

ANNALES

de la
FACULTE DES LETTRES, ARTS ET SCIENCES HUMAINES
N°22

Volume 1, Décembre 2016

SOMMAIRE

ALE (A. Georges) : Les politiques publiques et le développement durable en Afrique subsaharienne : quelle place pour l'éducation au développement durable dans la politique éducative au Bénin ?	4
BODO A. Mireille: La théorie des perspectives chez Leibniz	17
DEGBEVI (A. Comlan) : Etude contrastive des salutations verbales et non-verbales dans les langues africaines et européennes: cas en Kofaon et en Allemand	29
MIEMBAON (Georges) : Processus du peuplement de Brazzaville et dynamique sociale, de 1880 à 1960	45
AGOÏNON (Norbert); GNELE (José E.); GOMEZ (C. Ansèque) et TENTE (Brice H. A.) : Effets socio-économiques et environnementaux des débits de boissons à godomey (Abomey-Calavi) au Bénin	60
AKPACA (S. Martial) : Réflexion sur les enjeux et des outils de recherche terminologique en traduction spécialisée	73
MAYIMA (Brice) ; SITOU (Léonard) ; GOMA BOUMBA (H. Bruno) et SAMBA-KIMBATA (Marie Joseph) : Cartographie des zones à risque d'érosion hydrique à Brazzaville (Congo) par les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)	89
AGOSSAVI (Simplice) : Interkulturelle kommunikation im Deutschen als fremdsprachenunterricht: Am Beispiel der Lehrwerke „Ihr und Wir und Ihr und Wir plus“ (Communication interculturelle en allemand comme matière d'enseignement en langues étrangères: Exemple des manuels „Ihr und Wir und Ihr und Wir plus“)	102
GOLE (K. Antoine) : Effort économique et financier de la colonie de Côte d'Ivoire durant la première guerre mondiale (1914-1918)	111
GNONLONFOUN (Jean-Marc): Exploring beninese EFL teachers' views on classroom interaction and the development of EFL speaking skills in Atlantique secondary schools	125
OBOUMOU (Ibrahim) : La place de l'allégorie de la caverne dans la philosophie de Platon	146
VISSOH (A. Sylvain) : Mutations socio-spatiales à la périphérie sud de la ville de Dassa-Zoumè (Arrondissement de Kpingni) : enjeux, effets et perspectives	161
GBEDJANHOUNGBO (K. Emile) et AMOUZOUVI (Dodji) : L'Administration publique béninoise : Espace public versus espace privé	172
DEMBELE (N'dji dit Jacques) ; TESSOUGUE (M. Martin) ; CISSE (Youssouf) ; KEITA (Daouda) et DIALLO (B. Amadou) : Les structures de déformation des sédiments meubles dans les alluvions de la rive droite du fleuve Niger à Bamako, Mali et leur importance paléosismique	188
ASSOUNI (Janvier) ; KISSIRA (Aboubakar) ; AFOUDA (A. Servais) ; ABOUDOU (Ramanou A. M. Y.) ; BIAOU (Gauthier) et OGBON (M. Adjèran) : Gestion des terres agricoles en pays Nagot dans la Commune de Savè (Bénin)	200
SERHAN (Nasser), MAFOU (K. Combo) et WADJA (Jean Bérenger) : Profil socio-démographique et trajectoires des migrants de la crise de 2002 installés à Yamoussoukro	213
AGLO (John) : La nature de la parole	230
YOLOU (Isidore); AKIYO (Rufin O. L.); BATAMOSSI (H. Michel); YABI (Ibouraïma); KOLA (Edinam); TOKORE OROU MERE (S. B. Joseph) et AFOUDA (Fulgence) : Les pratiques paysannes dans la production de riz (<i>Oryza sativa</i>) dans la commune de Péhunco au Nord Bénin	250
BEKOIN (T. Raphaël) : Etude des relations entre les institutions consulaires de Côte-d'Ivoire et les instituts coloniaux français (1920-1939)	262
CODJO (Thierry H.) ; AKINDELE (Akibou A.) ; KOUTON (G. Aristide) ; OGOUWALE (Euloge) et AGBOSSOU (Euloge) : Indicateurs pluvio-thermométriques des changements climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé	276
IWIKOTAN (Etienne K.): Exploring the theory and practice of formative assessment in EFL classes (Exploration de la théorie et de la pratique de l'évaluation formative dans l'enseignement de l'anglais langue étrangère)	292
TOGNON (Yves-Marie K.) : Histoire de l'enseignement de la langue Allemande dans les collèges et Lycées du Bénin	304
DANSOU (Bertin Y.): Power abuse against ethics in democratic rule throughout animal farm by George Orwell: an omnipresent reality	316

Directeur de publication

Flavien GBETO,

Doyen de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

Rédacteur en Chef

Christophe Sègbè HOUSSOU

Comité Scientifique :

Christophe Sègbè HOUSSOU, Professeur Titulaire (Bénin) ; Hounkpati B. C. CAPO ; Professeur Titulaire (Bénin) ; Flavien GBETO, Professeur Titulaire (Bénin) ; Michel VIDEGLA, Professeur Titulaire (Bénin) ; Guy Ossito MIDIOHOUAN, Professeur Titulaire (Bénin) ; Gérard KEDREBEOGO, Directeur de recherche (Burkina Faso) ; Abou NAPON, Professeur Titulaire (Burkina Faso) ; Thiou T. K. TCHAMIE, Professeur Titulaire (Togo)

Comité de lecture :

