

VARIABILITE CLIMATIQUE ET PRODUCTION DU RIZ DANS LE BAS-FOND DE DOKOMEY AU BENIN

CLIMATE VARIABILITY AND RICE PRODUCTION IN THE SHALLOW OF DOKOMEY IN BENIN

ATIDEGLA C. S.^{1*} KOUMASSI H. D.², MOUZOU E. T.³, HOUSSOU E.¹

1- Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

2- Ecole Doctorale de la FLASH, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

3- Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, Togo

(*) Auteur correspondant : E-mail : atideglaser@gmail.com

(Reçu le 06 Mai 2017 ; Révisé le 15 Juillet 2017 ; Accepté le 24 Juillet 2017)

RESUME

La variabilité climatique constitue un phénomène très préoccupant dans le Sud-Bénin où le secteur agricole se trouve affecté. La présente étude est une contribution à une meilleure appréhension de l'évolution du climat en relation avec l'agriculture (surtout qu'elle est essentiellement pluviale) dans la Commune d'Abomey-Calavi qui regorge d'une diversité de bas-fonds constituant une grande potentialité agricole. De façon spécifique, il s'agit de faire le diagnostic climatique et de faire ressortir les stratégies utilisées par les producteurs de riz du bas-fond de Dokomey dans la Commune d'Abomey-Calavi pour s'adapter aux mutations induites par ce phénomène.

La méthodologie adoptée est basée sur une combinaison d'approches quantitative et qualitative pour analyser la perception des producteurs du riz des changements climatiques. Les outils de traitement des données sont entre autres, la statistique descriptive, la moyenne arithmétique et le calcul des tendances pluviométriques.

Il ressort de cette étude que les producteurs du bas-fond de Dokomey ont des perceptions empiriques des changements climatiques, en se servant des concepts locaux relatifs aux manifestations pluviométriques, thermiques, solaires et venteuses. Les causes attribuées à ces manifestations traduisent l'attachement du producteur à la tradition ou sa foi aux religions importées. Les conséquences de ces perturbations climatiques sur l'écosystème se traduisent par l'érosion des terres, l'inondation, le tarissement précoce des mares, les pertes de production, la baisse des rendements agricoles etc. Pour limiter les effets des changements climatiques et améliorer leur bien-être, les populations locales du bassin ont développé des stratégies d'adaptation variables selon leurs catégories.

Mots clés : Bas-fond, variabilité climatique, riz, inondation, stratégies d'adaptation, Bénin.

ABSTRACT

Climatic variability constitutes a preoccupying phenomenon in the South of Benin where rural sector is affected. This paper is a contribution to the better understanding of climate evolution in relation with agriculture (essentially pluvial) in the Commune of Abomey-Calavi which abounded in various shallows as great agricultural potentiality. By specific way, climate diagnostic will be performed and the strategies utilized by the farmers in order to cope with the modifications generated by this phenomenon.

To analyze climate change perception of rice farmers, the methodology is based on quantitative and qualitative approaches combination. Data tools treatment are among other things descriptive statistic, arithmetic mean, rainfall and temperature tendencies.

The study revealed that farmers of Dokomey shallow had got empirical perception in climate change by using local concepts relating to pluvial, thermal, solar and windy events. The reasons attributed to those events explain the affection of the farmer to the tradition and its faith to the imported religions. Consequences of those climate disruptions on the ecosystem are expressed by soils' erosion, flood, early drying up of the pools, production wastes, decrease of crops yields, etc.

To restrain the effects of climate changes and improve their well being, local populations of basin had developed variables adaptation strategies according to their categories.

Key words: shallow, climatic variability, rice, flood, adaptations' strategies, Benin.

INTRODUCTION

D'après la Convention - Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), la variabilité climatique désigne des variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales autre que celles de phénomènes météorologiques particuliers.

L'Afrique en général et l'Afrique de l'Ouest en particulier est plus vulnérable à la variabilité climatique notamment à cause de certaines de ses caractéristiques physiques et socio-économiques qui la prédisposent à être affectée, de façon disproportionnée, par les effets négatifs des variations du climat (UICN, 2000 cité par GIEC, 2007). En effet, selon GIEC (2007), les projections indiquent que vers l'an 2020, 75 à 250 millions de personnes seront exposées à un stress hydrique accru en raison des changements climatiques. Couplé à une demande en augmentation, il aura des incidences néfastes sur les moyens d'existence et aggravera les problèmes liés à l'eau. Dans de nombreux pays et régions d'Afrique, on s'attend à ce que la production agricole et l'accès à la nourriture soient sérieusement compromis par la variabilité et l'évolution du climat. Les zones propices à l'agriculture, la durée des saisons de végétation et le potentiel de production vont certainement diminuer, particulièrement en marge des zones semi-arides et arides. La sécurité alimentaire du continent est encore plus menacée aujourd'hui et la malnutrition aggravée. Dans certains pays, le rendement agricole dépendant de l'irrigation par les eaux pluviales pourrait diminuer de 50

% vers 2020. Pour FAO (2008), l'agriculture est le secteur le plus affecté par le changement des régimes climatiques et a été de plus en plus vulnérable à l'avenir.

Le Bénin où l'agriculture constitue la base de l'économie avec une contribution de 36% au PIB et de 88% aux recettes d'exportation (GOLOGO, 2007), n'est pas en marge des effets néfastes de ces variabilités climatiques. Des travaux de BOKO (1988), AFOUDA (1990), HOUNDENOU (1999) et de OGOUWALE (2004), cités par MEPN (2008), on retient que péjoration pluviométrique, réduction de la durée de la saison agricole, persistance des anomalies négatives, hausse des températures minimales et sols plus secs, caractérisent désormais les climats du Bénin et modifient les systèmes de production agricole. Le secteur agricole, secteur pourvoyeur de ressources alimentaires et financières, est très affecté et mérite de ce fait une attention particulière si le Bénin ambitionne de s'assurer une autosuffisance alimentaire.

L'agriculture dans le département de l'Atlantique, à l'instar des autres départements du Bénin, reste essentiellement pluviale. De ce fait, elle subit de plein fouet les contrecoups de la variabilité climatique, notamment celle des précipitations et de la température.

Le secteur agricole, dans l'accomplissement de sa mission de développement socio-économique, du fait des pratiques culturelles utilisées, se trouve confronté à des problèmes dont la dégradation des sols exondés et la baisse de leur rendement sont les plus remarquables (DJIHINTO, 1997). Cette

situation conduit les paysans vers les terres non encore cultivées telles que les bas-fonds très fertiles qui offrent plusieurs possibilités agricoles et piscicoles pour leur mise en valeur. Au Bénin comme ailleurs, ces bas-fonds représentent des atouts incontestables de potentialités agricoles (AKPONIKPE, 1999). L'une des valorisations de ces bas-fonds passe par l'introduction de la culture du riz.

