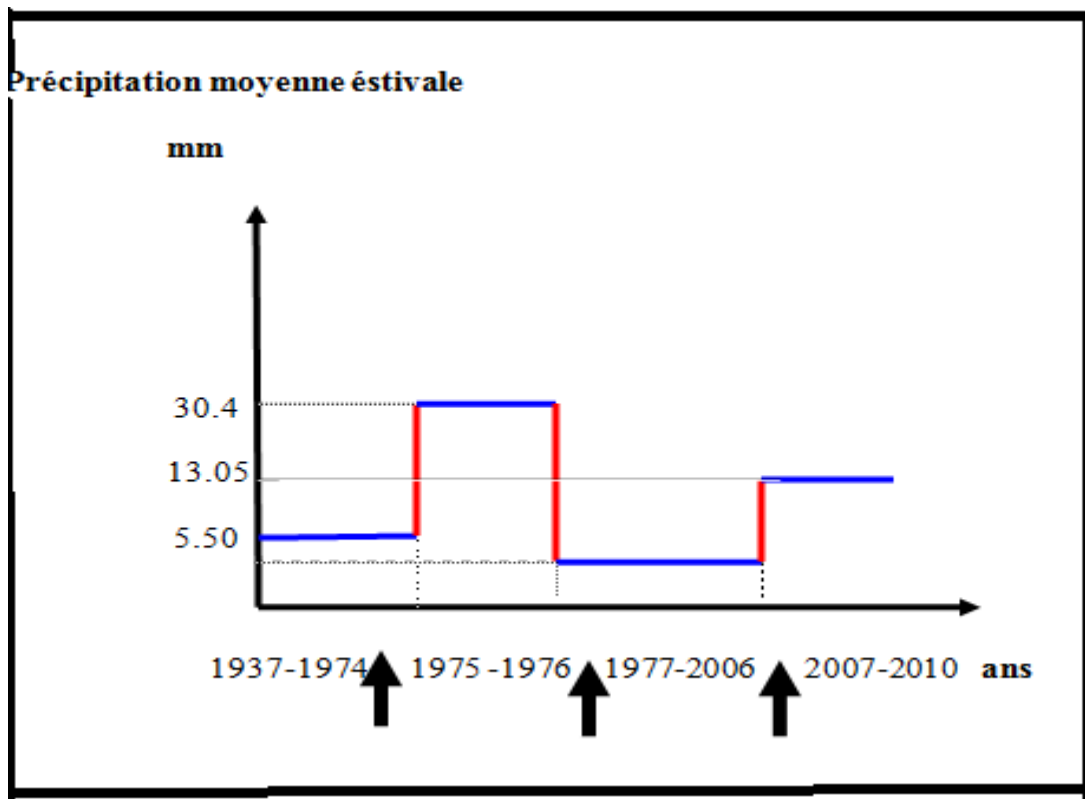


Figure 15 : présentation graphique des ruptures et des régimes pluviométriques estivale dans la station de Djidiouia.

La figure 15, présente les quatre régimes pluviométriques au niveau de la station de Djidiouia ; le premier régime entre 1973- 1974 avec une moyenne de précipitation 5.50mm, le deuxième régime est de 1975 à 1976 d'une moyenne de précipitation atteint d'un taux de 30.4mm, le troisième régime est de 1977 à 2006 où la moyenne de précipitation est 4.6 le dernier est 2006 à 2010 avec une moyenne de 13.05mm.

IV-4-3- Présentation cartographique de régime pluviométrique de la saison estival

La plaine du Bas -Chéiff caractérisé durant La saison estival par la formation des différentes type de précipitation tel que, les précipitations convectives. Pour cela, cette saison reconnue par des moyennes très irrégulière. Application du test Hubert montré que les séries chronologiques de six stations de la plaine du Bas -Chéiff sont plus influencés par le régime non stationnaire pendant la saison estival. Selon la carte citée au-dessous, les stations de la plaine du Bas- Chéiff enregistrés un régime estival stable avec une moyenne de 9.86mm, sauf la Station de Djidiouia qui est marquée les changements du régime pluviométrique.

