

Etude De La Variabilité Des Précipitations Annuelles De Bassin Versant Du Chélif Dans Le Cadre Du Changement Climatique

Mohamed Rata¹, Abdelkader Sadeuk Bebnabes¹, Yacine Rata³, Hadj Djillali Djillali¹, Abdelkader Douaoui²
*1*Département d'écologie et environnement. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Laboratoire de la Production Agricole et
Valorisation Durable des Ressources Naturelles Algérie.
*2*Centre universitaire Morsli Abdallah de Tipaza, laboratoire gestion et valorisation des écosystèmes agricoles et aquatiques.
*3*Laboratoire de l'Observatoire National de l'Environnement et Développement Durable, Algérie.

Résumé

Le bassin versant du Chélif possède l'un des régimes pluviométriques les plus divers sur le plan spatial dans le Nord-Ouest de l'Algérie. La compréhension de ces régimes est essentielle pour la gestion des ressources hydriques et la détermination des régions les plus vulnérables au changement climatique ainsi le bassin versant du Chélif comporte plusieurs périmètres où l'irrigation est fréquente, ce bassin offre d'importantes potentialités en eau.

Dans ce travail, on a étudié la variabilité interannuelle des séries chronologiques de 30 stations pluviométriques retenue de Bassin versant du Cheliff sur la période 1972-2011 (soit 39 ans) dont on a utilisé des approches statistiques de Pettit et Huber avec le logiciel khronostat. Les résultats obtenus montrent qu'il y a des changements du régime pluviométrique à l'échelle annuelle plus remarqué à la fin des années soixante-dix et quatre-vingt (1978 à 1983), cette période enregistré un déficit de 30.65%. En 2006 la région du bassin versant nord du Chélif connue un changement du régime pluviométrique par l'enregistrement un gain de 20% surtout dans les massifs nord et sud. Par contre, durant les années quatre-vingt dix les massifs nord et sud de notre zone d'étude sont caractérisés par un régime pluviométrique annuel stationnaire et ont enregistré des pluviométries moyennes annuelles fortes.

On a conclu que la tendance négative du régime pluviométrique à échelles annuelle est de Nord-est vers le Sud-ouest. Par contre, les plaines de la moyenne et haut Chélif sont plus sensible au changement du régime pluviométrique annuel.

Mots clés :: salinité, Sine Saloum, facteurs anthropiques, facteurs climatiques, nappe phréatique

Study of the Variability of Annual Precipitation in the Chélif Watershed

In the Context of Climate Change Abstract

The Cheliff watershed presents one of the most spatially diverse rainfall regimes in northwest Algeria. Understanding these regimes is essential for managing water resources and determining which regions are most vulnerable to climate change. The Cheliff watershed includes several areas where irrigation is frequent; this basin offers significant water potential. In this work, we studied the interannual variability of the time series of 30 rainfall stations retained in the Cheliff watershed over the period 1972-2011 (i.e. 39 years) for which we used the statistical approaches of Pettit and Huber with the software khronostat. The results obtained show that there are changes in the rainfall regime on an annual scale, the most marked at the end of the 70s and 80s (1978 to 1983), this period recorded a deficit of 30.65%. In 2006, the region of the northern Chélif watershed experienced a change in the rainfall regime with a gain of 20% recorded, particularly in the northern and southern massifs. On the other hand, during the 1990s, the northern and southern massifs of our study area were characterized by a stationary annual rainfall regime and recorded high average annual rainfall. It was concluded that the negative trend in the rainfall regime on an annual scale is located from the northeast to the southwest. On the other hand, the plains of the middle and upper Chélif are more sensitive to changes in the annual rainfall regime.

