



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
LOME (TOGO)

ETUDES TOGOLAISES

Revue Togolaise
des
Sciences

Vol 14, n°1 - Janvier - Juin 2020 - ISSN 0531 - 2051

Publication Semestrielle

ETUDES TOGOLAISES

Revue Togolaise des Sciences

Vol 14, n°1 – Janvier – Juin 2020 - ISSN 0531 - 2051



Publication semestrielle

Institut National de la Recherche Scientifique (INRS)

BP 2240 LOME – TOGO

Tél (228) 22 21 01 39 / (228) 22 21 39 94

Email: inrstogo@yahoo.fr

ETUDES TOGOLAISES

Revue publiée sous le haut patronage du Ministre de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Directeur de Publication : Prof. Kouami KOKOU

Rédacteur en chef : Dr. Sénamé Dodzi KOSSI

Responsables Administratifs et Financiers : M. Frédéric Adjagnon
NADOR / M. Wakilou BONFOH

Comité scientifique de lecture

- Pr. Messanvi GBEASSOR, Lomé – Togo
- Pr. Kouami KOKOU, Lomé – Togo
- Pr. Fidèle Messan NUBUKPO, Lomé – Togo
- Pr. Mireille PRINCE-DAVID, Lomé – Togo
- Pr. Kossi KOUMAGLO, Lomé – Togo
- Pr. Moustapha KASSE, Dakar – Sénégal
- Pr. Adolé GLITHO, Lomé –Togo
- Pr. Serge GLITHO, Lomé - Togo
- Pr. Kossi NAPO, Lomé – Togo
- Pr. Comla de SOUZA, Lomé – Togo
- Pr. Akuetey SANTOS, Lomé – Togo
- Pr. Nandedjo BIGOU-LARE, Lomé – Togo
- Pr. Taladidia THIOMBIANO, Ouagadougou – Burkina Faso
- Pr. Koffisa BEDJA, Lomé - Togo
- Pr. Mawuena GUMEDZOE, Lomé – Togo
- Pr. Koffi NDAKENA, Lomé – Togo
- Pr. Koffi AKPAGANA, Lomé – Togo
- Pr. Komla SANDA, Lomé – Togo
- Pr. Komi TCHAKPELE, Lomé – Togo
- Pr. Maurille AGBOBLI, Lomé –Togo
- Pr. Aimé GOGUE, Lomé –Togo
- Pr. Egnonto M. KOFFI-TESSIO, Lomé – Togo
- Pr. Gauthier BIAOU, Cotonou – Bénin
- Pr. Koffi AHADZI-NONOU, Lomé – Togo
- Pr. Badjow TCHAM, Lomé – Togo
- Pr. Edinam KOLA, Lomé – Togo
- Pr. Kokou Folly Lolowou HETCHELI, Lomé – Togo
- Pr. Pépévi KPAKPO (MC), Lomé – Togo
- Pr. Adzo Dzifa KOKOUTSÈ, Lomé – Togo
- Pr Adou YAO, Abidjan – Côte d'Ivoire
- Pr.Gbati NAPO (MC), Lomé– Togo
- Prix du numéro : 2 500 Fcfa
- Abonnement : 4 500 Fcfa / An

Toute correspondance concernant la revue doit être adressée à :
Etudes Togolaise « Revue Togolaise des Sciences »,BP 2240 LOME –
TOGO ; Tél. (228) 22 21 01 39 / (228) 22 21 39 94
Email: inrstogo@yahoo.fr

SOMMAIRE

Impact sanitaire des ambiances bioclimatiques dans la région maritime au Togo, Nana Gamba DARE , Université de Lomé (Togo), K. Thiou TCHAMIE , Université de Lomé (Togo), Euloge OGOUWALE , Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....	6
Mécanismes de séquestration et de réduction des émissions de carbone du système agricole des peuples Mahi des collines au Bénin, Makpondéou MAKPONSE , Université d'Abomey-Calavi, (Bénin)	19
Oscillations latitudinales de l'équateur météorologique et pluviosité sur une période quinquennale au Bénin (2014-2018), A.P. Magloire SALAKO , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), Martin KASSIN , Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA-Bénin), Ibouraïma YABI , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), T.K.Thiou TCHAMIE , Université de Lomé (Togo).....	42
Analyse prospective des risques d'inondations dans la basse vallée du mono à partir de modèle avancée hot — winter, Fernando Joseph G. GBAYETIN , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), Iix Servais AFOUDA , Université de Parakou (Bénin), Hervé KOUMASSI , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), Ibouraïma YABI , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), Fulgence AFOUDA , Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....	59
Variabilité climatique et risque d'infection palustre dans la région des savanes au Nord-Togo, Yéhale DJAME , Université de Lomé (Togo), Faya LEMOU , Université de Lomé (Togo), Tinguedame LAMBONI , Université de Lomé (Togo), Yendoukoa Lalle LARE , Université de Lomé (Togo).....	69
Perceptions paysannes de la variabilité climatique et stratégies adaptatives dans le terroir de Garin Yari Idi (commune urbaine de Tibiri – Maradi au Niger), Ibrahim MAMADOU , Université de Zinder (Niger), Mahaman Saminou CHITOU DAN MAZA , Université de Zinder (Niger).....	86
Perceptions des agro-pasteurs des effets des changements climatiques dans la commune de Tchaourou au Nord du Bénin, Offin Lié Rufin AKIYO , Université de Parakou (Bénin).....	101
Facteurs de vulnérabilité des maraichers aux changements climatiques dans la zone agro-écologique 8 au Bénin, G. Fortuné DEGUENON , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), Waidi SEYDOU , Université d'Abomey-Calavi (Bénin), HOUNKANRIN Barnabé , Université d'Abomey-Calavi (Bénin) OGOUWALE Euloge Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....	115

Changement climatique et agroforesterie à base de palmier à huile dans la commune de Covè, **Cossi Guy WOKOU**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....128

Stratégies de gestion post-récolte des produits horticoles dans l'arrondissement de Hevie au Bénin dans le contexte actuel du changement climatique, **Ayédeguê Biaou Philippe CHABI**, Université Nationale d'Agriculture (Bénin), **Cyr Gervais ETENE**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **Nounagnon Emile HOUNGBO**, Université Nationale d'Agriculture (Bénin), **Ibouraïma, YABI**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **Pascal SAGNA**, Université Cheikh Anta Diop (Sénégal), **Fulgence AFOUDA**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....145

