VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE DANS L'ESPACE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE ET LE NORD DE LA REPUBLIQUE DU CONGO DE 1950 A 2010

DESTYLES VAN KOMBYLA, MARTIN MASSOUANGUI KIFOUALA ET MALEKE SHELEY PEPYS LYDIE

BP : 4131 Brazzaville, République du Congo, E-mail : destyles.van@gmail.com ; mmartinkif@gmail.com

Centre de Recherches sur les Tropiques Humides (CRTH),

Faculté des Lettres et des Sciences Humaine (FLSH), Université Marien Ngouabi, Congo Brazzaville

Résumé

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les grandes structures spatiales des précipitations et de dégager leur tendance. Au total 16 stations ont été retenues pour cette étude, dont 14 en République centrafricaine (RCA) et deux en République du Congo (RC). Ces stations présentent des données observées au pas de temps mensuel sur la période allant de 1950 à 2010. L'analyse en composante principale couplée avec la classification hiérarchique ascendante a permis de répartir les stations de cet espace drainé par la rivière Oubangui en deux grandes structures ayant en commun un régime bimodal. Les valeurs centrées réduites associées à la droite de la régression linéaire montrent que les précipitations enregistrent une baisse aussi bien à l'échelle interannuelle que décennale. Les tests de Pettitt et de Lee Heghinian appliqués sur les différentes séries ont détecté les ruptures en 1966 pour la CP1 et en 1970 pour la CP2. Cette tendance à la baisse des précipitations n'est pas conséquente sur l'évolution des écoulements du fleuve Oubangui.

Mots-clefs : *République du Congo, RCA, précipitation, régimes, tendances.*

Abstract

The aims of this study is to release the great space structures of rainfalls and to release their trends. 16 stations were retained to realize this study, 14 stations of Républic centrafricaine and 2 at Congo Brazzaville. These stations have the data observed at the month scale over the period of 1950 to 2010. The analysis in principal component coupled with ascending hierarchical classification made it possible to regroup the stations of this space drained by the Oubangui river in two principal components having jointly a bimodal regime. The anomalies associated the linear straight regression line show that rainfalls record as well with to the interannual and decennial scale. The tests of Pettitt and Lee Heghinian detected the ruptures in 1966 for the CP1 and in 1970 for the CP2. This downward trend can only be pejorative on the evolution of the flows of Oubangui.

Key words: *Republic of Congo, RCA, rainfall, modes, trends*

Introduction

La République du Congo, la RCA et la République Démocratique du Congo (RDC) sont trois pays de l'Afrique centrale qui ont en commun le cours d'eau Oubangui, affluent important du fleuve Congo. L'eau de l'Oubangui, comme celle du fleuve Congo et de la Sangha, est une ressource frontalière qui fait l'objet d'une gestion concertée entre les pays membres de la Commission Internationale du Bassin Congo Oubangui Sangha (CICOS). L'Oubangui est devenu de nos jours un enjeu majeur dans face aux changements climatiques. Elle est retenue comme solution pour sauver le lac Tchad en voie de disparition. Des nombreuses études ont porté sur l'évolution de ses débits dans le but de dégager les tendances (D. Orange, C. Feizouré, A. Wesselink *et al*. 1995 et 1997 ; A. Wesselink, D. Orange, Randriamiarisoa *et al.* 1996 ; J. Runge et C.R. Nguimalet, 2005 ; J. Callede, Y. Boulvert et J.-P. Thiebaux. 2010). Il ressort de ces travaux que les débits de l'Oubangui ont connu une baisse réelle. Cette récession réduit de façon considérable le nombre de jours navigables. En effet, on compte près de 200 jours non navigables depuis 2002, contre 4 jours pendant la période allant de 1935 à 1971. Mais très peu de travaux portent sur l'évolution du climat en général et des précipitations en particulier dans l'espace géographique de ces trois pays drainés par l'Oubangui et ses affluents.

Les études qui existent portent sur l'ensemble de l'Afrique Centrale (J.-C. Olivry, 1996 *;* J.-E. Paturel, E. Servat et B. Koame, 1996 ; G. Mahé, 1993) ou sur l'Afrique équatoriale Atlantique (M. Mpounza et M.-J.Samba Kimbata, 1992 ; G. Ibiassi Mahoungou, 2003 et 2012, J. D. Maloba Makanga et G. Samba, 1996 ; C. R. Nguimalet et D. Orange, 2013 et 2015 ; M. Kembé, 2015 ; G.A. Miame Mouelo, 2017) ou encore sur l'un de ces pays de façon séparée. Il est aussi important de noter que les séries analysées dans ces travaux s'arrêtent pour la plupart avant les années 2000. Il y a donc lieu de réactualiser ces travaux pour voir la réalité de nos jours. L'avantage de cette étude est d'analyser les séries chronologiques plus ou moins récentes de plus six décennies d'enregistrements.

Une étude portant sur la variabilité des précipitations dans l'espace RCA, RDC et République du Congo s'impose de toute évidence pour compléter et comprendre les informations relatives au fonctionnement hydroclimatique de ce cours d'eau.

Mais, faute des données pluviométriques susceptibles d'influencer les débits de l'Oubangui, le secteur d'étude a été réduit. Ainsi, l'objectif de cette étude vise à dégager les grandes structures spatiales des précipitations et leurs tendances d'évolution.

