

Fluctuations pluviométriques et ses conséquences sur les ressources en eau. Cas du bassin versant Oued Mekerra moyen

Kenza Yamina BASSIT⁽¹⁾, Abderrahmane Nekkache GHENIM⁽²⁾,

⁽¹⁾ Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, faculté de technologie, département d'Hydraulique

⁽²⁾ Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, faculté de technologie, département d'Hydraulique
bassit_kenza@yahoo.fr, anghenim@yahoo.fr

Résumé— Le changement climatique est parmi les sujets d'actualité les plus importants. Il constitue une grande menace à différentes échelles (nationale, régionale et mondiale). Pour la connaissance de l'évolution et la variabilité récente du climat, il est fondamental d'étudier les modifications significatives des paramètres climatiques. Les pluies représentent le paramètre le plus important et constituent le moteur du cycle de l'eau.

L'Algérie pays nord-africain est parmi les pays de la région qui rencontrent ces dernières décennies un dérèglement dans la distribution spatio-temporelle des pluies. Différentes méthodes ont été utilisées pour caractériser la sécheresse vis-à-vis de la date d'apparition à l'aide des tests de rupture rassemblés dans le logiciel khronostat, et sa sévérité en utilisant des indices tels que SPI et SSFI à différents échelles de temps.

L'étude menée sur le bassin versant d'oued Mekerra situé au nord-ouest de l'Algérie s'est basée sur l'application des tests de rupture sur les deux séries pluviométrique et hydrométrique. Les résultats obtenus montrent que la date de rupture est la même pour les deux séries. Le degré de sécheresse est évalué par les deux indices, le SPI et le SSFI. D'une échelle de temps à l'autre, l'évolution chronologique du SPI/SSFI s'avère différente, les sécheresses détectées aux courtes durées sont plus nombreuses mais aussi les plus intenses et les moins longues. Les sécheresses de moyennes et longues durées sont les moins nombreuses mais les plus sévères et les plus longues.

Mots de passe— Changement climatique ; Tests de rupture ; Indices de sécheresse ; Nord de l'Algérie ; Bassin versant d'Oued Mekerra moyen.

I. INTRODUCTION

La connaissance de l'évolution et la variabilité récentes du climat dans les régions arides et semi arides est devenue une nécessité pour faire face aux conséquences sur les milieux et sur les sociétés de ces régions, et ainsi définir des politiques stratégiques d'adaptation durables. Ainsi, il est fondamental d'étudier les modifications significatives des paramètres climatiques.

En Algérie, la diminution de la pluviosité a engendré des déficits d'écoulement allant de 37 à plus de 70% de l'est vers l'ouest du pays [1].

Dans ce travail, on s'intéresse à la variabilité pluviométrique et son impact sur les écoulements superficiels. Des méthodes et indices seront présentés et appliqués sur le bassin versant Mekerra moyen situé au nord-ouest de l'Algérie.

I.1 PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant d'Oued Mekerra fait partie du grand bassin de la Macta qui est situé au nord-ouest de l'Algérie. Le cours d'eau principal (oued Mekerra) draine une superficie d'environ 3000 km² [2].

Le bassin versant de l'oued Mekerra se situe sous l'influence d'un climat Méditerranéen semi-aride caractérisé par des précipitations très irrégulières. Globalement, le bassin versant est subdivisé en trois sous-bassins (haut, moyen et bas) selon les stations d'observations hydrométriques que sont : Haçaiba, Sidi Ali Benyoub et Sidi Bel Abbés. La station Sidi Ali Benyoub mise en service

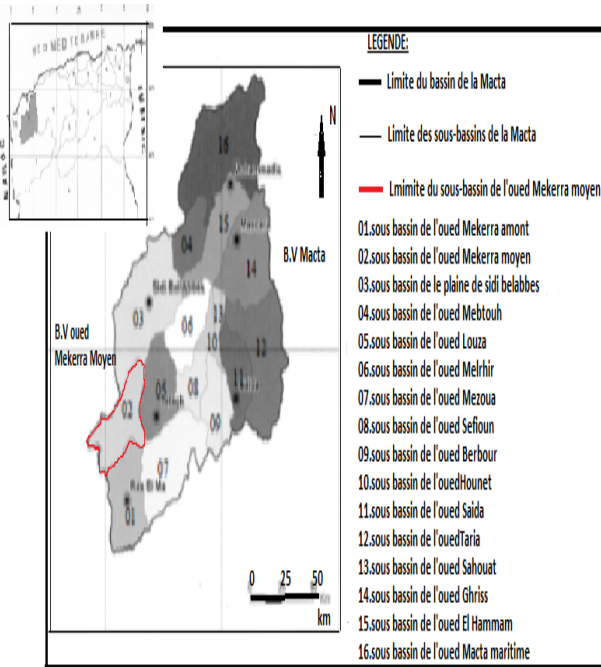


Fig.1. Situation géographique du bassin versant d'Oued Mekerra moyen.

en 1949, contrôle le sous-bassin de Mekerra moyen objet du présent travail d'une superficie de 1890 km².