Tendances pluviométriques récentes et leurs impacts hydrologiques dans le bassin versant du Lac Togo, **Kuasi Apéléte ESIAKU**, Université de Lomé (Togo), **Komi Selom KLASSOU**, Université de Lomé (Togo), **Somiyabalo PILABINA**, Université de Lomé (Togo).....163

Mouvements migratoires et gestion de la transhumance dans la commune de Tanguieta, **Sylvestre Bio DAKOU**, Université d'Abomey Calavy (Bénin), **Aboudou Ramanou ABOUDOU YACOUBOU MAMA**, Université de Parakou (Bénin), **Azizou SABI YO BONI**, Université d'Abomey Calavy (Bénin), **Janvier GUEDENON**, Université d'Abomey Calavy (Bénin), **Abdoul-Madjid TONDRO MAMAM**, Université d'Abomey Calavy (Bénin), **Moussa GIBIGAYE**, Université d'Abomey Calavy (Bénin).....176

Perceptions des agriculteurs familiaux de la commune de Glazoue sur les perturbations climatiques, **Appolinaire ALINENOU**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **Ibouraïma YABI**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **Koudzo SOKEMAWU**, Université de Lomé (Bénin), **Euloge OGOUWALE**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....188

Causes de la baisse du rendement du coton à Kouande, Kerou et Pehunco au Nord-Ouest du Bénin, **Awali ABDOULAYE**, Université d'Abomey Calavy (Bénin), **Aboudou Ramanou YACOUBOU MAMA ABOUDOU**, Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA), Cotonou (Bénin), **Sabi SIO TASSIGUI**, Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA), Cotonou (Bénin).....199

Abdou-Madjidou MAMAM TONDRO, Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA), Cotonou (Bénin), **Janvier Dèhou GUEDENON**, Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA), Cotonou (Bénin), **Moussa ADAM**

GIBIGAYE, Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA), Cotonou (Bénin).....219

Évaluation des zones potentielles de recharge des eaux souterraines du paléocène supérieur dans le bassin du Mono-Couffo, **K. Hervé KOUDJEGA**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **D. Japhet KODJA**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **W. Expédit VISSIN**, Université d'Abomey-Calavi (Bénin).....234

Apport de l'occupation du sol et des techniques statistiques à la caractérisation des risques hydroclimatiques dans le bassin versant Béninois du Mono, Yvon AMOUSSOU, Université d'Abomey Calavi (Bénin), **Mama DJAUGA**, Université d'Abomey Calavi (Bénin), **Fernand AVAHOUNLIN**, Université Nationale des Sciences et Techniques de l'Ingénierie et des Mathématiques, Cotonou (Bénin), **Ismaila TOKO IMOROU**, Université d'Abomey Calavi (Bénin), **W. Expedit VISSIN**, Université d'Abomey Calavi (Bénin), **Omer THOMAS**, Université d'Abomey Calavi (Bénin).....250

Dynamique hydro-climatique et exploitation des héritages géomorphologiques du secteur de Togblekope-kegue dans la basse vallée du Zio au Togo, **Massama-Esso KABISSA**, Université de Lomé (Togo), **Tak Youssif GNONGBO**, Université de Lomé (Togo), **Somiyabalo PILABINA**, Université de Lomé (Togo).....259

Dividende démographique et entrepreneuriat des jeunes au Togo, **Latévi Senam LAWSON-HELLU**, Université de Lomé (Togo), **Gbati NAPO**, Université de Lomé (Togo).....275

FACTEURS DE VULNERABILITE DES MARAICHERS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA ZONE AGRO- ECOLOGIQUE 8 AU BENIN

G. Fortuné DEGUENON,

Université d'Abomey-Calavi (Bénin), deforgues@yahoo.fr;

Waidi SEYDOU, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

HOUNKANRIN Barnabé, Université d'Abomey-Calavi (Bénin) **OGOOWALE**

Euloge Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Résumé

Au Bénin, les changements climatiques constituent une préoccupation majeure pour les maraîchers, vu leurs effets néfastes sur les cultures. La présente recherche vise à analyser les facteurs de vulnérabilité des maraîchers aux changements climatiques dans la zone agro-écologique 8 en république du Bénin.

La démarche méthodologique utilisée prend en compte la recherche documentaire, l'entretien avec des populations cibles, le traitement des données et l'analyse des résultats.

Les résultats ont révélé que la variabilité pluviométrique interannuelle est caractérisée par une évolution contrastée entre les différentes stations de la zone agro-écologique 8. L'analyse des résultats entre les sous périodes 1951-1980 et 1981-2017 montre que la tendance pluviométrique est à la baisse dans la zone agro-écologique 8 passant de 30 % à 1 %. De plus, les températures maximales y ont connu une augmentation comprise entre 0,05 °C et 0,63 °C. Les températures minimales ont enregistré des augmentations comprises entre 0,32 °C et 1,07 °C. Ces situations climatiques préjudiciables à la production maraîchère ont des impacts sur les maraîchers. Elles entraînent une augmentation du stress hydrique et thermique au niveau des plantes et ont pour conséquences, une baisse des rendements des produits maraîchers

Mots clés : Zone agro-écologique 8, vulnérabilité des maraîchers, changements climatiques,

Abstract

In Benin, climate change is a major concern for market gardeners, given their harmful effects on crops. This research aims to analyze the factors of vulnerability of market gardeners to climate change in the agro-ecological zone 8 in the Republic of Benin.

The methodological approach used takes into account documentary research, interviews with target populations, data processing and analysis of results.

The results revealed that the interannual rainfall variability is characterized by a contrasting evolution between the different stations of

the agro-ecological zone 8. Analysis of the results between the sub-periods 1951-1980 and 1981-2017 shows that the rainfall trend is at the decrease in the agro-ecological zone 8 going from 30% to 1%. In addition, the maximum temperatures there increased between 0.05 ° C and 0.63 ° C. Minimum temperatures have increased between 0.32 ° C and 1.07 ° C. These climatic situations detrimental to vegetable production have an impact on market gardeners. They lead to an increase in water and heat stress at plant level and have as a consequence, a drop in the yields of market garden products

Keywords: Agro-ecological zone 8, vulnerability of market gardeners, climate change

Introduction

L'Afrique est le continent qui contribue le moins aux émissions globales des gaz à effet de serre. Pourtant, elle est particulièrement vulnérable aux effets des tendances climatiques (C. Houndénou, 1999, p. 16). Le système climatique planétaire dans lequel s'inscrit l'Afrique de l'Ouest en général, et le Bénin en particulier, subit des modifications à grandes échelles qui restent amplifiées par les facteurs naturels et anthropiques tant régionaux que locaux (GIEC, 2007, p. 6). Ainsi, la grande variabilité naturelle et les perspectives d'une accélération des changements climatiques anthropiques mettent en danger la possibilité d'un développement durable dans les pays ouest-africains, dans lesquels le secteur agricole représente jusqu'à 80 % de l'économie (B. Saré, 2018, p. 37).