La culture du riz fait partie des activités qui visent à assurer la diversification des habitudes alimentaires dans le but de répondre à une demande de plus en plus croissante en produits agricoles. Cette activité rizicole est souvent pratiquée en saison des pluies dans les bas-fonds et les plaines inondables. Dans les régions tropicales, caractérisées par l'absence d'un contraste thermique marqué entre les saisons, ce sont les précipitations qui rythment la saisonnalité du climat. Les ressources en eau locales qui constituent la principale source d'approvisionnement en eau des populations rurales sont menacées par les fluctuations persistantes de certains paramètres climatiques qui induisent la dégradation du couvert végétal. Ainsi, les principaux facteurs climatiques qui influenceront la productivité rizicole sont essentiellement : la température, le régime des précipitations, la fertilisation carbonique, l'écoulement des eaux de surface. En raison de leurs répercussions immédiates et durables sur le milieu naturel et sur l'homme, les questions de changement et de variabilité climatiques sont placées depuis quelques temps au centre des préoccupations des scientifiques et des décideurs politiques dans le monde. C'est pourquoi, la présente étude se propose d'analyser l'ampleur des irrégularités pluvio-thermométriques et leurs impacts sur la culture du riz dans le bas-fond de Dokomey (Commune d'Abomey-Calavi).

De façon spécifique, elle vise à analyser les perceptions des producteurs sur les causes et manifestations de la variabilité climatique

et à identifier leurs stratégies d'adaptation.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

D'une superficie de 539 Km², la commune d'Abomey-Calavi, est située dans le Département de l'Atlantique tandis que le village d'étude appelé Dokomey est localisé dans l'arrondissement de Zinvié. Les coordonnées géographiques de Dokomey sont : longitude 02°22'26.3 "Est et latitude 06°34'56.4" Nord.

Comme toute la région méridionale, Abomey-Calavi jouit d'un climat de type sub-équatorial caractérisé par deux saisons de pluie qui sont alternées par deux saisons sèches à durées inégales se répartissant comme suit :

- i) une grande saison pluvieuse de Mars à Juillet,
- ii) une petite saison sèche en Août,
- iii) une petite saison pluvieuse de Septembre à Octobre

et iv) une grande saison sèche de Novembre à Mars. La moyenne pluviométrique annuelle est de 1137 mm et la température moyenne annuelle est de 27,2°C.

La Commune d'Abomey-Calavi se trouve sur deux bassins versants dont près des ¾ de la superficie (433 km²) sont drainés vers le fleuve Ouémé et le reste 166 km²) s'écoule vers le fleuve Zou. La frontière entre les Communes de Sô-Ava et d'Abomey-Calavi est la rivière Sô. D'une longueur de 84,4 km, la rivière Sô fait partie des défluent du fleuve Ouémé (Mairie Abomey-Calavi, 2012). Ses plus forts débits sont observés pendant les crues de l'Ouémé qui s'installent entre le mois d'Août et de Novembre (Mairie Abomey-Calavi, 2012). Le périmètre rizicole de Dokomey étant contigu à la vallée de Sô, le débordement de

cette dernière en période de crue provoque sa submersion. De façon concrète, le réseau hydrographique est constitué essentiellement de trois (3) plans d'eau que sont le lac Nokoué, la lagune côtière et la rivière Sô. Par ailleurs, la commune dispose d'une façade maritime juxtaposée à la lagune côtière, des marais, des ruisseaux et des marécages. Tout cela lui offre des potentialités touristiques et halieutiques.

Selon le zonage agro écologique réalisé au niveau communal (SCDA, 2009), Dokomey (Figure 1) fait partie de la zone 3 des dépressions caractérisée par des sols ferralitiques et des sols hydromorphes très inondables mais propices à l'agriculture et à la pisciculture. Les sols ferralitiques sont profonds, rouges de type argilo-limoneux, assez équilibrés dans leur texture qui tolère la culture d'un grand ensemble de spéculations végétales. Les sols hydromorphes pour la plupart des vertisols se retrouvent dans les bas-fonds. La végétation est composée d'une savane dégradée sur plateau de terre de barre avec une domination de mosaïque de cultures et de jachères sous palmiers. On y rencontre également d'espèces végétales et de modestes plantations (MAIRIE ABOMEY-CALAVI, 2006).

Le site de production est un grand bas-fond d'une superficie totale d'environ 1 000 ha mais

la zone exploitée actuellement est de 80 ha. Il a une forme plate légèrement concave par endroits avec une pente longitudinale comme transversale de 0,2%. De 2001 à 2016, plusieurs groupements de producteurs une dizaine environ, mettent en valeur une partie de ce bas-fond pour des fins agricoles et piscicoles. A partir de 2013, le plan d'aménagement exécuté sur le site a consisté à la réalisation des casiers de riz, des drains, d'un chenal d'évacuation, des diguettes et d'une digue.

Le riz constitue la culture de base des groupements (84% des activités de production) mais certains producteurs y associent pour leur compte personnel d'autres activités de productions telles que : la culture de maïs ; les cultures maraîchères ; la culture de manioc et la pisciculture. Les activités relatives à la production du riz commencent dans le mois d'Avril et s'échelonnent sur toute l'année exceptés les mois d'Octobre et de Novembre qui correspondent à la période des crues. En effet, il existe deux cycles de production du riz dans l'année. Le cycle pré-crue de Mai à Septembre et le cycle post-crue de Janvier à Avril. La variété de riz produite est l'IR841 qui est une variété intra spécifique de 120 jours issue d'*Oryza sativa*

Variabilité climatique et production du riz dans le bas-fond de Dokomey au Bénin.