II. MÉTHODES

II.1 DONNÉES UTILISÉES

Les données utilisées sont : une série pluviométrique mensuelle de la station de Sidi Ali Benyoub et une série hydrométrique mensuelle de la station de Sidi Ali Benyoub durant les périodes (1940-2011) et (1949-2000) respectivement.

II.1.1 LES TESTS DES RUPTURES

Les méthodes de détection des ruptures permettent principalement d'effectuer l'identification et la modélisation des changements des paramètres statistiques et stochastiques liés à la série chronologique. Ces paramètres statistiques sont éventuellement caractérisés dans notre cas par le changement de moyennes d'une série temporelle. Les tests sont : le Test de Pettitt (1979), la Méthode bayésienne de Lee & Heghinian, la Statistique *U* de Buishand, le test de corrélation

sur le rang. Ces tests sont rassemblés sur le logiciel Khronostat.

II.1.2 LES INDICES CLIMATIQUES (DE SÉCHERESSE)

a) L'INDICE STANDARDISE DE PRECIPITATION « SPI » (STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX)

Le SPI est un indice statistique de type probabiliste. Il est actuellement l'outil le plus efficace pour l'analyse de la sécheresse pluviométrique [3].

Généralement les échelles temporelles les plus souvent utilisées sont 3, 6, 9, 12 et 24 mois et même plus en fonction du type de sécheresse étudiée.

Le SPI peut être formulé comme suit :

$$SPI = S \frac{t - (C_2 t + C_1)t + C_0}{((d_s t + d_2)t + d_1)t + 1.0} \quad (1)$$

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{H(x)^2}} \quad (2)$$

$$G(x) = \frac{\int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (3)$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx \quad (4)$$

Où :

x : représente les valeurs des précipitations ; β et α sont les paramètres d'échelle et de forme de la fonction Γ ; C_0 , C_1 , C_2 et d_1 , d_2 , d_3 sont les constantes de calcul, ayant pour valeurs :

$C_0 = 2,515517$, $C_1 = 0,802853$, $C_2 = 0,010328$, $d_1 = 1,432788$, $d_2 = 0,189269$, $d_3 = 0,001308$;

$G(x)$ désigne la probabilité de distribution des précipitations. Lorsque $G(x) > 0,5$,

$H(x) = 1 - G(x)$ et S désigne le signe (+). Pour $G(x) < 0,5$, $H(x) = G(x)$ et S désigne le signe (-).

b) L'indice standardisé d'écoulement

« *ssfi* » (standardized stream flow index)

Le SSFI se calcule de la même manière que le SPI, en utilisant le paramètre débit ou lame d'eau

écoulée. Le SSFI offre l'avantage de contrôler la sécheresse hydrologique et/ou l'approvisionnement en eau à court, moyen et long terme. La sécheresse pluviométrique ou hydrologique est définie comme une interruption des apports en dessous d'un niveau arbitraire [4]. Dans cette étude, ce niveau est pris égal à la moyenne interannuelle. Les valeurs négatives du SSFI correspondent alors à des déficits. Les valeurs positives, en revanche, témoignent d'années bénéficiant d'écoulements excédentaires.

III. RESULTATS

Une rupture dans la série pluviométrique détectée par les tests de rupture a eu lieu en 1975 avec un déficit de 26%, confirme la tendance des pluies annuelles à la baisse. Les résultats des tests de rupture, appliqués aux chroniques des débits sont en accord avec les tendances décrites. La rupture détectée par les trois tests a eu lieu en 1975, cela partage la période d'étude en deux phases, la première est humide (excédentaire) et la deuxième est déficitaire, avec un déficit calculé de 39%.

III.1 DÉTERMINATION DU DEGRÉ DE SÉCHERESSE PAR SPI (STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX) ET LE SSFI (STANDARDIZED STREAM FLOW INDEX)

L'aspect de la sécheresse se produit chaque fois où SPI ou SSFI est négatif et son intensité varie de -1 à 0 ou s'abaisse. Le SPI et le SSFI sont calculés pour le court, moyen et long terme (3, 9,12 et 24 mois respectivement), son utilisation vise à vérifier et confirmer les résultats trouvés par les tests de rupture. Après avoir calculé le SPI et le SSFI pour différentes échelles de temps, on a calculé les fréquences des valeurs indiquant chaque degré de sécheresse avant et après la date de rupture trouvée par les tests précédents et pour la série complète pour avoir une idée sur toute la période d'étude. Les résultats sont récapitulés dans le Tableau.1

À moyen et long termes, il est évident que chaque nouvel événement pluvieux a moins d'impact sur

les totaux cumulés et par conséquent les valeurs du SPI/SSFI sont moins fluctuantes. Il est également important de noter qu'à court terme la majorité des événements pluvieux est de courte durée alors qu'à moyen et long termes les valeurs du SPI/SSFI se stabilisent et traduisent mieux les périodes de déficit pluviométrique.

