

Évolution Des Extrêmes Pluviométriques Dans La Région Du Gôh (Centre-Ouest De La Côte d'Ivoire)

René Balliet

Mahaman Bachir Saley

Evrade Larissa Anowa Eba

Université Félix Houphouët BOIGNY, Côte d'ivoire

Mathunaise Vano Sorokoby

Hermann Vami N'Guessan Bi

Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection
(CURAT), Côte d'Ivoire

Armstrong Okon N'Dri

Université Félix Houphouët BOIGNY, Côte d'ivoire

Bernard Kouakou Djè

Société d'Exploitation de Développement Aéroportuaire Aéronautique Météo
(SODEXAM)

Jean Biémi

Université Félix Houphouët BOIGNY, Côte d'ivoire

doi: 10.19044/esj.2016.v12n23p74 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n23p74](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n23p74)

Abstract

The Gôh region located in western-central Ivory Coast is a region whose economy depends mainly on agriculture, which itself is dependent on the climate. Thus, variation and climate change has a significant impact on crop yields. The objective of this work is to study the evolution of extreme rainfall on rainfall station in the region (Gagnoa station). The calculation of rainfall indices was performed with the software RclimDex. It appears from this study has the Gagnoa station, five (5) of the seven indices calculated namely, the maximum rainfall of one day height (Rx1day), the maximum total rainfall of 5 days (Rx5day), the days very rainy (R95) extremely rainy days (R99p) and consecutive dry days (CDD) experienced an increase. While the total annual rainfall (PRCPTOT) and consecutive wet days (CWD) declined. In general, the GOH region is experiencing a decline in rainfall and therefore an increase in dry spells during the rainy seasons.

Keywords: Climate Change, rainfall indices, Gôh region, Ivory Coast

Resume

La région du Gôh située au centre-Ouest de la Côte d'Ivoire est une région dont l'économie dépend essentiellement de l'agriculture qui elle-même est tributaire du climat. De ce fait, la variation et le changement du climat ont des conséquences considérables sur le rendement des cultures. L'objectif de ce travail est d'étudier l'évolution des extrêmes pluviométriques sur une station pluviométrique (station de Gagnoa) de la région. Le calcul des indices pluviométriques a été effectué avec le logiciel RclimDex. Il ressort de cette étude qu'à la station de Gagnoa, cinq (5) des sept indices calculés à savoir, la hauteur maximale des précipitations d'un jour (Rx1day), le cumul maximal des précipitations de 5 jours (Rx5day), les jours très pluvieux (R95) les jours extrêmement pluvieux (R99p) et les jours secs consécutifs (CDD) ont connu une hausse. Alors que, le total annuel des pluies (PRCPTOT) et les jours humides consécutifs (CWD) ont connu une baisse. D'une manière générale, la région du Gôh connaît une baisse de la pluviométrie et donc une augmentation des séquences sèches pendant les saisons pluvieuses.

Mot clés : Changement climatique, indices pluviométriques, région du Gôh, Côte d'Ivoire

Introduction

Située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, la région du Gôh jouit d'un climat tropical humide de transition. Ce climat fait d'elle une région essentiellement agricole et l'une des zones économiques et nourricières de la Côte d'Ivoire. La plupart des cultures de la région sont pluviales. Elles sont donc étroitement dépendantes du climat et du régime pluviométrique et de ses excès qui impactent les rendements agricoles à différentes échelles de temps et d'espace. Selon OMM (2009), la durabilité des conditions de développement agricole et de vie économique dépend de notre capacité à gérer les risques associés aux événements extrêmes du climat. De ce fait, la connaissance du comportement des valeurs extrêmes pluviométriques dans la région est nécessaire pour un développement socio-économique durable. Plusieurs techniques et méthodes ont été développées ou adaptées par la communauté scientifique tout comme par des projets (STARDEX, ENSMBLE, ECA & D) pour analyser les extrêmes climatiques. La méthode utilisée dans cette étude est tirée du « Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation » mis en place par l'Organisation Météorologique Mondiale à l'intention des décideurs (OMM, 2009). Cette méthode concerne le calcul des indices pluviométriques de la chronique 1961-2010 à la station Gagnoa.

Elle sera utilisée pour caractériser uniquement l'évolution des extrêmes pluviométriques dans la région du Gôh.

Présentation De La Zone d'étude

La région du Gôh est située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 5,679° et 6,649° N et les longitudes 6,408° et 5,201° W. Elle appartient à la nouvelle boucle de cacao et est limitée par les régions de la Marahoué et du Haut-Sassandra au Nord, de la Nawa à l'Ouest, du Lôh-Djiboua au Sud et de l'Agnéby-Tiassa, du Bélier et du district de Yamoussoukro à l'Est. Cette région est constituée de deux départements : le département de Gagnoa (comme chef-lieu de région,) à l'Ouest et le département d'Oumé à l'Est (figure 1).