Keywords: salinity, Sine Saloum, human factors, climatic factors, groundwater, Senegal

¹ Corresponding author: m.rata@univ-dbkm.dz

INTRODUCTION

Les changements climatiques observés au cours de ces dernières décennies ont entraîné de nombreux bouleversements à l'échelle de la planète avec des conséquences sur l'environnement et le bien être des hommes. Au vu de la nature de son climat, l'Algérie se trouve parmi les pays les plus touchés par ces changements climatiques dont les indicateurs, tels que la température et la pluviométrie, sont facilement décelables. Selon les experts, à l'horizon 2025 l'Algérie connaîtra une réduction des précipitations de l'ordre de 5 à 13% et une augmentation des températures de 0,6 à 1,1°C (nichane m. et al. 2014). C'est en effet ce qui a été confirmé par de nombreuses études effectuées au cours de ces dernières années, parmi lesquelles certaines ont été réalisées dans le bassin versant du chéiff qui constitue la zone de notre investigation (meddi et al ; 2007, amrani ; 2011) L'étude de variabilité annuelle des précipitations est importante pour les projets de développement en agriculture, en aménagement hydraulique, la prévision ou la protection contre les catastrophes écologiques et la préparation des études d'impacts environnementales.

Pour déceler d'éventuels changements dans le régime pluviométrique, nous avons appliqués deux tests statistiques (huber et petitt) sur les séries pluviométriques annuelles enregistrées aux stations retenues (30 stations) dans le nord du bassin versant de la plaine du chéiff pour la période 1972/2011. L'étude sera menée de détection des ruptures des séries chronologiques de pluies par date de rupture et en même montrés les moyennes avant et après de changement du régime pluviométrique.

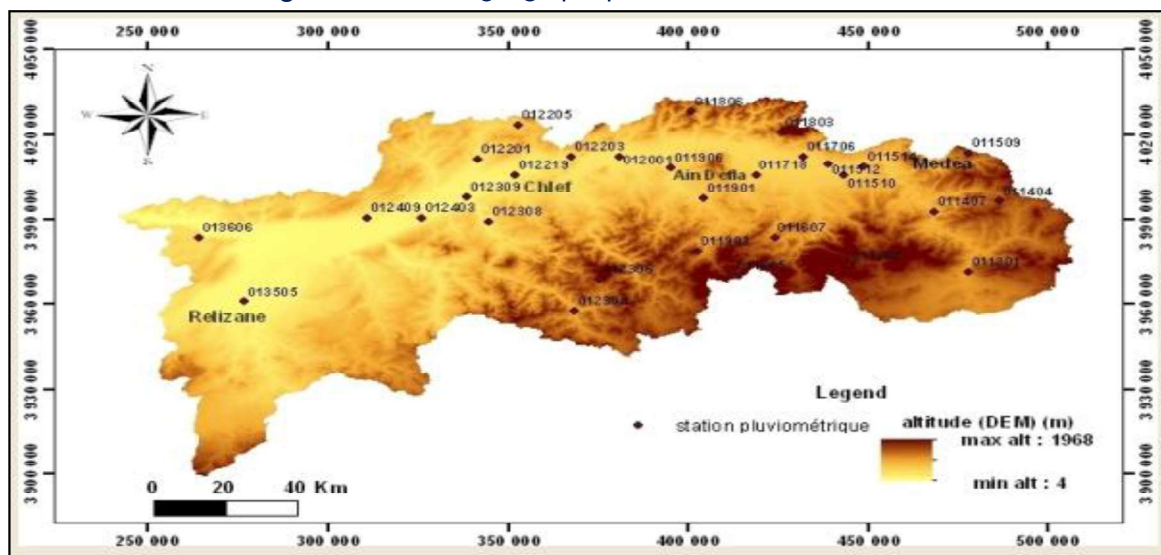
ZONE D'ETUDE

Le bassin versant du chéiff se trouve au nord de l'Algérie dans la région centre ouest. Limité au nord par les crêtes de l'atlas tellien littoral et au sud par l'atlas tellien saharien, il couvre une superficie d'environ 56227 km² dont 43800 km² se trouvent dans la partie nord du grand bassin versant «chéiff-zahrez». Le tout, soit plus de 22% de la superficie de l'Algérie du nord avec comme limite la mer méditerranée au nord, la région oranie - chott – chergui à l'ouest, le désert au sud et l'algérois et chott -hodna à l'est (fig.01).