Au Bénin, la plupart des écosystèmes des différentes régions agro-écologiques sont aujourd'hui marqués par une dégradation du fait de la forte variabilité climatique associée à une plus grande fréquence des phénomènes extrêmes (sécheresse, augmentation des températures, etc.) au cours des trois dernières décennies (E. Ogouwalé, 2006, p. 23 et M. S. Issa, 2012, p. 51). Ainsi, les conditions de production agricole sont rendues de plus en plus difficiles par les aléas climatiques (G. Houssou, 2008, p. 12). Actuellement, les changements climatiques sont au centre des préoccupations aussi bien des acteurs scientifiques que des décideurs politiques au niveau mondial (IPCC, 2001, p. 5) car ils constituent un des nombreux obstacles au développement humain.

Dans la zone agro-écologique 8 en république du Bénin, les phénomènes climatiques auxquels sont confrontés les paysans, provoquent des dommages sur les biens et les personnes. Et si rien n'est fait pour réduire cette vulnérabilité du monde rural dont sont constitués des maraîchers, on assistera à de grands bouleversements socio-économiques sans précédent. L'objectif de cette recherche est d'analyser les facteurs de vulnérabilité des maraîchers aux changements climatiques dans la zone agro-écologique 8. Cette zone est située entre 6°10' et 6°45' de latitude nord et entre 1°34' et 2°48' de longitude est. Elle est limitée à l'est et au nord par le département du plateau, au sud par l'océan Atlantique et à l'ouest par le Togo (figure 1). Elle couvre une superficie de 3280 km².

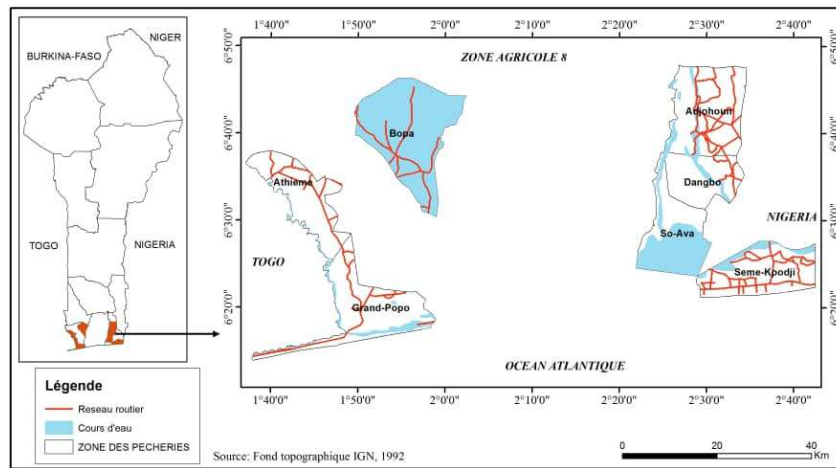


Figure 5: Situations géographiques et administratives de la zone agro-écologique 8

1. Données et méthodes

Les données climatiques (hauteur des pluies et températures) utilisées ont été collectées à la Direction Nationale de la Météorologie (Météo/Bénin). Elles concernent les stations de Bopa, Athiémé, Cotonou, Bohicon, Niaouli et Adjohoun. Les données des stations synoptiques de Cotonou et de Bohicon ont été collectées sur la période 1951-2017 (données annuelles et mensuelles). Des méthodes spécifiques ont été utilisées pour atteindre l'objectif de la recherche.

Ainsi, la taille de l'échantillon au niveau de chaque arrondissement a été déterminée suivant la théorie probabiliste de Schwartz (1995). $X = Z\alpha^2 \frac{pq}{i^2}$ avec x = taille de l'échantillon, $Z\alpha = 1,96$ écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ; $p = n/N$ avec p = proportion des ménages de chaque arrondissement (n) par rapport au nombre de ménages agricoles dans la zone agro-écologique 8 (N) à laquelle se situe ce dernier, $q = 1 - p$ et $i = 5$ %. Au total, 7 Communes et 20 arrondissements ont été parcourus (tableau I).

Tableau I : Répartition des ménages interrogés

Communes	Arrondissements	Effectif total des ménages agricoles	Effectif des ménages enquêtés	Proportion (%)
Athiémé	Athiémé	1 460	18	5,03
	Adohoun	10 626	131	36,59
	Dédekpoe	531	7	1,83
Bopa	Agbodji	1 828	23	6,29
	Badazoui	2 643	33	9,10
	Gbakpodji	1 040	13	3,58
Grand Popo	Grand-Popo	417	5	1,44
	Agoué	500	6	1,72
	Djanglanmey	522	6	1,80
Sô-Ava	Sô-Ava	916	11	3,15
	Houedo-aguekon	453	6	1,56

Sèmè-Podji	Ekpè	354	4	1,22
	Sémé-Podji	342	4	1,18
	Djérégbe	152	2	0,52
Dangbo	Dangbo	394	5	1,36
	Gbeko	2 057	25	7,08
	Késsounou	2 225	27	7,66
Adjohoun	Adjohoun	482	6	1,66
	Akpadanou	702	9	2,42
	Azowlisse	1 396	17	4,81
Total	20	29 040	358	100

Source : INSAE, 2016

Ainsi, 358 personnes ont été enquêtées. Il faut noter que les chefs de ménage ont été considérés. Le choix des personnes questionnées repose sur au moins l'un des critères suivants : être âgé d'au moins vingt-cinq (25) ans, avoir vécu dans la localité tout au moins dix dernières années avant l'enquête et être un acteur de la production maraîchère. Les autres personnes ressources (personnel des institutions agricoles, intellectuels communautaires, etc.) sont choisies en fonction de leur responsabilité dans le développement agricole du milieu ou de leur connaissance des relations climat-production agricole.