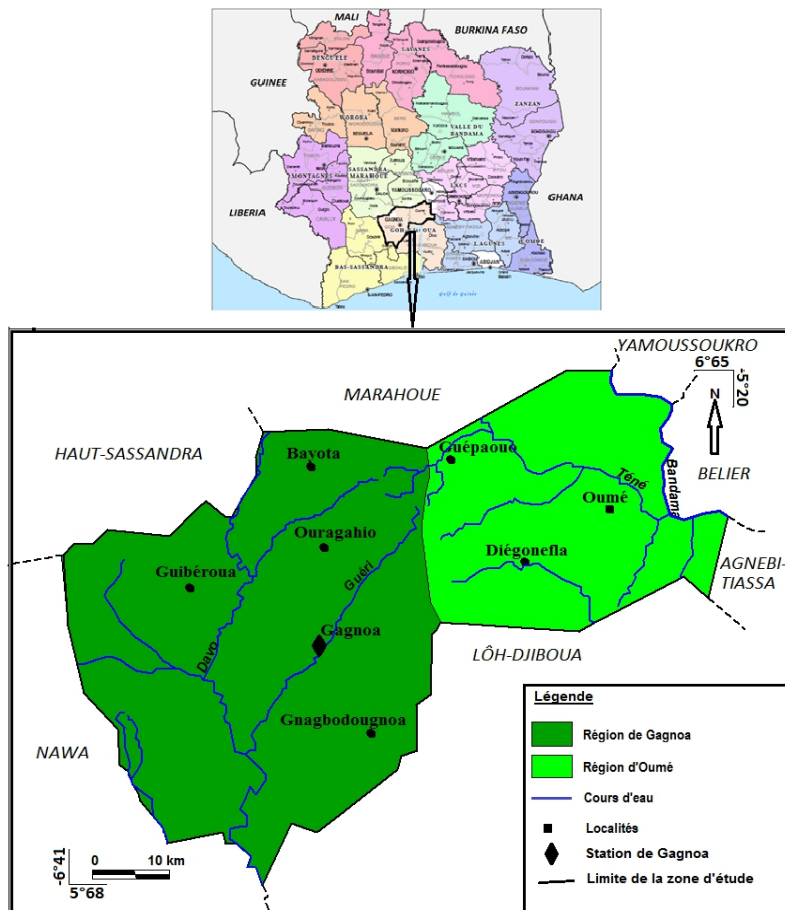


Figure 1 : Situation géographique de la région du Goh

La région est soumise à deux types de climat: le climat équatorial de transition (climat Attiéen) sur presque toute la région et le climat équatorial de transition atténué (climat Baouléen) à l'extrême Ouest.

La végétation de la région est constituée essentiellement d'une forêt humide sempervirente (Sorokoby, 2013).

Materiel et methode

Materiel

Bases de données hydroclimatiques

Les données utilisées dans cette étude sont journalières avec une chronique de 50 ans (1961 à 2010). Elles proviennent de la base de données de la Sodexam.

Logiciels utilisés

Le calcul des indices climatiques traduisant les pluies annuelles totales, leurs fréquences et leurs extrêmes est mis à disposition dans les travaux de Haylock et *al.* (2006). Les opérations se déroulent dans l'environnement du logiciel de statistiques 'R', version 3.1.2 (2014-10-31), téléchargeable gratuitement sur le site <http://www.r-project.org>. Le nouveau programme associé RClmDex, version 1.0, permet le calcul de ces indices climatiques (Xuelin Zhang et Feng Yang, 2004). Ce dernier est également téléchargeable gratuitement à partir du site web de Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) : <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/RClmDex/rclimdex.r>.

Methodologie

Contrôle de qualité

Le procédé de contrôle de qualité dans RClmDex aide à identifier les erreurs d'enregistrement qui peuvent exister sur des données quotidiennes (Peter, 2004 ; Planche, 2005). Les principes sont les suivants :

- Remplacer la température maximale quotidienne des valeurs erronées par -99.9, si elle est inférieure à la température minimale quotidienne,
- Il n'est pas possible d'avoir plus de 365 à 366 observations journalières par année ;
- Le mois de février ne doit pas avoir plus de 28 observations quelle que soit l'année considérée ;
- Les données manquantes ou négatives (pour les précipitations) sont remplacées par -99,9 avant le contrôle de qualité par le logiciel.

Choix et calcul des indices

Pour analyser les extrêmes de pluies, nous avons procédé par le calcul des indices. En effet, de nombreux indices climatiques (27) dont les indices pluviométriques au nombre de 11 ont été définis par la communauté des climatologues. Dans cette étude, sept de ces indices feront l'objet de

notre étude. Les identités, les noms et les méthodes de calcul de ces indices sont présentés dans le tableau 1. Cette méthode d'analyse est communément utilisée pour l'étude des événements extrêmes (Manton *et al.*, 2001 ; Griffiths *et al.*, 2003, Haylock *et al.*, 2006 ; New *et al.*, 2006 ; Aguilar *et al.*, 2009 ; Hountondji *et al.*, 2011).

