



HAL
open science

Extension probable de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) vers les frontières du bassin versant de la Seybouse Algérien.

Belkacem Balah

► To cite this version:

Belkacem Balah. Extension probable de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) vers les frontières du bassin versant de la Seybouse Algérien.. Colloque International Eau–Climat–Société 2017 , Oct 2017, Hammamet, Tunisie. hal-01684920

HAL Id: hal-01684920

<https://hal.science/hal-01684920v1>

Submitted on 15 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Extension probable de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) vers les frontières du bassin versant de la Seybouse Algérien.

BALAH Belkacem

*Département d'hydraulique Pole de technologie, Ain Beida 04200 wilaya d'Oum El Bouaghi- Algérie.
balahbelkacem@hotmail.fr*

Résumé : *Cette communication vient de paraître l'activité potentielle probable de la zone de convergence inter tropicale (ZCIT), exprimée par son déplacement dans le sens de la latitude vers les frontières Sud du bassin versant de la Seybouse de l'Est Algérien. Celle-ci, est dévoilée à travers l'étude du régime pluviométrique avec l'indice saisonnier des séries des pluies pluri annuelles qui est un facteur prépondérant dans une étude de la variabilité et changement du climat. Cette zone qui est le responsable de contrôle des quatre saisons. Les résultats montrent une perturbation du régime pluviométrique avec de la faible et de la forte activité saisonnière selon les saisons.*

Mots clé : *climat, variabilité, changement.*

Introduction

Le concept de la variabilité climatique dans le bassin versant de la Seybouse est examiné sur la base de la variabilité pluviométrique.

La variabilité pluviométrique est en connexion avec la variabilité atmosphérique, causée par une hétérogénéité des données.

L'étude de la variabilité saisonnière est indispensable, pour voir si la baisse ou la hausse de la pluviométrie est spécifique à une saison particulière ou à plusieurs saisons [9,12].

Les précipitations sont l'un des paramètres météorologiques les plus difficiles à analyser à cause de leur forte variabilité spatiale et temporelle [10].

Une des difficultés majeures dans l'étude du climat est l'existence de variabilité qui possède des échelles temporelles intermédiaires, de l'ordre de dizaine d'années. Cette variabilité à basse fréquence est particulièrement problématique dans l'optique de la recherche d'évolutions temporelles, puisqu'elle peut pour certaines variables faire apparaître des tendances. Ce type de phénomène se traduit notamment par l'existence des oscillations australes (ENSO plus connu comme EL- Nino) et le Nord-Atlantique NAO [13].

L'El Nino est un mode de variabilité climatique, désignait un courant côtier chaud pendant une période allant de deux à sept ans. Ce courant chaud persistait plusieurs mois. Selon Frédéric, 1998, Cet dite El Nino est le lieu de la naissance de plusieurs études dans la plus part des pays proche de l'océan Pacifique, en Inde, en Amérique, en Afrique ou encore dans l'ensemble de la planète.

Selon le Frédéric R. et al 1998, le ENSO, est l'un des facteurs à l'origine des variations interannuelles de la circulation atmosphérique mondiale, qui engendrait une modification de la distribution des pluies et des températures.

En hydrologie, la variabilité pluviométrique s'explique par l'instabilité atmosphérique et l'influence des facteurs planétaires [2]. Elle s'explique par la variabilité temporelle.

La variabilité et l'instabilité des pluies peu causées la migration et/ou étendue de la zone de Convergence Inter- Tropicale (ZCIT), elle s'explique par une variabilité spatiale.

Egalement, cette instabilité des pluies fait partie du caractère mondial des phénomènes d'instabilité qui atteste encore fois les travaux réalisés par Raymond Sneyers sur les pluies Africaines, cité en référence [13].

La Zone de Convergence Inter- Tropicale dite aussi l'équateur météorologique n'est pas une bande stable. Elle se déplace en fonction des périodes de l'année et par rapport aux zones géographiques et possède une forte fluctuation au-dessus des zones africaine à cause du relief principalement. Elle peut se déplacer de plus de 1000 kilomètres entre l'été et l'hiver.

