

**Année de publication :** 2020

**Auteurs :** Hounzinme S. S., Salako A.P.M., Chanhoun C. S. L., Yabi I., Oumorou M.

**Titre :** Variabilité pluviométrique de la saison agricole du Nord-Est Bénin.

**Référence :** *Revue ECD*, 1(2) : 40-55



# Revue ECD

ESPACES, LANGUES, SCIENCES  
HUMAINES ET SOCIALES



ÉCOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE ESPACES, CULTURES ET  
DÉVELOPPEMENT (EDP-ECD)



- ▶ **Géographie et Environnement**
- ▶ **Sociologie, Anthropologie et Philosophie**
- ▶ **Lettres, Langues et Communications**
- ▶ **Archéologie, Histoire, Arts et Civilisation**
- ▶ **Psychologie et Sciences de l'Éducation**

---

Volume1, Numéro 2, Novembre 2020

---



Université d'Abomey-Calavi

@@@@@

**Ecole Doctorale Pluridisciplinaire**

**Espaces, Cultures et Développement  
(EDP-ECD)**

*“Ad Majorem Scientiae Gloriam”*



---

---

# ***Revue ECD***

---

ESPACES, LANGUES, SCIENCES HUMAINES  
ET SOCIALES

**Volume 1, Numéro 2, Novembre 2020**

**ISSN : 1840-9725**

**Adresse de contact**

Revue ECD ESCUDE

*Ecole Doctorale Pluridisciplinaire - Espaces, Cultures et Développement  
(EDP-ECD)*

*Université d'Abomey-Calavi,  
01 BP 526 Cotonou, Rép. du Bénin,  
Tél +229 21360074*

*E-mail: cledjoyah@yahoo.fr  
Téléphone : + 229 96 34 11 67*

**Adresse de soumission d'articles**

revue.escude@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.

## **Revue ECD**

Revue publiée par l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire Espaces, Cultures et Développement (EDP-ECD)

---

## **COMITE DE PUBLICATION**

Directeur de publication : **Professeur Placide F.G.A. CLEDJO**

*Directeur de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire*

Directrice adjointe de publication : **Professeure Estelle BANCOLE**

*Directrice adjointe de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire*

---

## **COMITE SCIENTIFIQUE**

BOKO Michel, Professeur Titulaire ; GBETO Flavien, Professeur Titulaire ; Da CRUZ Maxime, Professeur Titulaire ; CAPO Hounkpati, Professeur Titulaire ; BADA Médard Dominique, Professeur Titulaire ; OKRI Pascal, Professeur Titulaire ; KAKPO Mahougnon, Professeur Titulaire BOKO Gabriel, Professeur Titulaire ; AMOUZOUVI Dodji Hppolyte, Professeur Titulaire ; AHODEKON Cyriaque, Professeur Titulaire ; OGOUWALE Euloge, Professeur Titulaire ; TENTE Brice, Professeur Titulaire ; DOSSOU GUEDEGBE Odile, Professeur Titulaire ; CLEDJO Placide, Professeur Titulaire ; VISSIN Expédit, Professeur Titulaire ZANOUCI Clémence, Professeur Titulaire ; GBAGUIDI Noël, Professeur Titulaire ; SINSIN Brice, Professeur Titulaire ; HOUESSO Patrick, Professeur Titulaire ; TOSSOU Rigobert, Professeur Titulaire ; AIVO Joël, Professeur Titulaire ; GBAGO Barnabé, Maître de Conférences ; BALIMA S. Théophile, Professeur Titulaire, Burkina Faso ; TCHAMIE T. Thiou, Professeur Titulaire, Togo ; KOLA Edinam, Professeur Titulaire, Togo ; CODJIA Lucien, Professeur Titulaire, Canada ; COULIBALY Modibo, Maître de Conférences, Niger ; ZOUNGRANA Tanga Pierre, Professeur Titulaire, Burkina Faso ; DIPAMA Jean Marie, Professeur Titulaire, Burkina Faso ; BAMORY Kamagaté, Maître de Conférences, Côte d'Ivoire ; KOUASSI Lazare, Maître de Conférences, Côte d'Ivoire.

---

## **COMITE DE LECTURE**

*Coordonnateur du Comité de lecture*

**OREKAN O.A. Vincent**, Professeur Titulaire

*Membres du Comité de lecture*

AGBOTON Florentine, Maître de Conférences ; DJENGUE Samuel, Maître de Conférences ; GBAGUIDI Julien, Maître de Conférences ; SAMBIENI Coffi, Maître de Conférences ; YEBOU Raphaël, Maître de Conférences ; GBAGUIDI Jean Euloge, Maître de Conférences ; BAGODO Obarè, Maître de Conférences, N'DAH Didier, Maître de Conférences ; IMOROU Abou-Bakari, Maître de Conférences ; TOSSOU Rogatien, Maître de Conférences ; de - CHACUS Sylvie, Maître de Conférences ; FOURN Elisabeth, Maître de Conférences ; HOUENOUE D. Marcel, Maître de Conférences ; TCHIBOZO Romuald, Maître de Conférences, BOKONON GANTA Eustache, Maître de Conférences ; VODOUNOU Jean Bosco Maître de Conférences ; AZONHE Thierry, Maître de Conférences ; AMOUSSOU Célestin Yémalo, Maître de Conférences ; FANOU Charlemagne, Maître de Conférences ; AMOUSSOU Ernest, Maître de Conférences ; TOTIN Henry, Maître de Conférences

---

**REDACTEUR EN CHEF**

GBAGUIDI Jean Euloge, Maître de Conférences

---

**REDACTEUR EN CHEF ADJOINT**

IMOROU Abou-Bakari, Maître de Conférences

---

**SECRETARIAT**

KOUTCHADE Innocent Sourou, Maître de Conférences

VISSOH Sylvain, Maître de Conférences

HOUNGNIHIN Rock, Maître de Conférences

YABI Ibouaïma, Maître de Conférences

LIGAN Charles, Maître-Assistant

---

**FRAIS DE PUBLICATION**

La publication de tout manuscrit est conditionnée par le règlement préalable des frais de publication par les auteurs. Les frais de publication sont fixés à 75 000 FCFA ou 115 € par manuscrit accepté.