Les questionnaires, les guides d'entretien et les grilles d'observation ont fait l'objet d'un dépouillement. Le traitement et l'analyse des résultats ont été faits par le logiciel IBM SPSS Statistics 21. La moyenne arithmétique est employée pour calculer la moyenne des hauteurs de pluies, températures s'exprime par la formule suivante : $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$. Avec n l'effectif total des variables ; xi la valeur de la variable considérée ; i l'année considérée et \bar{X} la valeur annuelle des différentes variables. Le test de Pettitt, non paramétrique est dérivé du test de Mann-Whitney. L'absence de rupture dans la série Xi de taille N constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (Xi) i=1 à t et t+1 à N appartiennent à la même population. Ce test repose sur le calcul de la variable Ut, N définie par :

$D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$ avec $\text{sgn}(Z) = 1$ si $Z > 0$; 0 si $Z = 0$ et -1 si $Z < 0$. -1 si $Z < 0$. Soit KN la variable définie par le maximum en valeur absolue de Ut,N pour t variant de 1 à N-1. Si K désigne la valeur de KN prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par :

$\text{Pr ob}(K_N > K) \approx 2 \exp\left(-6 K^2 / (N^3 + N^2)\right)$. Pour un risque α de première espèce donné, si $\text{Pr ob}(K_N > K)$ est inférieure à α , l'hypothèse nulle est rejetée. Ce test est réputé pour sa robustesse. Trois (3) spéculations ont été retenues dans le cadre de la présente recherche. Il s'agit de la tomate (*Lycopersicum esculentum*) et le piment (*Capsicum annuum*) en raison de leurs valeurs nutritives. Ces produits constituent

aussi les produits maraîchers les plus vendus par les producteurs sur le marché. Les figures et tableaux par le tableur Excel. L'approche méthodologique a permis d'obtenir les résultats suivants.

2. Résultats

Il s'agit de présenter les facteurs du développement de la production maraîchère et les indicateurs des changements climatiques dans la zone agro-écologique 8.

2.1. Facteurs de production

Les facteurs de production regroupent l'accès à la terre, au financement, à la main d'œuvre, aux intrants agricoles et les équipements.

2.1.1 Accès à la terre

La terre est la principale source de richesse dans le secteur de recherche. Elle constitue le principal facteur de production maraîchère. Il existe plusieurs modes d'accès à la terre dans le secteur de recherche dont : l'héritage, l'achat, l'emprunt et le don (figure 2).

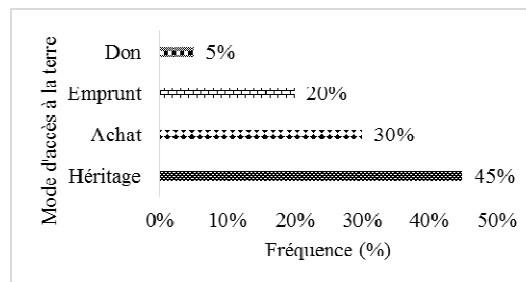


Figure 6 : Répartition du mode d'accès à la terre dans le secteur de recherche
Source : Résultats d'analyse, juin 2019

La figure 2 montre que 45 % des producteurs héritent des terres qu'ils exploitent, 30 % les achètent, 20 % font l'emprunt et 5 % ont accédé à la terre par don. Ainsi, l'héritage est le principal mode d'accès à la terre agricole. Ces différents modes d'accès des actifs agricoles à la terre prennent des importances variées dans le secteur de recherche. En effet, le manque de sûreté foncier constitue un handicap à l'investissement et un frein à la modernisation des exploitations.

3.1.2. Accès au financement

Le crédit agricole constitue un défi de taille pour les services financiers décentralisés (IFD). Les maraîchers utilisent diverses sources de financement pour leurs activités (figure 3).

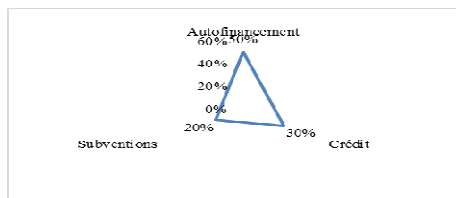


Figure 7 : Source de financement des activités maraîchères dans le secteur de recherche. Source : Résultats d'analyse, juin 2019

Il ressort de la figure 3 que 50 % des maraîchers autofinancent leurs activités et sont appuyés par les membres de leurs familles, 30 % font recours au crédit et 20 % ont obtenu des subventions. L'autofinancement est effectif grâce à d'autres activités entretenues par les membres du ménage.

3.1.3. Accès à la main d'œuvre

L'utilisation de la main-d'œuvre est spécifique aux opérations culturales. Ainsi, l'accroissement des superficies des exploitations s'est donc accompagné d'une augmentation de la main-d'œuvre familiale et extérieure. Dans le secteur de recherche, il est observé une main d'œuvre salariale (permanente), occasionnelle et familiale (figure 4).

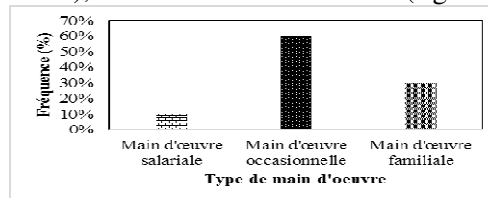


Figure 8 : Types de main d'œuvre dans le secteur de recherche
Source : Résultats d'analyse, juin 2019

La figure 4 montre que la main d'œuvre occasionnelle est plus fréquente dans le secteur de recherche. La mobilisation de la main-d'œuvre supplémentaire est majoritairement extérieure à l'exploitation.

3.1.4. Accès aux intrants agricoles

La planche 1 présente quelques intrants agricoles utilisés dans la zone agro-écologique 8.



Planche 1: Etiquette des semences importées à Bopa (1.1), produits phytosanitaires (1.2) et remplissage d'un pulvérisateur (1.3) à Agbodji
Prise de vue : F. Déguénon, juin 2019

De la planche 1, la photo (1.1) montre une étiquette de semences à Bopa (1.1), les produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers (1.2) et le chargement d'un pulvérisateur à Agbodji (1.3). La forte demande alimentaire induit par la concentration de la population conduit à l'utilisation des intrants productifs et de la diversification des cultures.

3.1.5. Equipement des sites maraîchers

La planche 2 montre le système d'irrigation avec les tuyaux à Athiémé.