Selon le dictionnaire de Larousse, la ZCIT elle se déplace en été vers le nord, beaucoup plus loin au-dessus des continents surchauffés qu'au-dessus des océans, et se trouve alors située entre 5 et 30 °N. Par contre, en hiver, elle se déplace vers l'hémisphère Sud, où elle atteint des latitudes légèrement inférieures. Au-dessus des régions océaniques, en raison de l'inertie thermique des océans, cette variation ne dépasse pas cinq degrés. Selon Jacques R. 1994 et al. La variabilité de la position de la ZCIT, est responsable de la saison.

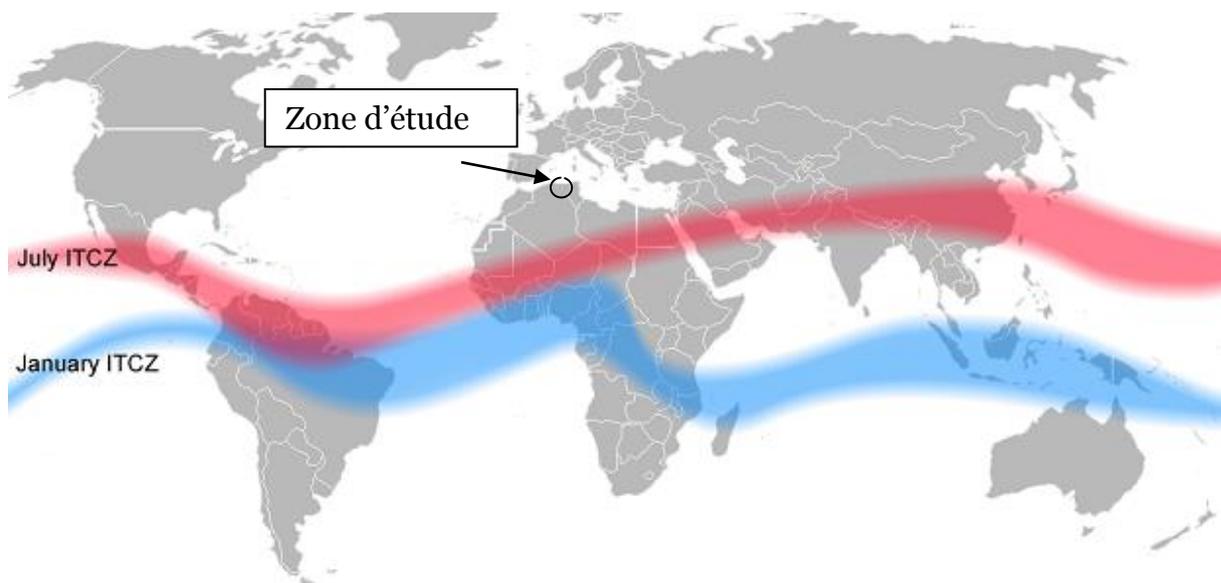


Photo : localisation du bassin versant de la Seybouse avec la position de la ZCIT en mois du janvier et en juillet.

Objectif de cette étude

Cette communication contribuée à viser les causes possible de la perturbation pluviométrique en zone étudiée, par la mise de l'accent sur le déplacement ou expansion latitudinal de la partie nord de la zone (bande) de convergence inter tropicale jusqu'à les frontières de la latitude 35°53' du bassin versant.

Description des données et de la zone d'étude

Le secteur d'étude est le bassin versant de la Seybouse de l'Est Algérien qui est le lieu de naissance de plusieurs recherches, études et travaux scientifiques, et c'est une région caractérisée par plusieurs conditions physiographiques, hydro climatiques et

environnementales. Il couvre au total environ de 0.288 % de la superficie de l'Algérie, Il s'étend entre les longitudes 6°48'W et 7°59'E et de latitude 35°53' Sud et 36°57' Nord. Les données examinées sont les séries des pluies pluri annuelles et inter mensuelles de vingt quatre postes pluviométriques, sont répartis sur le territoire du bassin versant selon la figure I. Les séries des pluies sont étendues de 1946 à 2009, sont comblés par des techniques usuelles pour les rendre traitable.

Matériels et Méthodes

Le fil directeur dans cette communication, est le traitement de problème d'une façon inverse, pour la raison d'entacher la variabilité climatique particulièrement pluviométrique sur le bassin versant de la Seybouse avec le phénomène d'El Nino et à avec celle de la perturbation ou une activité de la ZCIT.