L'analyse des tendances linéaires (exprimées en % par année) a été réalisée de 1961 à 2010 par régression linéaire entre les différents indices pluviométriques et le temps (en années). Les pentes ainsi estimées ont été regroupées en deux classes indiquant des tendances significatives et non significatives. La limite des deux classes considérées est définie à partir de la statistique t de Student utilisée pour tester l'hypothèse d'une pente égale à 0. La tendance est dès lors qualifiée comme étant significative si la probabilité p du test t appliquée à la pente de régression est inférieure à 0,05, alors qu'elle ne l'est pas lorsqu'elle dépasse le seuil de 0,05.

L'avantage d'utiliser les indices pour la détection du changement climatique est qu'ils permettent une comparaison facile des tendances entre diverses régions appartenant à des zones climatiques différentes. Les indices des extrêmes climatiques sont facilement compréhensibles et maniables pour des études d'impacts climatiques sur le plan socio-économique (Christensen *et al.*, 2002).

Tableau 1: Indices des extrêmes des précipitations journalières

| Précipitations | | | |
|----------------|---|--|-------|
| Identification | Noms de l'indice | Définition | Unité |
| 1-PRCPTOT | Total annuel des pluies | Précipitations totales annuelles des jours pluvieux ($RR \geq 1,0$ mm) | mm |
| 2-RX1day | Hauteur maximale des Précipitations d'un jour | Précipitation totale maximale d'un jour pluvieux | mm |
| 3-Rx5day | Cumul maximal des précipitations de 5 jours | Précipitation totale maximale sur 5 jours pluvieux consécutifs pendant l'année | mm |
| 6-R95p | Jours très pluvieux | Précipitation totale annuelle avec précipitation > 95e percentile | mm |
| 7-R99p | Jours extrêmement pluvieux | Précipitations totales annuelles avec les précipitations > 99e percentile | mm |
| 9-CDD | Jours secs consécutifs | Nombre maximal des jours consécutifs avec précipitations journalières < 1 mm | jour |
| 10-CWD | Jours pluvieux consécutifs | Nombre maximal de jours consécutifs avec des précipitations journalières ≥ 1 mm | jour |

Resultats et discussion

Resultats

Indice des Totaux annuels des précipitations (PRCPTOT)

Les valeurs de cumuls de précipitations annuelles sont présentées sur la figure 2. La figure met en évidence la régression des hauteurs annuelles de pluie à la station de Gagnoa par la droite de tendance linéaire. La tendance (ligne pleine en gras) de l'indice est en régression de 3,18 mm/an. Cette

régression est non significatives statistiquement avec un p-value égal à 0,169. Les pluies baissent de 31,8 mm par décennie. De ce fait, en 50 ans, elles ont diminué de 159 mm. En outre, les forts cumuls ont été observés en 1962 (1877 mm), 1963 (2038 mm) et 1984 (1792 mm) et les plus faibles en 1999 (538 mm).

La courbe de lissage de la figure 2 indique trois phases d'évolution des cumuls annuels. La période 1961-1977 est marquée par une baisse des cumuls annuels. Ensuite, 1978-1995 est marquée par une variation constante des cumuls. Enfin, 1996-2010 est caractérisée par une hausse des cumuls. Toutefois, on observe une baisse en 1999.

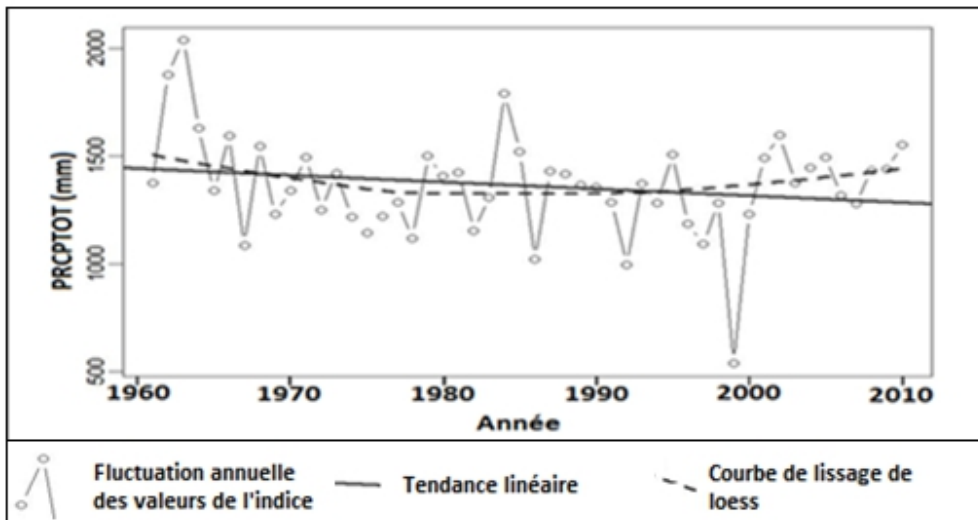


Figure 2 : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice PRCPTOT à la station de Gagnoa

Les Indices PRCPTOT (les totaux pluviométriques) enregistrés au cours d'une saison influencent largement les rendements agricoles. Car, chaque plante a ses exigences en quantité d'eau pour couronner son cycle. Quand cette quantité n'est pas atteinte, il s'ensuit une baisse de la production.