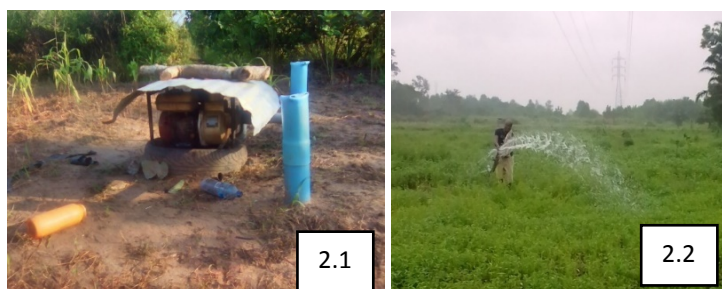


Planche 2: Système d'irrigation avec les tuyaux à Athiémé
Prise de vues : F. Déguénon, juillet 2019

L'observation de la planche 2 montre la motopompe servant à l'irrigation des sites de production du piment (*Capsicum annum*) et du crinclin (*Corchorus olitorius*). En effet, 38 % des producteurs interrogés font recours au creusement des puits de circonstance leur permettant le prélèvement de l'eau pour l'arrosage. En saison sèche, les producteurs utilisent le forage. Ainsi, ces éléments permettent d'apporter de l'eau aux cultures en cas de déficits d'eau.

3.2. Indicateurs des changements climatiques dans la zone agro-écologique 8

Les indicateurs des changements climatiques concernent les précipitations et les températures, les principaux éléments qui déterminent fondamentalement les climats sous les latitudes intertropicales.

3.2.1. Caractéristiques climatiques dans la zone agro-écologique 8

L'analyse de la variabilité climatique s'est basée sur l'étude des cumuls pluviométriques sur la période 1951-2017 dans le secteur de recherche (figure 5).

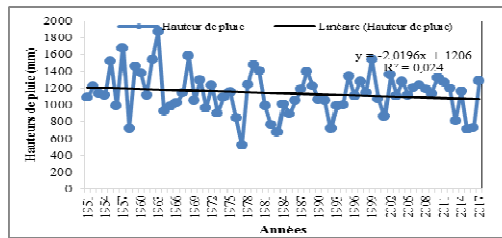


Figure 9 : Evolution des hauteurs pluviométriques annuelles dans la zone agro-écologique 8
Source : Météo-Bénin, 2018

Il ressort de l'analyse de la figure 5 qu'après les grandes quantités de pluies (1871,5 mm) des années 1963, il constaté, l'absence d'une tendance significative qui se traduit par une baisse des précipitations dans la zone agro-écologique 8. Ainsi, la pluviométrie moyenne de la zone des pêcheries a connu une baisse, avec un coefficient de régression de -2,019, sur la période d'analyse. Cette baisse impacte la production maraîchère. La méthode non paramétrique de Pettitt a été appliquée aux séries pluviométriques annuelles (1951-2017) des stations météorologiques représentatives dans la zone des pêcheries, pour l'indentification de la rupture de stationnarité (figure 6).

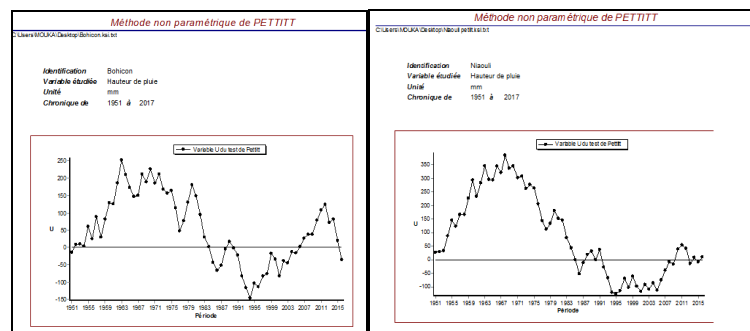


Figure 10 : Rupture de stationnarité par le test de Pettitt dans les séries pluviométriques de la zone des pêcheries
Source : Météo-Bénin, 2019

L'application du test de Pettitt à la série des données (1951-2017) a permis d'identifier à un seuil de significativité de 95 %, une rupture chronologique en 1980 dans la zone agro-écologique 8. La série 1951-2017 utilisée peut-être subdivisée en 2 sous périodes : 1951-1980 et 1981-2017.

3.2.2. Evolution pluviométrique dans la zone agro-écologique 8

La figure 7 présente l'évolution interannuelle des hauteurs de pluie dans la zone agro-écologique 8 sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017.

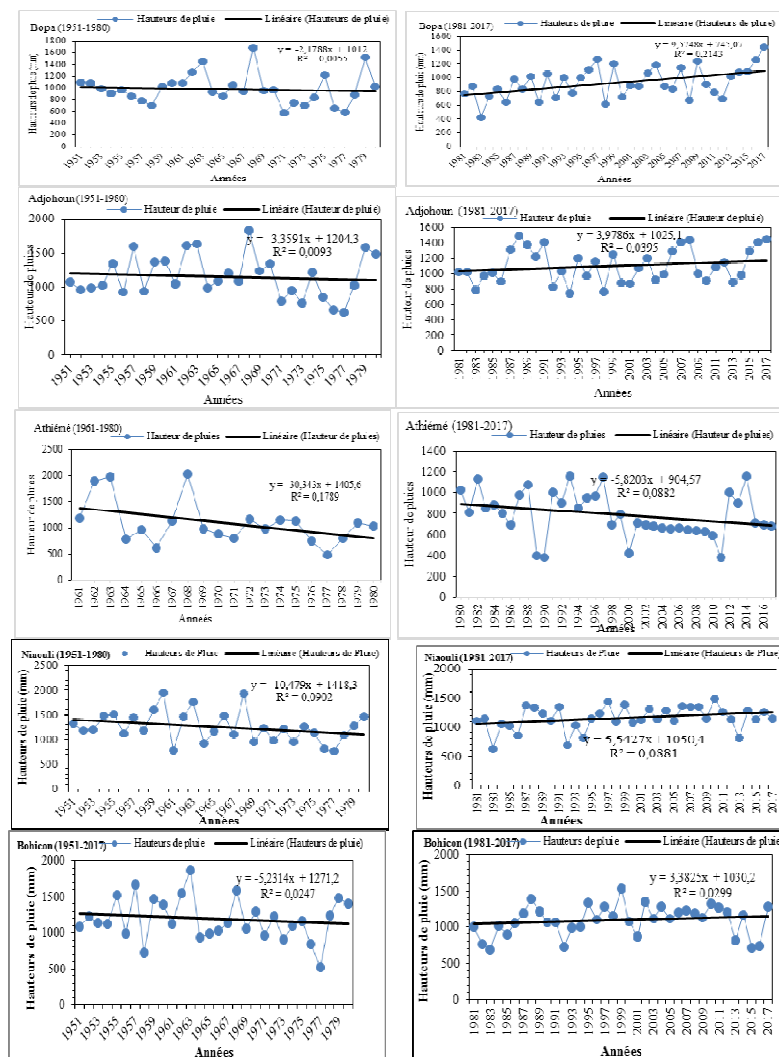


Figure 11 : Evolution pluviométrique interannuelle dans la zone de pêcheries sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017
 Source : Météo-Bénin, 2018