Le régime pluviométrique est contrôlé principalement par la circulation de deux masses d'air et par leur mouvement saisonnier : l'harmattan sec (alizé continental venant du Nord- Est) [6] qui provoque la sècheresse et la mousson humide (alizé maritime austral), qui provoque la pluie.

L'étude du régime pluviométrique du bassin versant étudié, montre que la saison pluvieuse s'étale de la mi- Octobre à la mi- Mai, mois pendant lesquels les précipitations mensuelles sont supérieures aux moyens inters mensuels (41,91 mm). Contrairement à cette période, les pluies sont inférieures à la valeur moyenne dans l'ensemble des stations pluviométriques de la région, alors que le maximum des pluies moyennes inters mensuelles est atteint au mi- Décembre (début de la saison hivernale) avec une valeur de 73,39 mm. Par contre, le minimum de (3,51mm) se situe en mois de Juillet. Cette division de l'année en deux saisons (pluvieuse et sèche) se traduit par un régime de la mousson d'une part, et d'autre part, par des mois biologiquement différents : humides et secs.

L'absence des deux saisons intermédiaires, telles que le printemps et l'hiver, sont sous la responsabilité de la perturbation et une activité supérieure à la normale de la zone de convergence inter tropicale, qui peu causé cette disparition.

Autre démarche tend à vérifier l'hypothèse de départ, s'est avéré nécessaire, permettra une meilleure compréhension de la variation pluviométrique inter annuelle [4], s'article sur un traitement purement hydrologique des séries d'ensemble des stations pluviométriques qui sont réparties sur le territoire étudié (figure n° 1).

Ce traitement à un seul but, est dévoilé la variabilité spatiale avec l'examen des séries des pluies pluri annuelle on utilisant le test des rangs de Spearman.

Aspect théorique de test des rangs de Spearman [5, 8,11]

a- Pour un nombre d'observation ≥ 20

Ce test est décrit par Malinvaud (1978). Il est l'analogue du test précédent. En rangeant les observations de la chronique par ordre croissant et nous comparons le nouvel ordre à l'ordre original. En cas de tendance accentuée, les deux ordres seront corrélés. Si v_t désigne le rang attribué à l'observation « t » dans le nouvel ordre, on peut alors calculer le coefficient de corrélation des rangs de Spearman qui est donné :

$$r_s = 1 - \frac{6}{n.(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (v_i - t)^2 \quad (1)$$

Pour un échantillon (chronique) de taille n supérieure ou égale à 20, on remarque que la variable « r_s » suit approximativement une distribution normale de moyenne $E(r_s)$ et de variance $\text{Var}(r_s)$ données par : $E(r_s) = 0$

$$\text{Var}(r_s) = \frac{1}{n-1}$$

La statistique du test est alors :

$$Z = \frac{r_s - E(r_s)}{\sqrt{\text{var}(r_s)}} \rightarrow N(0,1)$$

Les étapes d'application de ce test sont classées par :

Étape 1 : Vérifier que la taille n de la chronique est supérieure ou égale à 20.

Étape 2 : Calculer r_s , le coefficient de corrélation de Spearman.

Étape 3 : Tester l'hypothèse nulle d'indépendance en calculant la valeur observée de la statistique du test sous l'hypothèse nulle suivante :

$$Z_{\text{obs}} = \frac{r_s}{\sqrt{\frac{1}{n-1}}}$$

Étape 4: Au niveau de signification α rejeté H_0 si : $|Z_{\text{obs}}| > Z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$ ou, $Z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$ est le

quantile d'ordre $(1-\frac{\alpha}{2})$ de la loi $N(0,1)$

b- Pour un nombre d'observation < 20 [5, 11]

C'est le même test présenté précédemment pour une taille d'échantillon strictement inférieure à 20. Il est également décrit par Malinvaud (1978). Pour les chroniques plus courtes, sous l'hypothèse nulle, on utilise la statistique T suivante:

$$T = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}} \rightarrow t_{(v-2)} \quad (2)$$

Les étapes d'application de ce test sont données par:

Étape 1 : Vérifier que la taille de la chronique est inférieure à 20.