1. Données et méthodes

1.1. Données

Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé les données des précipitations au pas de temps mensuel couvrant la période de 1950-2010. Elles sont extraites de la base de données des services météorologiques de la République du Congo et de la République Centrafricaine (RCA). Ces données présentent des lacunes dans des nombreuses séries attribuées aux troubles politiques qui ont bouleversés ces deux pays. En tenant compte de ces lacunes et de la longueur des séries, 16 stations présentant moins de lacunes (au plus 15%) ont été retenues Deux sont localisées dans la partie nord de la République du Congo et 14 en RCA (fig. 1). Les données ont été observées sur la période allant de 1950 à 2010. Le comblement des lacunes a été fait par la méthode de régression linéaire multiple entre les stations influencées par le même type de climat et dont le coefficient de corrélation est élevée (seuil de significativité à 95 %).

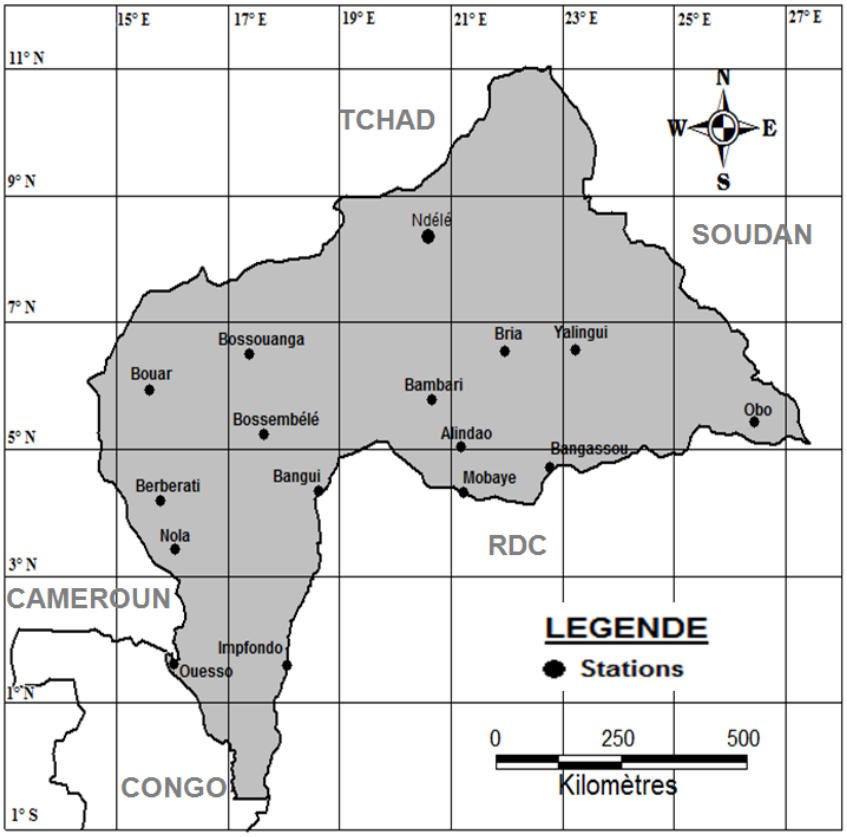


Figure. 1: Répartition des stations climatologiques dans le secteur d'étude

1.2. Méthodes

1.2.1. Données centrées réduites ou standardisées

La détermination de ces données consiste à soustraire la normale à chaque valeur observée et de diviser par la suite l'ensemble des données centrées par l'écart type de la série. La nouvelle série, centrée et réduite, ou standardisée est encore appelée par série d'anomalie. En d'autres termes, l'anomalie est l'écart d'une valeur observée par rapport à la moyenne. Elle a donc deux caractéristiques fixes : moyenne nulle et écart type à un.

$$\Delta = \frac{\left(x_i - \bar{x}\right)}{\sigma}$$

Cette méthode a l'avantage d'extraire la composante locale et de faciliter la comparaison entre stations même celles appartenant à des zones climatiques différentes et de dégager les années déficitaires, excédentaires et normales dans la série.

1.2.2. Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) et Analyse en Composantes Principales (ACP)

Le principe de la CAH (L. Lebart, A. Morineau et M. Piron, 1995) consiste à fusionner à chaque étape les deux clusters (de façon simultanée) les plus proches au sens de la distance choisie. Le processus de classification s'arrête quand les deux clusters restant fusionnent dans l'unique cluster qui contient toutes les observations. Une hiérarchie de partitions se présente donc sous la forme de dendrogramme. Il permet de montrer la distribution spatio-temporelle des séries dans le secteur d'étude et de déterminer les régimes pluviométriques qui gouvernent la climatologie du secteur d'étude.

L'Analyse en Composante Principale (ACP) est une méthode de représentation graphique en deux dimensions d'un ensemble d'observations caractérisées par plus de deux paramètres. Le calcul des composantes principales est effectué à partir de la matrice des corrélations. Le but est d'obtenir une représentation la plus fidèle possible de l'ensemble des observations. La représentativité des variables et des observations est jugée par la valeur du cosinus carré. Plus cette valeur est proche de 1, meilleure est la représentation dans le plan.