L'évolution pluviométrique interannuelle est caractérisée par une variation contrastée entre les différentes stations la zone de pêcheries. En effet, sur la sous-période (1951-1980), les coefficients de régression étant négatifs dans toutes les stations de la zone agro-écologique 8, de plus les coefficients de détermination étant faibles (Bopa, $R^2 = 0,0055$; Adjohoun , $R^2 = 0,0249$; Athiémé, $R^2 = 0,1789$; Niaouli, $R^2 = 0,0902$ et Bohicon, $R^2 = 0,0247$) alors la tendance pluviométrique est à la baisse dans la zone agro-écologique 8. Sur la sous-période (1981-2017), les coefficients de régression sont positifs dans toutes les stations, sauf la station de Athiémé, alors la tendance pluviométrique est à la hausse dans la zone agro-écologique 8 sauf Athiémé. Pour tester la significativité de

la tendance pluviométrique annuelle de 1951 à 2017, le test de Mann Kendall a été utilisé à un seuil de 5 % (tableau II).

Tableau IVI : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

Station	Variable	U(t)	α_1	α_0	Observation
Cotonou	Pluie	-0,034	0,70	0,05	Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 %
Bohicon	Pluie	-0,015	0,44	0,05	Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 %
Adjohoun	Pluie	-0,052	0,29	0,05	Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 %
Athiémé	Pluie	-0,016	0,41	0,05	Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 %
Niaouli	Pluie	-0,117	0,106	0,05	Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 %
Bopa	Pluie	-0,013	0,47	0,05	Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 %

Source : Météo-Bénin, 2019

L'examen du tableau II révèle que la tendance à la baisse des hauteurs pluviométriques annuelles n'est pas significative. Même si cette tendance à la baisse des hauteurs de pluie n'est pas statistiquement significative, elle entrainerait tout de même un amenuisement des rendements produits maraîchers, puisque la production agricole demeure essentiellement pluviale dans le milieu de recherche. La figure 8 présente la corrélation entre la pluie et le rendement agricole.

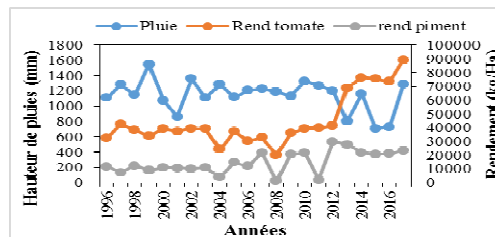
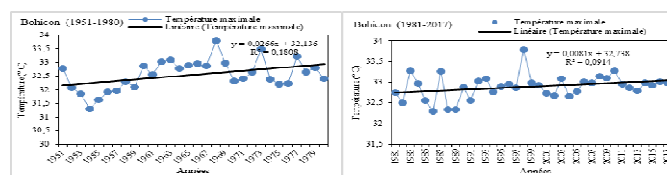


Figure 12 : Corrélation entre pluie et rendement agricole dans la zone agro-écologique 8
Source : Météo-Bénin, 2019

L'analyse de la figure 8 montre que de 1996 à 2012, le rendement de la tomate et du piment sont faible. De 2013 à 2017, il est constaté une baisse de hauteur de pluie, ce qui entraine une augmentation des rendements de la tomate et du piment dans le secteur de recherche.

3.2.3. Evolution des températures dans la zone agro-écologique 8

La figure 9 présente la variabilité interannuelle des températures maximales sur les deux sous périodes (1951-1980 et 1981-2017).



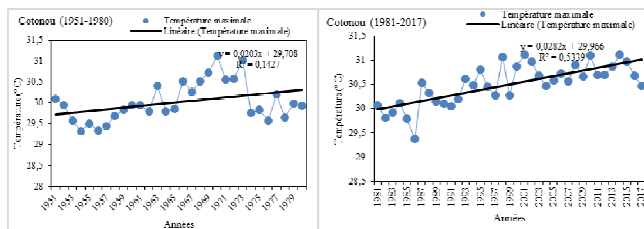


Figure 13 : Variabilité interannuelle des températures maximales
Source : Météo-Bénin, 2019

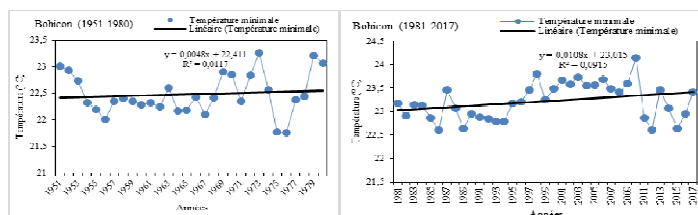
La température maximale varie entre 31,29 °C et 33,79 °C sur la sous-période (1951-1980) et entre 32,29 °C et 33,79 °C sur la sous-période (1981-2017) au niveau de la station de Bohicon. Quant à la station de Cotonou, la température maximale varie entre 29,32°C et 31,12°C sur la sous-période (1951-1980) et entre 29,38°C et 31,12°C sur la sous-période (1981-2017). Il ressort de l'analyse de la figure 10 que les températures maximales ont augmenté au cours des cinquante-cinq dernières années, soit une hausse de 1° C et 0,1° C respectivement au niveau des stations de Bohicon et Cotonou. La hausse de la température impacte la culture maraîchère dans la zone agro-écologique 8. La valeur positive du coefficient de régression (0,028) et la valeur élevée du coefficient de détermination ($R^2 = 0,53$) montre une tendance thermométrique à la hausse au cours des 50 dernières années. Le test de Mann Kendall à 5 % a permis de tester la tendance thermométrique maximale interannuelle au cours de la période étudiée (tableau III).

Tableau VI : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

Station	Variable	U(t)	α_1	α_0	Observation
Bohicon	Température maximale	0,49	0,0001	0,05	Tendance à la hausse significative à un seuil de 0,05
Cotonou	Température maximale	0,33	0,0008	0,05	Tendance à la hausse significative à un seuil de 0,05

Source des données : Météo-Bénin, 2019

L'analyse du tableau III montre que les valeurs de α_1 (0,0001 et 0,0008) respectivement des stations de Bohicon et de Cotonou très inférieure à la valeur $\alpha_0 = 0,05$. Ce qui entraîne une tendance thermométrique à la hausse significative dans la zone agro-écologique 8. Selon 89 % des personnes interviewées, la tendance thermométrique est à la hausse. Ce réchauffement influence la production maraîchère. Ce phénomène est plus illustré par les températures minimales (figure 10).