Étape 2 : Tester l'hypothèse nulle d'indépendance avec la statistique T en calculant sa valeur observée suivante :

$$T_{\text{obs}} = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$$

Étape 3: Au niveau de signification α rejeter H_0 si : $|T_{\text{obs}}| > t_{(1-\frac{\alpha}{2}, v)}$ où ;

$t_{(1-\frac{\alpha}{2}, v)}$ est le quantile d'ordre $(1-\frac{\alpha}{2})$ suit une loi de Student t_v .

L'étude de la variabilité saisonnière à travers l'indice saisonnier est indispensable, pour voir si la baisse ou la hausse de la pluviométrie est spécifique à une saison particulière ou à plusieurs saisons [9,12]. Cet indice est créé afin d'établir les critères de comparaisons et de classification de climat.

Elle se reproduit à intervalles de temps égaux avec une forme à peu près constante. Elle peut résulter du rythme des saisons ou de facteurs humains.

En outre, certaines séries pluri annuelles n'accusent aucune saisonnalité.

La saisonnalité s'exprime de deux façons : en pourcentage ou en nombre d'unités de mesure de la série.

Cette étude s'est bornée à l'ensemble des mois de l'année (Janvier, Février,...et Décembre).

Dans notre cas, nous allons utiliser la méthode du pourcentage de la moyenne dite aussi méthode des rapports, qui permet de mieux visualiser la chronologie des totaux de pluie saisonniers dans le temps [1, 12] et faire la distinction entre les mois en fonction de leur pluviosité, il s'agit de calculer le rapport entre la quantité pluviométrique d'un mois et la moyenne pluviométrique de celui-ci.

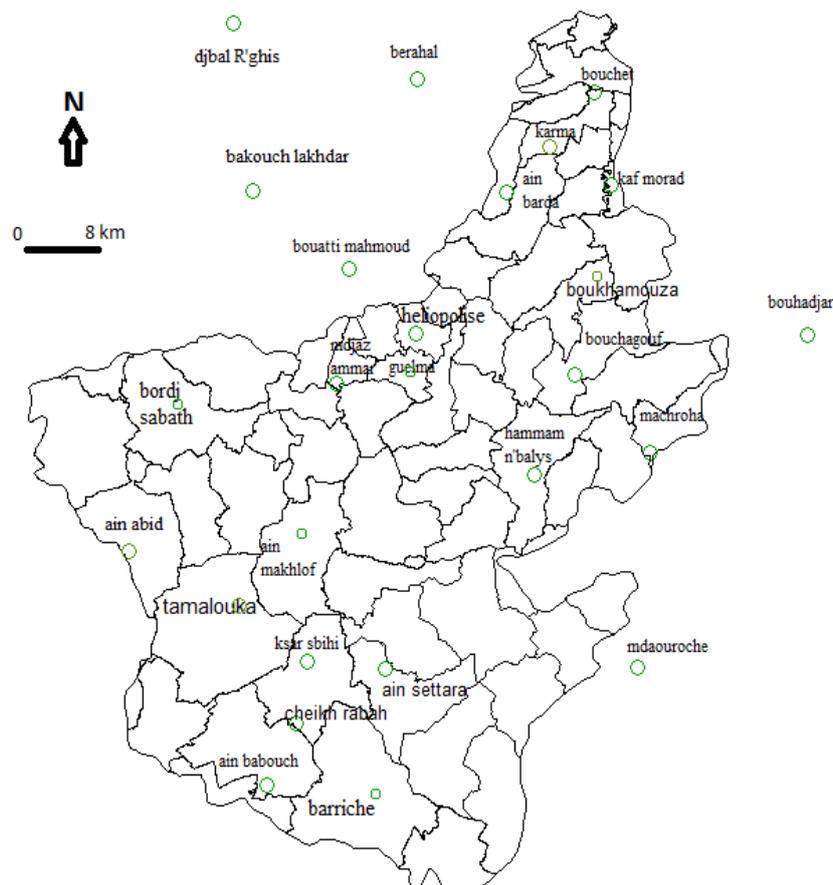


Figure 1: Localisation des stations pluviométriques dans le bassin versant.