La superficie qui a fait l'objet de notre étude est estimée à près de 18000km²(fig.01). Elle correspond à une vaste étendue d'orientation est-ouest qui comporte plusieurs périmètres irrigués dont les plus importants sont celui de oued rhiou, de ouarizane, de djédouia, h'madna et de guerouaou.

Les coordonnées de ce périmètre, selon la projection transverse-mercator.wgs. 1984. Utm zone 31 nord, sont: X Min= 3 899,000 Et X Max =4 035,000 M. , Ymin = 241,400 Et Ymax =508,000 M

Figure 1-Situation géographique de la zone d'étude



MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cette étude est basée sur les données pluviométriques annuelles sur une période s'étalant de 1972 à 2011, recueillies au niveau de trente postes pluviométriques. Elle est fondée sur une approche statistique, dont l'objectif est d'appréhender les caractéristiques essentielles de la variabilité interannuelle. Il s'agit de détecter les ruptures au cours de cette période, en utilisant des tests statistiques recommandés par l'organisation météorologique mondiale (OMM)

Collecte des données

Le réseau pluviométrique des bassins versants du nord-ouest d'Algérie ont une forte densité. Mais rares sont les stations disposant de longues séries d'observations. Cela limite généralement le nombre de station pluviométriques à utiliser dans une étude. Pour les besoins de l'étude, on doit définir la période la plus longue possible, d'apporter le soin et le traitement nécessaire, afin qu'on puisse disposer de données suffisantes du point de vue qualité que quantité. La collecte de données a été faite à partir de l'anrh (alger) et l'onm.

Les sous bassins du bas-cheliff sont représentés par le tableau des stations pluviométriques suivantes :

Tableau 1-Station Pluviométriques (Source ANRH 1972-2011)

Code	Station	Code	Station	Code	Station
011301	Ksar El Boukhari	011706	Khemis INRA	012205	Benairia
011302	Derrag	011718	Harazza BGE	012304	Souk El Had
011404	Zoubonia	011803	Medjehed	012306	Bordj Bou Naama
011407	Ghrib Amont	011806	El Anneb	012308	Ouled Ben Aek
011509	Medea	011901	El Touaibia	012309	Oued Sly
011510	Domaine Ferroukhi	011903	Toutlael Hassania	012403	Merdja Khpv
011512	Ain Soltane Pep	011906	Rouina Mines	012409	Ouarizane Village
011514	Djenane B-Oudah	012001	El Abadia	012219	chlef ANRH
011605	Theneit El Had	012201	Ouled Fares	013505	Relizane Demrh
011607	tarik ibn ziad	012203	Ponteba BG	013606	Ouedkheir

Etude de l'homogénéité des données

Notre étude consiste à définir l'homogénéité des données de la pluviométrie à l'échelle annuelle des séries longues. La critique et le contrôle de la qualité des données pluviométriques sont des traitements qui doivent être effectués pour s'assurer de l'homogénéité et la fiabilité des séries pluviométriques. Pour les besoins de l'étude et pour une bonne répartition spatiale temporaire, nous avons procédé au comblement des lacunes, en utilisant le logiciel Hydrolab (version 98.2) qui est un outil très simple parfaitement intégré au logiciel Excel (2007) dont l'utilisation est universelle

Procédures d'analyse statistique du régime pluviométrique

Pour tester les changements des régimes des séries chronologiques, on a utilisé le logiciel Khronostat 1.01. Cet objectif peut être atteint en considérant une seule série de données.

Ces méthodes statistiques concernent l'exploitation d'une série de données et une seule. Telles analyses sont qualifiées de ponctuelles ou par site. Les tests choisis permettant de montrer les périodes avec les dates de changement de régime pluviométrique annuel (Test de Pettitt et Test d'Hubert).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Analyse des séries pluviométriques

Les données de précipitations de 30 stations étudiées dans le Nord du bassin versant du Chélif (1972-2011) que nous avons pu rassembler ont été marquées par une grande variabilité interannuelle et des fluctuations remarquables. Ils sont variés selon la moyenne et l'étendue, suivant une tendance négative dans la plaine d'Est vers Ouest.