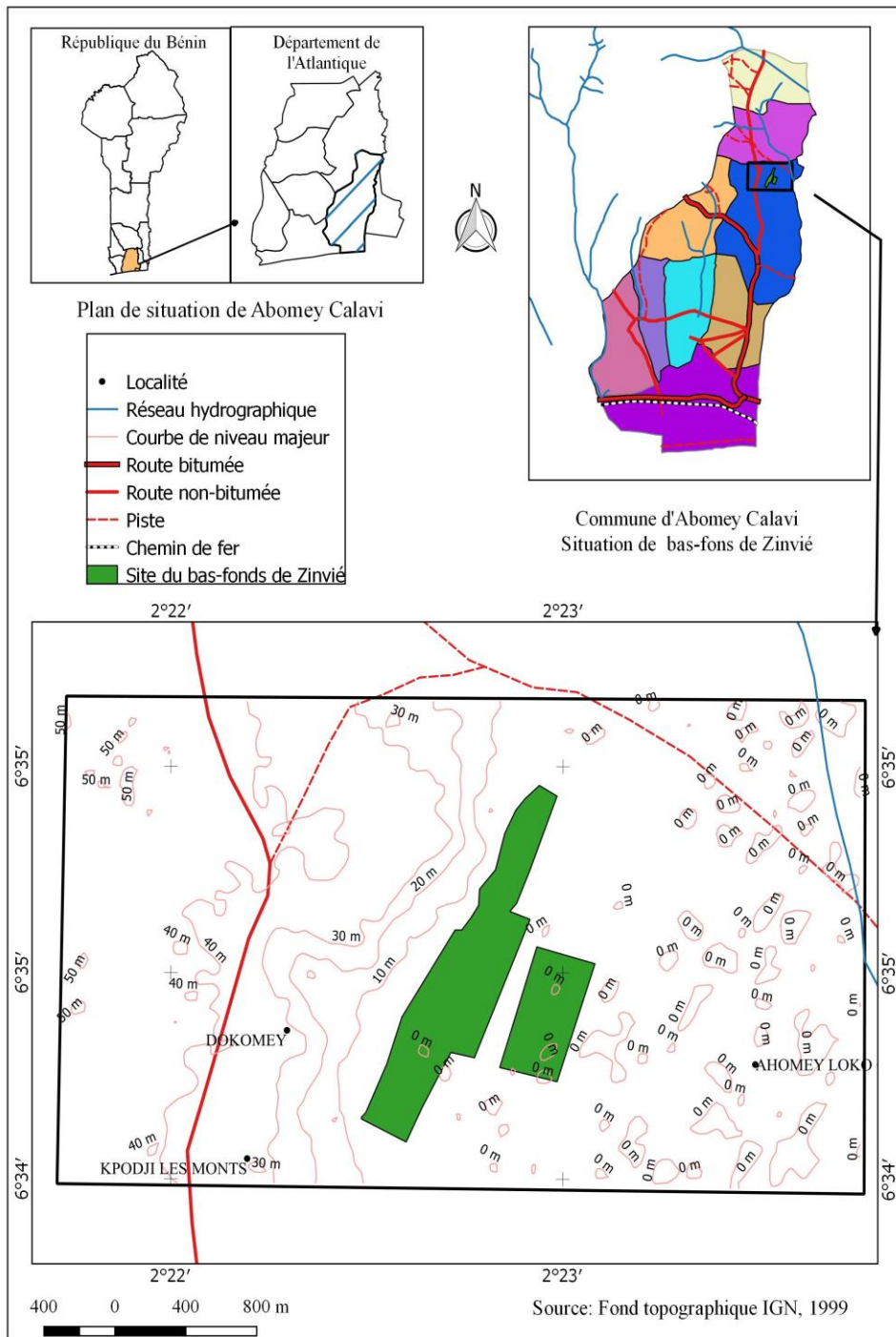


Figure 1: Localisation du bas-fond de Dokomey

Source : Atidéglá, 2012

METHODES DE COLLECTE DES DONNEES

Le bas-fond de Dokomey a été l'unité d'observation. L'étude a été en partie exécutée selon l'approche participative ou concertée prescrite en 2006 dans la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Elle a permis de donner la parole aux acteurs concernés par le phénomène sur la base d'entretiens individuels et structurés afin qu'ils s'expriment sur la compréhension qu'ils en ont, la manière dont ils le vivent et les stratégies adoptées pour réduire les conséquences sur leur vie.

Pour appréhender les stratégies développées par les populations pour atténuer les effets de la variabilité climatique dans la zone d'étude, des enquêtes socio-anthropologiques ont été réalisées. Un questionnaire a été également administré aux acteurs du monde agricole de la Commune d'Abomey-Calavi pour mieux apprécier les causes et les conséquences de la variabilité climatique sur les unités de paysage, les cultures et autres activités économiques, ainsi que les adaptations collectives et individuelles réalisées. En outre, les données climatologiques (précipitations et températures) utilisées pour caractériser les régimes pluviométriques et thermométriques dans la Commune d'Abomey-Calavi sont extraites des fichiers de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation (ASECNA) Cotonou. La station météorologique d'Allada a fourni les données permettant d'étudier la répartition spatio-temporelle des précipitations. Grâce à toutes ces données, l'interprétation de la perception de l'évolution du climat a été faite sur la période 1970-2015 soit au moins quatre (4) décennies.

Enfin, des observations participantes, des discussions de groupe et des restitutions ont été faites pour une meilleure compréhension des faits.

Traitement des données

Le diagnostic des séquences pluvieuses et sèches a été fait à partir de l'analyse des indices pluviométriques sur la série 1970 à 2015. La moyenne arithmétique est employée pour étudier les régimes pluviométriques et

thermométriques sur la station de Cotonou. Elle est le paramètre fondamental de tendance centrale. Elle s'exprime de la façon suivante:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

La moyenne \bar{X} nous a permis de caractériser l'état pluvio-thermométrique moyen et de mettre au point quelques indices de dispersion. Par ailleurs, l'étude des tendances pluviométriques et hydrologiques générales a été faite à partir du calcul des moyennes mobiles et de la régression. Les moyennes mobiles sont centrées sur cinq (5) ans. Cette méthode a permis d'avoir des séries pluviométriques thermométriques lissées sur la station au pas de temps journalier, mensuel et annuel.

Enfin, la détection de rupture de stationnarité dans les séries pluviométriques et thermométriques a été faite à l'aide du test de PETTITT (1979) et du test de BUIHAND (1984). En effet, une «rupture» se définit par un changement dans la loi de probabilité des variables aléatoires dont les réalisations successives définissent les séries chronologiques étudiées (LUBES *et al.*, 1994).

RESULTATS ET DISCUSSION

Perceptions socio-anthropologiques de l'évolution du climat dans le bas-fond

La pluie est le premier facteur du climat qui conditionne l'exercice de la profession agricole des producteurs du Sud Bénin. En effet, les conditions climatiques déterminent celles de l'agriculture, principale activité du monde rural (OGOUWALE, 2006). Ainsi donc, les communautés paysannes entretenant des liens étroits avec leur milieu environnant possèdent une parfaite connaissance du climat, de ses manifestations et des modifications intervenues. C'est ainsi qu'il existe de nombreux concepts relatifs au climat en général et à la pluie en particulier pour désigner les différentes manifestations pluvieuses clés dont les survenances déterminent des périodes spécifiques dans l'année.

Tableau I : Point des perceptions paysannes des manifestations des changements climatiques

Signes indicateurs des changements climatiques	Manifestations
Démarrage tardif et/ou mauvaise répartition des pluies pendant la grande saison des pluies	96% des enquêtés affirment qu'il y a un changement dans le déroulement de la grande saison agricole. Les pluies s'installent actuellement en Mai au lieu d'Avril. Ce qui induit la modification du calendrier agricole
Diminution des hauteurs pluviométriques	les hauteurs pluviométriques sont en baisse comparativement aux quinze années précédentes selon 94% des enquêtés. Pour eux cette baisse s'observe au fil des ans notamment pendant la période de la grande saison des pluies.
Diminution du nombre de jours de pluies	Pour 98% des enquêtés, le nombre de jours de pluies au cours des quinze dernières années a diminué comparativement aux quinze précédentes. Les pluies se concentrent sur un temps court et du coup, les cultures ne tirent pas profit de toutes les quantités d'eau tombées au cours de la saison pluvieuse. Ceci s'observe à la fin de la grande saison des pluies et au début de la petite, pressant énormément les producteurs quant à l'installation des cultures de la petite saison des pluies et à la récolte des produits de la grande saison des pluies.
Poches de sécheresse plus nombreuses	Les ruptures de pluie au cours de la saison sont de plus en plus nombreuses ces quinze dernières années. Elles ont perturbé la bonne installation des cultures et induit des pertes de récolte selon 80% des enquêtés. Les poches de sécheresse sont souvent observées pendant la grande saison des pluies
Température élevée et chaleur excessive	96% des enquêtés ont souligné qu'il fait de plus en plus chaud. Même à l'ombre, la chaleur est insupportable en saison sèche. Le flétrissement des plantes cultivées est selon eux, une des conséquences de la forte chaleur pendant la campagne agricole.
Persistance de la sécheresse	Pour 96% des enquêtés, la sécheresse s'étend sur une période plus longue allant de Novembre à Avril au lieu de Décembre à Mars.
Raccourcissement des saisons des pluies	96% des enquêtés ont remarqué une rupture précoce des pluies à la fin des saisons pluvieuses. En ce qui concerne son intensité, 61% ont affirmé que les pluies sont plus fortes et variablement réparties. Cela entraîne des pertes de cultures.
Vents violents	47% des enquêtés ont signalé une manifestation plus accrue et fréquente du vent affirmant qu'il y a plus de vents violents et destructeurs ces quinze dernières années, en moyenne six (06) par an. Ces vents sont généralement enregistrés au cours de deux périodes : Au début de la saison pluvieuse, ces vents succèdent à la formation des nuages. Ils sont très violents et entraînent des chablis et le décoiffement des habitations ; Pendant la saison pluvieuse, ils sont le moins violents que les précédents mais occasionnent la verse des cultures de tomate, maïs et de manioc.