**ISSN : 1840-9725**

**Dépôt légal** n° 11972 du 14 janvier 2020. Bibliothèque nationale du Bénin, 1er trimestre.

---

**MOT DU DIRECTEUR DE PUBLICATION**

---

**EDITORIAL**

**T**ant que les chercheurs continueront par produire, il est du devoir des institutions de les promouvoir et de soumettre leurs œuvres à la communauté afin qu'elle s'en serve pour bâtir.

La publication de cette revue, loin d'être un acte de plus, est le signe de la maturité d'une institution de formation de l'enseignement supérieur qui a le sens du partage et de l'échange en vue de susciter la réflexion créatrice d'idées novatrices qui fixent les balises d'un développement assuré et à visage humain.

En initiant la Revue de l'Ecole doctorale pluridisciplinaire « Espaces, Cultures et Développement » (Revue ECD), l'équipe dirigeante ainsi que l'équipe de rédaction qui s'est spontanément constituée envisage d'en faire une revue scientifique, semestrielle et multidisciplinaire qui réponde aux besoins des scientifiques et de tous autres acteurs de la recherche scientifique soucieux de valoriser les résultats de recherche scientifique, de partager des connaissances ou des points de vue scientifiques sur divers sujets de développement. La revue vise donc à :

- faciliter la communication entre chercheurs, décideurs, et toute la communauté scientifique ;
- assurer la diffusion et la valorisation des résultats de recherches effectuées par les scientifiques, les laboratoires de recherche, les doctorants, etc., au profit des décideurs et communautés ;
- produire des publications de qualité, en vue d'une meilleure promotion de la recherche scientifique dans l'espace CAMES.

Certes, il y a déjà des revues et partout ailleurs. Mais la « Revue ECD » est destinée à la publication de tous types de travaux se rapportant aux différents

**Bibliographie**

AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, Paris, L'Harmattan.

AUDARD Cathérine, 2009, *Qu'est-ce que le libéralisme ? Ethique, politique, société*, Paris, Gallimard.

BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, Paris, PUF.

DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, « Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre », *Diogène*, 202, p. 145-151.

DIAKITE Sidiki, 1985, *Violence technologique et développement. La question africaine du développement*, Paris, L'Harmattan.

## SOMMAIRE

Titres	Pages
<b>GEOGRAPHIE ET ENVIRONNEMENT</b>	
ANALYSE DE LA DISTRIBUTION PASSEE ET ACTUELLE DE <i>TRICHECHUS SENEGALENSIS LINK</i> 1795 (LAMANTIN D'AFRIQUE) DANS SES COULOIRS DE MIGRATION DES SITES RAMSAR 1017 ET 1018 AU SUD BENIN (AFRIQUE DE L'OUEST) <b>Hermann AWO, Toussaint Olou LOUGBEGNON, Maximin DJONDO et Brice TENTE</b>	23
<b>VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE DE LA SAISON AGRICOLE DU NORD-EST BENIN</b> <b>S. S. HOUNZINME, A.P.M. SALAKO, C. S. L. CHANHOUN, I. YABI, M. OUMOROU</b>	40
ANALYSE DE L'APPROVISIONNEMENT EN INTRANTS ET OUTILS AGRICOLES ET LEURS EFFETS SOCIO-ECONOMIQUES DANS LES ARRONDISSEMENTS DE MONKPA ET DE LOGOZOHE AU BENIN <b>MAKPONSE Makpondéou</b>	56
FACTEURS DE VULNERABILITE DES POPULATIONS AU PALUDISME DANS LA COMMUNE DES AGUEGUES AU SUD DU BENIN <b>Akibou A. AKINDELE</b>	85
INFLUENCE DE LA VARIABILITE HYDROCLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LE BASSIN VERSANT DE LA SOTA A L'EXUTOIRE DE GBASSE <b>Ernest AMOUSSOU</b>	102
INDICATEURS ET IMPACTS DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE SUR LES RESSOURCES EN EAU ET LA SECURITE ALIMENTAIRE DANS LA DEPRESSION DE TCHI AU SUD BENIN <b>Mahouna Citora DODO, Waidi SEYDOU1, Barnabé J. HOUNKANRIN, Euloge OGOUWALE</b>	122

<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
PERCEPTION PAYSANNE DE LA DEGRADATION DES TERRES ET LEURS STRATEGIES D'ADAPTATION DANS LA COMMUNE DE BANIKOARA AU (NORD DU BENIN) <b>Eustache Dagnissè GANMOU, Mac Donald DOUDJI, Eustache Bonaventure BOKONON-GANTA</b> _____	148
POPULATION ET DEGRADATION DE LA MANGROVE DANS LA COMMUNE DE SO-AVA <b>A Gabin TCHAOU, Gratien BONI, Sylvie HOUNZINME</b> _____	167
RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE ACTUEL : INDICATEURS ET FACTEURS CONTRIBUTEURS DANS LE DOMAINE DU CLIMAT TROPICAL SOUDANIEN AU BENIN <b>Henri Sourou TOTIN VODOUNON</b> _____	185
RISQUES CLIMATIQUES ET RISQUES PATHOLOGIQUES DANS LA COMMUNE DE TOUCOUNTOUNA <b>Narcisse Carin ADOUVO, Désiré ANAGONOU et Euloge OGOUWALE</b> __	206
NIAMEY, DE LA BOURGADE A LA METROPOLE <b>Kokou Henri MOTCHO</b> _____	226
TRAITEMENT TRADITIONNEL DE L'HYPERTENSION ARTERIELLE DANS LA COMMUNE DE LOKOSSA (SUD-BENIN) <b>Dr Rachad Kolawolé Foumilayo Mandus ALI</b> _____	255
<b><i>SOCIOLOGIE, ANTHROPOLOGIE ET PHILOSOPHIE</i></b>	<b>275</b>
CROYANCES ENDOGENES COMME FACTEURS ASSOCIES A LA "RESISTANCE PARENTALE" CONTRE LA REHABILITATION DES ENFANTS MALNUTRIS A L'HOPITAL SAINT MARTIN DE PAPANE <b>Albert TINGBE-AZALOU, Alphonse Coffi KPANGON</b> _____	277
VIOLENCES ELECTORALES EN 2020, LA CONSTITUTION A L'EPREUVE DES DEBORDEMENTS SOCIAUX : CAS DE CERTAINS PAYS AFRICAINS ET DES ETATS-UNIS D'AMERIQUE <b>Véronique Générose Assiba Gbêgnito</b> _____	305