Résultats et interprétations

Les valeurs minimales des coefficients de test des rangs de Spearman ont été enregistrées sur les couples Ain Makhlof, Berriche avec une valeur de -0,07, ainsi

que le couple Kef Mourad Ksar Sbihi avec 0,07, les couples Berriche Bordj Sabath et Bohadjar Djbal Raghis avec une valeur de 0,1 et en fin les couples Ain Barda Bordj Sabath et Ain Barda Ain Makhlouf avec la valeur du coefficient de Spearman de 0,12, lesquelles ne sont pas significatives. Contrairement aux valeurs maximales qui ont été enregistrées sur les couples Guelma - Bouatti Mahmoud avec une valeur de 0,9, Guelma - Héliopolise avec 0,89, en fin les couples Héliopolise - Bakkouch Lakhdar et Pont Bouchet enregistrent respectivement des valeurs de coefficients de Spearman de 0,86 et 0,81, lesquelles sont significatives.

Les résultats du test des coefficients des rangs de Spearman, marquent un très grand pourcentage des valeurs qu'elles donnent une corrélation très faible et faible. Ces résultats, traduisent une tendance opposée entre les séries des pluies des stations examinées, qu'elle accentue l'hypothèse de la forte variabilité spatiale et temporelle et une hétérogénéité entre les séries des pluies des stations on zone d'étude.

Ensuite, un pourcentage faible des ses coefficients des rangs qui ont des valeurs modérés et élevés, qu'elles traduisent une faible variabilité spatiale et temporelle entre les séries des pluies de ses stations pluviométriques.

Dans une dernière remarque sur les résultats du même test, tel qu'un très faible pourcentage des valeurs de ses coefficients des rangs qui ont très élevées. Ces résultats, traduisent une tendance semblable entre les séries des pluies des stations examinées avec une très faible variabilité pluviométrique sur les zones couvertes par ses stations.

Les séries des pluies pluri annuelles sont examinées à l'aide des corrélogrammes. L'interprétation de ces résultats d'auto corrélations ACF, indiquent une grande différenciation entre les valeurs de coefficient d'auto corrélation $\rho(k)$ et celles-ci sont significatives et différentes de zéro. L'élément retenu sur ce point, est que les séries des pluies pluri annuelles ne sont pas stationnaires.

Une des caractéristiques des corrélogrammes des séries des pluies est la présence des valeurs d'auto corrélations à l'extérieur de l'intervalle 95% de confiance pour un niveau de signification $\alpha=5\%$, citons par exemple, les stations de Ain Settara, Bouchegouf, Mechroha, Ain Babouche et Berriche, est la dernière station exhibe trois (03) premiers retards de décalages hors l'intervalle de confiance, contrairement aux quatre dernières stations.

Sur le corrélogramme, nous remarquons qu'une tendance visible à la décroissance qui varie entre rapide et lente avec une périodicité et fluctuation entre valeur positive et négative et une instabilité à savoir : les stations Cheikh Rabah, Hammam Nbails, Bakouche Lakhdar, Kef Mourad, Mechroha, Bouchegouf, Boukhamouza, Bouhadjar, Mdaouroche, Mdjaz Amar, Ksar Sbihi, Guelma, Ain Barda, Ain Settara et station de Berriche qui présentent 62,5% de l'ensemble des séries des pluies pour les périodes étudiées.

En outre, le reste des corrélogrammes, présentent des tendances à l'accroissement. On compte 12,5% sur le total des séries étudiées des stations, marquent des fluctuations et une instabilité sur les valeurs des pluies entre valeurs positives et négatives à savoir : les stations Bouatti Mahmoud, Héliopolise et Ain Makhlouf. Le reste des stations pluviométriques présentent des fluctuations de type Marcovienne.

L'examen des valeurs des corrélogrammes mis en évidence le rejet de l'hypothèse nulle de bruit blanc pour un seuil de 5% (c'est-à-dire n'est pas considéré un processus de bruit blanc) des séries des pluies pluriannuelles.

