

# Variabilité climatique et ruptures dans les séries des précipitations dans le Bassin Versant des Zahrez, Algérie

F. Bouteldjaoui<sup>1</sup>, M. Bessenasse<sup>(1,2)</sup>; Dorsaf Ben Othman<sup>3</sup>, L. Oualkacha<sup>4</sup>, Aïssata daouda diallo<sup>5</sup>, F. Aitnough<sup>6</sup>, M. Achak<sup>7</sup>; I. Mokeddeme<sup>8</sup>; A. Kettab<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Ecole Nationale Polytechnique d'Alger -Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau –Alger – Algérie, kettab@yahoo.fr

<sup>(2)</sup> Université Said Dahleb Blida ; Algeria, mbessenasse@yahoo.fr

<sup>(3)</sup> FST University of Tunis El Manar Tunisia,

<sup>(4)</sup> University Hassan II of Casablanca, Morocco, B.P. 146, Mohammedia, lailaoualkacha@gmail.com

<sup>(5)</sup> Institut Supérieur d'Enseignement Technologique de Rosso- Nouakchott Mauritanie

<sup>(6)</sup> Centre National d'Etudes et de Recherches sur l'Eau et l'Energie, Université Cadi Ayyad Marrakech, Maroc, faitnough@yahoo.fr

<sup>(7)</sup> Université Chouaib Doukkali, Ecole Nationale des Sciences Appliquées, El Jadida, Maroc

<sup>(8)</sup> Faculté des Sciences et Technologies, dpt d'Hydraulique, Université TAHRI MOHAMED, Béchar, Algérie, mokadam@gmail.com. Corresponding author's: theldjaoui@yahoo.fr

**Abstract**— L'Algérie a connu depuis quelques années une succession des périodes de sécheresse intenses et persistantes. Cette sécheresse a été caractérisée par un déficit pluviométrique important et a touché l'ensemble du territoire. Elle a sévit particulièrement dans les régions steppiques caractérisées par un climat semi-aride à aride [1].

**Key-Words**— Variabilité climatique, tests statistiques de rupture, Zone steppique, Algérie

## I. INTRODUCTION

Plusieurs manifestations climatiques de grande ampleur ont poussé la communauté mondiale à s'intéresser aux changements climatiques et à leurs impacts sur les ressources en eau. Parmi elles, on peut citer la sécheresse observée depuis les années 1970 dans les pays du Maghreb et l'Algérie en particulier. En Algérie cette sécheresse a été caractérisée par un déficit pluviométrique important, et touché l'ensemble du territoire. Elle a sévit particulièrement dans les régions steppiques et en particulier, la région de Djelfa, caractérisée par son climat semi-aride à

aride [2]. Ce travail a pour objet l'identification et les conséquences de cette variabilité climatique dans la région de Djelfa, afin de mieux caractériser le déficit pluviométrique. Les de ce travail constituent le premier volet d'une étude qui s'intéresse également à l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau dans cette région.

## II. MATERIEL ET METHODES

### A. Situation Géographique

La zone étudiée fait partie des Hauts plateaux centre de l'Algérie, caractérisée par un climat semi-aride. Elle occupe la partie centrale de l'Atlas saharien. Situé à 300 Km au Sud d'Alger, Entre 3°.4' et 34°.90'de l'altitude Nord et 3°.21' et 3°.70'de Longitude Est (figure 1) [3].

### B. Contexte Climatique

La zone d'étude fait partie du sous bassin versant de l'oued Djelfa – Hadjia. Qui s'intègre dans le grand bassin versant des zahrez. Elle

appartient à la partie amont de sous bassin versant, représentée par les monts des Ouleds Nails. Le réseau hydrographique est fortement hiérarchisé par les cours d'eau et conditionné par la structure du bassin. Il est constitué par les principaux Oueds qui parcourent la zone d'étude à savoir : L'oued principal de Djelfa qui assure le drainage de toute la partie occidentale du synclinal de Djelfa et toute la zone située au Nord jusqu'au « Roche de sel » sur un étendu d'environ 1294 Km<sup>2</sup>. L'Oued Mahellem, l'Oued El- Haoud, l'Oued Msekka, l'Oued Benaam et l'Oued Mellah [3].