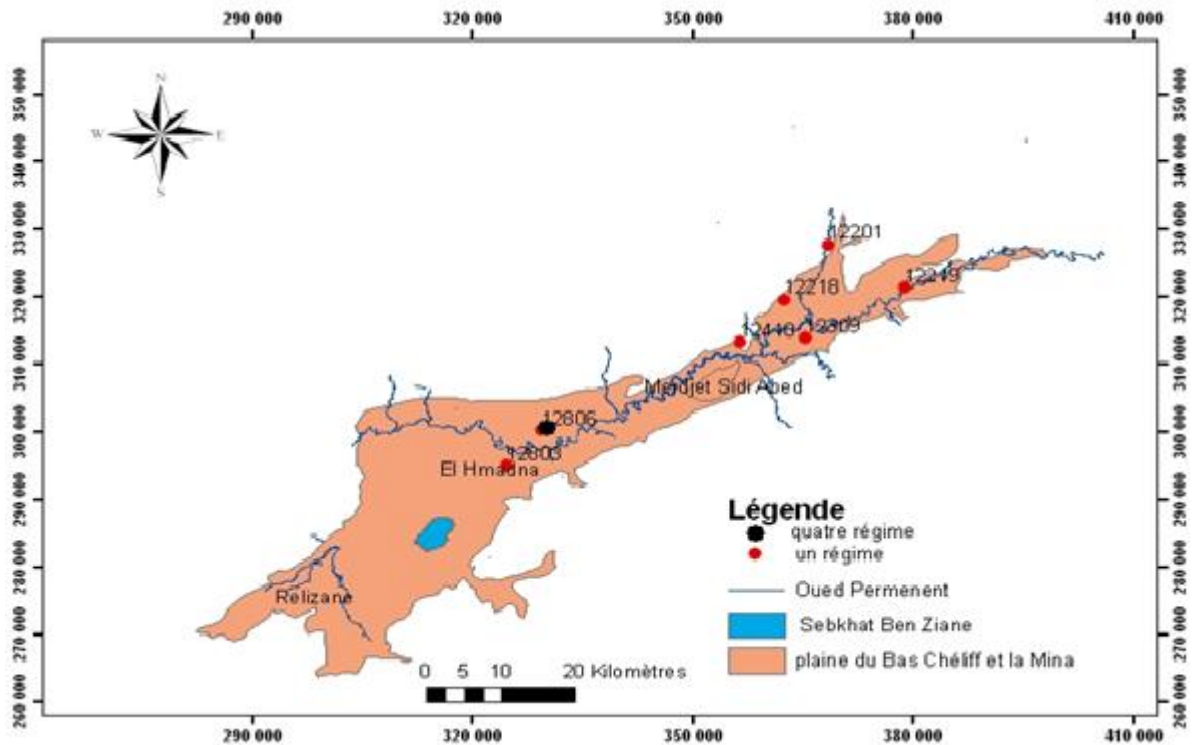


Figure 16 : Présentation cartographique de changement des régimes pluviométriques saisonnière estivale.

IV-5- Etude des indices climatiques sur la station de H'madna

Nous avons choisi cette station comme référence selon la disponibilité des données moyennes mensuelles des températures et des précipitations et la localisation centrale par rapport au centre de la plaine.

-Indice d'aridité de De-Martonne :

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : température moyenne annuelle en (°C)

Avec : P=303.35 mm et T =19.44°C, les résultats trouvées sont :

$$I_{DM} = \frac{303.35}{19.44+10}$$

$$I_{DM} = 10.3$$

Selon la classification de De-Martonne (Tableau 1 Chapitre I), l'indice d'aridité I_{DM} est compris entre 10 et 20, $10 < I_{DM} = 10.3 < 20$.

Donc la plaine du Bas Chélif est caractérisée par un climat semi-aride selon l'indice d'aridité de De-Martonne.

-Indice pluviométrique annuel (indice de Moral)

$$I_M = \frac{P}{T^2 - 10T + 200}$$

$$P = 303.35 \text{ mm}$$

$$T^2 = (19.44)^2 = 377.91 \text{ C}^\circ$$

On calcule :

$$I_M = \frac{(303.35)}{((19.44)^2 - 10(19.44) + 200)}$$

$$I_M = 0,78 \text{ donc } I_M < 1.$$

Selon le (tableau 02 Chap I) de Classification du climat en fonction de la valeur de l'indice de Moral.

La station de H'madna appartient à un climat sec.

Donc la plaine du Bas Chélif appartient à un climat sec.

-Indice climatique d'Emberger**Le quotient pluviothermique d'Ember**

$$Q_3 = \frac{3,43P}{M-m}$$

Avec $M = 31 \text{ C}^\circ$ et $m = 4 \text{ C}^\circ$

$$Q_3 = \frac{3,43 (303.35)}{31-4}$$

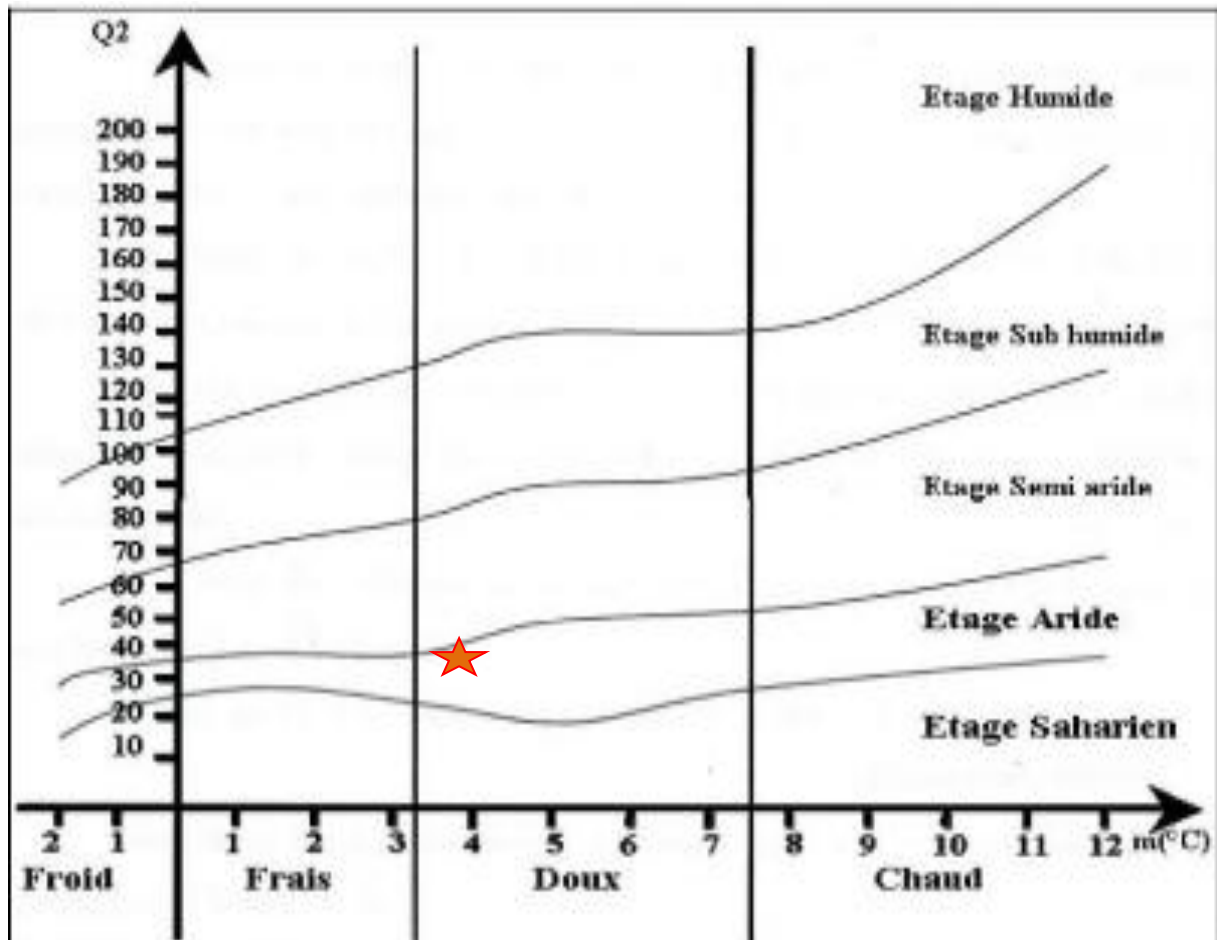
$$Q_3 = 38.53$$

On aura $45 < Q_2 < 70$

Selon le tableau 03(ChapI) ,correspondances entre les étages bioclimatiques , Q_2 et les précipitations d'après Le Houerou et al (1975)..