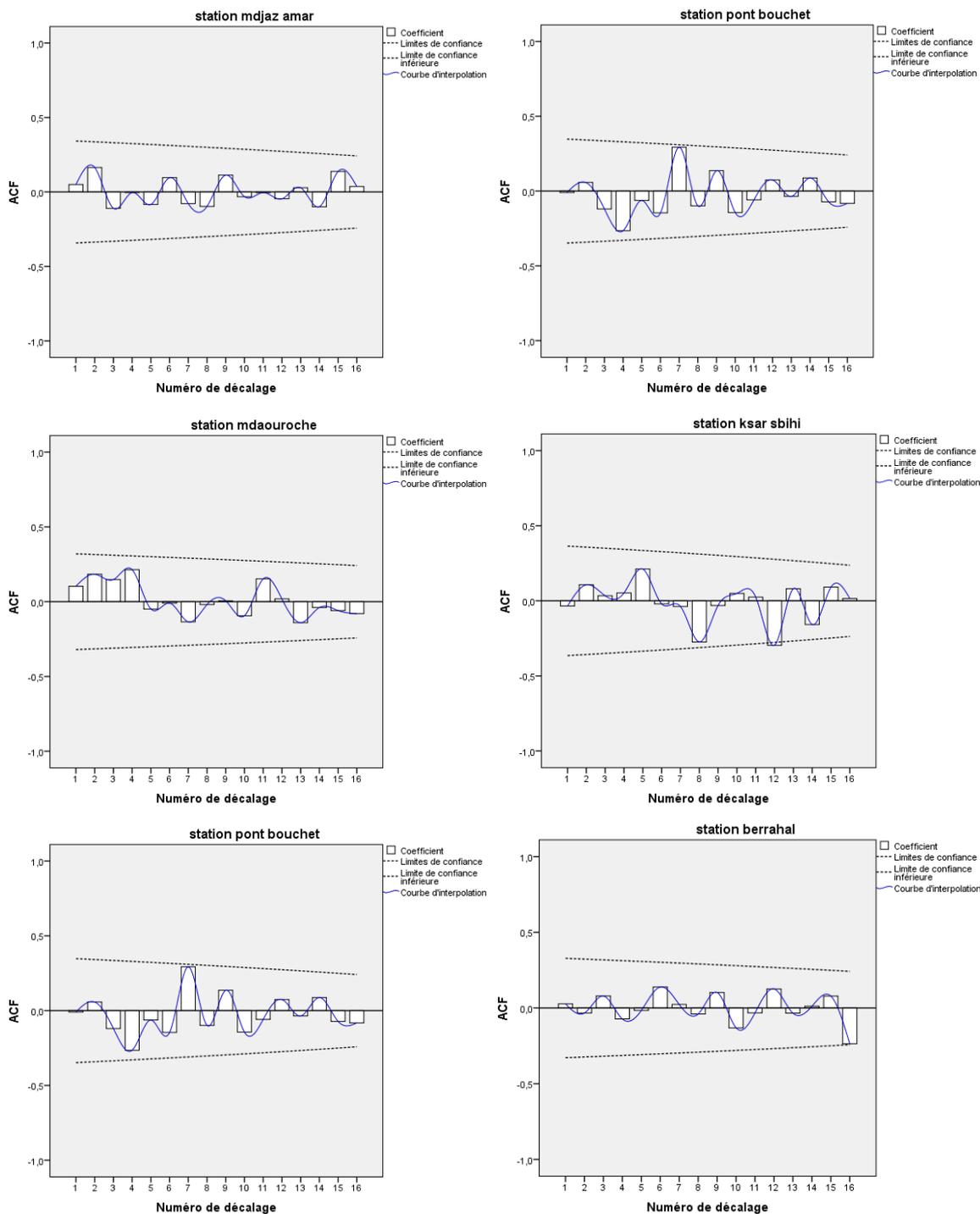


Figure II: *Corrélogrammes de quelques séries des pluies pluri annuelles représentatives du bassin versant de la Seybouse.*

Les informations disponibles sur les indices saisonniers sont intéressantes et précieuses. Nous pouvons distinguer deux catégories des valeurs. Pour les mois de Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre et mois d'Octobre, l'activité saisonnière (mensuelle) est faible ; inférieure à la moyenne, qu'elle coïncide aux saisons du printemps et d'été. Contrairement, au reste des mois, elles marquent une activité saisonnière importante ; supérieure à la moyenne. Les résultats d'indice saisonnier,

donnent une idée sur l'effet potentiel des valeurs du coefficient saisonnier sur la prévision des pluies mensuelles. Ce dernier en liaison avec l'activité potentiel par rapport la normale de la ZCIT.