Indices des jours consécutivement humides (CWD) et des jours consécutivement secs (CDD)

La figure 3 présente l'évolution des jours consécutivement pluvieux (CWD) à la station de Gagnoa. L'analyse de la figure 3 montre une baisse de l'indice dans la région. La pente de la droite de tendance est négative. Cette régression n'est pas trop prononcée avec -0,003 jours/an. Statistiquement, cet indice n'est pas significatif, car le P-value est 0,871.

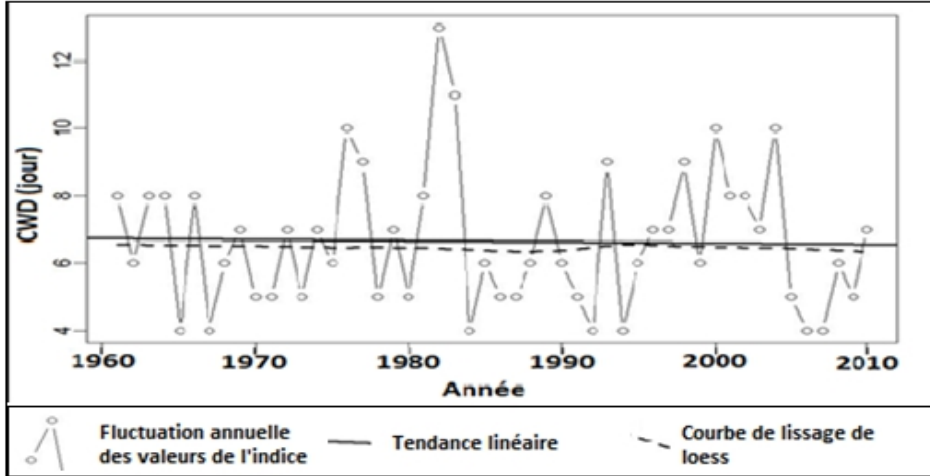


Figure 3 : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice CWD à la station de Gagnoa

Les valeurs de cet indice varient entre 4 et 13. Le plus grand nombre de jours consécutivement humides est observé en 1982 avec 13 jours. Alors que, les nombres de jours moins élevés (4 jours) sont observés en 1965, 1967, 1984, 1992, 1994, 2006 et 2007.

La courbe de lissage de la figure 3 montre une seule phase d'évolution qui est caractérisée par une baisse apparente de l'indice.

L'indice CCD détermine le nombre maximal des jours consécutivement secs. La droite de tendance de la figure 4 montre une hausse de cet indice. La tendance est de 0,215 jour/an c'est à dire une hausse de 2,15 jours chaque décennie et de 10,9 jours en 50 ans. C'est pendant les années 1983 et 1999 et 2001 qu'il y a eu de longues séquences sèches avec plus de 93, 113 et 97 jours consécutifs sans pluie.

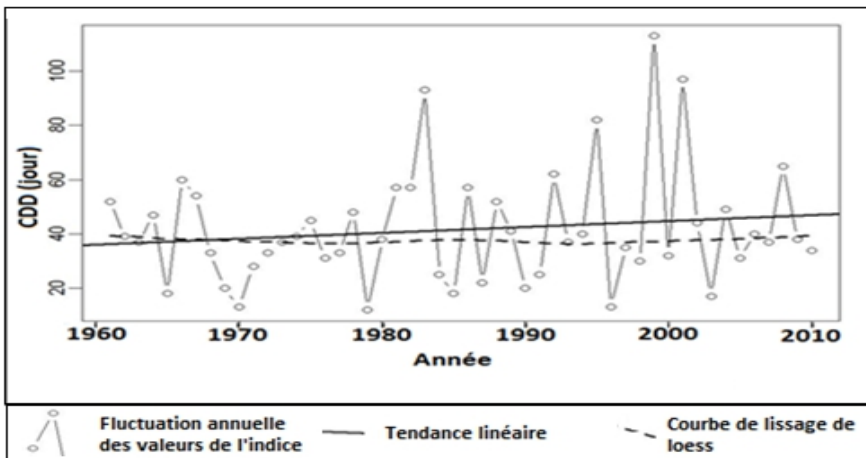


Figure 4: Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice CDD : à la station de Gagnoa

La région du Gôh connaît une augmentation du nombre de jours des séquences sèches et une baisse du nombre de jours de séquences pluvieuse. Cet état de fait démontre l'augmentation des saisons sèches et le raccourcissement des saisons de pluies dans la région.

L'occurrence d'une séquence de jours consécutifs secs (CDD) au sein de la saison des pluies peut également avoir un impact fort sur la production agricole. Les séquences sèches créent un manque d'eau au niveau de la plante. Quand elles interviennent au début ou en pleine saison de croissance, elles peuvent être à l'origine d'un faux démarrage de saison ou encore hypothéquer toute une campagne agricole.