Michel BOKO, Professeur Titulaire (Bénin) ; Benoît N'BESSA Professeur Titulaire Emérite (Bénin) ; Brice SINSIN Professeur Titulaire (Bénin) ; Maxime da CRUZ, Professeur Titulaire (Bénin) ; Souaïbou FAROUGOU, Professeur Titulaire (Bénin) ; Augustin AINAMON, Professeur Titulaire (Bénin) ; Kossou DANSOU, Professeur Titulaire (Bénin) ; Médard BADA, Professeur Titulaire (Bénin) ; Fulgence AFOUDA, Professeur Titulaire (Bénin) ; Euloge OGOUWALE, Professeur Titulaire (Bénin) ; Placide F. G. A. CLEDJO, Professeur Titulaire (Bénin) ; Brice TENTE, Professeur Titulaire (Bénin) ; Odile DOSSOU-GUEDEGBE, Professeur Titulaire (Bénin) ; Marcel HOUINATO, Professeur Titulaire (Bénin), Madjidou OUMOROU, Professeur Titulaire (Bénin) ; Gauthier BIAOU, Professeur Titulaire (Bénin) ; Ibouaïma Yabi, Maître de Conférences (Bénin) ; Sévérin BABATOUNDE, Maître de Conférences (Bénin) ; Rock MONGBO, Maître de Conférences (Bénin) ; Yves Antoine TOHOZIN, Maître de Conférences (Bénin) ; Expédit W. VISSIN, Maître de Conférences (Bénin) ; Germain GONZALO, Maître de Conférences (Bénin) ; Moussa GIBIGAYE, Maître de Conférences (Bénin) ; Thierry AZONHE, Maître de Conférences (Bénin) ; Cyr Gervais ETENE, Maître Assistant (Bénin) ; Ernest AMOUSSOU, Maître Assistant (Bénin) ; Henri TOTIN, Maître Assistant (Bénin) ; José GNELE, Maître Assistant (Bénin).

A ces membres des comités scientifique et de lecture, s'ajoutent d'autres personnes ressources consultées occasionnellement en fonction de la nature des articles à évaluer

Toute correspondance (suggestions ou projets d'articles) doit être adressée au :

Comité de Rédaction des Annales de la FLASH

01 BP 526 COTONOU / République du Bénin

Email : annalesflash.benin@gmail.com

Toute reproduction, même partielle de cette revue est rigoureusement interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi 84-003 du 15 mars 1984 relative à la protection du droit d'auteur en République du Bénin.

Indicateurs pluvio-thermométriques des changements climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé

Thierry H. CODJO⁽¹⁾, Akibou A. AKINDELE⁽¹⁾, Aristide G. KOUTON⁽¹⁾, Euloge OGOUWALE⁽¹⁾, Euloge AGBOSSOU⁽²⁾

¹*Laboratoire Pierre Pagney, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE)*

²*Laboratoire d'Hydraulique et de la Maîtrise de l'Eau
[hoscodj@yahoo.fr, akybson@yahoo.fr, weuskout83@yahoo.fr, ogkelson@yahoo.fr, agbossou.euloge@yahoo.fr]*

Résumé

A l'instar des autres régions du Bénin, la basse vallée de l'Ouémé est secouée par les changements climatiques. La présente recherche étudie les indicateurs pluviométriques et thermométriques desdits changements.

L'analyse des hauteurs journalières régionalisées de pluies des stations de Cotonou, Bohicon, Niaouli, Pobè, Porto-Novo, Sakété, Toffo et Zagnanado et des températures des stations synoptiques de Cotonou et de Bohicon sur la période 1951-2015, avec les logiciels KhronoStat 1.01 et INSTAT + 3.36 a permis de déceler les indicateurs thermométriques et pluviométriques des changements climatiques, confirmés les tests de Mann Kendall et de Student, puis les informations d'investigation en milieu réel.

Les résultats indiquent que dans le secteur d'étude, les changements climatiques sont caractérisés par : le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement des saisons des pluies, la diminution des hauteurs pluviométriques saisonnières, l'occurrence des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses et l'augmentation de la température. Ces résultats sont confirmés respectivement par 94 %, 86 %, 92 %, 90 % et 96 % des acteurs du monde agricole interrogés.

Mots-clés : Basse vallée de l'Ouémé, Changements climatiques, Indicateurs

Abstract

With the instar of the other areas of Benign, the low valley of Ouémé is shaken by the climatic changes. Present research studies the pluviometric and thermometric indicators of changes.

The analysis the heights day rainfall regionalized of rains of the stations of Cotonou, Bohicon, Niaouli, Pobè, Porto-Novo, Sakété, Toffo and Zagnanado and of the temperatures of the synoptic stations of Cotonou and Bohicon over the period 1951-2015, with the software KhronoStat 1.01 and INSTAT + 3.36 made it possible to detect the thermometric and

pluviometric indicators climatic changes, confirmed the tests of Mann Kendall and Student, then information of investigation in real medium.

The results states that in the sector of study, the climatic changes are characterized by: the late starting of the rains, the shortening of the rain seasons, the reduction seasonal pluviometric heights, the occurrence of the sequences dry in the heart of the rainy seasons and the increase in the temperature. These results are confirmed respectively by 94 %, 86 %, 92 %, 90 % and 96 % of the questioned actors of the agricultural world.

Key words: Ouémé lower valley, climate Change, Indicators

Introduction

Les changements climatiques et leurs impacts constituent aujourd'hui l'un des sujets les plus préoccupants pour la communauté scientifique internationale (E. Ogouwalé, 2006, p. 17). Le système climatique planétaire subit des modifications à grandes échelles qui restent amplifiées par des facteurs aussi bien naturels qu'anthropiques tant régionaux que locaux (PANA, 2008, cité par E. Ogouwalé, 2006, p. 17). En effet, même si de nombreuses incertitudes et bien des désaccords subsistent entre les chercheurs sur les changements climatiques, un consensus semble se dégager pour dire que les activités humaines contribuent à une modification du système climatique.

Selon le GIEC (2007) cité par E. Ogouwalé (2006, p. 17), la multiplication des événements climatiques extrêmes est le fait du réchauffement global consécutif à l'émission massive et continue des gaz à effet de serre (GES), notamment le CO₂, par les activités humaines dans l'atmosphère. Et, si les tendances actuelles d'émission desdits gaz se maintenaient, la température de la planète augmentera de 1,5 à 6 °C d'ici à l'an 2100 cité par E. Ogouwalé (2006, p. 17), avec une moyenne oscillant entre 2 °C et 4°C selon les régions du globe (GIEC, 2001, p 125). Une telle hausse serait la plus importante de toutes celles survenues au cours des dix mille dernières années (Sombroek, cité par E. Ogouwalé, 2006, p. 21).

Au niveau continental, le système climatique ouest africain dans lequel s'intègre le Bénin connaît depuis plus de trois décennies des perturbations climatiques sans précédent, qui se manifestent par une tendance au réchauffement global, de fortes fluctuations et une baisse des précipitations, puis une plus grande fréquence des phénomènes extrêmes (Sircoulon, 1990 ; IPCC, 2001 et Ardoin-Baedin, 2004, cités par E. Ogouwalé, 2006, p. 21).