Avec un $m=4$ et $Q_2= 38.53$.

La station H'madna est caractérisée par une étage bioclimatiques Aride et un hiver doux.



★
La station H'madna

Figure 17 : Etage bioclimatique de H'madna selon climagramme d'EMBERGER

La figure 17 représente le climagramme d'EMBERGER qui montre l'étage bioclimatique de la station de H'madna, avec une moyenne de Température minimal de mois le plus froid est de 4°C et Quotient pluviométrique est 38.53 ; la station de H'madna située à une étage aride donc la plaine du Bas Chélif est caractérisée par étage bioclimatique aride.

Indice de la sécheresse estival d'Emberger(1942)

$$S = \frac{P_e}{M}$$

Pour $P_e = 8.52 \text{ mm}$

$M = 28.47 \text{ C}$

On applique:

$$S = \frac{8.52}{28.47}$$

$$S = 0.29$$

S inférieures à 5 ce qui confirme la méditerranéité de la station de H'madna.

-Indice Ombrothermique de Gausсен en 1952 (Saison sèche)

Nous avons représentées sur un même graphique des températures moyennes et des précipitations mensuelles avec en abscisse les mois, permet d'obtenir le diagramme Ombrothermique qui mettent immédiatement en évidence les périodes sèches et les périodes pluvieuses (figure18).

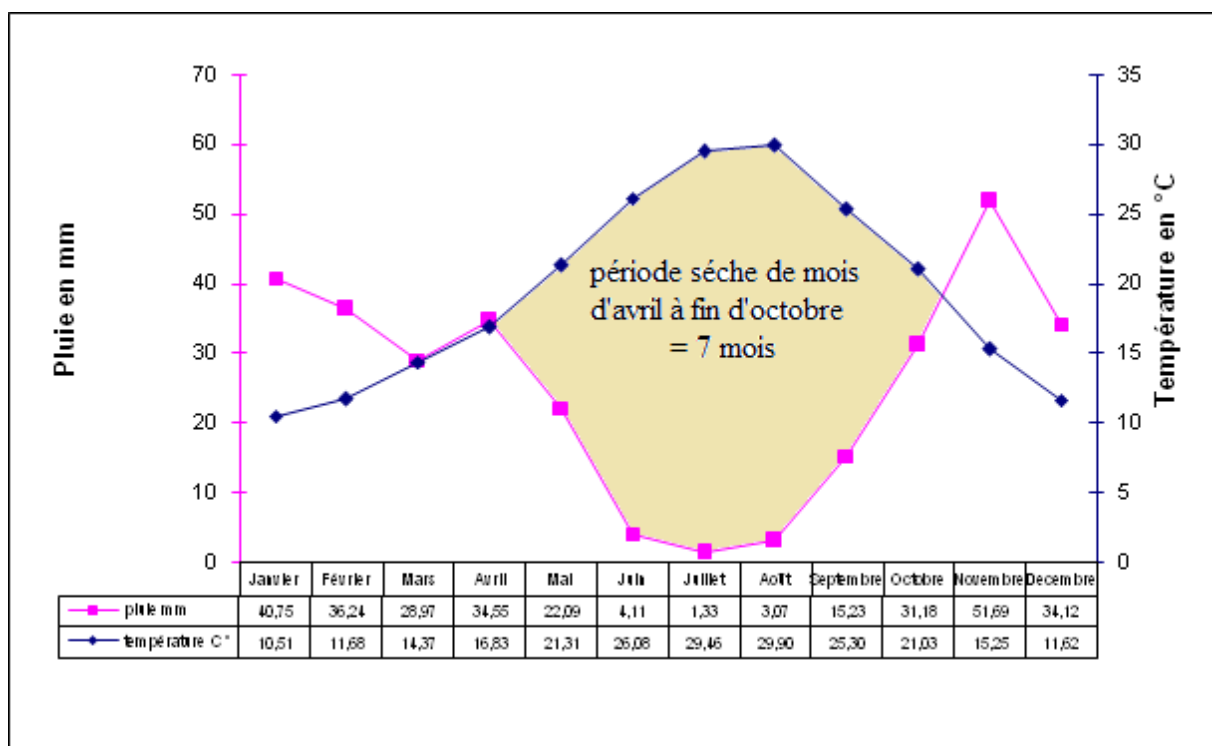


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de station de H'madna.

On constate un allongement de la période sèche de la station de H'madna durant la période d'étude. En effet, la période sèche des années 1985-2013 a débuté vers le mois d'avril et se terminait vers de mois d'Octobre, soit sept mois. Ceci a pour cause principale la diminution des précipitations qu'a connues l'Algérie durant les années 90.

-Continentalité pluviale et thermiques

-Continentalité pluviale « C »

$$C = \frac{P_E - a}{P_H - b}$$

P_E : modèle pluviométrique des six mois à jours longs ou les plus chauds.

P_H : modèle pluviométrique des six mois à jours courts ou les plus froids.

a : mai, juin, juillet, août, septembre et octobre.

b : novembre, décembre, janvier, février, mars, avril

Pour :

$$P_E = 77.01\text{mm}$$

$$P_H = 226.33\text{mm}$$

$$\frac{P_E}{P_H} = \frac{77.01}{226.33}$$

$$C=0.34$$

D'après le résultat obtenu, nous observons que la station de H'madna accuse une valeur inférieure à 1 (0,34) donc notre station appartient au climat méditerranéen.