Le nombre de jours pluvieux (CWD) détermine la durée des saisons pluvio-agricoles dans un lieu donné. Or, la durée des cycles culturaux est un facteur très déterminant de la production agricole. Elle oriente les paysans dans le choix des variétés à cultiver. Une variété dont la durée du cycle est nettement supérieure à la durée de la saison pluvio-agricole éprouvera éventuellement de sérieux problèmes d'adaptation (Carbonel et al., 1990).

Indices de Maximum d'une journée de pluies (R1day) et du cumul maximal des précipitations de 5 jours (RX5day)

L'indice R1day indique la précipitation totale maximale d'un jour pluvieux. La figure 5 montre que cet indice est en hausse à la station de Gagnoa.

La tendance de la droite de régression est de 0,38 mm/an. Cet indice augmente de 3,8 mm/décennie à Gagnoa.

La courbe de lissage montre deux phases de l'évolution de l'indice à la station de Gagnoa. La première phase qui caractérise une baisse de l'indice à lieu entre 1961 et 1975. Alors que la deuxième phase qui à lieu entre 1975 et 2010 montre une hausse de l'indice.

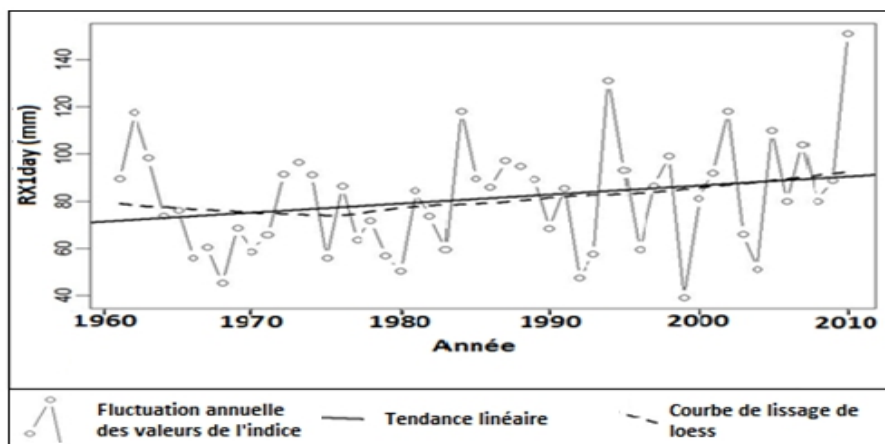


Figure 5 : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice RX1day à la station de Gagnoa

L'indice Rx5days correspond à la précipitation totale maximale sur 5 jours pluvieux consécutifs pendant l'année. L'évolution de cet indice est représentée par la figure 6. La tendance de cet indice est positive à Gagnoa avec 0,46 mm/an. Cet indice évolue de 4,6 mm/décennie à Gagnoa.

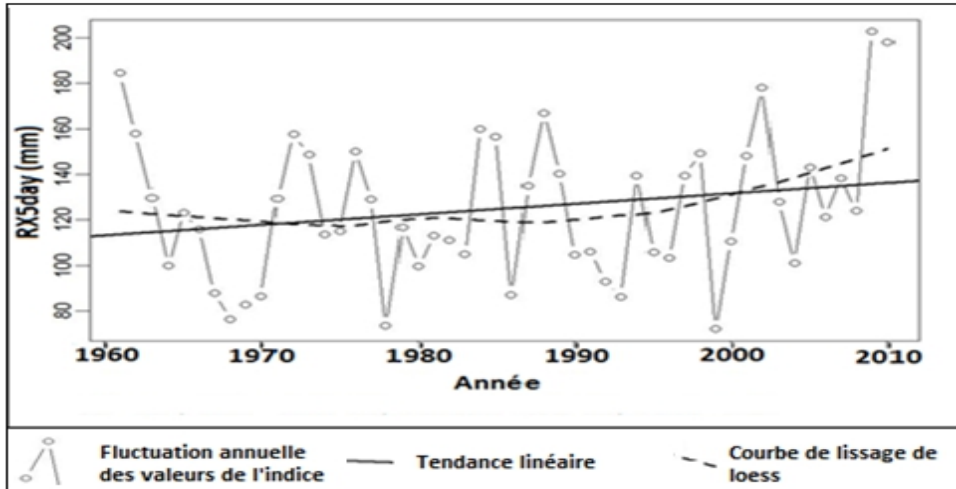


Figure 6: Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice RX5days à la station de Gagnoa

Indices de Jours très humides (R95p) et de jours extrêmement humides (R99p)

L'indice R95p est le cumul des précipitations supérieures au percentile 95. La figure 7 montre l'évolution de cet indice pendant la période choisie. Sur cette figure, la tendance de cet indice est de 0,507 mm/an. En dix ans l'indice a augmenté de 5,07 mm et de 25,35 mm en 50 ans.