Source : Données d'enquête, Novembre 2016

Causes des changements climatiques selon la logique paysanne à Dokomey

Les producteurs de la zone ont des perceptions des causes des changements climatiques divergentes mais en relation étroites avec les

croyanances de chacun même si certains points de vue sont partagés. D'une manière générale, les causes attribuées par les populations à ces changements rendent l'homme fautif de par ses actions et son comportement sur le milieu mais

également font état d'une évolution intrinsèque de la nature elle-même. Des différentes informations recueillies auprès des populations rurales, il ressort que les changements climatiques vécus actuellement sont dus au déboisement, au non respect des normes sociales et des divinités et aux pratiques occultes de neutralisation des nuages. Il est donc clair que les producteurs du bas-fond attribuent plusieurs causes aux changements climatiques suivant leur foi et leur conviction personnelle.

Toutefois, la communauté scientifique retient comme principale cause des changements climatiques l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. Au Bénin, les données de la documentation disponible indiquent que les taxis moto communément appelées «Zémidjan», les ordures ménagères, les déchets médicaux, les pratiques de feux de végétation en saison sèche, la production du charbon de bois, sans oublier les industries de cimenteries, de brasseries, de textile, de fabrication d'engrais et de pesticides et enfin l'utilisation des voitures d'occasion de plus de 25 ans constituent les sources essentielles des rejets de GES dans l'atmosphère. L'importance des polluants émis par les sources sus-citées est dans l'ordre suivant : le CO₂, le CO, les COV, le Nox, etc. (HOUNDENOU, 2005). Ces gaz empêchent le refroidissement radiatif de la surface de la terre et contribuent, au contraire, à son réchauffement. Le phénomène naturel de réchauffement de la terre est bénéfique, puisqu'en l'absence de gaz à effet de serre, la température moyenne à la surface de la terre chuterait de + 15 °C actuellement à - 18 °C. C'est pourquoi, la présence des gaz à effet de serre se définit comme un effet naturel bénéfique qui contribue à retenir une partie de la chaleur solaire à la surface de la terre, par le biais du pouvoir absorbant de certains gaz. En revanche, une atmosphère surchargée en gaz à

effet de serre a pour conséquence directe le réchauffement de la planète et la modification de l'ensemble du système climatique du globe (RABOURDIN, 2007 cité par BOKO, 2009).

De ces différentes sources d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, seuls le déboisement et les feux de végétation ont été perçus par les populations rurales du bas-fond de Dokomey.

Niveau de cohérence entre les statistiques sur l'évolution du climat et les perceptions paysannes

Les changements climatiques peuvent être considérés comme une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité, persistant pendant une période prolongée (généralement des décennies) (OGOUWALE, 2006). Les facteurs du climat qui sont considérés dans la détermination de ces indicateurs des changements climatiques sont les précipitations (hauteurs et nombre de jours de pluies) et les températures maximales et minimales. Ainsi, l'interprétation des perceptions paysannes de l'évolution du climat se fera à travers l'analyse des tendances pluviométriques, des tendances thermométriques et des caractéristiques comparées des saisons agricoles des stations pluviométriques du bas-fond de Dokomey.

Variabilité pluviométrique

La variabilité en Afrique de l'ouest est marquée par une tendance à la baisse depuis les années 1970. D'une façon générale, la variabilité pluviométrique s'explique par l'instabilité atmosphérique et l'influence des facteurs planétaires (HOUNDENOU, 1992).

La figure 2 montre les valeurs d'indices pluviométriques interannuels (variables pluviométriques annuelles, centrées et réduites) à la Station de Cotonou de 1970 -2015.

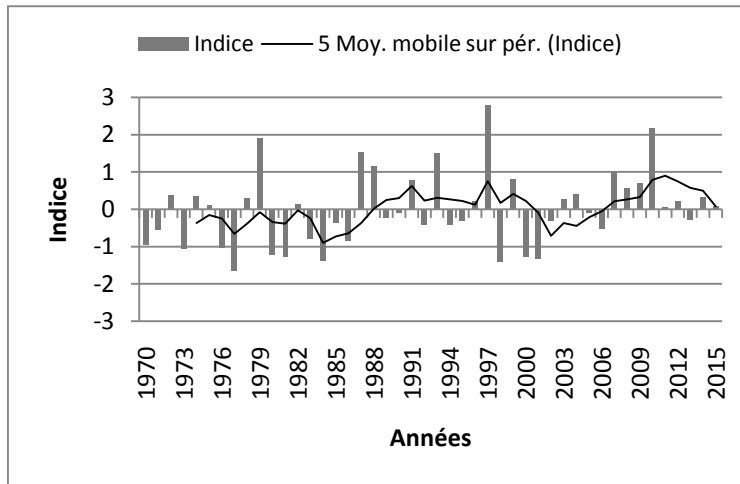


Figure 2 : Indice pluviométrique à Cotonou

L'analyse de la figure 2, montre bien la forte variabilité interannuelle des hauteurs de pluie et le contexte de déficit des pluies annuelles à la station de Cotonou.

L'analyse a permis d'observer une instabilité de l'évolution pluviométrique de 1970 à 2015. Les déficits les plus prononcés sont enregistrés au cours des années 1971, 1973, 1974, 1976, 1980, 1984 et ceux excédentaires sont 1979, 1987, 1988, 1993, 1997, 2009, 2010. Cela a permis d'identifier trois phases dans l'évolution de la pluviométrie sur la station. La première phase est marquée par la prédominance des déficits sur la station, et concerne la période 1970-1986. La deuxième sous-série est caractérisée par des excédents pluviométriques entre la période 1987-2005. La troisième phase est caractérisée par une très forte instabilité dans l'évolution de la pluviométrie et concerne la période 2005- 2015.

Il y a une très forte variabilité de la pluviométrie dans la basse vallée du Mono ; ce qui avait amené BOKO (1988) à affirmer qu'au Bénin les stations des régions littorales et sublittorales sont plus nettement affectées par la variabilité pluviométrique avec un coefficient de variation oscillant entre 25 et 30%.

Cette variabilité pluviométrique observée à la station de Cotonou est conforme à ce qui a été

observé dans la plupart des travaux sur le régime des précipitations de la sous-région de l'Afrique de l'Ouest (OLIVRY, 1993 ; LUBES *et al.*, 1994 ; MAHE & OLIVRY, 1995 ; SCHWARTZ, 1995 ; SERVAT *et al.*, 1999 ; NOUFE *et al.*, 2011) et particulièrement au Bénin (BOKO, 1988 ; BOKONON-GANTA, 1987 ; HOUNDENOU, 1992 et 1999 ; VISSIN, 2007 ; AMOUSSOU, 2010 ; KOUMASSI, 2014).

Pour mieux apprécier ces différentes sous périodes, la rupture de stationnarité dans les épisodes pluvieux ont été déterminés.

Détection de rupture de stationnarité dans la série pluviométrique

Selon SERVAT *et al.*, (1998), une rupture est définie comme un changement dans la loi de probabilité des variables aléatoires dont les réalisations successives définissent les séries chronologiques étudiées. L'existence de la modification brutale de certains paramètres statistiques notamment la moyenne est l'une des causes possibles de la rupture de l'homogénéité des séries chronologiques.