Au Bénin, E. Ogouwalé (2006, p.145), M. S. Issa (2012, p.109) et B. T. Donou (2015, p.75) ont montré qu'au cours des trois dernières décennies, le climat du pays a été marqué par une décroissance

importante des totaux pluviométriques annuels, des fluctuations pluviométriques saisonnières, un réchauffement thermique et une fréquence des phénomènes extrêmes.

Mais qu'en est-il véritablement dans la basse vallée de l'Ouémé ? Secteur situé entre 6°25' et 6°57' de latitude nord et entre 2°21' et 2°38' de longitude est (figure 1).

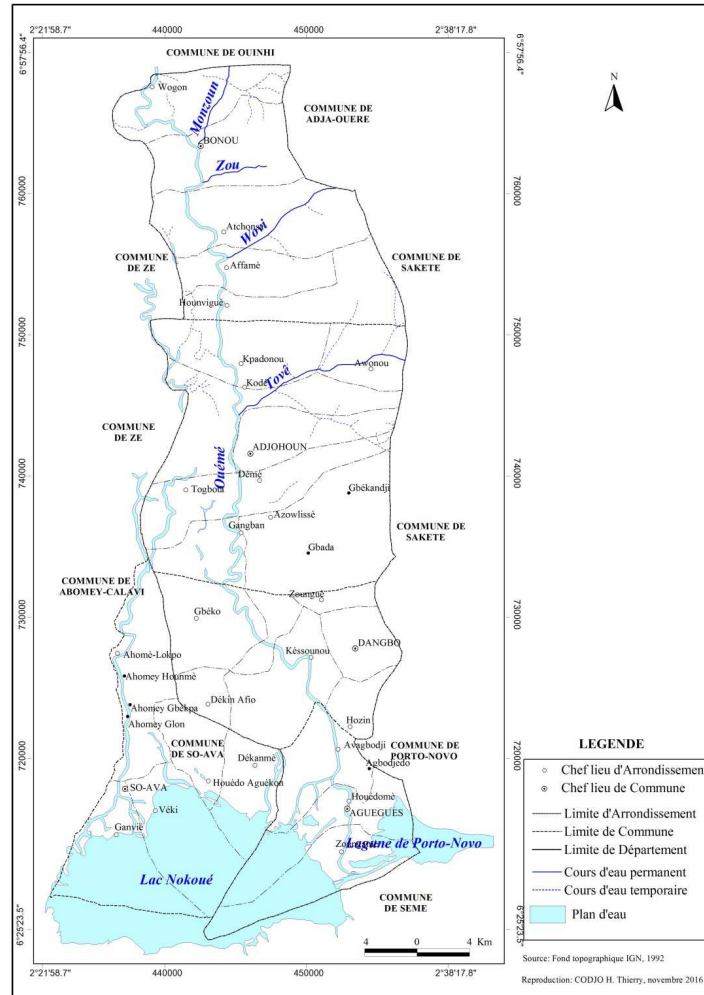


Figure 1 : Situation géographique de la basse vallée de l'Ouémé

1. Données et méthodes

Les données utilisées pour la réalisation de cette étude sont :

- les hauteurs journalières de pluies enregistrées au niveau des stations de Cotonou, Bohicon, Niaouli, Pobè, Porto-Novo, Sakété, Toffo et Zagnanado entre 1951 et 2015 et disponibles à l'AMN et régionalisées avec la méthode de polygonation de Tiessen utilisée par D. H. Koumassi (2014) ;

- les statistiques thermométriques des stations synoptiques de Cotonou et de Bohicon sur la période 1951-2015 et
- les informations socio-anthropologiques.

Dans le but de mieux cerner les contours du sujet de recherche, des ouvrages généraux et spécifiques ont été consultés dans plusieurs centres de recherches et structures. Les différentes informations collectées ont été complétées par des données socio-anthropologiques obtenues dans villages de la basse vallée de l’Ouémé où la production agricole est plus importante. Le nombre des personnes interviewées dans chaque village est déterminé par le protocole de D. Schwartz (1995) (protocole 1) et présenté dans le tableau I.

$$\beta = Z\alpha^2 \times pq/i^2 \quad (1)$$

Tableau I : Répartition des personnes interrogées et des unités d’observation

Communes la basse vallée de l’Ouémé	Localités parcourues	Nombre de producteurs interrogés	Nombre de personnes ressources interrogées
Bonou	Gboa	8	11
	Agbomanhan	7	
	Hounviguè	4	
	Atchabita	4	
	Sota	6	
Sous total 1	5	29	11
Adjohoun	Hlankpa	12	11
	Kakanitchoé	14	
	Gangban	8	
	Dannou	6	
	Togbéta	9	
	Houèda	6	
Sous total 2	6	55	11
Dangbo	Hétin-Sota	14	11
	Adjido	13	
	Danko	10	
	Affio	10	
	Zounta	8	
	Lakè	6	
	Dogla	4	
Sous total 3	7	65	11
Aguégués	Djèkpé	8	11
	Akpadon	6	
	Gbodjè	7	
	Bêmbê	4	
Sous total 4	4	25	11
Sô-Ava	Gbékpomè	17	11
	Lokpo centre	14	
	AhomèHounmè	13	
	Akpassè	11	

Communes la basse vallée de l'Ouémé	Localités parcourues	Nombre de producteurs interrogés	Nombre de personnes ressources interrogées
	Ahomègblon	10	
Sous total 5	5	66	
Total	27	240	55

Source : INSAE, 2013 et résultats de calculs, avril 2014

Au total, 240 producteurs agricoles et 55 personnes ressources (agents des SCDA, responsables des services de planification des Mairies et les commerçantes spécialisées de produits agricoles), ont été interrogés dans vingt-sept (27) localités réparties dans toute la basse vallée de l'Ouémé.

Selon F. Chédé (2012, p. 29), A. Affo-Dogo (2012, p. 27) et T. H. Codjo (2013, p. 25), le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement des saisons des pluies, la diminution des hauteurs pluviométriques saisonnières, l'occurrence des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses, et l'augmentation de la température sont les indicateurs majeurs des changements climatiques pouvant affecter les activités agricoles dans la basse vallée de l'Ouémé. Dans le cadre de cette recherche, ces indicateurs ont été identifiés et leur évolution temporelle a été analysée.