<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>LETTRES, LANGUES ET COMMUNICATIONS</b>	
USING EFFECTIVE IN-SERVICE TRAINING TO IMPACT E.S.P TEACHERS' PERFORMANCE IN TECHNICAL SCHOOLS IN BENIN <b>Euphrasie, M. ADJAHOUINO; Juvénale PATINVOH AGBAYAHOUN, Innocent Sourou KOUTCHADE &amp; Estelle BANCOLE-MINAFLINOU</b> _____	<b>319</b>
COMMUNICATION ET SUIVI DES RÉOLUTIONS DE L'AUTOÉVALUATION DE L'UNIVERSITÉ ALASSANE OUATTARA EN COTE D'IVOIRE <b>Gnéré Laeticia Blama DAGNOGO</b> _____	<b>342</b>

# **GEOGRAPHIE ET ENVIRONNEMENT**

---

## VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE DE LA SAISON AGRICOLE DU NORD-EST BENIN RAINFALL VARIABILITY OF THE AGRICULTURAL SEASON IN THE NORTH-EAST OF BENIN

**S. S. HOUNZINME<sup>1\*</sup>**, A.P.M. SALAKO<sup>2</sup>, C. S. L. CHANHOUN<sup>3</sup>, I.  
YABI<sup>4</sup>, M. OUMOROU<sup>5</sup>

1 et 5- Unité de Recherche en Phytosociologie, Espaces Protégés et Pastoraux, Agro-écosystèmes, Conservation et valorisation des espèces endogènes (UR-PEPPAC), Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), Ecole Polytechnique d'Abomey- Calavi (EPAC)

2- Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Études Environnementales (LaRBE), Université de Lomé

3 - Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) Université Abomey-Calavi (UAC)

2 et 4- Laboratoire Pierre Pagney « Climat, Eau, Écosystème et Développement » (LACEEDE), Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université Abomey-Calavi (UAC)

\*Correspondance, courriel : sylv2006oni@yahoo.fr

---

### Résumé

L'instabilité du climat dans le nord-est du Bénin constitue une contrainte majeure à la baisse du niveau de revenus des communautés rurales, dont l'agriculture est la principale activité. Cette étude vise, à appréhender les instabilités qui caractérisent la saison agricole du milieu. Ainsi, le logiciel Instat+ v 3.36 a été utilisé pour déterminer les dates de début et fin de saison des pluies à partir des données pluviométriques journalières issues des stations synoptiques de Parakou et de Kandi, sur la période de 1951-2010. De plus, des analyses statistiques ont été mises à contribution pour le traitement des données, afin de déduire la durée de la saison pluvieuse. Les résultats révèlent les valeurs moyennes de longueurs de saisons agricoles des deux stations synoptiques, tous favorables à la production des cultures aux cycles végétatifs de 60 à 120 jours. Les dates de démarrage des saisons pluvieuses sont relativement stables sur les deux stations mais une instabilité est observée quant aux fins de saisons qui soit profiteraient aux

cycles phénologiques des cultures agricoles cultivées ou provoqueraient la perte des récoltes. De plus, la présence de séquences sèches au début des saisons agricoles dans la zone d'étude, couplée avec de petites pluies prédominantes comprises entre 0,1 et 10 mm sont autant d'éléments qui perturbent le déroulement normal de la saison agricole avec des corolaires sur les besoins hydriques des cultures agricoles. Les producteurs agricoles de la zone développent différentes stratégies d'adaptation pour y faire face.

**Mots clés :** Variabilité climatique, Instabilité climatique, saison agricole, Nord-est Bénin

## **ABSTRACT**

Climate instability in north-east of Benin represents a major constraint to the decline in the level of income rural communities, of which agriculture is the main activity. This study aims to understand the instabilities that characterize the agricultural season in the area. Thus, Instat + v 3.36 software was used to determine from rainfall data of synoptic stations to Parakou and Kandi over the period from 1951-2010, the start and end dates of the rainy season and the lengths of the rainy season. The results reveal the average values of lengths of agricultural seasons of the two synoptic stations, all favorable to the production of crops from 60 to 120 days of cycles. The start dates of the rainy seasons are relatively stable on the two stations but an instability is observed when at the end of the seasons which either would benefit the phenological cycles of the cultivated agricultural speculations or would cause the loss of harvests. In addition, the presence of the dry sequences at the start of the agricultural seasons, are all elements that disturb the normal course of the agricultural season. The farmers in the area are developing different adaptation strategies to cope with it.

**Keywords:** Climate variability, climate instability, agricultural season, northeast Bénin,

## **1. Introduction**

Les systèmes de production du monde subissent une forte influence du climat. En effet, selon G.R. Dixon (2012, p. 362), le climat se modifie à un rythme jamais vu à l'échelle des temps géologiques et à hauteur de toute la

planète, avec des effets sur la production de nourriture, sur la qualité et le rendement des cultures agricoles. Cette modification, aussi bien temporelle, spatiale que quantitative des paramètres climatiques en occurrence les précipitations, est caractérisée avec une réduction constante du nombre de jours de pluies suivie d'une baisse des hauteurs de pluies, comprise entre 11 et 28 % (M. Boko *et al.*, 2012, p.10). Ce changement du climat affecte les systèmes agricoles des pays africains aux capacités d'adaptation limitées et augmente leur vulnérabilité en raison de la forte dépendance des économies vis-à-vis de l'agriculture (R.N. Yegbemey *et al.*, 2014, p.188). Cette vulnérabilité se caractérise par une diminution globale des pluies et une augmentation de son irrégularité (K.E. Kouakou, 2014, p.145), la réduction de la durée des périodes de végétation (I. Yabi *et al.*, 2014, p.531), les incertitudes avec les débuts de saisons agricoles, les inondations et la sécheresse (E. E. Ikheloa *et al.*, 2013, p. 630).