Cette valeur indique qu'il y a une augmentation des précipitations des six mois à jour courte par rapport les six mois à jour long, ce qui est montre une faible continentalité pluviale.

-Continentalité thermique :

$$K' = \frac{1,7A}{\sin(\zeta + 10 + 9h)} - 14$$

Avec :

$$h = 67\text{m}$$

$$A = (31 - 4) = 27$$

$$\zeta = 36.3$$

Donc:
$$K' = \frac{1,7(27)}{\sin(36.3 + 10 + 9(67))} - 14$$

$$K' = 40.21$$

Selon le tableau 6 (Chapitre I) le résultat obtenu est de $37 < K' < 50$

Donc notre zone d'étude est moyennement contrastée.

Conclusion

Conclusion

Le climat algérien varie de manière contrastée, du type méditerranéen et semi aride dans le nord vers le type désertique dans le Sahara, et les moyennes annuelles des précipitations diminuent de l'est vers l'ouest dans les bassins versants de nord d'Algérie.

Dans ce travail l'étude de la pluie est fondée sur une approche statistique et cartographique, dont l'objectif est d'appréhender les caractéristiques essentielles de la variabilité interannuelle et saisonnières sur une durée de 35 ans (1971/1972-2011/2012). Cette étude est axée sur la plaine du bas Chélif qui se trouve en nord-ouest d'Algérie.

Les variations temporelles des régimes pluviométriques des stations dans la plaine du Bas Chélif sont très hétérogènes aux régions Nord-est. On a expliqué ce changement du régime pluviométrique par l'irrégularité des moyennes des précipitations saisonnières et annuelles à causes des facteurs limitant les plus importants sont : la topographie de la zone, les microclimats créés par le couvert végétal et les surfaces d'eaux.

Par l'application de test d'Hubert, On a détecté en moyenne générale trois changement du régime pluviométriques pour les séries annuelles dans les régions du nord-est, par contre, la région centrale connue un régime stationnaire. A l'échelle saisonnière, on a enregistré des régimes pluviométriques stationnaires pour la saison automnale. La saison hivernal et printanière enregistrées seulement un changement unique pendant la durée d'étude. Par contre la saison estivale, on a enregistré les régimes stationnaires sauf exception une station qui est détecter trois ruptures aux cours de la période d'étude, car il y a une étendue plus grande par rapport le maximum et le minimum de la pluviométrie. La moyenne des précipitations annuelle enregistré de 395 mm pour la plus parts des stations étudiés.

L'analyse des indices climatiques sur la station de H'madna montré que notre zone d'étude caractérisé par un climat méditerranée avec un étage bioclimatiques aride et hiver doux, une période sèche qui début de mois d'avril jusqu'a mois d'Octobre, et une augmentation des précipitations des six mois à jour courte par rapport les six mois à jour long, ce qui est montre une faible continentalité pluviale et moyennement contrasté.

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 pour toutes les stations de la plaine du Bas-Chélif , afin d'étudié tous les indices bioclimatiques reliées en plus avec le couvert végétale.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Aissaoui.A., et Messaoudi.N. ,2014. Caractéristique temporelle de régime pluviométrique De la plaine du Moyen Cheliff.

ANRH, 1972.Monographie (texte). Page 135.

Bagnols, F., Guaussen, H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte production vég. Univ. Toulouse.

Bagnouls, F et Gaussen, H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. Annales de Géographie, 66° année, N." 335 :193-220.

Daget. PH., 1997. Le bioclimat méditerranéen : analyses des formes climatiques par le système d'Emberger. Vegetatio

Daget. PH., 1997. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. Vegetatio 34

David. 1993. Revue génie rural n° 137-25 juin 1995. France.

Didon. E., 1990 : Système d'informations géographiques : Concepts fonctions applications

Djellouli.1981, bioclimatique des hautes plateaux de lasud oranaise wilaya deSaida,Comportement des espèces vis-à-des élémentsurleclimat.Thèse doc 3ème cycle .Uni. Sci. Techno. H.Boumediene. Alger

Douaoui. A., 2005. Variabilité spatiale de la salinité en relation avec certaines caractéristiques des sols de la plaine du Bas-Chéiff. Apport de la géostatistique et de la télédétection. Thèse Doctorat d'état,

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

Emberger, L., 1930. La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gén. Bot., 43 : 641-662 et 705-729.

Emberger, L., 1931 : Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. Compt. Rend. Séances Acad. Sci. 191 : 389-390

Emberger, L., 1936 : Remarque critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines

Emberger, L., 1995 : Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sci. Serv. Bot. Montpellier.

Gaucher G., 1974 : Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés, presses, presses Universitaire de France.

GIEC, 2001. Climate change 2001 : The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Houghton, J., Ding, Y., Griggs, D., Noguer, M., van der Linden, P., and Xiaosu, D., editors, Cambridge, United Kingdom. Cambridge University Press, p944.

Guyot, 1997 Climatologie et l'environnement.)

Halimi, A., 1980. L'Atlas Blideen : climat et étages végétaux. O.P.U, Alger

Hammouda, R, Mataam H., 2003-contribution à l'étude diachronique du climat et du bioclimat de la steppe algérienne. Mémoire d'ingénieur. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.

Hubert, P., Carbonnel, J.P., et Chaouche, A. (1989): Segmentation des séries hydrométéorologiques, Application à des séries de précipitations et de débits de Afrique de l'Ouest.

Hufty., A, 2001. Introduction à la climatologie (le rayonnement et la température l'atmosphère l'eau le climat et l'activité humaine),

I.N.S.I.D., 1997. Caractérisation de l'état actuel de la salinité des terres dans le Bas Chélif.