Le coefficient de variation annuelle est compris entre 20% et 40 % ou les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans les stations Médéa (20.50%) et Benairia (20.56%). En revanche, les valeurs les plus élevées sont observées dans les stations de Ghrib Amont, Bordj Bou Naama et Ouarizane Village où le coefficient de variation est de 40.68%, 35,56% et 34,75% respectivement, alors qu'il varie de 22% et 31% dans les autres stations.

La station Medjehed qui se trouve sur le massif nord enregistre les moyennes 664.81.mm et les valeurs maximales de pluie 994.8 mm les plus hautes par contre, la station Merdja Khpv qui se trouve dans la plaine du bas Chélif (faible altitude) enregistre les moyennes 280.35 mm avec des valeurs minimale 423 mm les plus basses dans notre zone d'étude. Ainsi les stations Tarik Ibn Ziad, Ghib Amont et Bordj Bou Naama sont enregistrées des valeurs de l'étendue qui dépasse 675 mm .Pour plus de détails se référer au tableau 01 et la figure 02.

Ces résultats confirment la présence d'une tendance négative d'est vers ouest et des moyennes les plus élevés dans les massifs nord et sud dans notre zone d'étude.

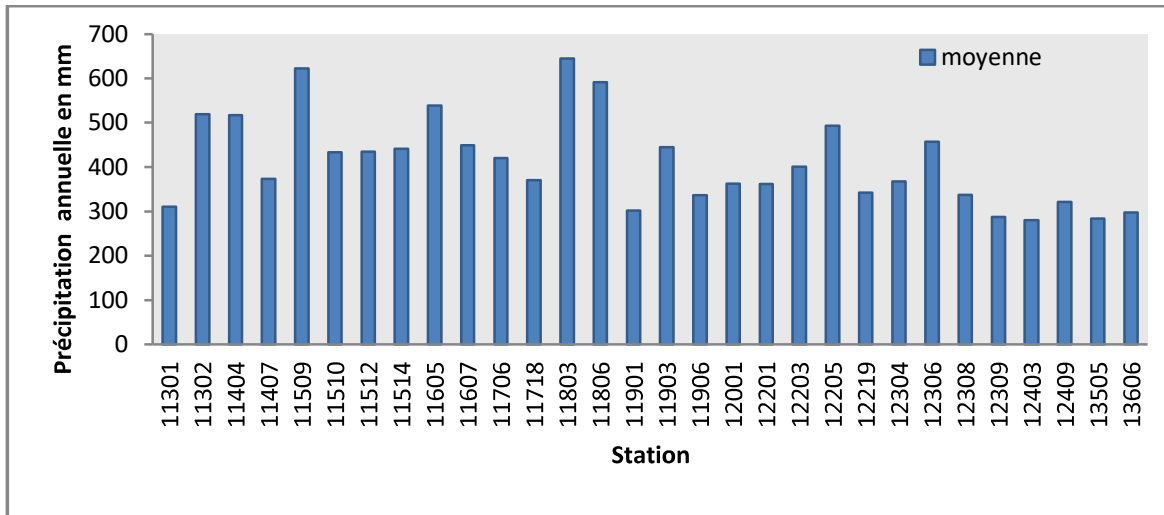


Figure 2-Graphe des précipitations moyennes annuelles

Détection des années de ruptures et des changements du régime pluviométrique annuel

A l'aide de logiciel Khrnostat 1.01, on a choisi deux teste statistiques (Hubert et pettitti) les plus simples pour détecter la date de rupture et le changement du régime pluviométrique annuel.

Le test statistique d'Hubert permet de déterminer les dates de changement des régimes pluviométriques avec la moyenne et écart-type pour chaque période.