Parmi les procédures statistiques souvent utilisées pour l'étude des chroniques hydrométéorologiques, deux sont mises en œuvre dans la présente recherche. Il s'agit de la méthode non paramétrique de Pettitt et du test de segmentation de Buishand réalisés avec le logiciel KhronoStat 1.01.

Pour identifier les signes pluvieux (démarrage tardif des pluies, raccourcissement des saisons des pluies, diminution des hauteurs pluviométriques saisonnières et séquences sèches en pleine saison pluvieuse), indicateurs des changements climatiques, les facteurs agro-climatiques clés de la saison des pluies ont été retenus sur la base des critères définis infra.

- La grande saison des pluies démarre lorsqu'à partir du 15 mars, on enregistre plus de 20 mm de pluie en un ou deux jours consécutifs.
- La fin de la grande saison des pluies intervient lorsqu'à partir du 1^{er} juillet le bilan hydrique est nul. Si le bilan hydrique reste supérieur à zéro jusqu'au démarrage de la petite saison des pluies, la fin de la grande saison est marquée par la date de début de la petite saison.
- La petite saison des pluies démarre lorsqu'à partir du 15 août, la pluviométrie cumulée pendant un ou deux jours consécutifs est supérieure à 10 mm.

- La fin de la petite saison des pluies intervient lorsqu'à partir du 1^{er} novembre le bilan hydrique est nul.
- La longueur de la saison des pluies est obtenue en faisant la différence entre la date de fin et celle de début de la saison.
- La séquence sèche est le nombre de jours consécutifs ayant enregistré des pluies de hauteur inférieure à une valeur seuil (1 mm), en pleine saison pluvieuse.

Après la définition des facteurs agro-climatiques clés de la saison des pluies, les indicateurs des changements climatiques supra énumérés ont été détectés grâce à des méthodes spécifiques.

- **Méthode de détection du démarrage tardif des pluies**

Le démarrage des pluies a été décelé à travers l'étude de l'évolution des dates de début de la grande et de la petite saison des pluies dans le secteur d'étude.

Les critères de détermination des dates de début de la grande et de la petite saison des pluies retenus dans cette recherche sont ceux cités supra. Ils sont inspirés de ceux retenus par F. Chédé (2012, p. 16). Ces critères ont été intégrés au logiciel INSTAT + 3.36, pour déterminer les dates de démarrage des saisons pluvieuses, sur la période d'étude. Une analyse de l'évolution de ces dates a été faite et leur tendance a été testée avec le test de Mann-Kendall à un seuil de 5 %.

- **Méthode de détermination du raccourcissement des saisons de pluies**

La longueur de la saison des pluies est l'indice dont l'analyse a permis d'apprécier le raccourcissement des saisons. Elle correspond à la différence entre la date de fin et celle de début de la saison des pluies. Les dates de début étant déjà déterminées pour le démarrage des saisons, sur la base des critères de fin de saison supra-indiqués, le logiciel INSTAT + 3.36 a été utilisé pour déterminer les dates de fin de saisons pluvieuses et calculer leurs longueurs. Ensuite, une analyse de l'évolution des longueurs de chaque saison (grande saison et petite saison pluvieuses) a été faite. De même, le test de Mann-Kendall à un seuil de 5 % a été mis à contribution pour tester la tendance d'évolution des longueurs de ces saisons.

- **Détection de la diminution des hauteurs pluviométriques saisonnières**

Les longueurs des saisons pluvieuses (grande et petite saisons pluvieuses) étant déjà déterminées, elles ont été intégrées au logiciel INSTAT + 3.36, pour calculer les totaux pluviométriques saisonniers, pour chaque année de la période d'étude. Les résultats obtenus ont été analysés et la tendance testée avec le test de Mann-Kendall à 5 %. Ce

qui a permis de déceler la diminution des totaux pluviométriques saisonniers au cours de la deuxième sous-période.

- **Détermination des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses**

Plusieurs études (F. Chédé, 2007, p. 17 ; D. J. Kodja, 2013, p. 51 ; T. H. Codjo, 2013, p. 26 ; C. M. Lanokou, 2016, p.151) ayant déjà montré que, dans le secteur d'étude, les mois de mai, juin et juillet sont les plus pluvieux de la grande saison des pluies puis les mois de septembre et octobre pour la petite saison, l'analyse s'est intéressée aux séquences sèches les plus longues observées au cours de ces mois et décelées à l'aide du logiciel INSTAT + 3.36. En plus de l'analyse faite dans le cas des autres indicateurs supra mentionnés, les probabilités d'occurrence des séquences sèches de 5, 7 et 10 jours au cours des différents mois ont été déterminées, à l'aide du même logiciel INSTAT + 3.36.

- **Méthode d'étude de l'augmentation de la température**

La longue période de 1951 à 2015 ayant déjà été subdivisée en deux sous-période 1951-1968 et 1969-2015, les températures moyennes maximales et minimales mensuelles ont été calculées par sous période. Une analyse comparative de températures a été faite en tenant compte des deux sous-périodes. Ces moyennes des sous séries ont été comparées avec le test de Student, dans le logiciel XLSTAT 2014.

2. Résultats et analyse

Cette démarche méthodologique a permis d'obtenir plusieurs résultats.

2.1. Rupture de stationnarité dans la basse vallée de l'Ouémé

La figure 2 présente les résultats de la méthode non paramétrique de Pettitt et du test de segmentation de Buishand, appliqués aux séries pluviométriques annuelles régionalisées (1951-2015) des stations météorologiques représentatives de la basse vallée de l'Ouémé.