Étant donné que les précipitations sont des variables quantitatives, l'ACP permet d'obtenir des composantes principales qui sont des variables synthétiques (dimensions) orthogonales. Elle peut aussi être présentée comme la décomposition des données en un signal et en un bruit, les premières dimensions correspondant au signal et les dernières au bruit.

De ce fait, l'ACP peut servir de prétraitements à la classification : seules les premières dimensions sont conservées pour calculer de nouvelles distances entre individus. Sans le bruit, la classification est plus robuste que celle obtenue sur les distances initiales. Ainsi, la forme du haut de l'arbre hiérarchique est plus stable.

Ces deux méthodes sont programmées dans le pacakage FactoMineR (F. S. L. Husson et J. Pages, 2009) qui fonctionne sous l'environnement du logiciel R.

1.2.3. Test de Pettitt et Lee et Heghinian

- La méthode non paramétrique de Pettitt donne l'année de la plus importante rupture en fonction de la probabilité de dépassement de la valeur critique du test;
- La segmentation d'Hubert donne l'année de rupture constatée sur la série à partir du mode de la fonction densité de probabilité *a posteriori* de la position du point de rupture.

Ces tests ont permis de vérifier les changements intervenus dans les séries pluviométriques étudiées afin d'apprécier l'évolution tendancielle dans le temps.

2. Résultats et discussion

2.1. Grandes structures spatiales des précipitations

L'arbre hiérarchique est représenté en deux dimensions sur le plan principal de l'ACP (Fig. 2). La fonction a proposé un découpage en structures ou composantes qui influencent l'aire géographique considérée ; les individus sont colorés en fonction de leur structure d'appartenance. Ces composantes principales sont les suivantes :

- la composante principale 1 (CP1) prend en compte le nord du Congo et le sud de la RCA. Elle est composée par les stations de Bangui, d'Alindao, de Bangasou, de Mobaye, Nola, Berbrarati, d'Impfondo et de Ouesso. La variance expliquée est de 42,6%.
- la composante principale 2 (CP2) intéresse le nord de la RCA : elle prend en compte les stations de Ndélé, Yalinga, Obo, Bria, Bambari, Bossouanga, Bouar et Bossembele. La variance expliquée est de 26,99%.

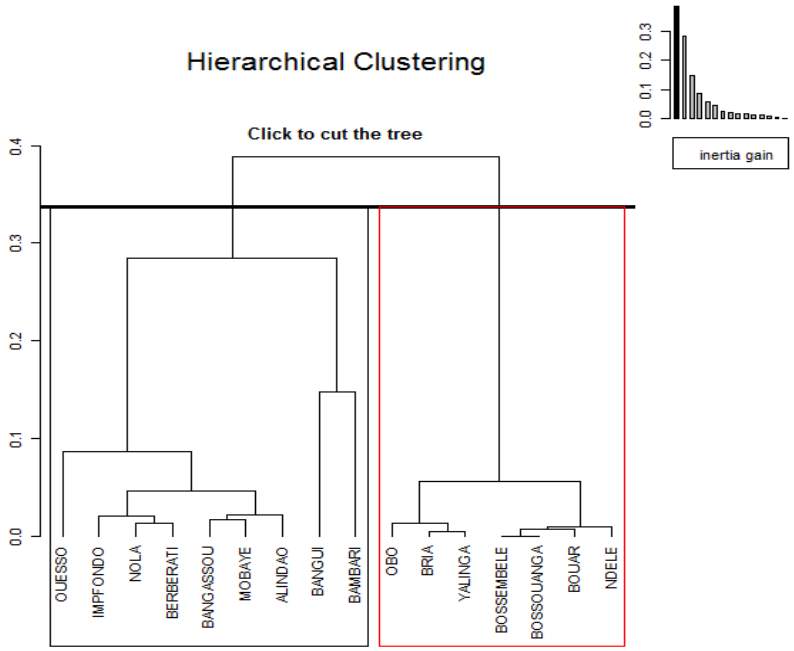


Figure 2 : Représentation de l'arbre hiérarchique sur le premier plan factoriel

Il ressort de l'analyse de la figure 2 deux grands domaines climatiques dans lesquels sont reparties les stations pluviométriques étudiées, notamment le domaine soudano oubanguien et le domaine guinéen équatorial.

2.2. Régimes pluviométriques

Les valeurs centrées réduites ont permis de mettre en évidence des régimes pluviométriques unimodaux (fig. 3 et 4). Ils se caractérisent par un maximum unique centré sur l'été et un minimum pluviométrique axé sur l'hiver de l'hémisphère d'implantation. On le trouve au nord de la RCA (entre 3° et 11°N), au sud de la RCA et au nord du Congo (entre 1° et 3°N). Quelques différences très nettes existent entre ces deux composantes principales.

Dans la CP2, la saison sèche dure six mois (de novembre à avril) et la saison des pluies aussi six (de mai à octobre). Le mois d'août est le plus pluvieux de l'année. C'est un régime unimodal de type tropical nord (M. Mpounza et M-J.Samba Kimbata, 1992).

Dans la CP2, la saison sèche compte cinq mois (de novembre à mars) et la saison des pluies sept mois (d'avril à octobre). Octobre est le mois le plus pluvieux de l'année. On note un ralentissement des précipitations pendant les mois de juin et juillet donnant ainsi l'aspect d'un régime bimodal. C'est un régime monomodal de type équatorial.