A l'instar des autres pays africains, le Bénin est marqué par la prédominance de petites exploitations agricoles et la vulnérabilité des systèmes de productions aux phénomènes climatiques. En effet, les dynamiques climatiques observées depuis les années 1960 (T.Codjo *et al.*, 2015, p.313) ont fait perturber les cycles culturaux, bouleverser le calendrier agricole traditionnel et rendre non opérationnelles les normes culturelles en vigueur chez les producteurs (F. Afouda *et al.*, 2014, p.28). De plus, S. S. Hounzinmè *et al.* (2020, p.15), révèle que la variabilité des paramètres climatiques que sont la température et la pluviométrie dans le nord-est du Bénin, a des effets sur le rendement des cultures. Les producteurs sont donc confrontés à, une production agricole réduite et une augmentation de la faim et de la malnutrition (R. B. Zoellick, 2009, p.1). La présente étude s'est donc assignée pour objectif de caractériser les saisons agricoles des départements du nord-est du Bénin afin de renforcer la résilience des communautés rurales à la variabilité climatique.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1- Site d'étude**

La présente étude s'est déroulée dans le Nord-Est du Bénin qui regroupe les départements de l'Alibori et du Borgou. Cette partie du Bénin est comprise entre les parallèles 02°04' et 03°33' longitude Est et 09°24' et 12°18' latitude Nord (Figure 1).

Sur le plan administratif les deux départements sont subdivisés en 14 communes et limité au Nord par la République du Niger, au Sud par le département des Collines et de la Donga, à l'Est par la République Fédérale du Nigéria et à l'Ouest par la Donga et l'Atacora.

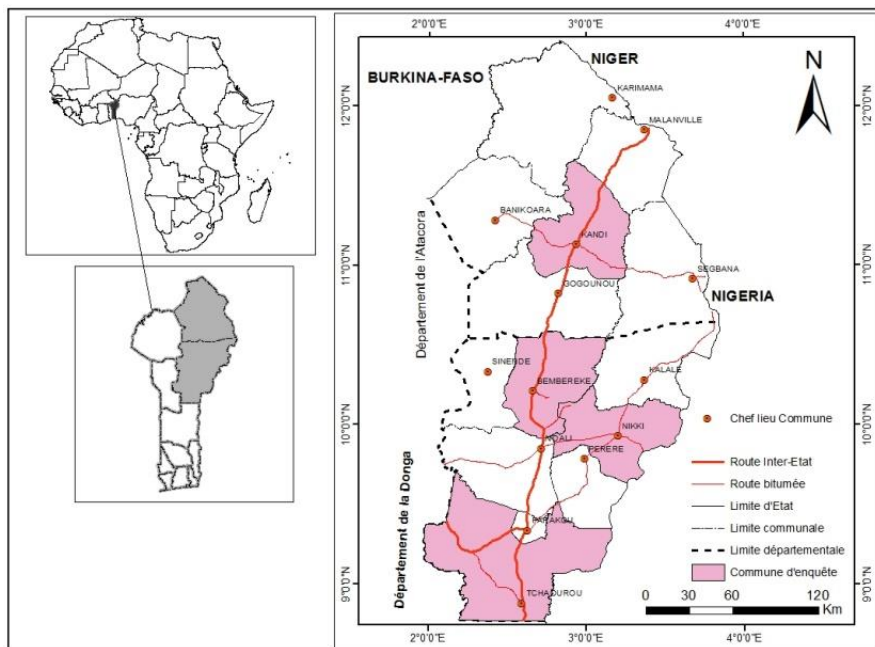


Figure 1: **Situation géographique du milieu d'étude**

Source : S. S. Hounzinmè, 2020

Le climat du milieu d'étude est de type soudanien. D'après la figure 2, qui montre l'évolution de la moyenne mensuelle des précipitations de 1951 à 2010 des deux stations synoptiques qui couvrent la zone d'étude, il est caractérisé par un régime uni-modal avec une saison sèche de Novembre à Mars et une saison pluvieuse d'Avril à Octobre. Les mois de Juillet, Août et Septembre sont l'intervalle de temps où les pics pluviométriques sont observés. Sur la période de 1951 à 2010, la plus forte valeur de la pluviosité (268,25 mm) est obtenue en Août sur la station de Kandi et en Septembre (215,9 mm) pour Parakou.

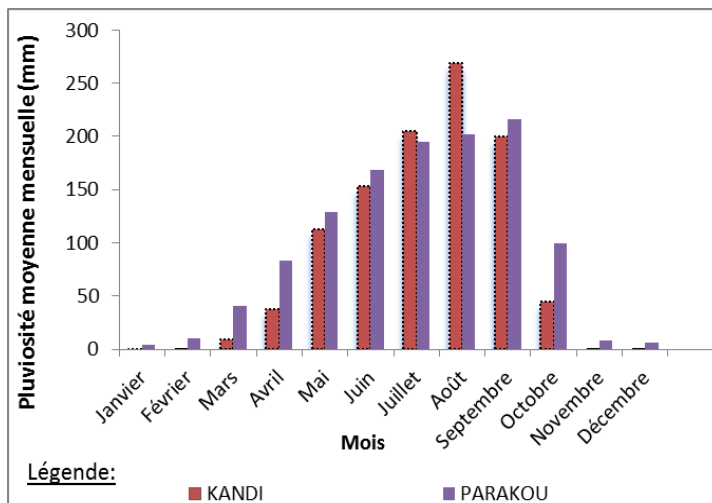


Figure 2: Evolution des précipitations moyennes mensuelles des stations de Kandi et Parakou de 1951 à 2010

Source : Météo-Bénin, 2018

La population du milieu d'étude est majoritairement rurale à un taux de 64% avec une proportion plus élevée dans le département de l'Alibori soit 1,34 fois de plus que le Borgou. Ces proportions dénotent de la prédominance des activités du secteur primaire et secondaire. L'effectif global des ménages dans le milieu d'étude est estimé à 226450 ménages dont 92,8% des ménages agricoles dans l'Alibori et 90% dans le Borgou (INSAE, 2013). Toutefois, 76 % de la population active du milieu d'étude sont des producteurs agricoles. L'agriculture occupe donc une place très importante dans zone d'étude.

## 2.2- Données

Pour l'atteinte de l'objectif de l'étude, les données journalières de précipitations sont collectées. Ces données ont été recueillies sur ses deux (02) stations synoptiques de la Météo-Bénin qui couvrent l'ensemble de la zone d'étude à savoir la station synoptique de Kandi et de Parakou. Pour mieux apprécier la variabilité pluviométrique, les données journalières de précipitations sont analysées sur une période de soixante (60) ans à savoir de 1951-2010, une série suffisamment longue pour la fiabilité des résultats.