Les figures 3 et 4 traduisent respectivement les tests de PETTITT et de BUISSHAND et ellipse de bois appliqués aux séries pluviométriques annuelles (1970-2015)

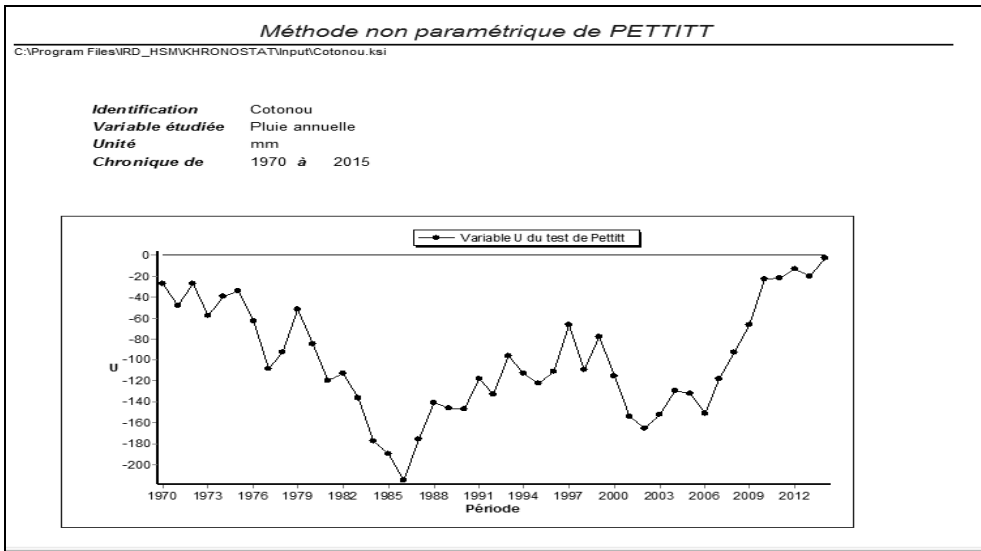


Figure 3 : Rupture de stationnarité par le test de Pettitt à la station de Cotonou

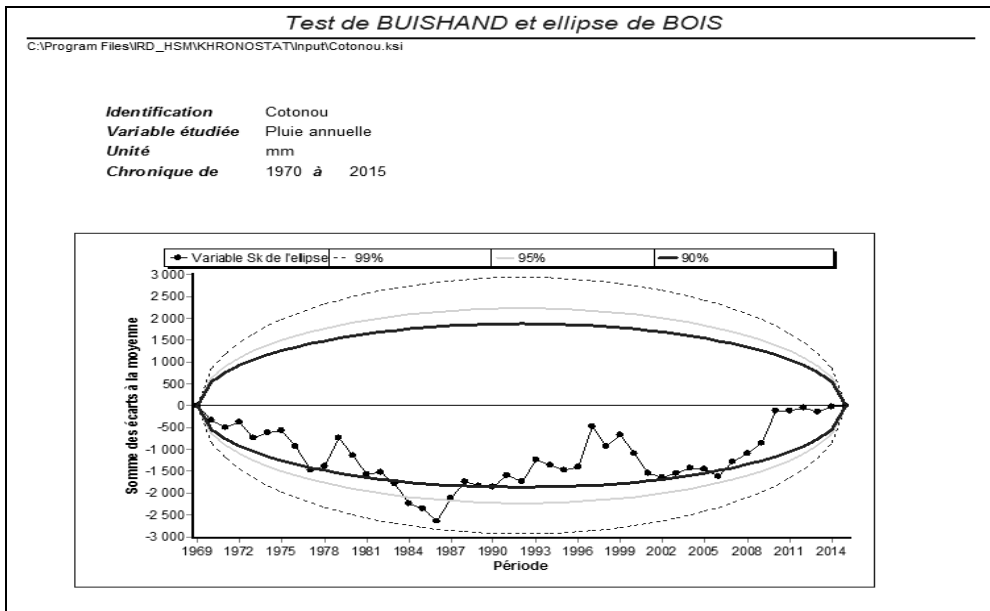


Figure 4 : Rupture de stationnarité par le test de Buishand à la station de Cotonou

Le test de Pettitt et le test de Buishand appliqués aux séries pluviométriques montrent une rupture de stationnarité significative au seuil de 95 % au début des années 1986. Il apparaît donc deux grandes sous périodes notamment la période sèche de 1970 à 1986 et

la période d'excédent pluviométrique de 1986 à 2015.

Ces résultats confirment la rupture de stationnarité des années 1970 soulignée par de nombreux auteurs : en Afrique de l'Ouest (NOUFE *et al.*, 2011), au Bénin (BOKO, 1988;

PEREIRA et BOKONON-GANTA, 1993 ; VISSIN *et al.*, 2003 ; VISSIN *et al.*, 2004 et HOUNDENOU, 1999) et dans le bassin VISSIN 2007).
béninois du fleuve Niger (VISSIN, 2001 ;

Tendances thermométriques

La figure 5 montre la variation de l'indice thermométrique à la station Cotonou aéroport.

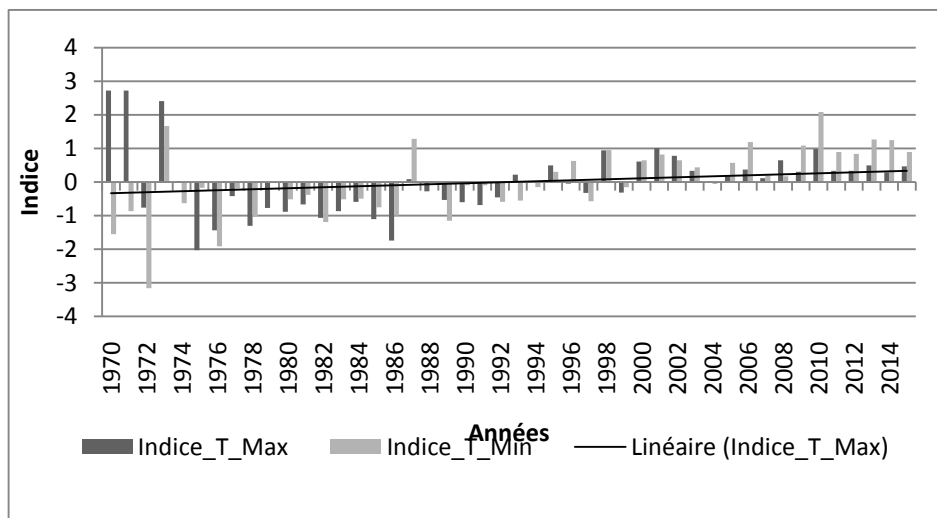


Figure 5 : Tendances thermométriques à Cotonou aéroport

De l'analyse de la figure 5, il ressort qu'une tendance générale à la hausse s'observe aussi dans l'évolution des températures maximales et minimales sur la période d'étude. Les températures minimales et maximales ont enregistré les plus fortes hausses respectives de +1,52 à +1,72 °C en 1970, 1971 1973 dans les températures minimales et 0,52 à 0,91 en 1973, 1983 et 2010 dans les températures maximales.