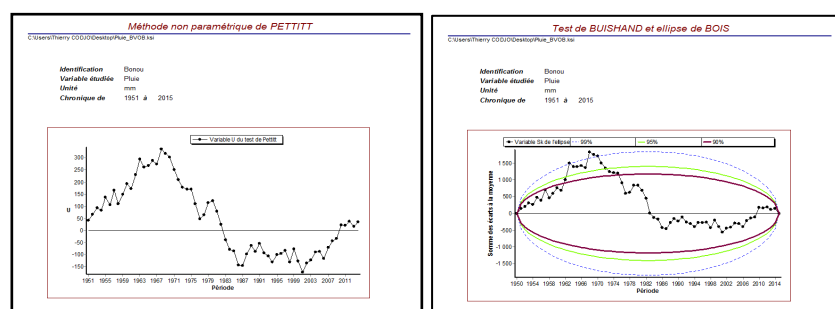


Figure 2 : Rupture de stationnarité par le test de Pettitt et Buishand dans les séries pluviométriques de la basse vallée de l'Ouémé

Source des données : AMN, 2016

Le test de Pettitt complété par celui de Buishand, appliqués aux séries pluviométriques de la basse vallée de l’Ouémé indique une rupture de stationnarité, significative au seuil de 99 % en 1968. Ce qui confirme la rupture de stationnarité des années 1970 constatée par de nombreux auteurs au Bénin (M. Boko, 1988 ; C. Houndénou, 1999 cités par C. M. Lanokou, 2016, p. 86 ; D. J. Kodjia, 2013, p. 63 et C. M. Lanokou, 2016, p. 86). Ainsi, la série 1951-2015 est subdivisée en deux (2) périodes (1951-1968 et 1969-2015).

2.2. Démarrage tardif des pluies

Le démarrage tardif des saisons pluvieuses est l’un des indicateurs majeurs des changements climatiques identifiés à partir des données des stations représentatives du secteur d’étude (figure 3).

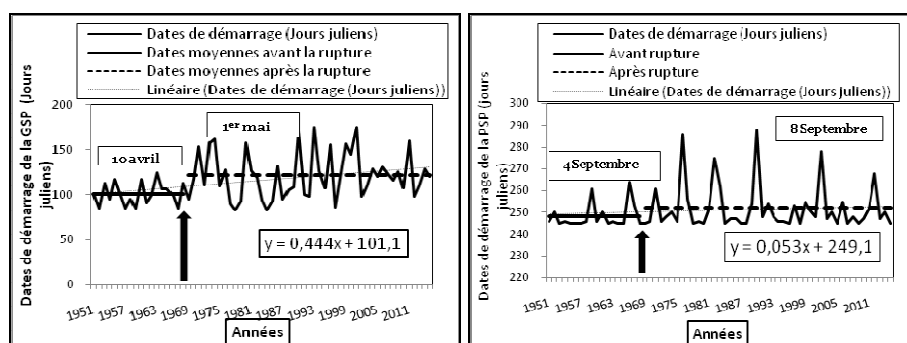


Figure 3 : Evolution des dates de démarrage des saisons pluvieuses dans la basse vallée de l’Ouémé entre 1951 et 2015

Sources de données : AMN, 2016

L’analyse de la figure 3 révèle un retard progressif dans le démarrage des saisons pluvieuses dans le secteur d’étude. En effet, elle indique qu’en moyenne, la date de démarrage de la grande saison des pluies est le 10 avril au cours de la première sous période et le 1^{er} mai au cours de la seconde, soit un retard moyen de 21 jours. En ce qui concerne la petite saison pluvieuse, elle démarrerait en moyenne le 4 septembre au cours de la première sous-période mais, le 8 septembre au cours de la deuxième, soit un retard moyen de 4 jours. Ce qui corrobore le retard dans le démarrage des saisons pluvieuses dans la basse vallée de l’Ouémé. Ce qui confirme les résultats des travaux de C. Houndénou et *a.l* (1996, p. 9), E. Ogouwalé (2006, p. 145), A. Affo-Dogo (2012, p. 31) et F. Chédé (2012, p. 16).

De même, à 5 %, le test de Mann Kendall a permis de tester la tendance tardive du démarrage des saisons pluvieuses dans le secteur d’étude (tableau II).

Tableau II: Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

Station	Variable	U(t)	α_1	α_0	Observation
BVO	DDP de la GSP	0,2796	0,0017	0,05	Tendance significative au retard à un seuil de 5 %
	DDP de la PSP	0,1331	0,1538	0,05	Tendance non significative au retard à un seuil de 5 %

Source des données: AMN, 2016

L'examen du tableau II indique une tendance significative au retard dans le démarrage de la grande saison de pluie et une tendance non significative pour celui de la petite saison des pluies. Ce retard dans le démarrage des saisons pluvieuses est confirmé par 94 % des personnes interrogées. En effet, selon elles, ces dernières années, les saisons pluvieuses démarrent avec un retard allant parfois jusqu'à un mois, en référence aux repères socio-écologiques.

Ces saisons agricoles connaissent aussi des raccourcissements au cours de ces dernières années.

2.3. Raccourcissement des saisons de pluies

La figure 4 présente l'évolution inter-annuelle des longueurs des saisons pluvieuses dans le secteur d'étude.

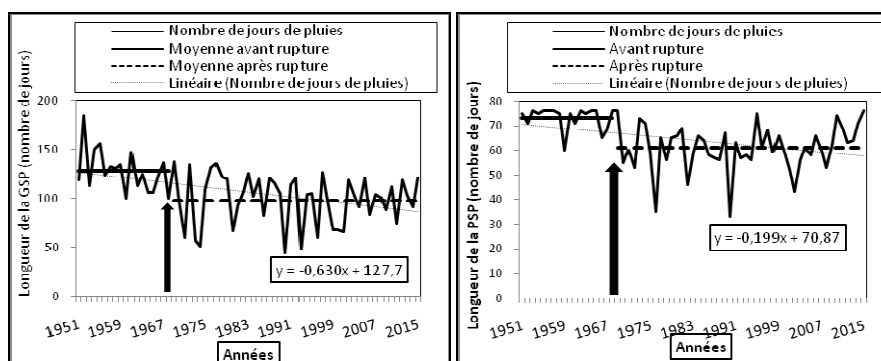


Figure 4 : Evolution inter-annuelle des longueurs des saisons pluvieuses dans la basse vallée de l'Ouémé entre 1951 et 2015

Sources de données : AMN, 2016

L'analyse de la figure 4 indique un raccourcissement des saisons pluvieuses dans la basse vallée de l'Ouémé. En effet, de 128 jours en moyenne avant la rupture de stationnarité, la grande saison des pluies a été réduite à 98 jours en moyenne après la rupture. Quant à la petite saison des pluies, elle est passée 73 jours en moyenne avant la rupture, pour 61 en moyenne après la rupture. Les saisons pluvieuses deviennent de plus en plus courtes dans le secteur d'étude. Ces résultats sont conformes à ceux de G. C. Wokou (2014, p. 106), A. Affo-Dogo (2012, p. 32) et F. Chédé (2012, p. 17), F. Djessonou (2013, p. 29) et H. T. Codjo et al (2013, pp. 166).