### 2.3- Méthodes

La caractérisation de la saison agricole a nécessité de faire une analyse de la variabilité des hauteurs saisonnières de pluie, une analyse fréquentielle des dates de début et fin des saisons agricoles et une typologie des précipitations et des séquences sèches. Le Logiciel Instat+ v3.36 a permis de déterminer les dates de début (DD) et de fin (DF) à partir des hauteurs journalières de pluie de 1951 à 2010. La détermination de ces deux dates permet de déduire la longueur de la saison agricole (LSA) (I. Yabi *et al.*, 2014, p.532 et A. M. P. Salako, 2016, p.42) et d'appréhender l'instabilité du début et de fin de saison agricole dans les Communes de Kandi et de Parakou. Cette analyse a été faite aux fréquences de 2 années sur 10, 5 années sur 10 et 8 années sur 10 en calculant la fréquence cumulée (S. Zakari *et al.*, 2012, p. 695). Elle est obtenue par la formule suivante :

$$F(x) = (i-0,5)/N$$

Dans cette équation,  $i$  = rang de l'observation et  $N$  = nombre d'observations (nombre d'années étudiées).

Pour déterminer les types de précipitations, la fréquence des classes de précipitations journalières a été calculée pour chaque station pluviométrique. Ainsi, différentes classes ont été définies en fonction du nombre de jours de pluie de hauteur comprise entre : 1 et 10 mm (P1) ; 10 et 30 mm (P2) ; 30 et 50 mm (P3) et supérieurs à 50 mm (P4). Cette méthode de caractérisation de la variabilité des typologies de précipitation journalières a été déjà utilisé par plusieurs auteurs (A. M. Kouassi *et al.*, 2010, p.13 ; I. Yabi *et al.*, 2014, p.532).

La formule  $F_{ik} = P_{ik} \times 100/P_i$  est utilisée avec :

- $P_{ik}$  le nombre d'observation pour chaque typologie de précipitations (soit P1 ; P2 ; P3 ou P4) de l'année  $i$  et  $k$  pouvant varié de zéro (0) à  $n$  ;
- $P_i$  est le nombre total d'observation des typologies de précipitations en année  $i$  ;
- $F_{ik}$  est la fréquence associée à chaque typologie de précipitations.

Les classes des séquences sèches ont été déterminées en s'inspirant des

travaux de T. Sané *et al.* (2008, p.26) S. Zachari *et al.* (2012, p. 695) ; I. Yabi *et al.* (2014, p.532) et A. P. M. Salako (2016, p.42). Cette méthode consiste à compter le nombre de jours de pluie inférieure à 0,1 mm dans la saison des pluies. L'état du jour est considéré comme sec si la quantité d'eau tombée est inférieure à 0,1 mm (T. Sané *et al.*, 2008, p.26). Ainsi, quatre (4) classes de séquences sèches ont été définies à savoir S1 est la classe des séquences sèches de la saison des pluies comprise dans l'intervalle 1 et 3 jours ; S2 est la classe des séquences sèches de la saison des pluies comprise dans l'intervalle 4 à 7 jours ; S3 est la classe des séquences sèches de la saison des pluies comprise dans l'intervalle 8 à 14 jours ; S4 est la classe des séquences sèches de la saison des pluies supérieure à 14 jours.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### 3.1- Variabilité interannuelle des dates de débuts et de fins des saisons agricoles

La variabilité du climat dans le Nord-Est du Bénin est marquée par une perturbation du régime pluviométrique dont dépend la production agricole. De manière générale, les différents paramètres des saisons agricoles qui orientent les agriculteurs dans la détermination de leur calendrier agricole est dans une phase de mutation. La date de début de saison agricole est importante dans la planification des opérations agricoles, particulièrement le semis. Le tableau 1 présente un résumé des fréquences des dates de début et de fin de la saison agricole suivant la période d'étude.

**Tableau 1:** Statistique des dates de début et fin de la saison des pluies observées sur les stations de Parakou et Kandi de 1951-2010

Stations	Parakou		Kandi	
	Début	Fin	Début	Fin
Date moyenne	17 avril	20 oct	3 mai	18 nov
CV (jours)	12,5	45,1	13	93
Nombre précoce	38	49	30	29
Nombre tardif	20	11	27	31
2 années sur 10	5 avril	1 oct	22 avril	30 déc

Stations	Parakou		Kandi	
	Début	Fin	Début	Fin
5 années sur 10	15 avril	4 oct	4 mai	1 oct
8 années sur 10	29 avril	8 oct	18 mai	8 oct
Valeur maximale	4 juin	30 déc	13 juin	30 déc
Valeur minimale	1 avril	1 oct	1 avril	1 oct
Nombre normal	02	-	03	-

Source : Météo-Bénin, 2018

De l'analyse de ce tableau, il ressort qu'en moyenne la saison des pluies se situe à Parakou dans la 2<sup>ème</sup> décade du mois d'avril (17 avril) et prend fin entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> décade du mois d'Octobre (20 octobre). A Kandi, le début de la saison des pluies est en moyenne dans la 1<sup>ère</sup> décade de Mai (3 mai) et prend fin dans la 2<sup>ème</sup> décade de novembre (18 novembre). Les faibles valeurs des coefficients de variations (CV) des débuts des saisons des pluies de Parakou et de Kandi (CV=12,5 pour Parakou et CV=13 pour Kandi) révèlent que les dates de démarrage des saisons pluvieuses sont relativement stables dans les deux stations. Cependant, 38 années sont relevées sur la période d'étude dont les dates de début sont précoces et 20 années de dates de début tardifs et respectivement 30 et 27 années sur la station de Kandi. Par contre, une inconstance est remarquée dans la fin des saisons agricoles dans les Communes de Parakou et Kandi qui se traduit par des valeurs de coefficients de variations élevées (CV=45,1 pour Parakou et CV=93 pour Kandi). Cette instabilité des fins des saisons des pluies dans les Communes de Parakou et de Kandi pose la problématique des fins précoces où tardives des saisons agricoles. A cet effet, il est à noter 49 années précoces et 11 années tardives sur Parakou, 29 années précoces et 31 tardifs à Kandi de 1951-2010.