Le record d'anomalie de la température moyenne est atteint en 1998, avec +2,4 °C. Il est supérieur à celui de +0,55°C calculé à l'échelle mondiale (IPCC, 2001) et de +1,1°C au Cameroun (SIGHOMNOU, 2004) sur la même année. Ce phénomène montre une certaine concordance des faits climatiques dans le temps et dans l'espace.

De façon générale, la température moyenne annuelle est passée de 26,7°C dans les années 1970 à 28°C en 2005 avec une augmentation de 1,8°C. Ce taux de réchauffement du bassin côtier est plus élevé que ceux de l'intervalle 0,2 à 1°C dans lequel le GIEC (2007) situe globalement le Bénin. Ce réchauffement climatique est davantage illustré par l'augmentation quasi continue des anomalies thermométriques positives depuis les années 1970. La magnitude des anomalies de température moyenne est de -1,8 à +2,4°C sur la station avec des nuances de -1,8 à +1,9°C à Cotonou au sud.

Début de la saison des pluies

La figure 6 présente l'évolution les dates de démarrage des saisons de pluie sur la période de 1970 -2015.

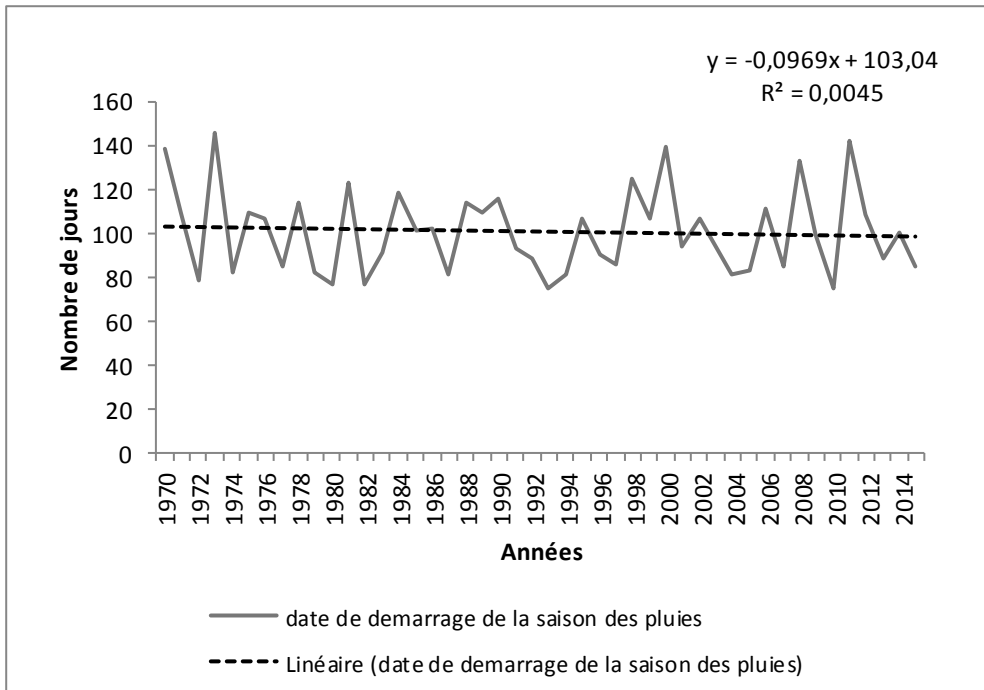


Figure 6 : Evolution du démarrage de la SP

L'analyse de la figure 6 révèle une variation dans la date de démarrage de la grande saison des pluies. Sur l'ensemble de la période considérée, on note un retard dans le démarrage de la grande saison des pluies. En effet, la date de démarrage de la grande saison des pluies dans le secteur d'étude est le 15 mars. Mais on note une forte variation de cette date sur l'ensemble de la période avec une tendance générale à la normale. Les retards les plus significatifs dépassent parfois 60 jours comme le cas des années 1970, 2000 et 2011

où la saison agricole a démarré respectivement le 17, 18, 21 mai. Ces résultats confirment ceux obtenus par HOUNDENOU *et al.*, 1996 ; OGOUWALE 2006 ; AFFO-DOGO, 2012 et CHEDE, 2012.

Raccourcissement des saisons de pluies

La figure 7 présente l'évolution interannuelle des longueurs des saisons pluvieuses dans le secteur d'étude.

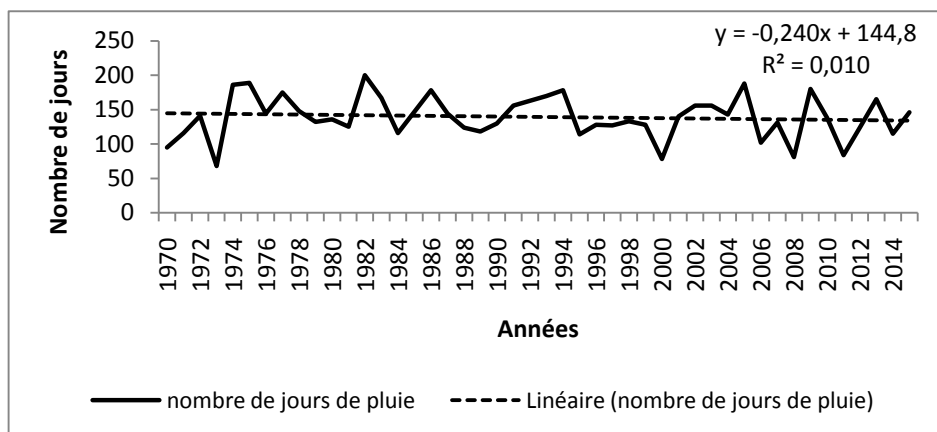


Figure 7 : Evolution interannuelle des longueurs des saisons pluvieuses entre 1970 et 2015

L'analyse de la figure 7 indique un raccourcissement des saisons pluvieuses dans le secteur d'étude. En effet, on note une tendance générale à la baisse du nombre de jours de pluie au cours des saisons pluvieuses. Les saisons pluvieuses deviennent de plus en plus courtes dans le secteur d'étude. Ces résultats sont conformes à ceux de AFFODOGO 2012 ; CHEDE, 2012 ; CODJO *et al.*, 2013, KOUMASSI, 2014 et CODJO, 2016.

Conséquences de la variabilité climatique sur les activités agricoles dans le bas-fond de Dokomey

Ces résultats confirment et complètent ceux obtenus par BROU, (2005). En effet, les analyses illustrent l'hétérogénéité de la dégradation des conditions pluviométriques et thermométriques dans la zone étudiée. Ces variations impactent par conséquent, aussi bien la durée des saisons culturales que le rendement des cultures (NOUFE *et al.*, 2011 et NOUFE *et al.*, 2016)

Accroissement des besoins en eau des cultures

Le volume d'eau nécessaire à la production végétale dépend des conditions du sol, de la variété des cultures, du vent et des températures. Une élévation de la température accompagnée d'un accroissement de la vitesse du vent n'est pas bénéfique pour les cultures.

La production prévisionnelle des périodes des fêtes est celle au cours de laquelle les besoins en eau des plantes sont importants.

Les mois agricoles d'après les enquêtés, ont vu leurs températures moyennes augmenter ces dernières années. Cette hausse de la température augmenterait la cadence d'évaporation, réduisant ainsi le niveau d'humidité disponible pour la croissance des plantes.