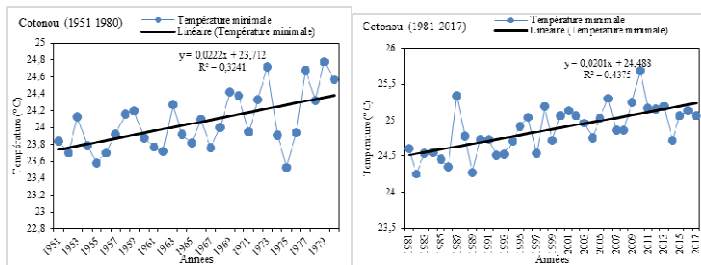


Figure 14 : Variabilité interannuelle des températures minimales de 1950 à 1980 et de 1981 à 2017
Source des données : Météo-Bénin, 2019

La figure 10 montre que la température minimale est passée de 21,76 °C à 23,27 °C sur la sous-période (1951-1980) et de 22,61 °C à 24,14°C sur la sous-période (1981-2017) au niveau de la station synoptique de Bohicon. Les coefficients de régression sont positifs et les coefficients de détermination sont respectivement ($R^2 = 0,01$ et $R^2 = 0,009$) et ($R^2 = 0,324$ et $R^2 = 0,437$) à Cotonou sur les sous-périodes 1950-1980 et 1981-2017. Il en ressort une alternance de hausse des températures minimales, la hausse observée est en moyenne de 0,8 °C au niveau de la station synoptique de Cotonou et Bohicon. L'augmentation des températures enregistrée dans la zone agro-écologique 8 constitue donc une situation qui accroît la vulnérabilité des maraîchers aux changements climatiques.

3.3. Facteurs de vulnérabilité des maraîchers dans la zone agro-écologique 8

La figure 11 classe les facteurs de vulnérabilité des maraîchers par ordre d'importance

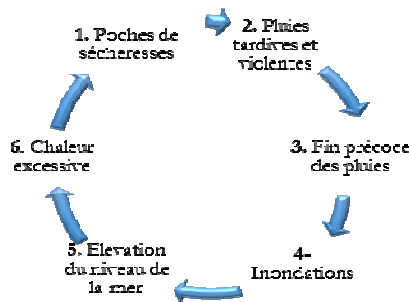


Figure 15 : Risques climatiques majeurs liés au maraîchage dans le secteur d'étude
Source : travaux de terrain, avril 2019

L'analyse de la figure 11 montre que dans la zone agro-écologique 8, les risques climatiques qui perturbent les maraîchers dans leurs activités sont les inondations, les poches de sécheresse, l'élévation du niveau de la mer, les pluies tardives et violentes, les vents violents et la chaleur excessive.

3.3.1. Poches de sécheresse dans la zone agro-écologique 8

Selon 57,3 % des maraîchers enquêtés, les poches de sécheresse ont des effets dévastateurs sur toutes les cultures puisque le développement et l'achèvement du cycle végétatif dépendent de la disponibilité de l'eau pour la plante (photo 1)



Photo 1 : Culture de tomate victime d'une fin de pluie précoce à Zogbédji
Prise de vue : Déguenon, avril 2019

L'observation de la photo 1 montre un mauvais état végétatif des plantes de tomate à Zogbédji dans de la zone agro-écologique 8. Cet aspect végétatif des tomates est dû à une irrégularité des pluies et une forte température. Ce phénomène à entrainer ainsi, une baisse importante de l'état hydrique du sol par conséquent celui des plantes. Malgré ce phénomène, quelques plantes de tomates séchées présentent des fruits.

3.3.2. Pluies tardives

Selon les enquêtes de terrain, le retard et la violence des pluies sont perçus par 29,8 % des producteurs et se caractérise par une fausse alerte d'une pluie prochaine. Le retard dure environ deux mois et se répète presque tous les ans ou tous les trois ans. Ce phénomène entrain un mauvais rendement des cultures maraichères dans la zone agro-écologique 8.

3.3.3. Fin précoce des pluies

Dans la zone agro-écologique 8, le point de vue des producteurs (78,9) sur la fin précoce des pluies est fonder par une rupture brutale des saisons des pluies c'est-à-dire un raccourcissement des saisons pluvieuses. Cet arrêt précoce impacte la croissance des produits maraichère. La fin précoce des pluies entraine une rupture hydrique du sol ce qui affecte l'état hydrique de ces plantes. L'insuffisance hydrique des plantes et la chaleur excessive font perdre progressivement la couleur verte à ces plantes. Selon les producteurs, les cultures mises en terre en fonction de la saison pluvieuse et qui sont dépourvues d'un système d'arrosage sont les plus exposé aux effets négatifs de ce phénomène.

3.3.4. Inondations

Dans la zone agro-écologique 8, le phénomène d'inondation perturbe plus de 72,6 % des producteurs. Selon ces producteurs, les inondations se manifestent par des pluies régulières et abondantes sur plusieurs jours et par le débordement des eaux des fleuves et de la mer. Selon les producteurs, la conséquence directe dû à la perte des récoltes suite à

l'invasion des cultures par les eaux, par conséquent la perte des revenus. Ce phénomène détruit plus les cultures maraichères produites dans les zones côtières de la zone agro-écologique 8.

3.3.5. Chaleurs excessives

Selon 91,5 % des producteurs interrogés la chaleur excessive impacte les cultures maraichères pendant une forte élévation des moyennes thermiques aussi bien journalières, hebdomadaires que mensuelles et par un allongement de la saison sèche. La photo 2 présente l'état des cultures de grande morelle qui a subi les effets d'une forte température à Pédakomé.



Photo 2 : Culture de grande morelle victime d'une chaleur excessive à Pédakomé
Prise de vue : Déguenon, avril 2019

La photo 2 illustre de l'état des plantes de grandes morelles deux semaines après leur repiquage victime de la chaleur excessive. Ce phénomène agit sur l'état hydrique du sol et fait perdre aux plantes leur fraîcheur et éclat ce qui entraîne le jaunissement ; par conséquent la mort de ces dernières. Dans la zone agro-écologique 8, les risques climatiques ont des conséquences néfastes sur le rendement de la production maraichère de façon directe, les risques climatiques se manifestent par l'effet des paramètres climatiques sur les cultures maraichères et de façon indirecte, ils se manifestent à travers la dégradation des sols, la disponibilité de l'eau.