Tableau n°1 : résultats de coefficient saisonnier pour quelques stations

Station	Coefficients saisonniers											
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Ain Babouche	1.07	1.26	1.21	1.53	1.42	0.36	0.07	0.43	1.13	0.61	1.25	1.65
Ain Barda	1.87	1.38	1.33	1.23	0.75	0.30	0.06	0.18	0.65	1.07	1.33	1.85
Boukhamouza	1.85	1.48	1.43	1.46	0.66	0.36	0.05	0.19	0.72	0.89	0.89	2.01
Bouchegouf	0.14	0.11	0.12	0.11	0.07	0.03	0.01	0.02	0.07	0.08	0.10	0.14
Berriche	1.19	1.05	1.24	1.55	1.20	0.60	0.23	0.62	1.17	0.90	0.92	1.34
Guelma	1.53	1.29	1.51	1.25	0.99	0.33	0.07	0.21	0.71	1.00	1.40	1.70
Héliopolise	1.76	1.43	1.36	1.21	0.82	0.35	0.09	0.20	0.72	1.03	1.26	1.78
Hmmam N'baïls	1.87	1.43	1.56	1.46	0.83	0.33	0.03	0.20	0.67	0.88	1.23	1.50
Bordj Sabath	1.66	1.29	1.39	1.27	0.92	0.29	0.09	0.17	0.73	0.86	1.39	1.94
Ain Makhlouf	1.56	1.38	1.52	1.31	0.82	0.40	0.12	0.29	0.85	0.82	1.20	1.72
Ain Settara	1.21	0.90	1.30	1.45	1.34	0.62	0.22	0.38	1.09	1.02	1.11	1.36
Bakouche Lakhdar	2.05	1.59	1.40	1.05	0.50	0.18	0.03	0.09	0.50	0.95	1.49	2.18
Cheikh Rabah	1.33	1.04	1.38	1.50	1.21	0.65	0.25	0.62	1.01	0.94	0.87	1.19
Ksar Sbihi	1.47	1.35	1.61	1.47	1.45	0.69	0.25	0.29	0.80	0.68	0.94	1.00
Pont Bouchet	1.72	1.20	1.23	1.06	0.64	0.27	0.05	0.19	0.72	1.08	1.67	2.15
Mdjaz Amar	1.71	1.25	1.32	1.38	0.90	0.36	0.14	0.19	1.04	0.79	1.22	1.70
El Karma	1.89	1.45	1.19	1.07	0.65	0.23	0.03	0.16	0.53	0.76	1.63	2.41
Mechroha	1.71	1.54	0.71	1.86	1.10	0.37	0.03	0.13	0.54	0.84	1.48	1.68
Kef Mourade	1.84	1.42	1.35	1.24	0.79	0.27	0.03	0.15	0.54	1.15	1.35	1.88
Bouatti Mahmoude	1.77	1.42	1.35	1.09	0.87	0.29	0.09	0.17	0.66	1.03	1.43	1.83
Mdaouroche	0.98	1.02	3.41	1.08	0.96	0.47	0.20	0.42	0.84	0.70	0.81	1.12
Bouhadjar	1.62	1.44	1.32	1.36	1.03	0.31	0.05	0.20	0.43	1.03	1.51	1.71
Berrahal	1.80	1.44	1.34	1.12	0.66	0.21	0.04	0.131	0.47	1.12	1.53	2.14
Djbal Reghiss	1.26	0.77	1.27	1.02	1.23	0.76	0.19	0.52	1.40	1.32	1.30	0.97

Evolution des pluies inter annuelles

Autre témoignage sur la forte variabilité temporelle, qui touche et frappe le bassin versant étudié, une grande partie du Nord Algérien, l'Est Marocain et l'Ouest Tunisien. En effet, les pluies diminuent en moyenne sur tout le Nord algérien. Cette dite sécheresse est mentionnée par plusieurs chercheurs. Même aussi cette aridité et rupture climatique touche aussi une grande partie des régions du territoire Marocain qui a débuté vers les années 1976 et qui s'est étendue largement vers 1979-1980, et

qui donne une vision globale et décisive sur la pluviométrie et le climat du Nord Africain ainsi que le déplacement des masses d'air (cité par BALAH B., 2016).