Il ressort de ces analyses que l'eau reste le facteur clé qui conditionne la production maraîchère. La situation agricole serait plus délicate dans les zones tropicales et on estime que globalement les rendements agricoles devraient baisser dans ces zones à cause de la fréquence des sécheresses et du stress hydrique. Selon les études de OGOUWALE (2006), les impacts des péjorations pluviométriques et de la hausse des températures sur les cultures se manifestent fréquemment par les stress hydriques et/ou thermiques.

Le bouleversement du calendrier agricole classique et augmentation des charges de production

La variabilité climatique a eu des conséquences sur le calendrier agricole classique. En effet, selon les producteurs interrogés, la grande saison des pluies

démarrait en mars, autrefois considéré comme début de la campagne agricole. Mais de nos jours, cette saison ne démarre qu'en avril ; situation confirmée par NOUFE *et al.*, 2011 ; NOUFE, 2012. Ce bouleversement du calendrier agricole classique est l'un des facteurs qui engendrent la baisse de la productivité de l'activité maraichère selon presque tous les enquêtés. Les producteurs estiment qu'ils sont dans l'imprévisibilité climatique. Les meilleures dates de semis semblent aujourd'hui méconnues, suite aux irrégularités observées ces dernières années. Cette situation oblige parfois les producteurs à reprendre certaines opérations culturales telles que le labour, le semis. De ce fait, la main d'œuvre est doublement payée pour la même opération, augmentant ainsi la charge de production.

Par ailleurs, les pluies abondantes, répétées et imprévisibles qui s'observent de plus en plus contribuent fortement au lessivage d'une bonne partie de ce qui est apporté aux cultures comme intrants. D'un côté, la pauvreté des sols en matière organique qui caractérise le milieu (les sols de plateau en particulier) ne permet pas une bonne fixation des cations apportés par la fumure minérale. De l'autre, les pesticides pulvérisés sur les feuilles de la plante sont fortement dilués, voire lavés. La prolifération des insectes nuisibles serait à craindre dans les champs de culture (FAO, 2007 ; GIEC, 2007). Ces deux facteurs conjugués exigent de nouveaux traitements et amendements. Ce qui augmente la charge de production au sein des exploitations.

Baisse de rendement des cultures

Tous les producteurs de la zone d'étude ont affirmé que les changements climatiques contribuent à la perte des récoltes et à la baisse des rendements des cultures. En effet, l'environnement de croissance et de développement des plantes est fortement perturbé ces dernières années et ne favorise plus une bonne production. Le climat n'étant pas le seul facteur déterminant le rendement, les autres déterminants du rendement (fertilité du sol, qualité des semences, maladies et ravageurs...) participent aussi fortement à cette

baisse des rendements perçue. Tous les enquêtés sont unanimes sur le fait que la production rizicole, très dépendante de l'eau, est essentiellement marquée par de grandes variations saisonnières qui provoquent d'énormes dégâts sur les cultures et par ricochet entraînent une baisse drastique des rendements.

Quelques stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans le bas-fond de Dokomey

Adaptation selon les saisons

Au cours des saisons (pluvieuse et sèche), certains riziculteurs du bas-fond mettent en œuvre des méthodes d'adaptation appliquées sur les mêmes parcelles qui sont utilisées pour les cultures pluviales et de contre-saison.

En saison pluvieuse, les méthodes d'adaptation des producteurs au changement climatique sont essentiellement :

- L'installation des pépinières en Avril à cause du décalage du démarrage de la saison des pluies : Cette approche permet non seulement d'assurer le développement complet du riz IR841 (cycle de 120 jours) et sa récolte en Juillet avant la survenance de la crue en Août. Ceux des producteurs qui installent les pépinières en Mai se font rattraper par la crue avec la destruction des cultures.

- Abandon de la production de décrue : Le tarissement précoce du bas-fond et l'absence d'une source d'eau pérenne oblige la quasi totalité des producteurs à abandonner la production en saison de décrue ou saison sèche.

- Utilisation des résidus de récolte : En saison sèche, pendant la décrue, les moyens d'adaptation de certains producteurs au changement climatique sont essentiellement constitués des résidus de récolte pour maintenir l'humidité du sol pendant la production.

Modification de la date de semis

La plupart des paysans enquêtés font les semis à partir du 15 du mois d'Avril (alors qu'il se faisait vers fin Mars autrefois) tandis que les 25% restants s'adonnent à des semis

allant de la dernière décade du mois de Mars à la première quinzaine du mois d'Avril. Ces derniers qualifient eux-mêmes leur semis de « semis à risque ». Les semis du mois d'Avril auraient une forte probabilité d'aboutir par rapport à ceux effectués de manière précoce en Mars. Cette perception est bien justifiée car le risque de faux départ des précipitations est très élevé durant le mois de Mars sur les vingt dernières années du fait que ce mois devient de plus en plus sec. La nature étant responsable de la venue ou non de la précipitation, les producteurs préparent le sol au début de la campagne agricole et attendent l'arrivée de la "dame pluie". Ainsi, le calendrier agricole classique serait en pleine phase d'abandon du fait de la forte variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie ; résultat confirmé par les travaux de OGOUWALE (2006).

Adoption des semences de variétés à cycle court

Pour faire face aux poches de sécheresse, au raccourcissement des périodes pluvieuses et à l'irrégularité des pluies, les producteurs font usage de semences de variétés à cycle court. Tenant compte des restrictions en ressources en eau, des besoins d'une culture en eau et de l'importance du déficit hydrique escompté, le choix variétal jouera un rôle très important surtout pour la notion de précocité de la variété choisie. C'est d'ailleurs l'une des raisons pour laquelle NAJLAOUI (2010) a affirmé que le choix variétal semble intéressant pour la durée

de cycle et permet de compenser l'augmentation de la température sur le raccourcissement de la phase de remplissage.

CONCLUSION

Le changement climatique n'est pas seulement constaté par les scientifiques, mais perçu aussi par les producteurs. Il ressort de la présente étude que la variabilité climatique dans la Commune d'Abomey-Calavi, s'illustre par beaucoup d'irrégularités dans les saisons (saison de pluies et saison sèche) ainsi que dans le déroulement des activités agricoles et le développement des cultures. Les travaux de recherche sur l'incidence des changements climatiques sur la culture du riz sont peu nombreux ou inexistantes. Pour faire face aux perturbations climatiques, les producteurs rizicoles initient plusieurs stratégies d'adaptation dont celle de conservation de l'humidité du sol pendant la campagne de production. En principe, ces diverses techniques doivent être associées à la recherche scientifique car les producteurs disposent également de peu de connaissance dans le choix des semences adaptées au stress hydrique. Partant, il importe que les techniques d'adaptation mises en place par les producteurs soient testées et analysées par les scientifiques dans le but de contribuer à la réduction de la vulnérabilité, à l'adaptation des sociétés et des écosystèmes au changement climatique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AFFO-DOGO A., 2012. Vulnérabilité et stratégies d'adaptation des agriculteurs dans la région des plateaux au Togo face au changement climatique : cas de la communauté rurale de Kpimé. *Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 81 p.*
2. 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 Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie. 428 p.*
3. AKPONIKPE I., 1999. Changements climatiques et impacts sur la production de maïs (*Zea mays*) au Sud-Bénin, *Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UNB, 126 p.*
4. AMOUSSOU E., CAMBERLIN P., PERARD J., 2008. Instabilité spatio-temporelle des régimes pluviométriques dans le bassin versant du Mono-Couffo (Afrique de l'Ouest)

de 1961 à 2000, *Centre de Recherche de Climatologie, Université de Bourgogne, Dijon, 80 p*