Cette tendance au raccourcissement des saisons pluvieuses a été testée avec le test de Mann Kendall à un seuil de 5 % (tableau III).

Tableau III : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

Station	Variable	U(t)	α_1	α_0	Observation
BVO	NJP de la GSP	-0,3430	0,0001	0,05	Tendance significative au raccourcissement à un seuil de 5 %
	NJP de la PSP	-0,3194	0,0004	0,05	Tendance significative au raccourcissement à un seuil de 5 %

Source des données: AMN, 2016

L'analyse des données du tableau III révèle une tendance significative au raccourcissement de la grande et de la petite saison pluvieuse. Cette tendance confirmée par 86 % des acteurs du monde agricole interrogés. Selon eux, le raccourcissement des saisons pluvieuses affecte la croissance et le développement des cultures.

Les chroniques disponibles sur les stations représentatives du secteur d'étude permettent de mettre en évidence, la diminution des totaux pluviométriques saisonniers, au cours des dernières décennies.

2.4. Diminution des totaux pluviométriques saisonniers

La diminution des totaux pluviométriques saisonniers est aussi un des indicateurs identifiés des changements climatiques dans le secteur d'étude. La figure 5 présente l'évolution saisonnière des hauteurs pluviométriques dans la basse vallée de l'Ouémé.

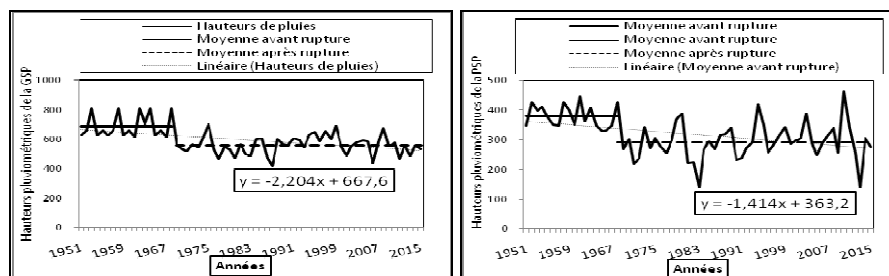


Figure 5 : Evolution des totaux pluviométriques saisonniers dans la basse vallée de l'Ouémé entre 1951 et 2015

Sources de données : AMN, 2016

L'analyse de la figure 5 montre une tendance baissière des totaux pluviométriques saisonniers entre 1951 et 2015. En effet, les totaux pluviométriques moyens de la grande saison pluvieuse sont passés de 687 mm avant la rupture à 659 mm après la rupture, tandis que ceux de la petite saison pluvieuse sont passés de 427 mm au cours de la première sous période à 343 mm au cours de la seconde sous période. On conclue qu'il y a une baisse des totaux pluviométriques saisonniers dans le secteur d'étude. Ce qui confirme les résultats de E.

Ogouwalé, (2006, 146), I. Yabi (2008, pp. 4), A. Affo-Dogo (2012, p. 32), C. V. Pereira A. (2012, p. 31), H. T. Codjo (2013, p. 26), C. M. Lanokou (2016, p. 90).

Le test de Mann Kendall à un seuil de 5 % a été mis à contribution, pour tester cette tendance baissière des hauteurs pluviométriques saisonnières (tableau IV).

Tableau IV: Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

Station	Variable	U(t)	α_1	α_0	Observation
BVO	HP de la GSP	-0,3183	0,0003	0,05	Tendance significative à la baisse à un seuil de 5 %
	HP de la PSP	-0,2774	0,0017	0,05	Tendance significative à la baisse à un seuil de 5 %

Source des données: AMN, 2016

L'examen du tableau IV révèle une tendance significative à la baisse des totaux pluviométriques, aussi bien de la grande saison des pluies que de la petite. Ce résultat est confirmé par la majorité des personnes interrogées (92 %). En effet, selon elles, la basse vallée de l'Ouémé a connu des années réellement pluvieuses sous le Président Hubert Maga (Père de l'indépendance). Par contre, sous le président Kérékou (1972-1989), le secteur d'étude a enregistré une baisse globale des totaux pluviométriques saisonniers avec pour conséquences, une faiblesse d'écoulement ou l'assèchement rapide de certains cours et plans. Ce qui limite la fertilisation des terres du secteur d'étude, du fait de l'incapacité manifeste des cours d'eau à apporter les limons fertiles à travers l'inondation. Ce phénomène rend la pratique des cultures de décrue quasiment impossible. Ces dernières ne pouvant plus bénéficier de l'humidité habituelle que génèrent les crues pour se développer. Ce qui crée d'importants manques à gagner au monde paysan.

2.5. Séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses

En plus des indicateurs supra identifiés des changements climatiques, le secteur d'étude enregistre une occurrence des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses. La figure 6 présente l'évolution des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses, dans la basse vallée de l'Ouémé entre 1951 et 2015.

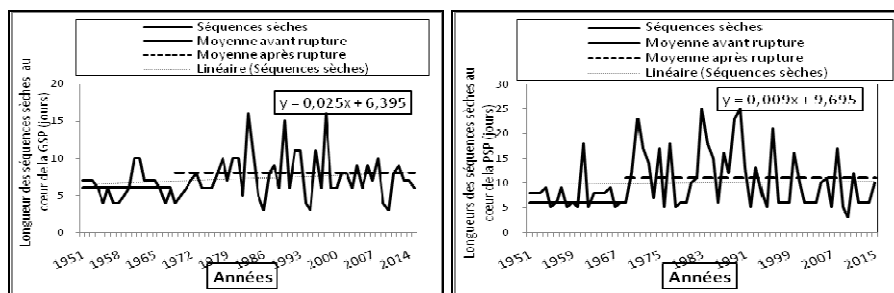


Figure 6 : Evolution des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses dans la basse vallée de l’Ouémé entre 1951 et 2015

Sources de données : AMN, 2016

L’analyse de la figure de 6 révèle une augmentation de la longueur des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses. Ainsi, la longueur moyenne des séquences sèches au cours de la grande saison pluvieuse est passée de 6 jours avant la rupture à 8 jours après la rupture. En ce qui concerne la petite saison pluvieuse, elle la longueur des séquences sèches a presque doublé, passant de 6 jours avant la rupture à 11 jours après la rupture de stationnarité. Les séquences sèches sont de plus en plus longues dans la basse vallée de l’Ouémé. Ces résultats sont conformes de F. Chédé (2012, p. 34), A. Affo-Dogo (2012, p. 30), A. C. V. Pereira (2012, p. 31) et H. T. Codjo (2013, p. 27).