L'examen de la coïncidence et de simultanéité entre les années déficitaires et la sécheresse indiquée ci-dessus avec les années EL Nino, permet d'estimer la bonne corrélation sur cette période avec ce phénomène et la zone présente une réponse positive très marquée à l'El Nino.

Selon (BALAH B., 2016) L'année 2001, marquée une sécheresse extrême sur toutes les zones couvertes par les stations, qu'elle montre aucune coïncidence avec un zéro corrélation avec ce phénomène, d'où, la réponse à l'El Nino est négative.

Selon le même auteur, l'année 2003, marquée un caractère excédentaire de la pluviométrie sur toute la zone étudiée, qu'elle montre une coïncidence et une simultanéité entre les années d'El Nino dont la corrélation est bonne sur cette période avec une réponse positive au phénomène.

Cette opposition entre les résultats, mettre en face l'hypothèse du caractère cyclique du phénomène, il s'avère une nécessité absolue aux études très approfondies à des échelles régionale et locale pour prendre les mesures nécessaires à ses situations.

Conclusion

La variation du régime pluviométrique et de la pluviométrie inter annuelle au bassin versant de la Seybouse est liée à la circulation et aux activités du profil de la ZCIT et des phénomènes associés tels que la cellule de Hadely et El Nino. Au sein de cette zone se développe des perturbations comme les dépressions et anticyclones.

Bibliographie

[1] A.ANSER., 4- 2002. Guide pratique pour l'utilisation des indices et coefficients climatiques, édition 1.02.5312 Alger- Algérie office des publications universitaire, édition 1.02.5312.

[2] AMOUSSOU E., CAMBERLIN P., BOKO M et ET JOCELYNE P., 2009. Impact de la variabilité climatique sur les apports liquides dans la basse vallée du mono (Benin, Afrique de l'ouest), Geographia Technica, Numéro spécial, 35-40.

[3] BALAH Belk., AMARCHI HO. 12/01/2016. Variabilité des séries pluviométriques du bassin versant de la Seybouse du Nord Est- Algérien, Rev. Sci. Techn. Synthèse 32 :86- 97(2016), 12/01/2016.

[4] Bi Tié Goula., Issiaka Savane et al., mai 2006. Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'ZO et N'ZI en cote d'IVOIRE (Afrique tropicale Humide), vertigo –la revue en science de l'environnement, vol 7 n 01, mai 2006.

[5] Claudie Beaulieu., Taha B M J Ouarda., Ousmane Seidou., Janvier 2005. Revue bibliographique des techniques d'homogénéisation des séries climatiques et analyse d'applicabilité au séries des précipitations, Rapport de recherche R-811, ISBN: 2-89146-310-2.

[6] Flore B. A. ROKO., 21 septembre 2007. Evolution des variables météorologiques sur le haut bassin de l'Ouémé et leurs influences sur l'évapotranspiration de référence. Thèse, Université d'Abomey-Calavi, BENIN, 81p.

[7] Frédéric ROSSEL et al, 1998. Régionalisation de l'influence du l'El Nino sur les précipitations de l'équateur, Bult. Inst. Fr. études andines. 1998, 27(3) : 643- 654.

[8] Jacques RANCHER et Francis ROUGERIE, 1994. L'environnement océanique de l'archipel des Tuamotu (Polynésie Française), ORSTOM, B.P. 529, Papeete, Tahiti, OCEANOLOGICA ACTA- VOL. 18- W1.

[9] KHALDI A., 2005. Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien " Monts de Tlemcen - Saida", Thèse de Doctorat en Hydrogéologie Université D'Oran. Algérie. 239p.

[10] LAZRI M., AMEUR S et HADDAD B., 2007. Analyse de données de précipitations par approche Markovienne, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007, pp. 7-20.

[11] Murray R. SPIEGAL., 1982, théorie et applications de statistique, douzième tirage, ISBN Canada 007.082.113.5

[12] Pierre A. Cholette., 27 mars 2014. La dessaisonalisation pour le non-spécialiste, L'Actualité économique, vol. 59, n° 1, 1983, p. 144-152.

[13] RENARD Benjamin., 20 septembre 2006. Détection et prise en compte d'éventuels impacts du changement climatique sur les extrêmes hydrologiques en France, thèse de Doctorat de l'institut national polytechnique de GRONOBLE. France. 364p.