Il apparait très net que l'Oubangui est alimenté en eau de pluies pendant la période allant de mai à octobre. Il tombe en moyenne 1557 mm d'eau par année dans le nord du Congo et sud de la RCA (CP1), contre 1465 mm dans le nord de la RCA (CP2). La saison sèche est très critique

de décembre à février. Ces résultats sont en phase avec les conclusions des travaux antérieurs de M. Mpounza et M-J.Samba Kimbata (1992).

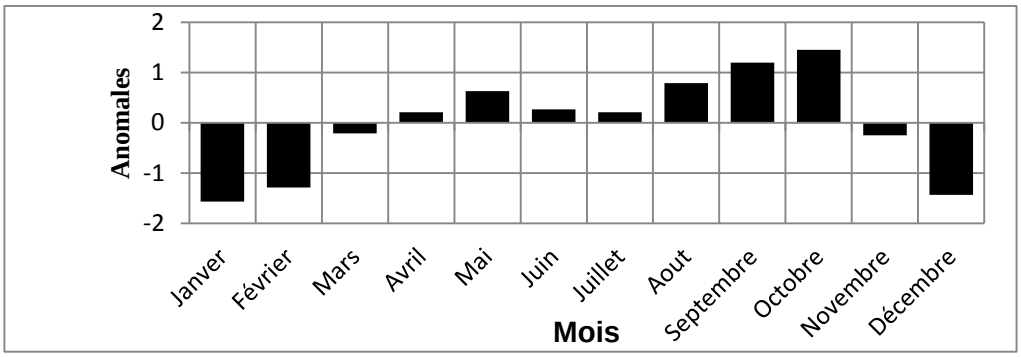


Figure 3 : Régime pluviométrique de la CP 1 (1950-2010)

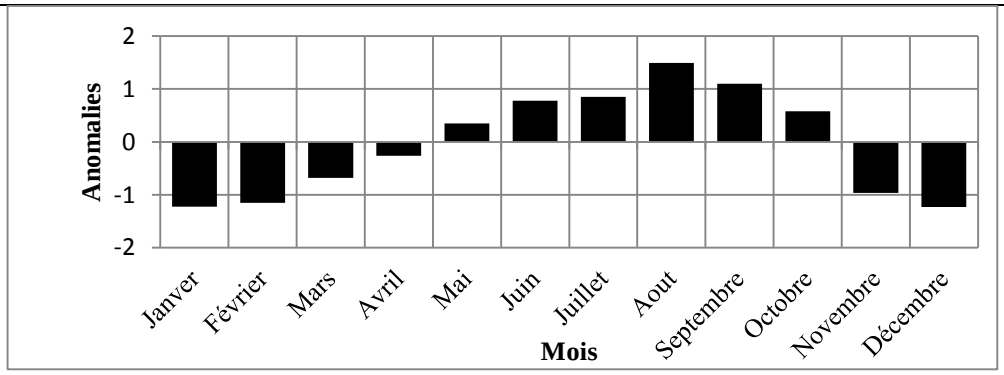


Figure 4 : Régime pluviométrique de la CP2 (1950-2010)

2.2.1. Variation mensuelle moyenne de pluie bassin-versant de l'Oubangui

Les figures 5 et 6 montrent le champ pluviométrique mensuel et stationnaire du bassin versant. La figure 6 présente un régime uni modal avec quatre mois moins arrosés. Les quatre mois sont en effet la période sèche dans ce bassin. Cependant les mois les plus pluvieux sont suffisamment arrosés, notamment celui d'août qui enregistre 226 mm de hauteur d'eau.