Aussi, le test de Mann Kendall à un seuil de 5 % a permis de tester cette tendance à l’augmentation de ces séquences sèches (tableau V).

Tableau V : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

Station	Variable	U(t)	α_1	α_0	Observation
BVO	SS de la GSP	0,1293	0,1510	0,05	Tendance à l’augmentation non significative à un seuil de 5 %
	SS de la PSP	0,0137	0,8816	0,05	Tendance à l’augmentation non significative à un seuil de 5 %

Source des données: AMN, 2016

Cette situation a été confirmée par 90 % des acteurs agricoles interrogés pour qui, les saisons de pluies une fois démarrée s’arrêtent avant de reprendre après quelques jours. Ce qui perturbe le déroulement normal des activités agricoles et se traduit par une baisse chronique des rendements des cultures, jetant ainsi le désarroi dans le monde paysan.

Outre les indicateurs supra-identifiés des changements climatiques, les températures enregistrées au niveau des stations

météorologiques représentatives du secteur d'étude connaissent une nette augmentation sur la période d'étude.

2.6. Augmentation de la température

L'augmentation des températures maximales et minimales est un des indicateurs majeurs des changements climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé.

2.6.1. Evolution inter-mensuelle des températures maximales moyennes à Cotonou et Bohicon entre 1960-1968 et 1968-2015

La figure 7 présente l'évolution mensuelle des températures maximales moyennes au niveau des stations représentatives du secteur d'étude, entre 1960-1968 et 1968-2015.

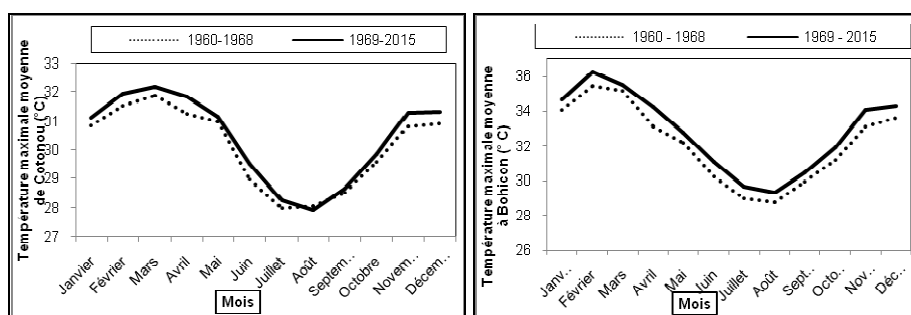


Figure 7 : Evolution mensuelle des températures maximales moyennes à Cotonou et Bohicon entre 1960 et 2015

Sources de données : AMN, 2016

L'analyse de la figure 7 révèle que les températures maximales moyennes mensuelles ont connu une augmentation au cours de la deuxième sous-période (1969-2015), à l'exception du mois d'août à Cotonou. En effet, tous les mois de l'année ont connu une augmentation de la température maximale moyenne. Mais à la station synoptique de Cotonou, le mois d'août a plutôt connu une légère baisse de la température maximale moyenne mensuelle (-0,1). Ce qui confirme les résultats des travaux de E. Ogouwalé (2006, p. 146), I. Yabi (2008, pp. 4), A. Affo-Dogo (2012, p. 30), D. F. Chédé (2012, p. 34), F. Djessonou (2013, p. 34), H. T. Codjo et *al.*, (2013, pp. 166) et C. M. Lanokou (2016, p. 90).

Le test de Student à 5 % a été mis à contribution pour comparer les différences entre les moyennes thermométriques maximales inter-mensuelles entre les deux sous périodes d'étude (tableau VI).

Tableau VI : Synthèse du résultat du test de Student

Station	Variable	α_1	α_0	Observation
Cotonou	Tmax	0,60	0,05	Différence non significative à un seuil de 5 %
Bohicon	Tmax	0,47	0,05	Différence non significative à un seuil de 5 %

Source des données: AMN, 2016

L'examen du tableau VI indique une différence non significative entre les moyennes thermométriques maximales inter-mensuelles, au niveau des stations météorologiques représentatives du secteur d'étude. On conclue donc que les températures maximales ont connu une augmentation sensible au cours de la période d'étude.

Mais cette augmentation est plus remarquable au niveau des températures minimales.

2.6.2. Evolution inter-mensuelle des températures minimales moyennes à Cotonou et Bohicon entre 1960-1968 et 1968-2015

La figure 8 présente l'évolution mensuelle des températures minimales moyennes au niveau des stations représentatives du secteur d'étude, entre 1960-1968 et 1968-2015.

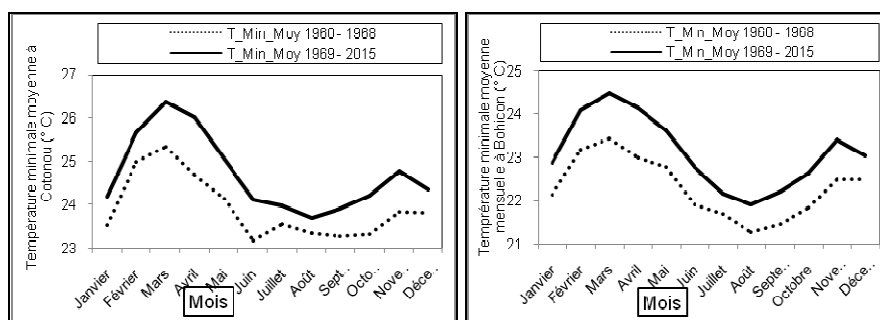


Figure 8 : Evolution mensuelle des températures minimales moyennes à Cotonou et Bohicon entre 1960 et 2015

Sources de données : AMN, 2016

L'analyse de la figure 8 révèle que les températures minimales moyennes mensuelles ont connu une nette augmentation au cours de la deuxième sous-période (1968-2015), sur les stations représentatives du secteur d'étude. Autrement dit, tous les mois de l'année ont connu une nette augmentation de la température minimale moyenne au cours de la deuxième sous période. Ce qui concorde très bien avec les résultats déjà rapportés par E. Ogouwalé (2006, p. 146), F. Chédé (2012, p. 30), M. S. Issa (2012, p. 109), F. Djessonou (2013, p. 34), H. T. Codjo (2013, p. 28), C. M. Lanokou (2016, p. 91).