II.N.S.I.D., 1998. Projet pilote de la caractérisation de l'état actuel de la salinité du Bas

Laurini., Millerte-Raffort ; 1993. Représentation de la variabilité spatiale et temporelle des données

Le Houerou, H.N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides au Nord de l'Afrique. Diversité biologiques, développement durable et désertification, Options méditerranéennes, sér. B : recherche et études

Le Houerou H.N., 1959,-Recherches Phytosociologique et floristique sur la végétation de la Tunisie

McDonald, BNEDER (Bureau National d'Etude pour le Développement Rural), 1990. Etude de l'avant-projet détaillé des extensions de Guerouaou et de Sebkhate Benziane et du réaménagement du Bas Chélif.

Meddi, H., et Meddi, M., (2007) : Variabilité spatiale et temporelle des précipitations du Nord-Ouest de l'Algérie, Geographia Technica n°2

- **Mokhtari Djamel Eddine (2009).** Apport de la télédétection dans l'évolution de la dégradation des états de surface en milieu salin (Le Bas-Chélif).

Morel., M, 1999. Acquisition et constitution d'une information hydrologique de Base, Edition H.G.A, Bucarest.

Puissant A., Weber C., 2001. The use of image in geographical information market: results of an inquiry on the needs of end-users in urban studies. Laboratoire image et ville, UP Strasbourg, doc.

Rata, M., (2010) variabilité spatio-temporelle de la salinité dans la plaine de Bas Cheliff, thèse du Magister, université Hassiba Ben Boualeli – Cheliff

Roche., M, 1963. Hydrologie de surface, Edition Gauthier-Villars, Paris.

Sanchez-Diesma., R, Zawadski., I, Semper-Torres., D, 1970. Identification of the bright band through the analysis of volumetric radar data, Journal of the Atmospheric Sciences 27, PP 299-307.

Seltzer, P., 1946. Le climat de l'Algérie. Alger. Carbonel. 1946 ;

Weger, G., 1999 : Cartographie : Introduction p 18.

Yacono, X., 1955. Colonisation des plaines du Chélif (de Lavignerie au confluent de la Mina).

Annexe

Les précipitations moyennes saisonnières

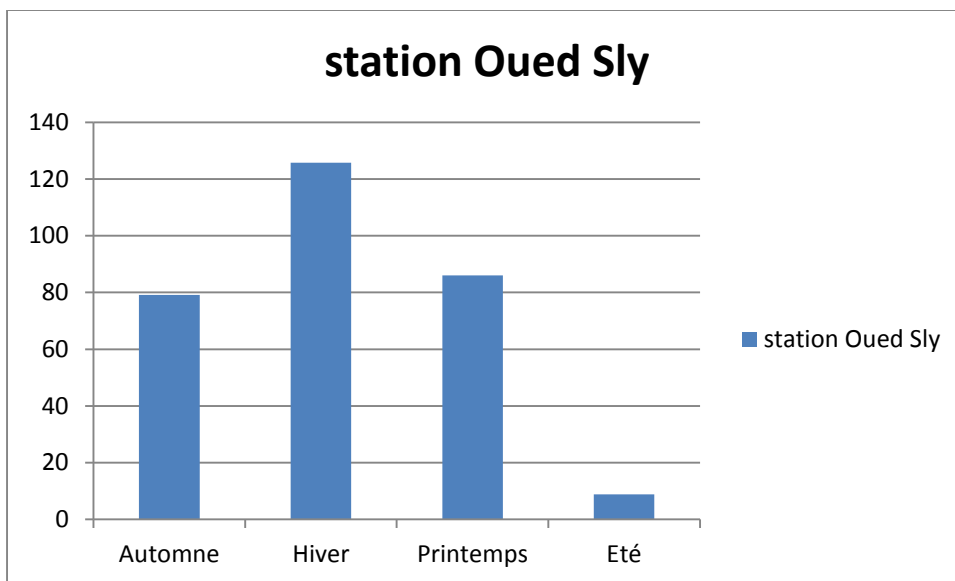


Figure 01 : histogramme représentatif les précipitations moyenne saisonnière de la station de Oued Sly

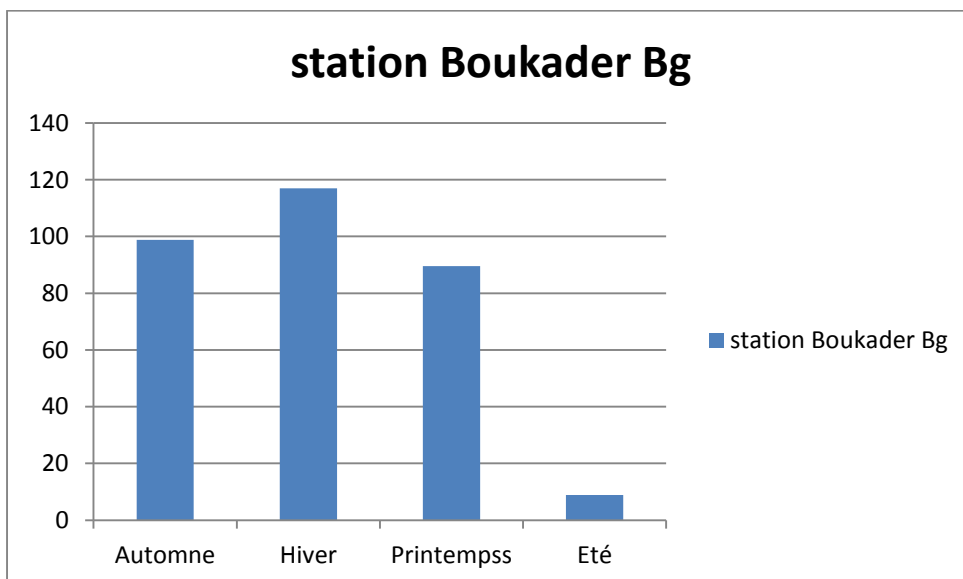


Figure 02 : histogramme représentatif les précipitations moyenne saisonnière de la station de Boukader Bg.