Tableau 2- Les Résultats du test statistique d'Hubert

Station caractérisée par un régime stationnaire	Station caractérisée par une seule rupture	Station caractérisée par deux ruptures	Station ayant enregistré une rupture de différence plus de +50%	Station ayant enregistré une rupture de différence plus de -50%
011301-011302- 011404-011509- 011514-011605- 012001-012205- 012306-013606	011407-011510- 011512-011607- 011706-011803- 011806-011903- 011906-012219- 012304	011718-012201- 012203-012308- 012309-012403- 012409-013505- 011901-	012409-012403- 012309	-
Total= 10 station	Total=11 station	Total=09 station	Total=03 station	Total=00 station

le tableau 2 montre les résultats du test d'Hubert en fonction du nombre des ruptures des changements du régime pluviométrique et le nombre des stations qui dépassent une différence de changement plus ou moins de 50%. Il montre une stationnarité du régime pluviométrique pour 10 stations ; 11 stations sont caractérisées par un deux régimes pluviométriques ; 09 stations ont enregistré trois régimes pluviométriques. Parmi ces changements de régime, le test d'Hubert montre que 03 stations ont enregistré des changements de régime qui dépasse les 50% de la période précédente.

Selon la Figure 3, On a conclud que les stations situées à l'Ouest de la plaine du Chélif possèdent un régime pluviométrique hétérogène, Cette région est caractérisée par un couvert végétal faible et une géomorphologie plate.

Par contre les deux régions qui se trouvent à l'extrémité de la plaine du Chélif, on observe un régime pluviométrique peu homogène, cette stationnarité de la moyenne pluviométrique annuelle (362 à 365 mm/an) est dû aux facteurs topographiques (deux chaînes montagneuses, Ouarsenis en Sud et Dhahra en Nord), surfaces d'eaux (Barrage Gargar et Merdja Sidi Abed) plus la présence des cultures agricoles (l'arboriculture), c'est-à-dire il y a des formations spéciales des microclimats dans cette zone

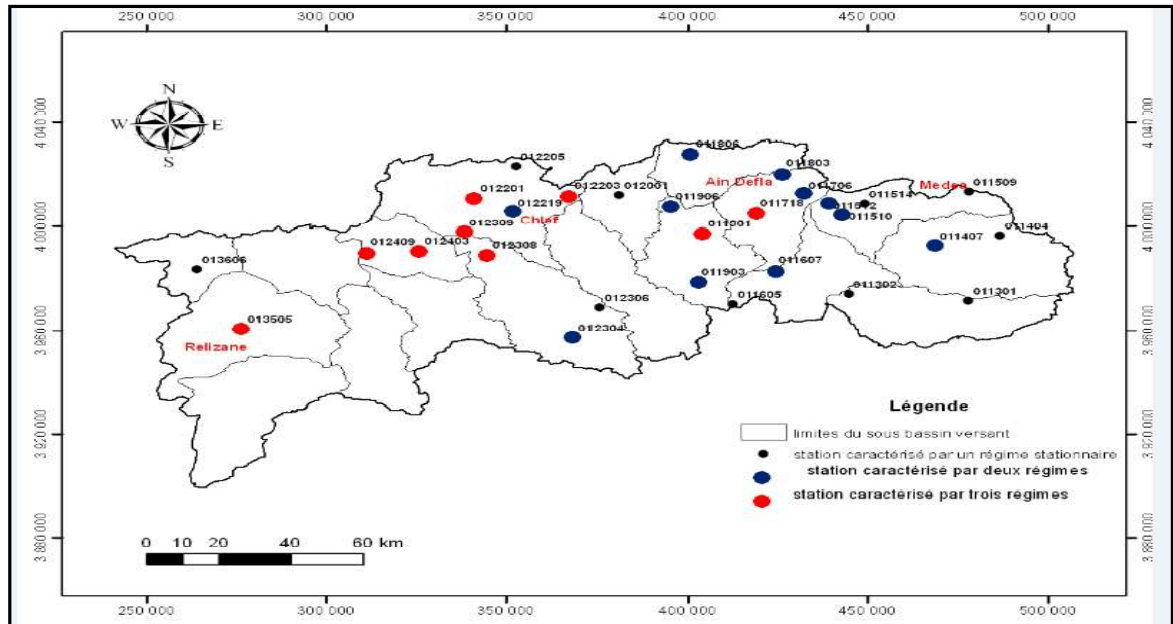


Figure 3- Représentation de la variabilité annuelle du régime pluviométrique dans le Nord du bassin versant du Chélif selon le test d'Hubert