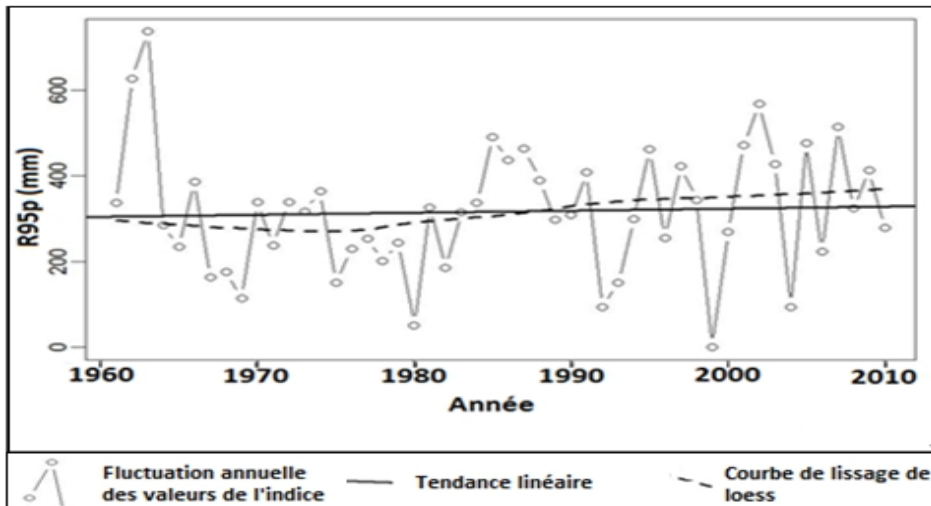


Figure 7 : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice R95p : à la station de Gagnoa

L'observation de la figure 8 à permis de constater que les jours extrêmement humides (R99p) sont en hausse de 1,181mm/année à Gagnoa. Selon cette tendance, l'indice est en hausse de 590,5 mm en 50 ans à Gagnoa. Les extrêmes les plus importants ont eu lieu en 1962 (346 mm), 1963 (313 mm) et 1997 (318 mm).

A Gagnoa, l'indice a connu deux grandes phases d'évolution selon la courbe de lissage, à savoir une baisse entre 1961 et 1975 et une augmentation entre 1976 et 2010.

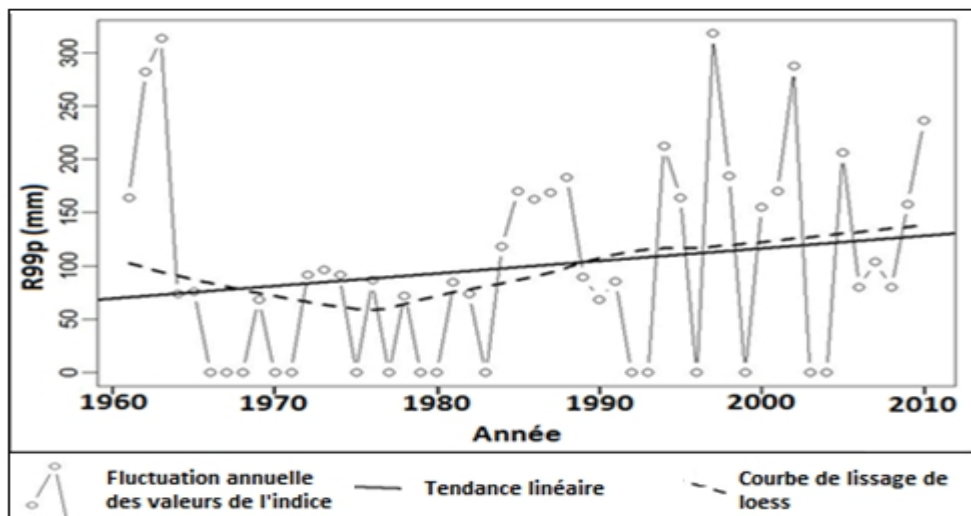


Figure 8 : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de l'indice R99p à la station de Gagnoa

Les jours très humides (R95p) et les jours extrêmement humides (R99p) constituent les apports journaliers en eau les plus importants par rapports à leurs seuils (au 95^e percentile et au 99^e percentile). Par la quantité d'eau apportée, ils peuvent contribuer aux phénomènes des géorisques naturels notamment les inondations, les glissements de terrains, l'érosion des sols etc.