### III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### A. Indices Pluviométriques Annuels

Les indices pluviométriques annuels (variable centré réduit) sont calculés suivant la formule proposée par Nicholson [12].

$$I_p = \frac{(X_i - X_m)}{\sigma_i} \quad (1)$$

$I_p$  : Indice pluviométrique

$X_i$  (mm) : hauteur de pluie totale pour une station pendant une année  $i$

$X_m$  (mm) : moyenne annuelle de pluie à la station pendant la période d'étude

$\sigma$  : Écart type de la pluviométrie annuelle.

La figure 1 présente l'évolution des indices pluviométriques interannuels de la période (1974-2007), au niveau des postes pluviométriques. Les résultats obtenus montrent que les stations de Djelfa, Ain Maabed, Rocher de sel, Charef, Ain Mouilah et Benhafaf se caractérisent par l'alternance d'une période humide suivie d'une période déficitaire de 1983 à 2007. Par ailleurs la fluctuation interannuelle de la pluviométrie à Zaafrane, Dar Chiukh et Arara se caractérise par la succession d'une période humide de 1974 à

1991 suivie d'une période déficitaire de 1992 à 2007. D'autre part, la variabilité interannuelle des indices pluviométriques met en évidence des déficits pluviométriques importants, qui varient de 57.43 % pour la station de rocher de sel et à 97.63 % à la station de Ain Mouilah, observés respectivement en 1982 et 1988.

#### B. Test de Pettitt

Les résultats du test de test de Pettitt appliqué aux séries pluviométriques de neuf stations, sont représentés sur la figure 5. Ces résultats montrent que l'hypothèse d'absence de rupture dans la série ( $H_0$ ) est acceptée aux seuils de confiance de 90, 95,99 %, pour les séries pluviométriques de Djelfa, Ain Maabed, Rocher de sel, Dar Chioukh, Arara, Zaafrane et Ain Mouilah. Cependant l'application du test de Pettitt a permis de détecter une rupture de stationnarité en 1982, aux seuils de confiance de 90 et de 95 %, dans les séries chronologiques des précipitations annuelles de Charef et Benhafaf [4].

#### C. Test de Buishand

Les résultats du test de Buishand indiquent que l'hypothèse nulle d'absence de rupture est acceptée aux seuils de confiance 90, 95,99 %, sur les séries pluviométriques des stations de Djelfa, Ain Maabed, Rocher de sel, Ain Mouilah et Zaafrane. Par ailleurs l'application de ce test montre que les séries pluviométriques de Charef et Benhafaf présentent une rupture, aux seuils de confiance 90 et 95 % [5].

#### D. Procédure de segmentation d'Hubert

Les résultats de la procédure de segmentation d'Hubert de la station de Charef proposent le découpage de la séries chronologiques des précipitations annuelles en deux segments : 1974-1981 et 1982-2007, avec une moyenne respectivement de 168.14 mm et 92.75 mm [6].