3.4. Bilan des risques climatiques dans la zone agro-écologique 8

La figure 12 présente la fréquence des différents risques climatiques selon les maraîchers sur le terrain.

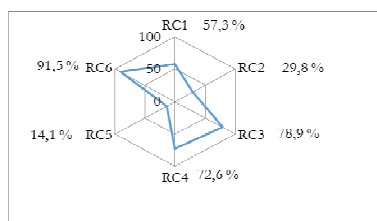


Figure 16 : Perceptions des producteurs aux risques climatiques majeurs dans la zone agro-écologique 8
Source : Travaux de terrain, avril 2019

L'examen de la figure 12 exprime la perception des producteurs aux risques climatiques zone agro-écologique 8. La manifestation de ces différents est perçue par 57,3 % pour les poches de sécheresse (RC1), 29,8 % pour les pluies tardives (RC2), 78,9 % pour la fin précoce (RC3), 72,6 % pour les chaleurs excessives (RC4), 14,1 % pour l'élévation du niveau de la mer (RC5) et 91,5 % pour les inondations (RC6). La manifestation de ces risques climatiques impacte la morphologie et la croissance des cultures maraîchères par conséquentes les rendements et le revenu des producteurs.

4. Discussion

La présente recherche a permis d'analyser les facteurs de vulnérabilité des maraîchers aux changements climatiques dans la zone agro-écologique 8 en république du Bénin. Ainsi, les indicateurs des changements climatiques ont été mis en évidence à partir des changements observés dans divers relevés climatiques, notamment la température, les régimes de précipitations, ainsi que les changements dans les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes tels que la sécheresse, les inondations, entre autres dangers. Ce qui est conforme avec les résultats des travaux de E. Ogouwalé (2006, p. 57), T. Codjo et al. (2013, p. 11). Les changements climatiques se manifestent surtout par des démarrages précoces ou tardifs des pluies, une baisse des hauteurs annuelles de pluies et une augmentation sensible des températures selon (B. Donou, 2015, p. 62 et T. Codjo, 2017, p. 37).

L'étude comparée des données entre les sous périodes 1951-1980 et 1981-2017 montre globalement que la tendance pluviométrique est à la baisse dans la zone agro-écologique 8 de 35 % à 1 %. De plus les températures maximales y ont connu une augmentation comprise entre 0,06 °C et 0,64 °C. Les températures minimales ont enregistré des augmentations comprises entre 0,33 °C et 1,08 °C au niveau des stations de Cotonou et de Bohicon. Ces résultats confirment celui de F. Chédé (2007, p. 43) dans le sud Bénin, de T. Codjo (2017, p. 67) dans la Commune d'Adjohoun. Dans la zone des pêcheries, Il est observé, au même titre que les températures maximales, une tendance plus marquée à la hausse des températures minimales. Cette hausse est plus remarquable pour certaines années, notamment les années 1973, 1977, 1979, 2010 et 2011. Ce qui confirme les résultats de (M. Issa, 2012, p. 58 et W. Seydou, 2016, p. 29).

Conclusion

Au terme de cette recherche, il faut retenir qu'il est constaté, l'absence d'une tendance significative qui se traduit par une baisse des précipitations dans la zone agro-écologique 8. Ainsi, la pluviométrie moyenne de la zone agro-écologique 8 a connu une légère baisse, avec un coefficient de régression de -2,019, sur la période 1951-2017. La tendance pluviométrique de la zone agro-écologique comme dans tout le Bénin est à la baisse comme l'ont déjà montré plusieurs auteurs. Ainsi, les conditions climatiques sont caractérisées par une très forte irrégularité et une mauvaise répartition des précipitations dans le temps et dans l'espace.

Références bibliographiques

- CHEDE Félicien, 2007, Analyse de la variabilité des saisons des pluies dans le Sud du Bénin et son impact sur l'alimentation hydrique du maïs. Mémoire de fin d'études d'ingénieur en agro-météorologie, Centre Régional Agrhymet, Niamey, 75 p.
- CODJO Thierry, LAMODI Firmin, 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, p. 164-169.
- CODJO Thierry, 2017, Changements climatiques et aménagements hydro-agricoles pour la réduction de la vulnérabilité du paysannat dans la basse vallée de l'Ouémé. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 234 p.
- DONOU Blaise, 2015, Extrêmes hydro-climatiques dans le bassin inférieur du fleuve Ouémé : diagnostic, impact agricole et scénarios de gestion. Thèse de Doctorat, UAC/FLASH, 264 p.
- GIEC, 2007, Changements climatiques : Impacts, Adaptation et Vulnérabilité, Résumé à l'intention des décideurs, GIEC Cambridge, 22 p.
- HOUNDENOU Constant, 1999, Variabilités climatiques et maïsicultures en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostique et modélisation. Thèse de doctorat de l'université de Bourgogne Dijon. 390 p.
- HOUSSOU Géo, 2008, Agriculture et changements climatiques au Bénin : Risques climatiques, vulnérabilité et stratégies d'adaptation des populations rurales du département du Couffo. Thèse d'Ingénieur Agronome, UAC/ FSA/ ESACDR, 140 p.
- IPCC, 2001, Indices de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evolution de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.
- ISSA Mama. Sanni, 2012, Changements climatiques et agro-systèmes dans le moyen Bénin : Impacts et stratégies d'adaptation. Thèse de doctorat unique de géographie, UAC/ FLASH/ EDP, 278 p.

- OGOUWALE Euloge, 2006, Changements climatiques dans le Bénin méridional : indicateurs, scénarios et perspectives de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat Unique, UAC/FLASH, 302 p.
- SARE Bédou, 2018, Influences des variabilités et changements climatiques sur les productions animales, végétales et halieutiques dans la basse Vallée de l'Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 359 p.
- SCHWARTZ Daniel, 1995, Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4^e édition. Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.
- SEYDOU Waidi, 2013, Stratégies de gestion des ressources en eau pour le développement agricole face à la variabilité pluviométrique dans la commune de Pobè. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH, DGAT, 71 p.
- SEYDOU Waidi, 2016, Stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé. Mémoire de DEA en géographie, UAC, FLASH, DGAT, 100 p.



Institut National de la Recherche Scientifique. INRS
BP: 2240 LOME - TOGO
Tél. (228) 22 21 01 39 / (228) 22 21 39 94
E-mail : inrstogo@yahoo.fr