Tableau I. Types de sécheresses définis par (SPI-3) et (SSFI-3)

Degré	SPI-3/SSFI-3	Fréquence théorique (%)	Avant rupture		Après rupture		La série complète	
Humidité extrême	>2	2,3	0,3	3,9	0,3	1,1	0,3	2,6
Humidité forte	1,5-2	4,4	2,6	5,9	2,3	2,2	2,3	4,3
Humidité modérée	1-1,5	9,1	6,1	13,6	7	1,5	6,6	8,2
Humidité légère	0-1	33,9	41	48,4	32,3	29,2	36,7	39,8
Sécheresse légère	(-1)-0	33,9	33,5	25,1	34	28,4	33,8	26,5
Sécheresse modérée	(-1,5)-(-1)	9,1	6,1	2,4	10	17,3	8	9,4
Sécheresse forte	(-2)-(-1,5)	4,4	2,6	0,9	6,7	18,1	4,6	8,6
Sécheresse extrême	<(-2)	2,3	0,3	0	7,3	2,2	3,8	1

Tableau II. Types de sécheresses définis par (SPI-9) et (SSFI-9)

Degré	SPI-9/SSFI-9	Fréquence théorique (%)	Avant rupture		Après rupture		la série complète	
Humidité extrême	>2	2,3	0	1,2	0	0	0	0,7
Humidité forte	(1,5)-2	4,4	6,6	9,4	0,3	1,1	3,5	5,6
Humidité modérée	1-(1,5)	9,1	10,5	12,4	4	3,7	7,3	8,5
Humidité légère	0-1	33,9	50,3	55,3	33,7	29,5	42,1	43,7
Sécheresse légère	(-1)-0	33,9	23,7	20,2	33,3	21,4	28,5	20,8
Sécheresse modérée	(-1,5)-(-1)	9,1	6,6	1,5	12,3	22,5	9,4	11
Sécheresse forte	(-2)-(-1,5)	4,4	2	0	9	16,6	5,5	7,5
Sécheresse extrême	<(-2)	2,3	0,3	0	7	5,2	3,6	2,3

Tableau III. Types de sécheresse définis par (SPI-12) et (SSFI-12)

Degré	SPI-12/SSFI-12	Fréquence théorique (%)	Avant rupture		après rupture		la série complète	
Humidité extrême	>2	2,3	0,0	0,9	0,0	0	0,0	0,5
Humidité forte	1,5-2	4,4	5,6	8,5	0,3	0	3	4,7
Humidité modérée	1-1,5	9,1	14	14,6	1	3,3	7,5	9,5
Humidité légère	0-1	33,9	49,2	59,1	33	29,5	41,1	45,7
Sécheresse légère	(-1)-0	33,9	25,2	14,9	38,3	24	31,8	19
Sécheresse modérée	(-1,5)-(-1)	9,1	3	1,8	11,7	16,6	7,3	8,5
Sécheresse forte	(-2)-(-1,5)	4,4	2,7	0	7,7	22,1	5,2	10
Sécheresse extrême	<(-2)	2,3	0,3	0	8	4,4	4,2	2

Tableau IV. Types de sécheresse définis par SPI-24 et SSFI24

Degré	SPI-24/SSFI-24	Fréquence théorique (%)	Avant rupture		Après rupture		la série complète	
Humidité extrême	>2	2,3	0,7	2,8	0	0	0,3	1,5
Humidité forte	1,5-2	4,4	3,8	4,7	0	0	1,9	2,6
Humidité modérée	1-1,5	9,1	15,2	13,6	0	0	7,5	7,3
Humidité légère	0-1	33,9	54	65,8	25,3	19,6	39,4	44,5
Sécheresse légère	(-1)-0	33,9	23,2	13	44,7	43,2	34,1	26,9
Sécheresse modérée	(-1,5)-(-1)	9,1	2,8	0	16	16,2	9,5	7,5
Sécheresse forte	(-2)-(-1,5)	4,4	0,3	0	6,3	5,9	3,4	2,7
Sécheresse extrême	<(-2)	2,3	0	0	7,7	15,1	3,9	7

En analysant l'évolution du SPI-12 et SSFI-12 (Fig.1à, On peut tirer les remarques suivantes :

Ces deux indices montrent une tendance à la baisse, ce qui dénote une aggravation de la sécheresse

Les années les plus sèches ont été observées en 1978,1983 et 1998 pour les pluies et en 1984 et 1989, 1999 pour les écoulements.