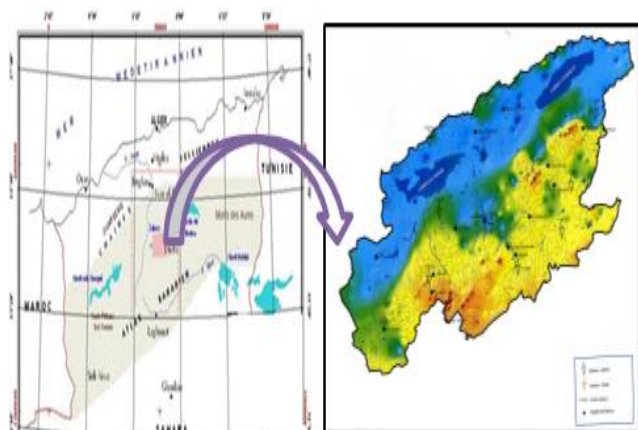
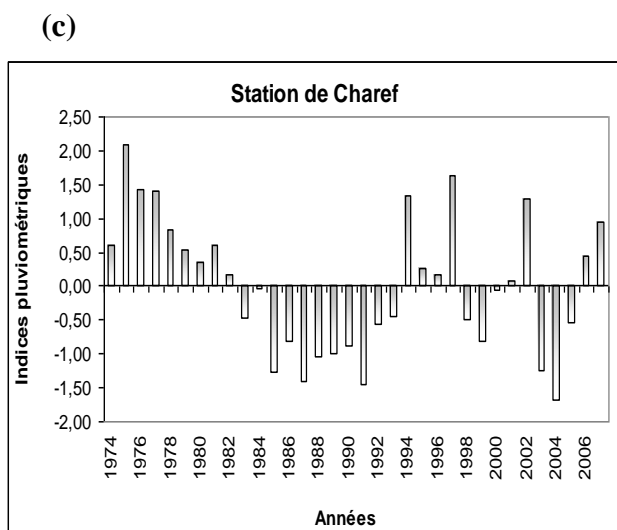
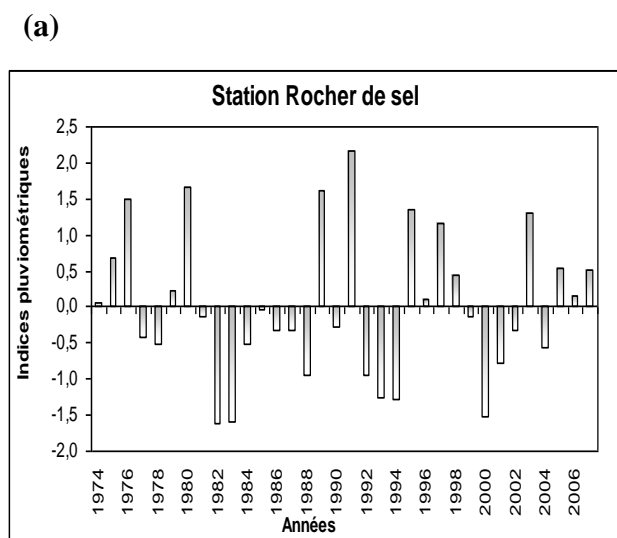
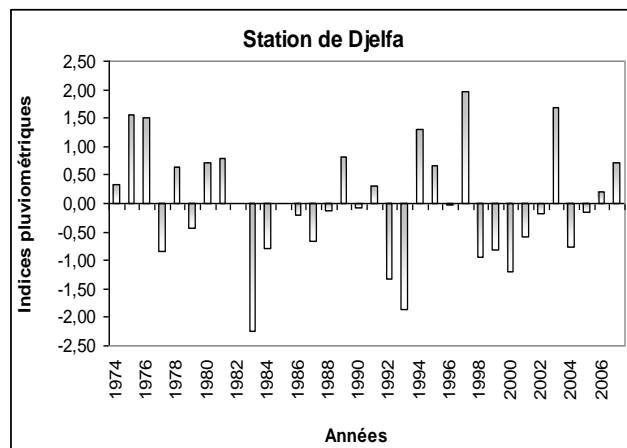


Fig 1. Situation géographique de la zone d'étude.



(b)



(d)

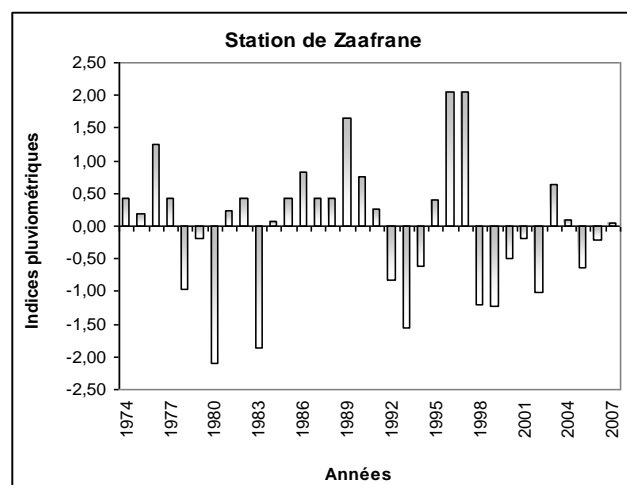
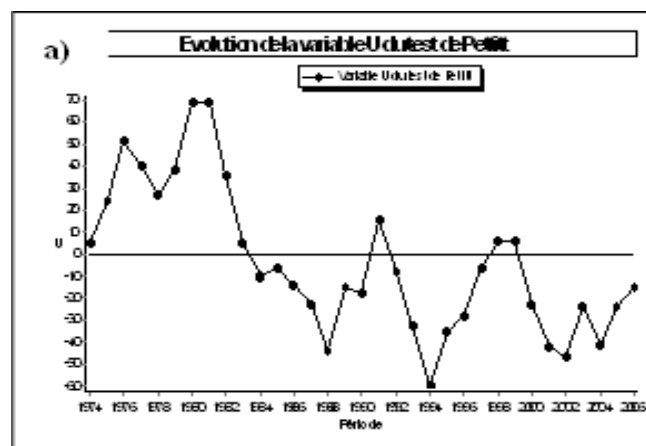


Fig. 2. Variations interannuelles des indices pluviométriques de quelques stations de la zone d'étude.