Discussion

L'étude a montré la baisse des totaux des pluies (PRCPTOT) à la station de Gagnoa avec 3,18 mm/an. L'indice CWD a également connu une baisse de 0,003 jours/an. Aussi, a-t-elle montré que le nombre de jour des séquences sèches (CDD) est en hausse de 0,215 jour/an à Gagnoa. Ces différentes tendances indiquent que la région est frappée par une récession pluviométrique. Ces résultats sont similaires à ceux de New et *al.*, (2006), Aguilar et *al.*, (2009), Sahani (2012), Donat et *al.* (2013). En effet, dans leur étude sur l'évolution des conditions climatiques extrêmes quotidiennes couvrant le Sud et l'Ouest de l'Afrique, New et *al.*, (2006) ont montré que,

globalement, les régions connaissent une baisse des précipitations totales annuelles (PRCPTOT) et du nombre de jours de pluie. Aguilar et *al.*, (2009) dans leur analyse des précipitations de l'Afrique centrale entre 1955 et 2006 sont arrivés aux mêmes conclusions. Outre les cumuls, Donat et *al.* (2013) dans leur étude pour la mise à jour des analyses des indices de températures et de précipitations extrêmes depuis le début du XXe siècle ont montré des tendances de l'indice CDD vers des conditions plus sèches en Asie de l'Est, en Australie, en Afrique du Sud, et dans des parties de l'Amérique du Sud. De même Sahani (2012) a démontré la baisse de la plupart des indices pluviométrique dans la ville de Butembo (Nord Kivu/RDC).

Ces similitudes du comportement des pluies seraient d'échelle planétaire (Asseman et *al.*, 2013), car elle se vérifie également sur certaines zones du pacifique (GIEC, 2007; Merle, 1995). Par ailleurs, ce changement des précipitations pourrait aussi être accentué par une augmentation de la température de l'air dans la région du Gôh et associée aux impacts des gaz à effet de serre (Adiaffi, 2008). Ces changements, en accord avec une tendance à l'augmentation des températures des régions entre les deux hémisphères de l'ordre de $0,08 \text{ }^\circ\text{C}\cdot 10 \text{ ans}^{-1}$, vont entraîner une dérégulation du mécanisme de migration du front intertropical (FIT). Le FIT détermine le climat en Afrique de l'Ouest (Péné et Assa, 2003 ; GIEC, 2007; Adiaffi, 2008 ; Asseman et *al.*, 2013). Selon CTA (2016), ces baisses de pluies en Côte d'Ivoire et particulièrement dans la région du Gôh, seraient causées aussi par la déforestation en cours. En effet, la forêt dense de la Côte d'Ivoire a subi une importante dégradation depuis l'époque coloniale jusqu'à aujourd'hui. Elles est passées de 13 millions d'hectares à moins de deux millions d'hectares actuellement (Yao, 2009). Cette dégradation de la forêt a entraîné des modifications, des perturbations au niveau des cycles hydrologiques. La forêt est un des facteurs primordiaux qui créé la pluie.

Cette situation du changement climatique par baisse de la pluviométrie dans le Gôh peut avoir une conséquence négative sur la production agricole, car la plupart des spéculations est liée à la pluviométrie surtout sa fréquence et sa distribution spatiale et aussi la longueur de la saison.

Conclusion

L'analyse de l'évolution des indices pluviométriques au cours des 50 ans d'observation a mis en évidence la baisse des indices PRCTOT et CWD respectivement de -3,18 mm/an et de -0,003 dans la région du Gôh. Cependant, l'indice CDD, comme les autres indices a connu une hausse de 0,215 jour/an pendant cette même période. Cette situation prédispose la région à une sécheresse, donc à la dégradation de l'environnement et une diminution de rendement agricole.

References:

- ADIAFFI B. (2008). Apport de la géochimie isotopique, de l'hydrochimie et de la télédétection à la connaissance des aquifères de la zone de contact « socle-bassin sédimentaire » du sud-est de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, Université Paris Sud, Paris, France, 230 p.
- AGUILAR A., AZIZ BARRY A., BRUNET M., EKANG L., FERNANDES A., MASSOUKINA M., MBAH J., MHANDA A., DO NASCIMENTO D.J., PETERSON T.C., THAMBA UMBA, O., TOMOU M. & ZHANG X. (2009). Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry and Zimbabwe, 1955-2006. *Journal of geophysical research*, 114, DO2115, doi:10.1029/2008JDO11010, 2009.
- ASSEMIAN E. A., KOUAME F. K., DJAGOUEA E. V., AFFIAN K., JOURDA J. P. R., ADJA M., LASM T. ET BIEMI J. (2013). Étude de l'impact des variabilités climatiques sur les ressources hydriques d'un milieu tropical humide : Cas du département de Bongouanou (Est de la Côte d'Ivoire). *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 26, n° 3, 2013, p. 247-261.
- ASSOMA T. V. (2013). Variabilité hydroclimatique et évaluation des ressources en eau du bassin côtier de l'Agnéby au Sud-est de la Côte d'Ivoire : apport des outils statistiques, de la modélisation et de la télédétection optique et radar. *Thèse unique, Université Félix Houphouët Boigny ; 197 p*
- CARBONNEL J.P, HUBERT P., VALBADET E., MERMOUD A. ET BARIAC T.H. (1990). Variabilité spatiale des précipitations soudano-sahéliennes à l'échelle décamétrique. *C.R, Académie Sci., Paris* ,t311, Série II, pp1425-1430.
- CHRISTENSEN J.H., CARTER T.R. ET GIORGI F. (2002). Prudence employs new methods to assess European climate change, *E.O.S.* 83, 147p.
- CTA, (2016) Cote d'Ivoire: La baisse de la pluviométrie affecte la production d'électricité. Programme de radio rurale 03/04. CTA, Wageningen, The Netherlands, 2003. [Online] Available: <https://cgspace.cgiar.org/browse?type=author> (April 19, 2016).
- DELL M., JONES B. F. AND OLKEN B. A. (2014). What Do We Learn from the Weather? *The New Climate–Economy Literature, Journal of Economic Literature*, 52(3), pp.740–798, <http://dx.doi.org/10.1257/jel.52.3.740> (April 19, 2016)
- GIEC (2007). Changements climatiques. Rapport de synthèse. <http://www.ipcc.ch> (April 19, 2016)
- HAYLOCK M.R., PETERSON T., ABREU DE SOUSA J.R., ALVES L.M., AMBRIZZI T., ANUNCIAÇÃO Y.M.T., BAEZ J., BARBOSA DE BRITO J.I., BARROS V.R., BERLATO M.A., BIDGAIN M., COLONEL G., CORRADI V., GARCIA V.J., GRIMM A.M., JAILDO DOS ANJOS R., KAROLY D., MARENGO J.A., MARINO M.B., MEIRA P.R., MIRANDA