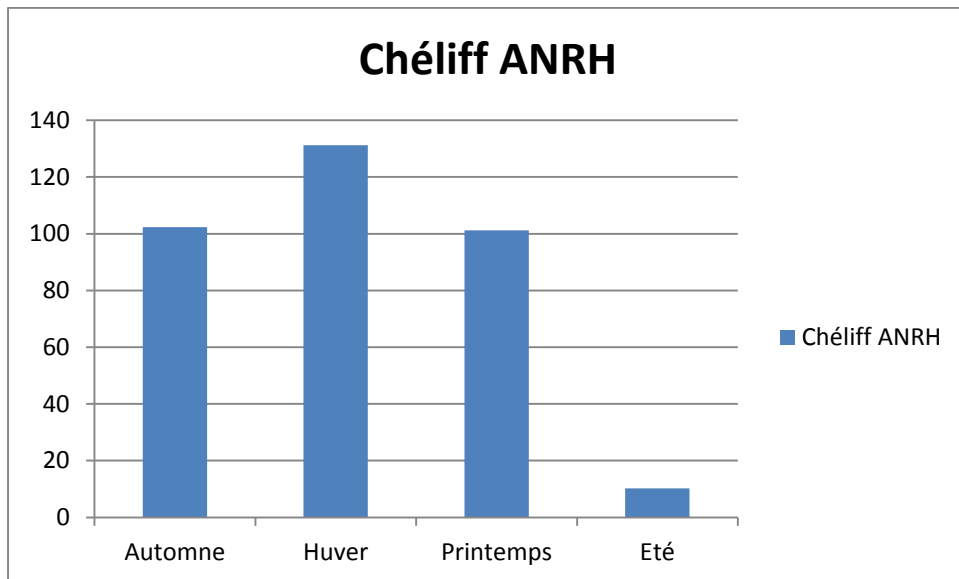


Figure 03 : histogramme représentatif les précipitations moyenne saisonnière de la station de Chélif ANRH.

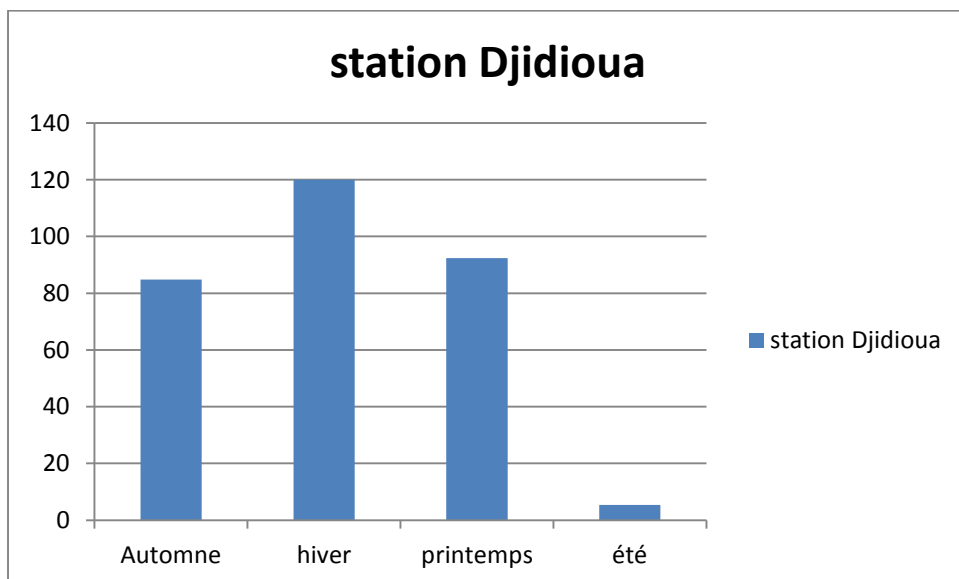


Figure 04 : histogramme représentatif les précipitations moyenne saisonnière de la station de Djidouia.

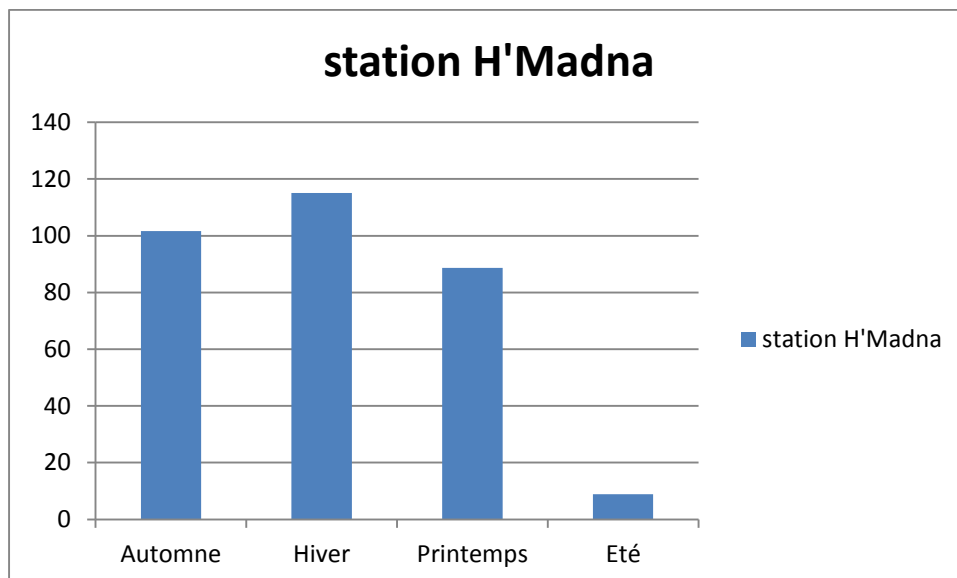


Figure 05 : histogramme représentatif les précipitations moyenne saisonnière de la station de H'madna.