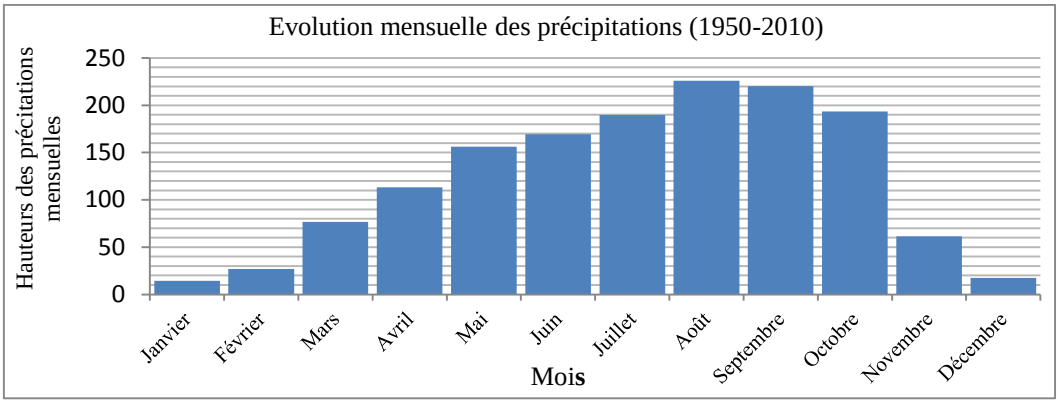


Figure 5: Evolution moyenne mensuelle des précipitations

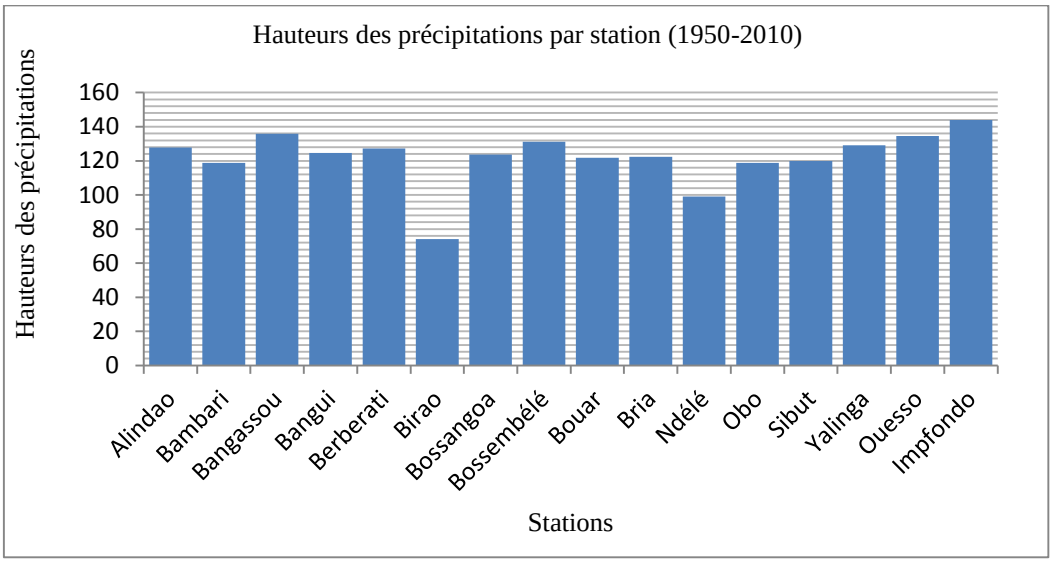


Figure 6 : Evolution moyenne des hauteurs des pluies au niveau de chaque station

Toutes les stations sont bien arrosées dans l'ensemble, excepté celle de Birao qui a reçu 74 mm, station située au nord du bassin, proche de la zone soudano sahélienne, où les altitudes sont nettement faible comparé au sud du bassin. (Fig. 6). Les stations situées au nord du Congo Brazzaville et celles du sud et du centre de la RCA sont suffisamment arrosées grâce à leurs fortes altitudes.

2.3. Variabilité interannuelle des précipitations

2.3.1. Variabilité pluviométrique dans la CP1

Les précipitations présentent une tendance à la baisse (fig.7). Cette tendance est très accusée entre 1982 et 2000. Cela se traduit par des anomalies négatives, c'est-à-dire des valeurs de précipitations largement inférieures à la normale. Mais la période qui va de 1950 à 1981 est marquée par une forte variabilité des précipitations. On note une alternance des années

pluvieuses et des années sèches. Mais de 2000 à 2010, les années sèches l'emportent sur les années pluvieuses. La période de 1976 à 1982 était la plus pluvieuse. Ce comportement de baisse pluviométrique est souligné par C. R. Nguimalet et D. Orange (2013). Elle est marquée par des anomalies positives pouvant dépasser 1. Le record des précipitations a été enregistré en 1966 avec une moyenne de 1767 mm d'eau.

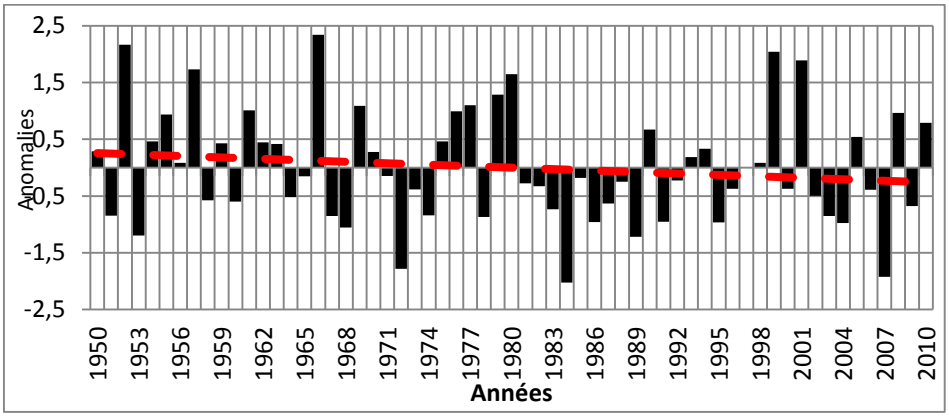


Figure 7: Évolution interannuelle des précipitations dans la CP1 (1950-2010)

Elle est marquée par des anomalies positives pouvant dépasser 1. Le record des précipitations a été enregistré en 1966 avec une moyenne de 1767 mm d'eau.

2.3.2. Variabilité pluviométrique dans la CP1

Les précipitations montrent une évolution en trois phases distinctes (fig. 8). La première phase va de 1950 à 1970. Elle est caractérisée par des anomalies positives. C'est une phase très pluvieuse ; les précipitations ont été supérieures à la normale, donc à la hausse. La deuxième période traduit une récession pluviométrique très marquée en durée et en intensité. Cette phase qui va de 1971 à 1993 est caractérisée par anomalies négatives de plus de 1 écart-type.