- J.C., MOLION L., MONCUNILL D.F., NECHET D., ONTANEDA G., QUINTANA J., RAMIREZ E., REBELLO E., RUSTICUCCI M., SANTOS J.L., TREBEJO I. & VINCENT L. (2006). Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of climate*, 19: 1490-1512.
- HOUNTONDJI Y.C., DE LONGUEVILLE F. & OZER P., (2011). Trends in extreme rainfall events in Benin (West Africa), 1960-2000. *Proceedings of the 1st International Conference on Energy, Environment and Climate Change*, 26-27 August 2011, Ho Chi Minh City, Vietnam. <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/96112> (April 19, 2016)
- MANTON M.J., DELLA-MARTA P.M., HAYLOCK M.R., HENNESSY K.J., NICHOLLS N., CHAMBERS L.E., COLLINS D.A., DAW G., FINET A., GUNAWAN D., INAPE K., ISOBE H., KESTIN T.S., LEFALE P., LEYU C.H., LWIN T., MAÎTREPIERRE L., OUTPRISITOWN N., PAGE C.M., PAHALAD J., PLUMMER, N., SALINGER M.J., SUPPIAH R., TRAN V.L., TREWIN B., TIBIG I. & YEE D. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pasific: 1961-1998. *International Journal of Climatology*, 21: pp. 269-284.
- MERLE J. (1995) Environnement climatique du Pacifique Sud. Dans : *C.R. du colloque Environnement Climatique dans le Pacifique Sud*, 28-31 mars, Paris, France. Fonds documentaire ORSTOM, Cote B*6629 17 p.
- NEW M., HEWISTON B., DAVID B., TSIGA S.A., KRUGER A., MANHINSUE A., GOMEZ B., COELHO C.A.S., MASISI D.N., KALULANGA E., BULANE E., FORTUNATA L., MDOKA M.L. & LAJOIE R., (2006). Evidence of trends in daily climate extremes over southern and West Africa. *Journal of Geophysical Research*, 111, D14102, doi:10.1029/2005JD006289.
- OMM, 2009. Troisième conférence mondiale sur le climat, Nouvelles du climat mondial, 34, janvier, www.wmo.ch (April 19, 2016)
- PENE B.C. ET ASSA A.D. (2003). Variations interannuelles de la pluviométrie et de l'alimentation hydrique de la canne à sucre en Côte d'Ivoire. *Sécheresse*, 14, pp. 43-52.
- SAHANI M., MOEYERSONS J., VANDECASTEELE I., TREFOIS P. & OZER PIERRE (2012). Evolution des caractéristiques pluviométriques dans la zone urbaine de Butembo (RDC) de 1957 À 2010. *Geo-Eco-Trop.*, 36: pp.121-136
- Sorokoby V. M. (2013). Étude hydrologique et hydrogéologique de la région de Soubré (sud-ouest de la côte d'ivoire) dans un contexte de variabilité climatique. *Thèse Unique. Université Félix Houphouët Boigny. Abidjan (Côte d'Ivoire)*, 171 p
- YAO K. T. (2009). Hydrodynamisme dans les aquifères de socle cristallin et cristallophyllien du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire : cas du département de

Soubré. Apport de la télédétection, de la géomorphologie et de l'hydrogéochimie. *Thèse unique. UFR STRM, Université de Cocody, Abidjan, 233p*

WMO, 2009. Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation; *Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72, 52 p*

http://www.wmo.int/datastat/documents/WCDMP_72_TD_1500_en_1_1.pdf

ZIKA M. (2012). Evaluation et gestion des risqué climatiques sur le système agropastarol: cas des communes de Say et de Tamou. Mémoire de Mastère, Centre Régional AGRHYMET

ZHANG X. AND YANG F. (2004). RClmDex 1.0, User Manual. *Climate Research Branch Environment, Downsview, Ontario, Canada, 23p.*