La réponse des écoulements vient parfois tardive

comme le cas de l'année 1990 où les valeurs de SPI sont en intervalle humide, les valeurs de SSFI sont encore en déficit jusqu'à 1991 où elles sont augmentées.

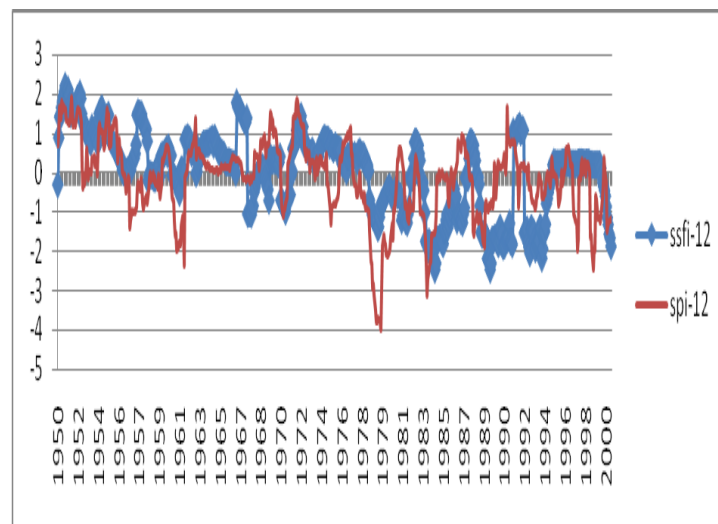


Figure 2. Evolution des SPI-12 et SSFI-12 (1950_1999)

Leurs indices de l'écoulement sont parfois très différents de ceux des précipitations. Pendant l'année 1974-75, pour un SPI-12 égal est inférieur à (-1), on a enregistré un SSFI-12 variant entre 0 et 1.

En étudiant les valeurs de SPI et SSFI avant la rupture marquée dans les deux séries pluviométrique et hydrologique et la période après, on constate une diminution durant la deuxième période par rapport à la première. Les valeurs négatives extrêmes sont enregistrées sur la deuxième période.

la première période se caractérise par une humidité légère et la deuxième par une sécheresse pluviométrique légère où la fréquence des valeurs fluctuants entre 0 et (-1) est de l'ordre de 38 % pour les SPI-12 et une sécheresse hydrologique modérée à forte avec une fréquence des valeurs inférieurs à (-1) est de 43%.

IV. CONCLUSION

Les tests de rupture appliqués sur la série des débits annuels ont détecté une rupture dans les années 70 semblable à celle des pluies. Depuis cette époque, les volumes d'eau écoulés ont continué de régresser.

Le déficit calculé entre la période humide et la période sèche est de l'ordre de 39%, ce qui confirme l'amplification du phénomène de sécheresse sur les écoulements.

Le degré de sécheresse est évalué par les deux indices, le SPI et le SSFI. D'une échelle de temps à l'autre, l'évolution chronologique du SPI et SSFI s'avère différente. À long terme, ces indices qui varient peu permettent de définir avec plus de précision les époques de déficit ou d'excédent de précipitations ou écoulements.

Les SPI/SSFI de court terme indiquent une variabilité plus élevée comparant à SPI/SSFI sur de plus longues échelles de temps. Les sécheresses sont moins fréquemment sur de plus longues échelles de temps, mais leur durée est plus longue.

La sécheresse confirmée par les tests statistiques de détection de rupture, est légère pour les précipitations et modérée à sévères pour les écoulements.

V. REFERENCES

[1] Meddi M., HUBERT P. (2003). Impact de la modification du régime pluviométrique sur les ressources en eau du nord-ouest de l'Algérie, Centre Universitaire de Khemis Miliaria, Algérie.

[2] Yahiaoui A. M. (2012). Inondations Torrentielles Cartographie des Zones Vulnérables en Algérie du Nord (Cas de l'oued Mekerra, Wilaya de Sidi Bel Abbès), Thèse de doctorat d'état, Université de Bechar, 2012.

[3] Klein T. (2009). Comparaison des sécheresses estivales de 1976 et 2003 en Europe occidentale à l'aide d'indices climatiques, *bsglg*, 53, 75-86.

[4] Ghenim A.N., Megnounif A. (2013). Ampleur de la sécheresse dans le bassin d'alimentation du

barrage Meffrouche (Nord-Ouest de l'Algérie), *Varia*, 35-49.