La troisième phase traduit une variabilité pluviométrique. On note une succession des années pluvieuses et des années à pluviométrie médiocre. De façon générale, les précipitations accusent une tendance à la baisse dans la partie nord de la République Centrafricaine depuis 1970. Une étude est en cours de rédaction, où les données de la RDC qu'on n'a pas pu avoir seront disponibles et dans laquelle seront également analysées les données dudit pays.

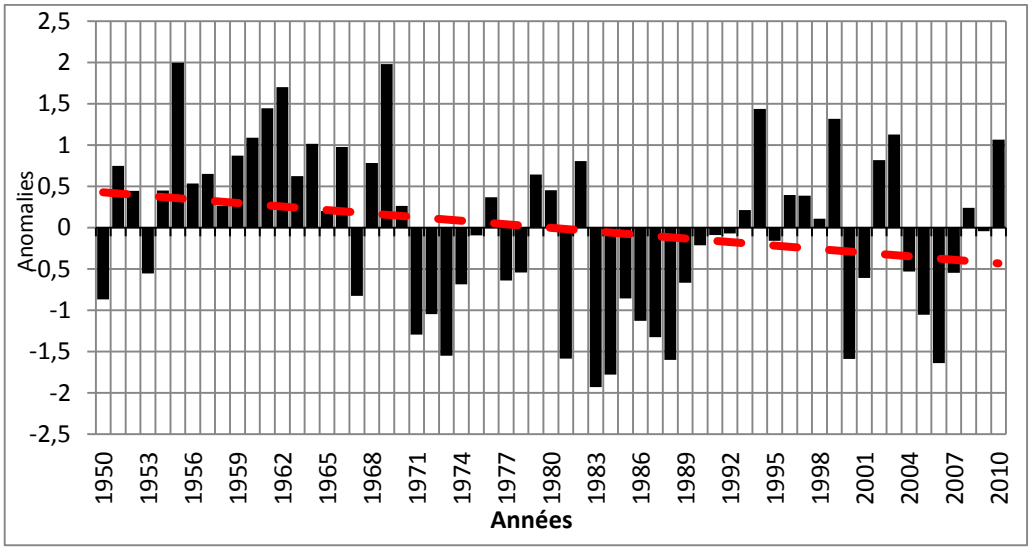


Figure 8 : Évolution interannuelle des précipitations dans le Nord-RCA (1950-2010)

2.4. Évolution décennale des précipitations

2.4.1. Évolution décennale des précipitations dans la CP1

L'analyse au pas de temps décennal des précipitations par la méthode des valeurs centrée réduites met en évidence des décennies excédentaires et des décennies déficitaires. La pluviométrie était excédentaire pendant les décennies 1960-1969, 1990-1999 et surtout 1950-1959. La décennie allant de 1980 à 1989 est la plus critique. Elle traduit un déficit pluviométrique important, suivie de la décennie 2000-2009. Quant à la décennie 1970-1979, elle traduit une situation de transition entre les décennies déficitaires et les décennies excédentaires. Dans l'ensemble, les précipitations enregistrent une baisse graduelle (fig. 9).

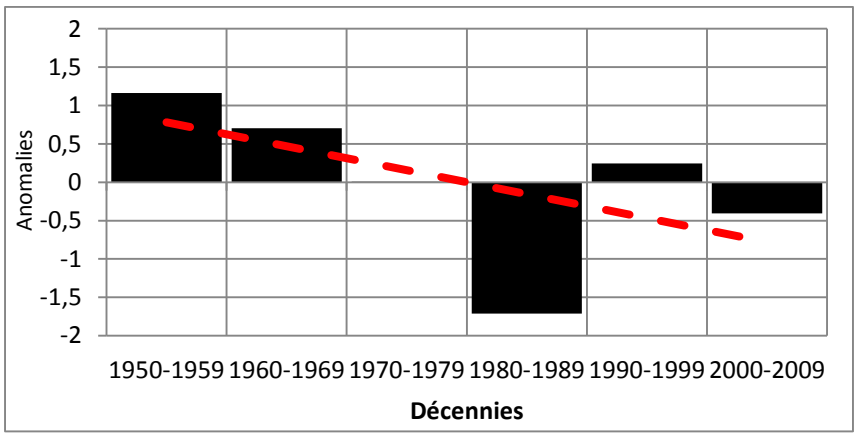


Figure 9 : Évolution décennale des précipitations dans la CP1 (1950-2010)

2.3.2. Évolution décennale des précipitations dans la CP2

Les précipitations accusent une tendance à la baisse de façon générale. Cette baisse a débuté pendant la décennie 1970-1979 et s'est accentuée de 1980 à 1989. Mais les deux premières décennies (1950-1959 et 1960-1969) sont excédentaires tout comme la décennie 1990-1999. De 2000 à 2009, les précipitations sont déficitaires (fig. 10)