Le test de Pettit a été utilisé sur toutes les stations pluviométriques retenues en vue d'identifier une "rupture" en moyenne dans les séries chronologiques de pluviométrie annuelle étudiées, après que l'absence d'auto-corrélation au sein de ces séries ait été vérifiée. "Rupture" doit être compris, ici, comme un changement dans la loi de probabilité de la série chronologique à un instant donné.

Tableau 3-Présente Résultats de Test Pettit statistique appliqués sur les séries pluviométriques annuels enregistrées aux stations retenues pour la période 1972/2011

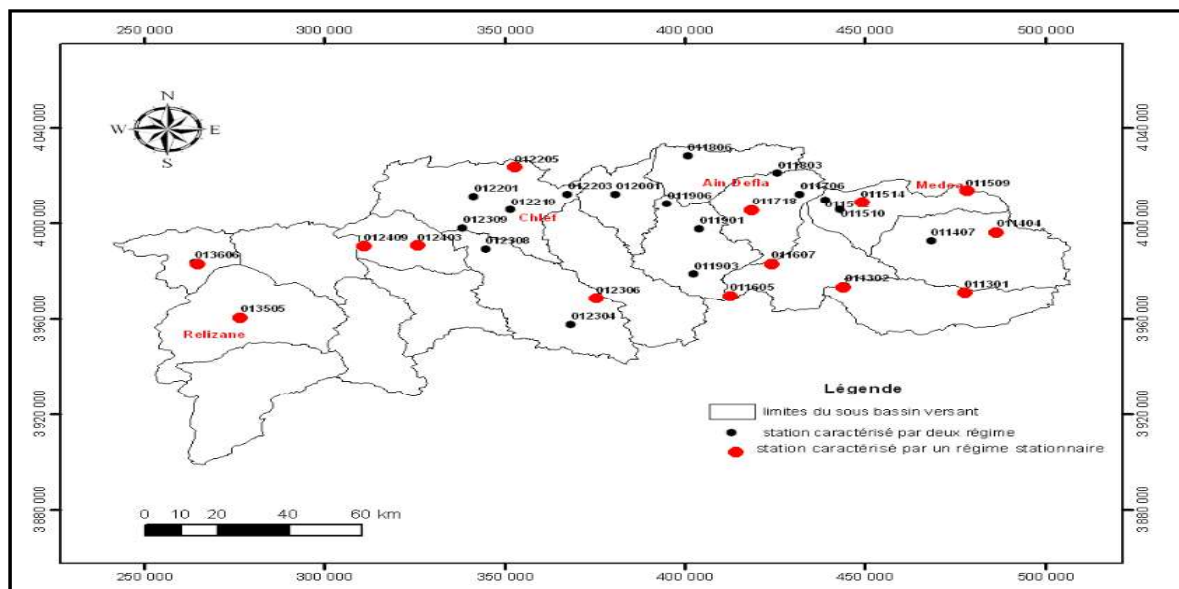
Code	Prob Kn	Années de la rupture la plus significative	Avant rupture (mm)	Après rupture (mm)	déférence pluviométrique (%)
11301					
11302					
11404					
11509					
11514					
11605					
11607					
11718					
12205					
12306					
12403					
12409					
13505					
13606					
Régimes stationnaire					
11407	0.00281	1993	398,83	574,16	43.96
11510	0.0341	1986	510,25	386,88	-24.17
11512	0.0249	1985	516,47	392,69	-23.96
11706	0.0165	1986	470,87	388,3	-17.53
11803	0.00523	1986	780,59	564,96	-27.62
11806	0.0328	1991	654,03	526,18	-19.54
11901	0.0259	1979	399,37	277,69	-19.55
11903	0.0596	1979	568,78	415,65	-26.92
11906	0.01088	1980	435,33	311,85	-28.03
12001	0.0904	1979	443,08	342,23	-22.03
12201	0.0341	1980	465,81	334,64	-28.15
12203	0.0596	1979	502,91	375,8	-25.27
12219	0.0999	1978	426,24	320,58	-24.78
12304	0.0935	1982	442,92	342,6	-22.64
12308	0.0711	1978	440,24	315,06	-28.43
12309	0.0269	1980	378,08	262,18	-30.65