Ces résultats montrent que les dates de début et de fin des saisons agricoles sont pratiquement homogènes sur les deux stations, c'est-à-dire : les dates de démarrage des saisons pluvieuses sont relativement stables, tandis que les fins des saisons deviennent de plus en plus erratiques. Ce qui rejoint les conclusions de A. P. M. Salako (2016, p.78), où les analyses des dates de fin de la saison agricole à Kétou (Bénin) ont montré les mêmes instabilités. Ainsi, la situation de fin tardive des saisons de pluies induirait le pourrissement des récoltes dû à la profusion hydrique et aux inondations

dévastatrices des champs si, au moment où les cultures n'ont plus de besoin d'eau, des pluies interviennent (J. B. K. Vodounou et Y. Onibon Doubogan, 2016, p.40). Quant aux fins précoces des saisons pluvieuses, ses conséquences sont liées aux stress hydriques pour les cultures agricoles engendrant la baisse des récoltes agricoles (Sarr *et al.* 2011, p.14).

### 3.2- Typologie des précipitations journalières pendant les saisons pluvieuses

Les figures 3 et 4 montrent la variation des typologies des précipitations journalières des données obtenues sur les stations synoptiques respectivement de Parakou et de Kandi sur la période allant de 1951 à 2010. Elles montrent des évolutions diverses dans les séries des typologies pluviométriques de la saison agricole dans la zone d'étude.

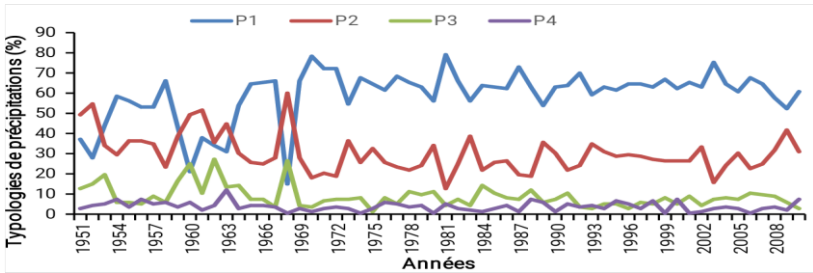


Figure 3: Typologie des précipitations journalières de la saison pluvieuse sur la station de Parakou

Source : Météo-Bénin, 2018

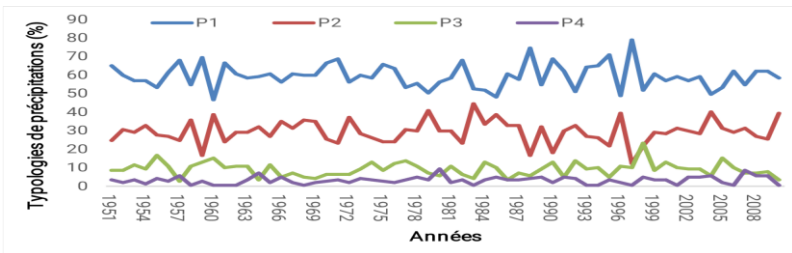


Figure 4: Typologie des précipitations journalières de la saison pluvieuse sur la station de Kandi

Source : Météo-Bénin, 2018

Soit P1, P2, P3 et P4, les classes moyennes de hauteurs de pluies obtenues en un jour de pluie. Par rapport aux données de la station de Parakou :

- les précipitations comprises entre 0,1 et 10 mm (P1) représentent 58,46% des précipitations de la saison agricole des 60 dernières années;
- les fréquences des typologies P2 (10,1 à 30 mm), P3 (30,1 à 50 mm) et P4 (plus de 50 mm) se suivent de manière consécutive avec respectivement 29,74 % ; 8,36 % et 3,42 %.

La même prédominance est observée par rapport aux données de la station de Kandi puisque :

- les précipitations comprises entre 0,1 et 10 mm (P1) représentent 59,26 % ;
- les précipitations comprises entre 10,1 et 30 mm (P2) ont un pourcentage de 29,16 % suivis des précipitations comprises entre 30,1 à 50 mm (P3) avec une proportion de 8,81 % et enfin celles supérieures à 50 mm (P4) qui représentent la plus faible avec 2,76 % des précipitations de la saison agricole des 60 dernières années.

Ainsi, de 1951 à 2010 et sur l'ensemble des deux stations synoptiques, la saison agricole est caractérisée par une dominance de précipitations journalières comprises entre 0,1 et 10 mm. Ce qui est différent des conclusions de P.Sagna, (2018, p.44), qui révèle que les pluies qui prédominent au Bénin sont celles dont les précipitations journalières sont supérieures à 20 mm. Cette différence de résultats serait dû à la différence spatio-temporelle des deux études. Ces pluies qui sont supérieures à 10 mm sont plus rares dans le nord-est du Bénin, mais elles jouent un rôle important dans les totaux pluviométriques de ces différentes stations. Toutefois, les pluies inférieures à 10 mm qui peuvent être qualifiées de petites, associées à des séquences sèches seraient des facteurs limitants aux cycles végétatifs des cultures agricoles.

### **3.3- Typologies des séquences sèches des saisons pluvieuses**

Les variations des classes de séquences sèches au cours des saisons de pluies des stations synoptiques de Parakou et de Kandi de 1951 à 2010 sont illustrées par les figures 5 et 6.