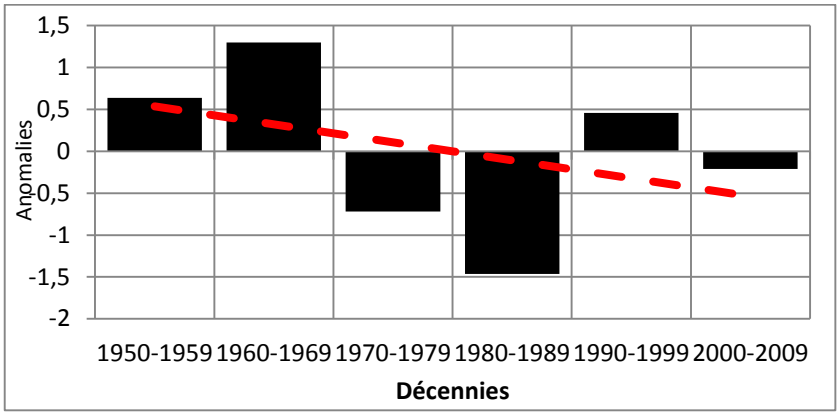


Figure 10 : Évolution décennale des précipitations dans la CP2 (1950-2010)

La baisse pluviométrique, mise en relief par les travaux antérieurs, tend à persister de nos jours (J.-C. Olivry, 1996 *;* J.-E. Paturel, E. Servat et B. Koame, 1996 ; G. Mahé, 1993). Cette situation a aggravé la baisse des débits du cours d'eau Oubangui, des débits qui sont en fortes corrélation avec le rythme des précipitations (J. Runge et C. R. Nguimalet, 2005).

2.5. Détection des ruptures

Le tableau 1 présente les résultats des tests non paramétriques de Pettitt et de Lee et Heghinian appliqués sur les séries chronologiques dans le but de détecter la présence ou non des ruptures. L'hypothèse nulle (absence de rupture) est acceptée à tous les seuils (90%, 95% et 99%) par les tests de Pettitt. Mais la méthode de Lee et Heghinian détecte une rupture survenue en 1966. Nous avons donc deux grandes sous-périodes, 1950-1980 marquée par la hausse et 1981-2010 par la baisse. La moyenne pluviométrique était de l'ordre de 1578,51 mm d'eau par année pendant la première sous-période contre 1535,29 mm pendant la seconde, soit une différence de 43,22 mm des hauteurs d'eau.

Dans la CP2, l'hypothèse nulle (absence de rupture) est rejetée à tous les seuils (90%, 95% et 99%) par les deux tests. La rupture s'est produite en 1970. La pluviométrie est passée d'une période excédentaire à une période déficitaire comme le montre les moyennes des totaux pluviométriques. Cette moyenne qui était de l'ordre de 1531,20 mm de 1950 à 1970 est passée

à 1430,63 mm de 1971 à 1996, soit un écart de 100,56 mm d'eau. Cette diminution est plus importante que celle enregistrée par la CP1.

Ces résultats sont en conformité avec les conclusions des travaux de D. Orange et C.R. Nguimalet (2015). La différence est que nous avons pu évaluer les pertes ou les surplus en eau de pluies entre les sous-périodes. Dans l'ensemble, la tendance générale du bassin versant est à une baisse pluviométrique.

Tableau 1 : Sous-périodes de l'évolution des précipitations (1950-2010)

Indices	Sous-périodes		
	Début	Fin	Moyenne(en mm/an)
Indice 1	1950	1980	1578,51
	1980	2010	1535,29
Indice 2	1950	1970	1531,20
	1971	2010	1430,63

Il est claire ici que les deux sous périodes de l'indice 1 sont suffisamment arrosées contrairement aux sous périodes de l'indice 2. Cependant, on peut constater que la période pré rupture est mieux arrosée que ce soit au niveau de l'indice 1 ou au niveau de l'indice 2 par rapport à la période post rupture. La tendance générale pluviométrique est à la baisse au niveau du bassin versant.

Conclusion

Les débits d'un cours d'eau dépendent de la quantité et du rythme des précipitations qui y tombent. Or, les précipitations est un paramètre climatique très variable dans le temps et dans l'espace. Dans cette variabilité peut s'imposer une hausse ou une récession. Dans les deux cas, les conséquences sont perceptibles sur les écosystèmes et surtout sur les ressources en eau.

L'analyse en composantes principales et la classification hiérarchique ascendante appliquées sur les séries données pluviométriques observées en RCA et dans la partie nord de la République du Congo ont mis en évidence deux structures spatiales : le nord du Congo et le sud de la RCA (CP1) d'un côté et le nord de la RCA (CP2) de l'autre. Les précipitations présentent des régimes monomodaux dont les nuances sont établies par la longueur des saisons et le comportement de certains mois pluvieux.

Dans l'ensemble, l'espace RCA et le nord de la République du Congo, les précipitations sont en nette décroissance. Ce constat est valable aussi bien au pas de temps interannuel que décennal.

Les tests statistiques situent la période de rupture en 1966 pour la première composante et en 1970 pour la deuxième.

Cette récession pluviométrique a accentué la baisse des écoulements de la rivière Oubangui ainsi, des précautions doivent être prises dans la gestion de l'eau de ce cours d'eau qui alimente aussi bien la République du Congo, la RDC que la RCA. Il serait intéressant, en perspective, d'étendre cette étude en prenant en ligne de compte les stations situées dans le nord de la RDC et dans le bassin de l'Oubangui-Chari pour mieux affiner ses résultats.

Bibliographie

Bouimon Tchago, 2012, L'exploitation équitable des eaux du Lac Tchad et du fleuve Logone in : Joseph Vincent Ntuda Ebodé *: La gestion coopérative des ressources transfrontalières en Afrique centrale : Quelques leçons pour l'intégration régionale : Friedrich Ebert Stiftung, Yaoundé (Cameroun),* 2011,[en ligne] 181 p. (consulté en mai 2018..); http://www.fes-kamerun.org.