*Prob Kn : probabilité de dépassement de la valeur Kn

D'après les résultats obtenus au tableau 3 en a constater que sur le total des 30 stations, 16 stations présentent points des ruptures dans la série chronologique avec un niveau de signification qui varie d'une station à une autre, ainsi la majorité de ces points ont été détectées un déficit entre 17.53% et 30.65%, dont lequel 75 % de ces derniers enregistrée dans les quatre années suivantes : 1979 (représentant 25 % du total des ruptures), 1980(18.75%), 1986 (18.75%) et 1978(12.5 %). Seule la station Ghrib Amont à une rupture positive de 43.96% en 1993. D'autre par les stations restant (14 stations) empreintes un régime régulière stationnaire.

La figure 4 résumé de la variabilité annuelle du régime pluviométrique dans la région étudié par une présentation cartographique selon le teste de Pettitt. Les résultats de tests de petitt montrent qu'il y a des changements du régime pluviométrique à l'échelle annuelle plus remarqué dans les extrémités nord de la zone d'étude, et presque stationnaire dans la plaine du bas Chélf et les extrémités sud de la zone d'étude.

Figure 4-Variabilité annuelle du régime pluviométrique selon le test de Pettitt



Les résultats obtenus dans cette étude sont en accord avec plusieurs travaux menés au nord-ouest de l'Algérie, tel que ceux de MEDDI et MEDDI (2007), BEKKOUSSA et al. (2008), et pour le bassin du Cheliff ceux de TAIBI (2011), AMRANI (2011), EI MEDDAHI (2016) et ZEKOUA, MEDDI(2015), AMIAR(2019), et RATA(2020).

CONCLUSION

L'analyse statistique des séries chronologiques et les tests statistiques réalisés permettent d'identifier des comportements de la variabilité temporelle pour les stations retenues et contribuent à la compréhension des changements des régimes pluviométriques dans La plaine du nord de Cheliff ; les résultats de recherches conclue somme suite:

Les résultats d'analyse statistique descriptive des séries chronologiques de 30 stations ont confirmé que le Nord du bassin versant du Chélf est caractérisé par des pluies moyennes interannuelles irrégulières et les régions d'Est enregistrent des moyennes pluviométriques les plus élevés par rapport les régions d'Ouest.

Le test de Pettitt a décelé un point de rupture pour la majorité des séries pluviométriques non stationnaires entre les années 1978 et 1993, ainsi 14 stations présentent une régularité du régime pluviométrique. Par contre les 16 stations restantes enregistrent un déficit pluviométrique de 17.53% à 30.65%, avec une Seule station (Ghrib Amont) qui à note une rupture positive de 43.96% en 1993. Les résultats suivis par le retour de remonter à une situation normale à partir 2006/2007.

Le test d'Hubert a montré que la fin des années soixante-dix et la fin des années quatre-vingt ont connu des changements du régime pluviométrique. Il montre une stationnarité du régime pluviométrique pour 10 stations ; 11 stations sont caractérisées par un seul régime pluviométrique ; 09 stations ont enregistré deux régimes pluviométriques. Parmi ces changements de régime 03 stations dépassent les 50% de la période précédente.