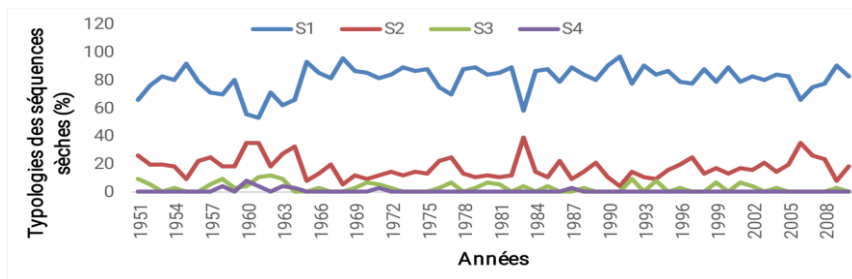


Figure 5: Typologies des séquences sèches de la saison des pluies de Parakou

Source : Météo-Bénin, 2018

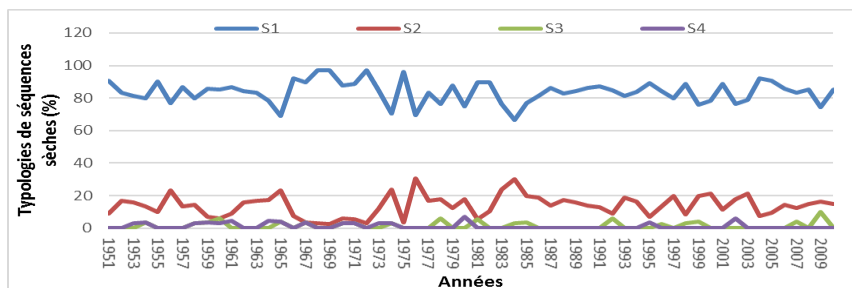


Figure 6: Typologies des séquences sèches de la saison des pluies de Kandi

Source : Météo-Bénin, 2018

L'examen de ces figures aide à mieux apprécier la tendance de la typologie des séquences sèche de 1951 à 2010 à partir des pourcentages des quatre séquences sèches (S1= 1 à 3 jours, S2= 4 à 7 jours, S3= 8 à 14 jours et S4= plus de 14 jours) des saisons pluvieuses sur les stations synoptiques de Parakou et Kandi. En effet, de 1951 à 2010 sur la station synoptique de Parakou, les séquences sèches de type S1 (1 à 3 jours) et S2 (4 à 7 jours) sont les plus fréquentes pendant la saison des pluies soit une moyenne respective de 80,23 % et 16,81 % des autres fréquences sur les 60 ans. Ensuite vient la séquence sèche S3 (8 à 14 jours) avec un taux de 2,56 %. La classe des séquences sèches S4 (> à 14 jours) est également noté avec un pourcentage non négligeable de 0,39 % des autres séquences sèches.

De même, sur la station de Kandi, les séquences sèches S1 et S2 sont les plus représentatives soit dans une proportion de 83,82 % pour S1 et de

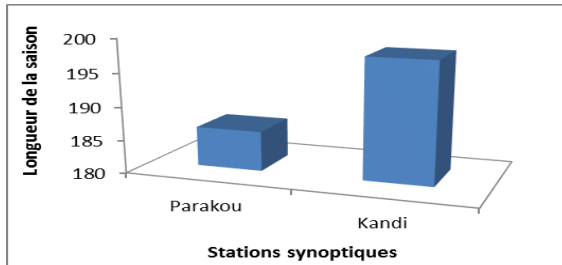
13,86 % pour S2. La classe de la séquence sèche S3 (8 à 14) est relevé avec une proportion de 1,31 %. Les années les plus touchées par la séquence S3 sont ceux de 1960 et 1978 (5,88 %) ; 1992 (06,06 %) et 2009 (09,67 %). Quant aux épisodes de la classe S4 (> 14 jours) leurs fréquences sont très faibles soit un taux de 1% des séquences sèches de la période d'étude (1951 à 2010).

Une séquence sèche est considérée comme préjudiciable pour le bon déroulement de la saison agricole, il s'écoule au moins une décade (10 jours) sans pluie (I. Yabi *et al.*, 2014, p.532). Un tel contexte est capable d'affecter négativement les besoins en eau des plantes à racines superficielles comme les cultures saisonnières. Dans le nord-est du Bénin, sur la période de 1951 à 2010, une proportion élevée de séquences sèches comprises entre 1 et 3 jours est observée. Mais les séquences sèches entre 4 et 14 jours voir plus, observées durant certaines années, ne sont pas sans conséquence sur les cultures (J. B. Tchamougou, 2017, p.66). Ces poses pluvieuses viennent interrompre les besoins hydriques des différentes cultures agricoles. L'augmentation de la fréquence et de la durée des poches de sécheresse peuvent réduire la croissance et la biomasse végétative (S. Katé *et al.*, 2016, p.129). Et si ces types de séquences sèches interviennent au début de la saison agricole, cela expliquerait les nombreux échecs remarqués dans les semis et amèneraient les paysans à pratiquer des semis multiples et répétés comme mesures d'adaptation pour faire face aux épisodes secs qui persistent au début et au cœur de la saison pluvieuse (F. Afouda *et al.*, 2014, p.43). Mais, si elles interviennent en pleine saison agricole, elles restreindraient la croissance des cultures et peuvent affecter négativement les besoins en eau des cultures. Toutefois, ces valeurs moyennes cachent d'autres réalités et rendent complexes les possibilités de prévoir le bon déroulement des durées des calendriers agricoles (I. Yabi *et al.*, 2014, p.534).

### **3.4- Longueurs des saisons agricoles**

Dans le but d'évaluer la vulnérabilité de la production agricole dans un contexte de variabilité climatique dans les départements du Borgou et de l'Alibori, les caractéristiques de la durée de la saison agricole sont analysées (Figure 7). En moyenne, la longueur de la saison agricole sur la station de Parakou est de 186 jours soit environ 18 décades et aussi

d'environ 20 décades (198 jours) sur la station de Kandi. Ces valeurs moyennes des longueurs des saisons agricoles des deux stations synoptiques sont appropriées à la production agricole. Toutefois, ces valeurs peuvent cacher d'autres réalités comme les séquences sèches très fatales pour la satisfaction hydrique des différentes cultures agricoles. Pour l'ensemble de la zone, la saison agricole est plus longue à Kandi qu'à Parakou.



*Figure 7:Durée de la saison agricole au niveau des stations de Parakou et de Kandi sur différents périodes de 1951-2010*

*Source : Météo-Bénin, 2018*

Ce dépassement de la longueur des saisons agricoles, à Kandi par rapport à Parakou se justifie selon les conclusions de Afouda (1990, p.321) par la proximité de la station synoptique de Parakou avec les régions du centre Bénin, et traduirait une période de saison pluvieuse plus longue à Parakou qu'à Kandi. Des travaux récents confortent les résultats de cette étude à travers le phénomène de « saut de mousson » que Sultan, (2011, p.27) explique qu'à partir du 24 juin, il est observé une augmentation rapide des indices pluviométriques à 10°N et à 15°N par rapport à ceux des latitudes voisinant les 5°N. De plus la présence plus prononcée des lignes de grains au nord des latitudes 12°N (Leroux, 1995, p.3) proche de la station synoptique de Kandi (11°08' N) qu'à la station synoptique de Parakou (9°21' N) sont des conditions pluviogéniques importes favorisant plus l'allongement de la saison pluvieuse à Kandi qu'à Parakou. Toutefois, cette durée de la saison agricole est largement suffisante par rapport à la durée du cycle des cultures vivrières de la région qui varie de 60 à 120 jours même si cette satisfaction des longueurs des saisons agricoles pour la phénologie des spéculations cultivées dans zone d'étude peut en cacher d'autres réalités.