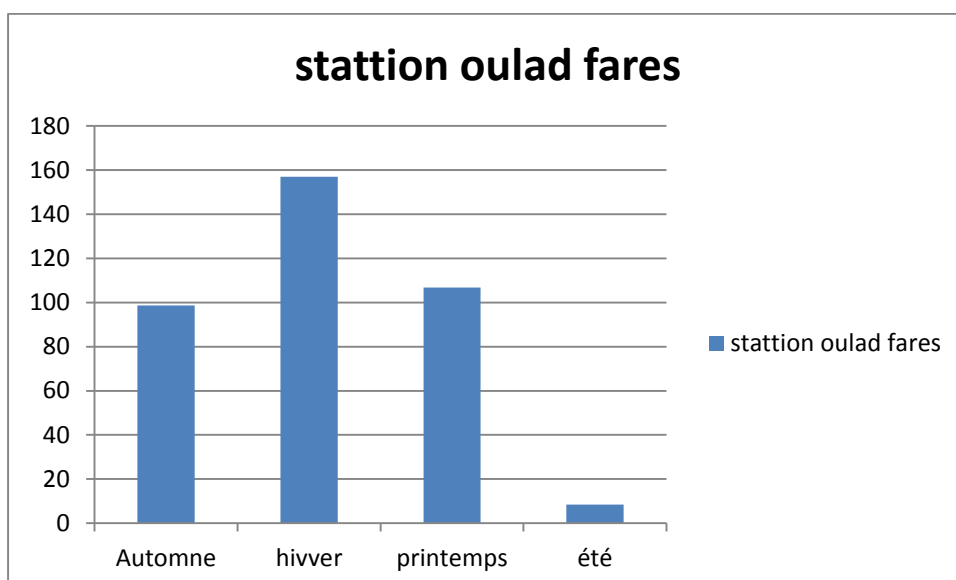
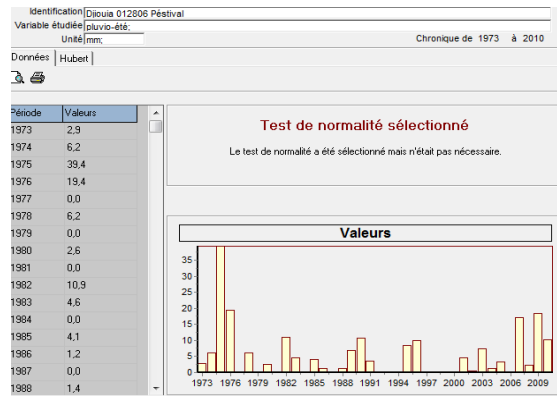
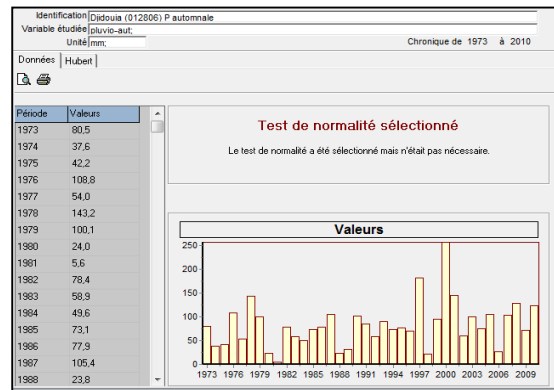
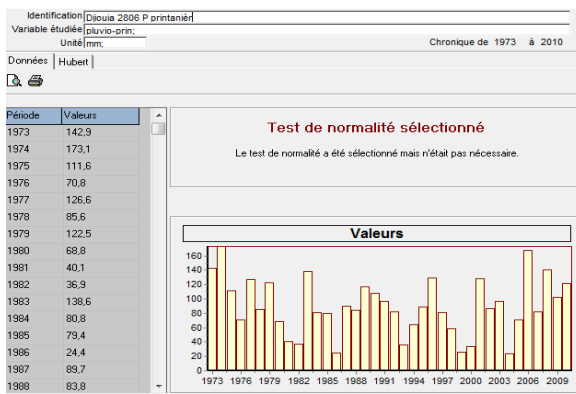
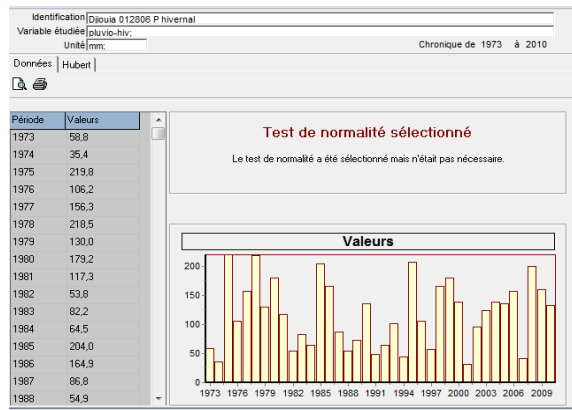
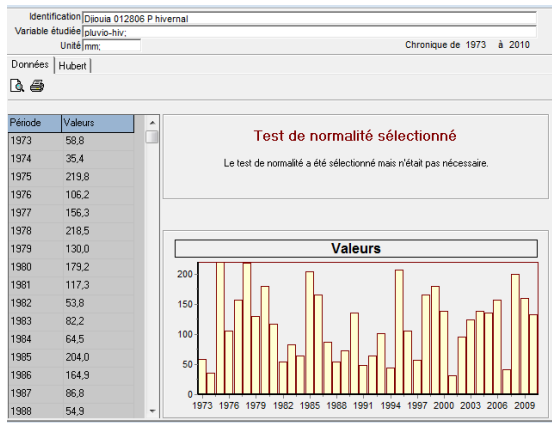
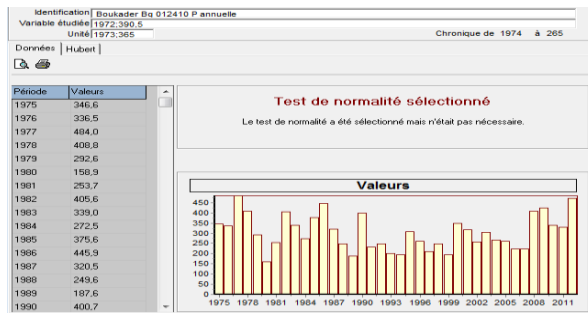
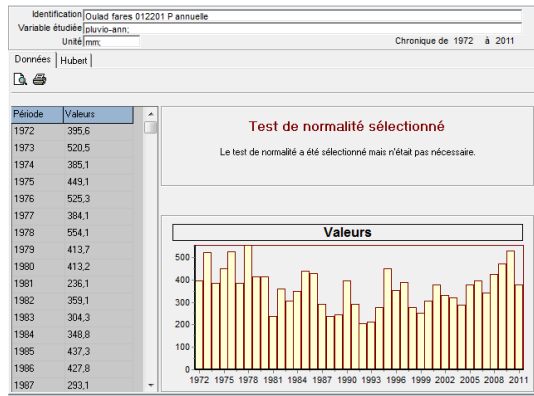
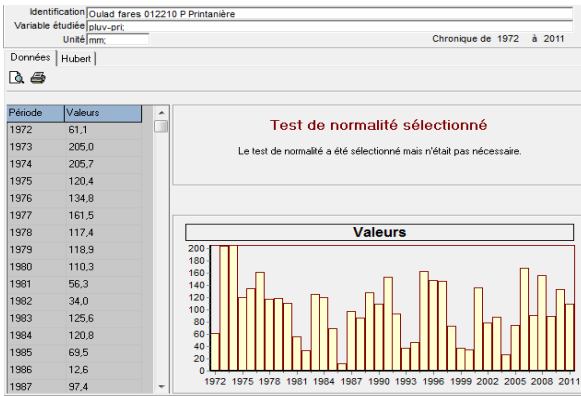
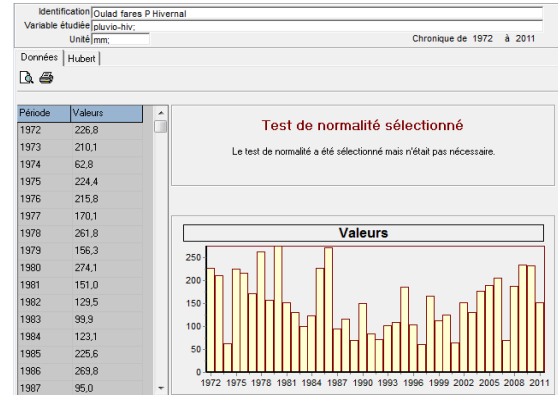
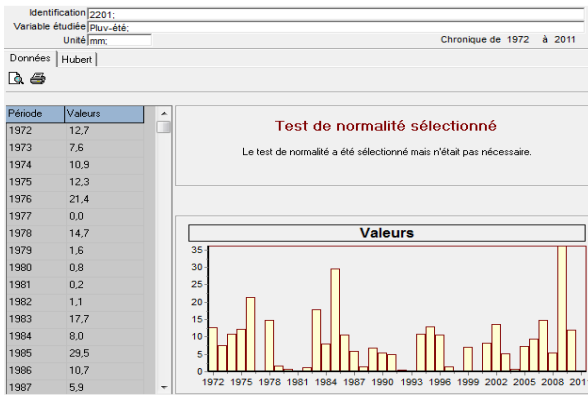