Callede Jacques, Boulvert Yves & Thiebaux Jean-Pierre, 2010, Monographie du Bassin de l'Oubangui, Editions ORSTOM, Collection Monographies Hydrologiques, [en ligne] (consulté en mai 2018) (www.mpl.ird.fr/hydrologie/document/monogras/oubangui/index104.htm)

Husson François Sébastien Lê et Pages Jérôme, 2009, Analyse de données avec R, Rennes, Edition PUR, [en ligne], (consulté en avril 2018), http://factominer.free.fr

Ibiassi Mahoungou Geoffroy, 2012, Variabilité pluviométrique au Congo et relation avec la dynamique atmosphérique et océanique (1950-2005), Thèse de doctorat unique de Géographie, Université Marien NGOUABI, 285 p.

Kembe Marcel, 2015, Climat et ressources en eau dans le bassin sud de la République centrafricaine, Thèse de Doctorat, Université de Bangui, 255 p.

Lebart Ludovic, Morineau Alain, Piron Marie, 1995, Statistique exploratoire multidimensionnelle, Paris, Dunod.

Mahé Gil, 1993, *Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique : étude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle, analyse de situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes*. Paris : ORSTOM, 439 p. (Etudes et Thèses). Th. : Sci. Terre, Université de Paris 11 : Orsay. 1992/07/03. ISBN 2-7099-1132-9.

Maloba Makanga Jean Damien et Samba Gaston, 1997, Organisation pluviométrique sur l'espace Congo-Gabon (1950-1990), *Sécheresse*, vol. 9, n°1 :39-45

Miame Mouelo Guy Aymard, 2017, caractérisations des précipitations et des contraintes liées à l'eau en agriculture pluviale des plateaux Batéké, Thèse de doctorat, Université Marien Ngouabi, 273 p.

Mpounza Marcel et Samba-Kimbata Marie-Joseph, 1992, Aperçu sur le climat de l'Afrique centrale occidentale, *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*, p.31-41

Nguimalet, Cyriaque-Rufin et Orange Didier, 2013, Dynamique hydrologique récente de l'Oubangui à Bangui (Centrafrique) : impacts anthropiques ou climatiques ? *Geo-Eco-Trop*, 37(1), 101-112.

Nguimalet Cyriaque-Rufin et Orange Didier, 2015, Caractérisation de la baisse hydrologique de la rivière Oubangui à Bangui, République centrafricaine. Changements globaux, climatologie et régimes hydrologiques. Colloque International sur l'Hydrologie des Grands bassins fluviaux de l'Afrique, Hammamet, Tunis. 8 p.

Olivry Jean Claude, 1996), Etudes régionales sur les basses eaux ; les effets durables du déficit des précipitations sur les étiages et les tarissements en Afrique de l'Ouest et du centre ; XII^{èmes} journées hydrologiques de l'ORSTOM, Montpellier, 10-11 oct. 1996.

Orange Didier, Feizoure Clément, Wesselink Anna & Callede Jacques, 1995, Variabilités hydrologiques de l'Oubangui à Bangui au cours du XX^{e} siècle, Actes des Journées Scientifiques FRIEND-AOC, Cotonou (Bénin).

Orange Didier, Wesselink Anna, Feizouré Clément et *al.*, 1997, The effects of climate changes on river base flow and aquifer storage in Central Africa. Proceedings of Rabat Symposium, 5th IAHS Assembly, Sustainability of water resources under increasing uncertainty.

Paturel Jean Emmanuel, Servat Eric, Koame Brou et *al.*, 1996, « Procédures d'identification de « ruptures » dans des séries chronologiques; modification du régime pluviométrique en Afrique de l'Ouest non sahélienne In: Chevallier Pierre et Pouyaud Bernard. (Eds.), 1996, *L'Hydrologie Tropicale: géosciences et outil pour le développement : mélanges à la mémoire de Jean Rodier*. Wallingford : AISH, (238), 179-194. (Publication - AISH ; 238). Journées Hydrologiques de l'ORSTOM : Conférence de Paris, 11, Paris (FRA), 1995/05/02-04. ISBN 0-947571-99-X

Runge Juergen et Nguimalet Cyriaque-Rufin, 2005, Physiogeographic features of the Oubangui catchment and environmental trends reflected in discharge and floods at Bangui 1911-1999, Central African Republic. In: J.C. Stevaux & R. Sinha (eds*), Tropical Rivers (E.M. Latrubesse,), Geomorphology*, 70, (3-4): 311-324.

Wesselink Anna, Orange Didier, Randriamiarisoa et *al.* , 1996, Les régimes hydroclimatiques et hydrologiques d'un bassin-versant de type tropical humide : l'Oubangui (République Centrafricaine). In: Chevallier Pierre. et Pouyaud Bernard. (Eds.), 1996, *L'Hydrologie Tropicale: géosciences et outil pour le développement : mélanges à la mémoire de Jean Rodier*. Wallingford : AISH, (238), 179-194. (Publication - AISH ; 238). Journées Hydrologiques de l'ORSTOM : Conférence de Paris, 11, Paris (FRA), 1995/05/02-04. ISBN 0-947571-99-X,