#### 4. Conclusion

L'analyse des données pluviométriques recueillies au niveau des stations synoptiques de Parakou et de Kandi, sur la période 1951-2010, révèle que les longueurs des saisons pluvieuses sont favorables à la production des variétés de culture de 120 jours de cycle en moyenne. Une relative stabilité caractérise les dates de débuts des saisons pluvieuses. Par contre, les fins des saisons agricoles sont précoces ou tardives, ce qui profiterait aux cycles phénologiques des spéculations agricoles cultivées ou provoquerait la perte des récoltes à travers des sinistres fréquentes. De plus, les séquences pluviométriques sèches et les extrêmes pluviométriques viennent interrompre les besoins hydriques des différentes cultures et rendent la production agricole incertaine, ce qui expliquerait les nombreux échecs remarqués dans les semis et amèneraient les paysans à développer de mesures d'adaptation pour y faire face. A l'avenir, des travaux se pencheront sur les conditions hydriques réelles pour les cultures agricoles dans le Nord-Est du Bénin.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Afouda F., 1990.** *L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine* (Thèse de Doctorat nouveau régime) Université de Paris IV (Sorbonne), Institut de géographie n° 12, Saint Louis, Sénégal., 428 p.
- Afouda F., Salako A. P. M. & Yabi I. 2014.** *Instabilité intra-saisonnière des pluies de la grande saison agricole dans la commune de Kétou au Bénin.* Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi. pp. 26-47.
- Boko, M., Kosmowski, F., Vissin, W. E., 2012.** *Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin : Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest.* Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, Bénin, 71 p.
- Codjo, T., Ogouwale, E., Boko, M., & Agbossou, E. 2015.** *Stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques dans la commune d'Adjohoun.* In XXVIIIème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie. pp. 313-318
- Dixon G.R., 2012.** *Climate change – impact on crop growth and food production, and plant pathogens,* Contribution à un symposium, Canadian Journal of Plant Pathology, Volume 34, 2012 - Issue 3, Pages 362-379,

<https://doi.org/10.1080/07060661.2012.701233>

**Hounzinme S. S., Chanhoun C. S. L., Teka O., Oumorou M., 2020.** *Effets de la variabilité climatique sur le rendement de quelques cultures vivrières dans le nord-est du Bénin*, European Scientific Journal, Vol.16, No.12 ISSN: 1857-7881 (Print) e - ISSN 1857-7431, PP.137-155, Doi:10.19044/esj.2020.v16n12p137 URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n12p137>.

**Ikheloa, E.E., Ikpi, A.E., Ikpi, V.O., Oluwatayo, I.B., 2013.** *Understanding Farmers' Response to Climate Variability in Nigeria: A Multinomial Logit Approach*. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management 6, 630–369.

**Kate S., Azontonde A. H., Dagbenonbakin G. D., Sinsin B., 2016.** *Effets des changements climatiques et des modes de gestion sur la fertilité des sols dans la commune de Banikoara au nord-ouest du Bénin*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(1) : 120-133.

**Kouakou K. E., 2014 .** *Modélisation de la température et de la pluviométrie dans un contexte des changements climatique : cas de l'Afrique de l'Ouest*. Afrique SCIENCE, 10(1) 145 – 160.

**Kouassi, A. M., Kouame, K. F., Koffi, Y. B., Dje, K. B., Paturel, J. E., & Oulare, S., 2010.** *Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest: cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire*. Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 513, mis en ligne le 07 décembre 2010, consulté le 01 mai 2020. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeog/23388> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeog.23388>.

**LEROUX M., 1995.** *La dynamique de la grande sécheresse sahélienne / Dynamics of the Great Sahelian Drought*. In: Revue de géographie de Lyon. Vol. 70 n°3-4, 1995. Sahel, la grande sécheresse. pp. 223-232.

**SAGNA P., 2018.** *Mousson en Afrique de l'ouest en 2014: application au Bénin, au Burkina-faso, à la Côte d'Ivoire et au Sénégal*. Colloque en hommage aux Professeurs HOUSSOU C.S., HOUNDAGBA C.J. et THOMAS O. Université Abomey-Calavi Bénin 26 septembre 2018. 50 p.

**Salako A.P.M., 2016.** *Analyse de la qualité des saisons agricoles dans la Commune de Kétou*. Mémoire de DEA en géographie. UAC/FLASH/DGAT, 104 p.

**Sané, T., Diop, M. Et Sagna, P., 2008.** *Étude de la qualité de la saison pluvieuse en Haute-Casamance (Sud Sénégal)*. Science et changements planétaires /

Sécheresse , 19 (1), 23-28.

**SARR B., KAFANDO L., et ATTA S., 2011.** *Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso.* Int. J. Biol. Chem. Sci. 5(4): 1659-1675, 2011. 17 p.

**SULTAN B., 2011.** *L'étude des variations et du changement climatique en Afrique de l'Ouest et ses retombées sociétales.* Habilitation à diriger des recherches/Université Pierre et Marie Curie. 137 p.

**Tchamagou J.B., 2017.** *Variabilité pluviométrique et production de tomate dans la Commune de Kpomassè Au Bénin.* Mémoire de maîtrise en géographie. UAC/FLASH/DGAT, 92 p.

**Vodounou, J.B.K., Onibon Doubogan, Y., 2016.** *Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin.* Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 794, mis en ligne le 15 novembre 2016, consulté le 30 avril 2020. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeog/27836> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeog.27836>.

**Yabi I., Afouda F., Zakari S., Boko M., 2014.** *Quelques caractéristiques de la seconde saison agricole dans le département des Collines (Bénin).* XXVIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 530-535.

**Yegbemey R.N., Yabi J.A., Aïhounton G.B., Paraïso A., 2014.** *Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest).* Cah Agric 23 : 177-187. doi : 10.1684/agr.2014.0697.

**Zakari S., Yabi I., Ogowale E., Boko M., 2012.** *Analyse de quelques caractéristiques de la saison des pluies dans le Département du Borgou (Bénin, Afrique de l'Ouest).* Actes du XXVème Colloque de l'AIC, Grenoble, France, 693-698.

**Zoellick, R. B., 2009.** *Après la crise? Discours des présidents de la Banque mondiale.* Banque mondiale. 1p, <https://doi.org/10.1596/29637>.

ISSN 1840-9725