A la fin ; On a conclu que les stations qui sont localisées dans les massifs Nord et Sud sont caractérisées par un régime pluviométrique annuel peut homogène, Ces régions sont caractérisées par un couvert végétal plus dense et en même temps la plaine ouest du bas Chélf qui sont caractérisé par une géomorphologie plate enregistré des régimes pluviométrique annuel stationnaire pour les deux tests. Par contre Les stations proches des chaînes montagneuses qui sont caractérisées par la présence des cultures agricoles sont caractérisées par deux régimes pluviométriques, surtout dans la région Ouest de la zone d'étude.

Pour une continuation de ce travail, il est recommandé d'augmenter le nombre de station dans le but d'élaborer une carte du régime pluviométrique à différentes échelles. Afin de signaler les zones les plus vulnérables aux changements pluviométriques surtout les zones de vocation agricole pour augmenter le rendement agricole et déclencher le temps de l'irrigation complémentaire.

REFERENCES

- [1] Amrani R, (2011) ; Variabilité spatio-temporelle de la sécheresse dans le bassin versant de l'Oued Chélif. Mémoire de magister, Univ de Chlèf, Algérie, 51 p.
- [2] Bekkoussa B et al (2008); Forçage climatique et anthropique sur la ressource en eau souterraine d'une région semi-aride : cas de la plaine de Ghriss (Nord-Ouest algérien). Sécheresse, 18, 173-184.
- [3] El Meddahi Y, (2016) ; Les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau, cas du bassin du Cheliff. Thèse de doctorat, Univ. Hassiba Benbouali de Chlef, Algérie, 99 p.
- [4] Hubert P, Carbonnel J et Ali ChaoucheA, (1989) ; Segmentation des séries hydrométéorologiques. Application à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'ouest. Journal of Hydrology. Volume 110, Issues 3–4, Octobre 1989, Pages 349-367.
- [5] Khronostat, (1998) ;Logiciel d'analyse statistique des séries chronologiques. IRD ex : ORSTOM Ed., Paris, <http://www.hydrosciences.org/spip.php?article239>
- [6] Meddi H et al, (2009) ; Variabilité des précipitations annuelles du Nord-Ouest de l'Algérie. Science et changements planétaires/Sécheresse vol. 20, n° 1, janvier-février-mars 2009 :p57-65.
- [7] Meddi et al, 2005 ; Etude de la variabilité interannuelle des pluies dans le Nord de l'Algérie institue hydraulique ; université mascara ; Algérie équipements décembre 2003 P33.
- [8] Maima S, (2019) ; Variabilité pluviométrique dans le bassin versant du haut et moyen cheliff, Faculté de Technologie, Université Abou-Bakr Belkaid, Tlemcen, 13000, Algérie, Revue Des Sciences De L'Eau. Volume 32, Numéro 4, 2020, p. 337–347.
- [9] Nichane et al, (2014) ; Changements Climatiques Et Ressources En Eau En Algérie Vulnérabilité, Impact Et Stratégie D'adaptation, Larhyss Journal, Issn 1112-3680, N°21, March 2015, Pp. 15-23
- [10] OMM (Organisation Météorologique Mondiale), (2007) ; Bilan des changements climatiques Rapport de synthèse. 114p.
- [11] Pettitt N, (1979) ; A non-parametric approach to the change-point problem. Appl. Stat., 28, 126-135.
- [12] Rata M, (2020) ; Analyse géostatistique et modélisation de la pluviométrie dans le cadre des changements climatiques : Cas du bassin versant du Chélif,Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
- [13] Taibi S, (2011) ; Analyse du régime climatique au Nord de l'Algérie. Mémoire de magister, École Nationale Supérieure Agronomique, Algérie, 85 p.
- [14] Zekouda N. et Meddi M, (2015) ; Les tendances hydro-pluviométriques du bassin versant de Cheliff (Haut et Moyen Cheliff). Actes du 3eColloque International sur la Géologie du Sahara, 9-10 décembre 2015, Univ. Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 237 p.