Pour tester la significativité de la différence entre ces moyennes thermométriques minimales inter-mensuelles, le test de Student à 5 % a été utilisé (tableau VII).

Tableau VII: Synthèse du résultat du test de Student

Station	Variable	α_1	α_0	Observation
Cotonou	Tmin	0,02	0,05	Différence significative à un seuil de 5 %
Bohicon	Tmin	0,01	0,05	Différence significative à un seuil de 5 %

Source des données: AMN, 2016

L'examen du tableau VII indique une différence significative entre les moyennes thermométriques minimales inter-mensuelles, au niveau des stations météorologiques représentatives du secteur d'étude. En définitive, les températures minimales ont connu une augmentation significative au cours de la période d'étude. Ce qui corrobore très bien les constats effectués par la majorité (96 %) des acteurs du monde agricoles interrogés. Ainsi, pour eux, dans la basse vallée de l'Ouémé, les temps sont de plus en plus chauds.

3. Discussion

Cette étude a permis de mettre en évidence les changements climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé. En effet, ils se traduisent par le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement des saisons des pluies, la diminution des hauteurs pluviométriques saisonnières, l'occurrence des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses, et l'augmentation de la température. Ces résultats sont confirmés par les acteurs du monde agricole du secteur d'étude.

Ce qui concorde bien avec les résultats de E. Ogouwalé (2006, p. 146), F. Chédé (2012, p. 30), A. C. V. Pereira (2012, p. 31), M. S. Issa (2012, p. 109), A. Affo-Dogo (2012, p. 30), F. Djessonou (2013, p. 34), H. T. Codjo (2013, p. 28), H. T. Codjo et *al.*, (2013, pp. 166), T. B. Donou (2015, p.75), C. M. Lanokou (2016, p. 91). La robustesse de ces résultats est donc bien expressive.

Cependant, les résultats de cette étude peuvent être tributaires de deux types de limites. Celles des paradigmes dans les domaines des changements climatiques dus au réchauffement global et des modélisations mathématiques (climat, agriculture), qui ont des ressorts cognitifs et techniques, sont à classer en premier. Après, viennent les limites liées aux biais inhérents aux enquêtes qualitatives notamment lorsqu'elles font appel à la mémoire des événements historiques en milieu rural d'une part, et aux déficits de qualité des données observées/compilées (maillage, représentativité spatiale, discontinuités, etc.) sur le climat.

Conclusion

La basse vallée de l'Ouémé subit les contre coups des changements climatiques. La présente étude a permis d'identifier les indicateurs thermométriques et pluviométriques de ce phénomène dans

la basse vallée de l'Ouémé. Les résultats obtenus sont conformes à ceux de nombreux autres chercheurs de la sous régions.

Tous les indicateurs identifiés à travers l'analyse des données ont été confirmés par une bonne majorité des acteurs du monde agricole, premiers affectés par les impacts de ce phénomène. Ce qui montre que ces derniers ont une bonne perception des changements climatiques.

Références bibliographiques

AFFO-DOGO Aballo, 2012. *Vulnérabilité et stratégies d'adaptation des Agriculteurs dans la région des plateaux au Togoface au changement climatique : cas de la communauté rurale de Kpimé*. Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 81 pages.

CHEDE Félicien, 2012. *Vulnérabilité et stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans du Département des Collines au Bénin : cas de la Commune de Savè*. Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 86 pages.

CODJO Hossou Thierry, LAMODI Félix, AGBALESSI Sendrine, OGOUWALE Romaric et OGOUWALE Euloge, 2013. *Stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques dans la Commune de Pobè*. Actes du XXVI ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Cotonou, pp 164-169.

CODJO Hossou Thierry, 2013. *Aménagement hydro-agricole pour la réduction de la vulnérabilité et l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans la commune d'Adjohoun*. Mémoire de Master II de Gestion des Risques Catastrophes. MIRD/FLASH, UAC, 96 p.

DJESSONOU Sèngla Franco-Néo Camus, 2013. *Vulnérabilité et adaptation des productions vivrières aux tendances climatiques dans la commune de Za-Kpota*. Mémoire de Maîtrise de Géographie, EDP/FLASH/UAC, 88 p.

DONOU Blaise Tolidji, 2015. *Extrêmes hydroclimatiques dans le bassin inférieur du fleuve Ouémé : diagnostic, impact agricole et scénarios de gestion*. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 264 p.

ISSA Maman-Sani, 2012. *Changements climatiques et agrosystèmes dans le moyen Bénin : impacts et stratégies d'adaptation*. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 274 p.

KODJA Domiho Japhet, 2013. *Etudes des risques hydroclimatiques dans la vallée de l'Ouémé à Bonou*. Mémoire de DEA de Géographie, EDP/FLASH/UAC. 108 p.

KOUMASSI Dègla Hervé, 2014. *Risques hydro-climatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la sota à l'exutoire de Coubéri*. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 245 p.

LANOKOU Chèto Mathieu, 2016. *Extrêmes climatiques et mise en valeur agricole des terres noires dans la Dépression Médiane au Sud-Bénin*. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 314 p.

OGOUWALE Euloge, 2006. *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et perspectives de la sécurité alimentaire*. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 302 p.

PEREIRA Antonino Carlos da Veiga, 2012. *Analyse de la Vulnérabilité des populations et proposition d'une méthodologie pour l'élaboration d'un PMACC: cas de la municipalité de São Domingos- Cap Vert*. Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 126 pages.

SCHWARTZ Deli, 1995. *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. 4è édition Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.