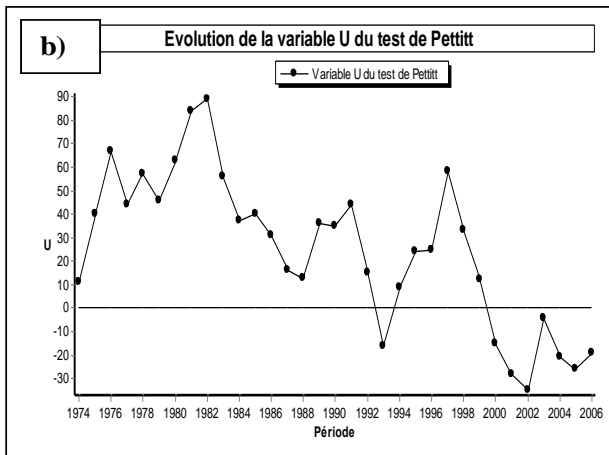


Fig. 3. Évolution de la variable U du test de Pettitt pour quelques stations de la zone d'étude.

Par ailleurs, on constate que l'application de cette procédure à la série pluviométrique de Benhafaf, a permis de détecter une rupture en 1982, permettant le découpage de la série chronologique en deux segments : 1974-1982 et 1983-2007, caractérisés par une moyenne respectivement de 269.08 mm et 149.30 mm. D'autre part les résultats de ce test statistique dont apparaît un point de rupture en 1976, sur la série des précipitations annuelles de Ain Maabed ; avec une moyenne respectivement de 283.43 mm (1974-1976) et 176.68 mm (1977-2007). Il est à signaler que les variations relatives de moyennes dans les séries pluviométriques de Charef, Benhafaf et Ain Maabed sont respectivement de -44.84 %, -44.51 % et -37.66 %.

#### IV. CONCLUSION

Ce travail a porté essentiellement sur la caractérisation de la variabilité climatique dans la région de Djelfa. En utilisant la méthode des variables centrées réduites de Nicholson, ainsi que les méthodes statistiques de détection de ruptures de la stationnarité dans les séries chronologiques (tests de Pettitt, test de Buishand et la procédure de segmentation d'Hubert). L'évolution des indices pluviométriques annuels montre que 67 %

des postes pluviométriques retenus sont caractérisés par une succession de périodes d'excédents et de déficits pluviométriques. La première période de 1974 à 1982 et la deuxième période de 1983 à 2007. Il est à signaler que l'année 1983 est marquée par un déficit significatif pouvant atteindre 89%. Par ailleurs, le test de Pettitt appliqué aux séries chronologiques des précipitations annuelles aux seuils de confiance de 99,95 et 90% a révélé qu'aucune rupture de la stationnarité n'a été détectée, durant la période (1974-2007) sur 78 % séries pluviométriques retenues.

#### REFERENCES

- [1] Kettab A. (2001). Les ressources en eau en Algérie : stratégie, enjeux et visions. *Desalination*; 136 : 25-33.
- [2] Meddi M. (2008). Impact des Changements Climatiques sur les Eaux Souterraines (Cas du Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez). *Séminaire Groundwater & Climate in Africa, Kampala, Uganda*
- [3] Bouteldjaoui F, Bessenasse M, Gendouz A. (2012). Etude comparative des différentes méthodes d'estimation de l'évapotranspiration en zone semi-aride (cas de la région de Djelfa). *Revue Nature & Technologie N° 07*: 109-116
- [4] Pettitt A.N. (1979). A non-parametric approach to the change-point problem. *Appl. Statist.*, 28(2), 126-135pp
- [5] Buishand TA. (1984). Tests for detecting a shift in the mean of hydrological time series. *J Hydrol*; 58 : 51-69
- [6] Lubès-Niel H, Masson J.M, Paturel J.E, Servat E. (1998). Variabilité climatique et statistiques. Etude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques. *Revue des Sciences de l'Eau N° 3*, pp 383-408.