Figure 06 : histogramme représentatif les précipitation moyenne saisonnière de la station de Oulad fares.

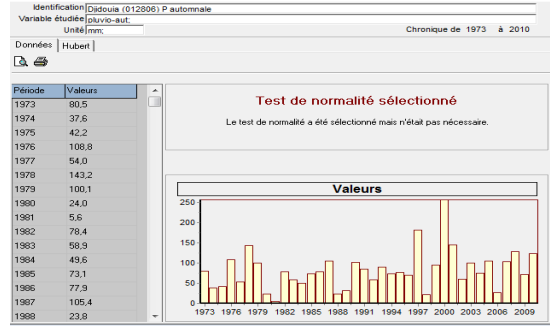
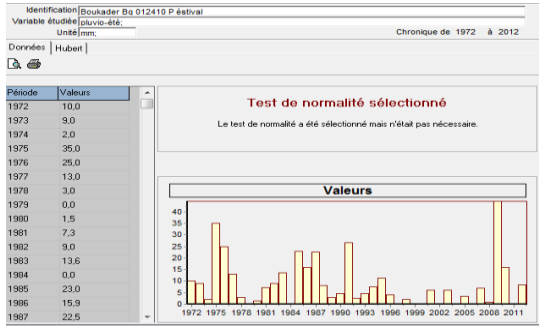
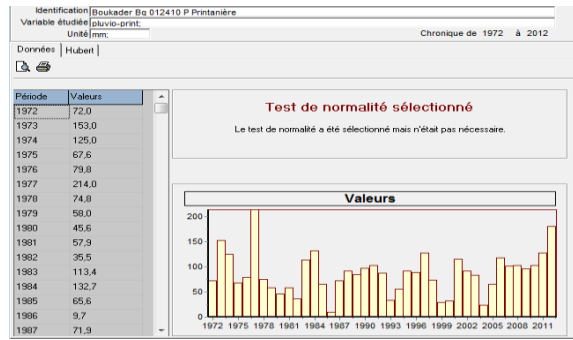
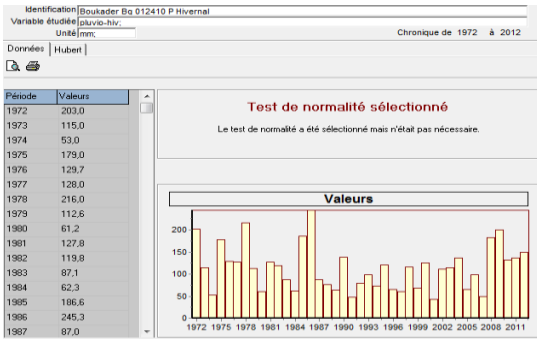
Station de Djidouia



Régime pluviométrique annuelle et saisonnière de la station de Djidouia.



Régime pluviométrique annuelle et saisonnière dans la station d'Oulad fares.



Régime pluviométrique de La station pluviométrique Boukadir Bg