5. ATIDEGLA C. S., 2012. Rapport d'étude des techniques d'aménagement des bas-fonds d'Allada et d'Abomey-Calavi au Bénin. *Centre Régional pour la Promotion Agricole (CeRPA) Atlantique-Littoral, 35 p.*

6. BOKO M., 1988. Climat et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythme de développement. *Thèse d'Etat ès lettres, Dijon, 607 p.*

7. BOKO P., 2009. Tendances thermométriques au Bénin. *Mémoire de fin de formation, FLASH-UAC, 76 p.*

8. BOKONON-GANTA E., 1987. Les climats de la région du Golfe du Bénin. *Thèse de Doctorat du troisième cycle. Institut de Géographie, Université de Paris-Sorbonne, Paris, 248 p.*

9. BROU Y. T., 2005. Climat, mutations socioéconomiques et paysages en Côte d'Ivoire. *Mémoire de synthèse des activités scientifiques (H. D. R.). Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL) (France), 226 p.*

10. BUIHAND T. A., 1984. Tests for detecting a shift in the mean of hydrological time series. *Journal of Hydrology, 58, 51- 69.*

11. CHEDE F., 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 p.*

12. CODJO H., T., LAMODI F., AGBELESSI S., OGOUWALE R. et OGOUWALE E. 2013. Stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques dans la Commune de Pobè. *Actes du 26^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Cotonou, 164-169.*

13. DJIHINTO C., 1997. Contribution à l'Amélioration des Systèmes d'Aménagement et Mise en Valeur des Bas-fonds de Tchakalakou et de Kabakoudengou dans le département de l'Atacora. *Thèse d'Ingénieur Agronome, UAC/FSA/AGE, 152 p.*

14. FAO, 2007. Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: perspectives, framework and priorities. Rome 2007, 32 p

15. FAO, 2008. L'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique. *Ateliers régionaux. Syrte, Jamahiriya Arabe Lybienne, 15-17, Décembre 2008. www.sirtewaterandenergy.org/.../Regional-Workshops-Fr.pdf.*

16. GIEC, 2007. Résumé à l'intention des décideurs. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and Hanson C.E., (éds.). Bilan, 2007. Des changements climatiques: impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation. *Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 114 p.*

17. GIEC, 2007. Changements climatiques. *Rapport de synthèse, 103 p.*

18. GOLOGO H., 2007. Place à l'adaptation, le rôle des paysans mieux formés au Bénin.

19. IRDC-DFID. 4 p. (http://www.idrc.ca/fr/ev-118957-201-1-DO_TOPIC.html)

20. HOUNDENOU C., 2005. Recueil des informations existantes sur les effets néfastes des changements climatiques en République du Bénin, 75 p.

21. HOUNDENOU C., 1999. Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. *Université de Bourgogne Dijon, Thèse de Doctorat, 390 p.*

22. HOUNDENOU C., 1992. Variabilité pluviométrique et conséquences socio-économiques dans les plateaux du bas-Bénin (Afrique de l'Ouest). *Mémoire de DEA "Climats et contraintes climatiques". URA 909 du CNRS "Climatologie Tropicale". Université de Bourgogne. 2 volumes, Dijon, 90 p.*
23. IPCC, 2001. Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport Spécial sur l'Évaluation de la vulnérabilité en Afrique. *Island Press, Washington, 53 p.*
24. KOUMASSI D. H., 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.*
25. LUBES H., MASSON J.-M., SERVAL E., PARTUREL J.-E., KOUAME B., 1994. Caractérisation de fluctuations dans une série chronologique par l'application de tests statistiques, étude bibliographique. *Programme ICCARE, ORSTOM, rapport n°3, 21 p*
26. MAHE G., OLIVRY J.-C., 1995. Variation des précipitations et des écoulements en Afrique : Manifestations d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. In: Sustainability of Water Resources under Increasing Uncertainty. *Proceeding Rabat symposium April 1995 (ed. by Rosbjerg D., Boutayeb N., Gustard A., Kundzewicz)*
27. MAIRIE ABOMEY-CALAVI, 2012. Plan de développement communal, quinquennat 2012-2016, *125 p.*
28. MAIRIE D'ABOMEY-CALAVI, 2006. Onographie de la Commune d'Abomey-Calavi, *72 p.*
29. MEPN, 2008. Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA- Bénin). *Rapport de synthèse, Cotonou. 81 p.*
30. NAJLAOUI H., 2010. Impact du changement climatique sur la production d'orge dans la zone de BEJA au Nord-Ouest de la Tunisie. *European Scientific Journal, March 2015 edition vol.11, No.9 ISSN: 1857 – 7881, 1-19*
31. NOUFE D., KOUADIO Z. A., SORO G. E., WAYOU T. P., GOULA B. T. A., SAVANE I., 2016. Impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'igname en Zones Centre et Nord de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine, 27 (3), 241 - 255*
32. NOUFE D., 2012. Changement climatique et agriculture : cas de l'Est ivoirien. *Saarbrücken (Paf), <http://www.presses.academiques.com>. ISBN-13: 978-3-8381-8929 -1, 516 p.*
33. NOUFE D., LIDON B., MAHE G., SERVAT E., BROU Y. T., KOLI B. Z., CHALEARD J. L. 2011. Variabilité climatique et production de maïs en culture pluviale dans l'Est ivoirien. *Hydrological Sciences Journal, 56 (1), 152 - 167.*
34. OGOUWALÉ E., 2006. Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. *Thèse de Doctorat unique, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302 p.*
35. OLIVRY J. C., 1993. Evolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale. In l'eau, la terre et les hommes, hommage à René Frécaut Ed. Presses Universitaires de Nancy, 181-190.
36. PEREIRA DA VEIGA A. C., 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 p.*
37. PETTITT A.N., 1979. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem". *Journal of the Royal Statistical Society. 28(2), 126-135.*

38. SCHWARTZ D., 1995. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4^e édition Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.
39. SERVAT E., PATUREL J., KOUAME B., TRAVAGLIO M., OUEDRAOGO M., BOYER J., LUBES-NIEL H., FRITSCH J., MASSON J., MARIEU B., 1998. Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale, *IAHS Publication*, 323-338.
40. SIGHOMNOU D., 2004. Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau. *Thèse de doctorat d'Etat es sciences naturelles, Yaoundé, Université de Yaoundé I*, 291 p.
41. SCDA (Secteur Communal pour le Développement Agricole, Calavi), 2009. Rapport des travaux de zonage de la Commune d'Abomey-Calavi, 60 p.
42. UICN, 2000. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources
- Groupe d'experts des plaines d'inondation sahéniennes. Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéniennes. *UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni*. xii + 214 p.
43. VISSIN E. W., HOUNDENOU C., PERARD J., 2007. Sécheresse pluviométrique et tarissement dans le bassin de la Mékrou (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Actes du 10^{ème} Colloque de AIC, Cathage Tunis*, 568-573.
44. VISSIN E. W., 2007. Impact de la variabilité et de la dynamique des états de surface du bassin versant du fleuve Niger. *Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, CRC, Dijon*, 310 p.
45. VISSIN E., BOKO M., PERARD J., HOUNDENOU C., 2003. Recherche de rupture dans les séries pluviométriques et hydrologiques du bassin du fleuve Niger (Bénin, Afrique de l'ouest). *Publication de l'Association Internationale de Climatologie, Besansson, 15*, 368-376