

Perceptions des populations du bassin de l'Okpara à Kaboua des changements climatiques et stratégies d'adaptation

E. R. DOSSOU-YOVO^{1,*}, L. SINTONDI¹, M.K. SAVI³, A.B.P. CHABI⁴, D. AKOGOU², et E. AGBOSSOU²

¹Africa Rice Center, 01 B.P. 2551, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

²Laboratoire d'Hydraulique et de Maitrise de l'Eau, Institut National de l'Eau, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2819, Cotonou, Benin

³Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimation Forestières, Université d'AbomeyCalavi, 01 BP 2819, Cotonou, Benin

⁴Laboratoire Pierre Pagney: Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'AbomeyCalavi, 01 BP 2819, Cotonou, Benin

* **Auteur pour correspondance:** dossouyovoelliott@gmail.com

RÉSUMÉ

Les changements climatiques sévissent à l'échelle planétaire et viennent s'ajouter aux nombreux défis auxquels doit déjà faire face l'agriculture. Dans la communauté scientifique, ces changements sont surtout perçus en termes de réchauffement climatique. Cependant, il existe d'autres manifestations qui sont également remarquées dans le monde paysan. La présente étude est une contribution à une meilleure compréhension des perceptions des changements climatiques vécus et des stratégies d'adaptation développées par les producteurs du bassin de l'Okpara à Kaboua au Bénin. La méthodologie utilisée est basée sur une analyse de cohérence entre la perception des populations des changements climatiques et l'évolution des paramètres climatiques. Il ressort de cette étude que les producteurs du bassin de l'Okpara ont observé un décalage de la saison des pluies, un raccourcissement de la durée de cette saison, une diminution des hauteurs pluviométriques, une diminution du nombre de jours de pluies et une augmentation des températures. L'analyse des tendances thermométrique et pluviométrique aboutit aux mêmes conclusions que celles des populations locales à l'exception des hauteurs pluviométriques qui n'ont pas connu de variations significatives. Les producteurs du bassin ont développé plusieurs stratégies, variables selon leur niveau de prospérité socio-économique, pour réduire les effets des changements climatiques sur leur production. Un accompagnement des producteurs dans le développement d'une agriculture mécanisée doit être envisagé pour leur permettre d'installer les cultures pendant une durée plus courte. Des actions de promotion de l'agroforesterie, de l'aménagement des parcelles de cultures, de développement d'irrigation et de mise en place de mécanisme de subventions et d'assurance de risques climatiques sont également impérieuses.

Mots clés : perceptions endogènes, changements climatiques, stratégies d'adaptation.

ABSTRACT

Climate change is effective at global scale and is seriously threatening agricultural sector. Within the scientific community, these changes are often referred to as global warming. Nonetheless, other manifestations are perceived by farmers. This study is a contribution towards a better understanding of the perceptions of climate change and adaptive strategies developed by the rural population of the Okpara catchment at Kaboua. The method is based on comparison of data on rainfall and temperature with farmers' perceptions. From this study, it stood out that farmers of the Okpara catchment observed a shift in the rainy season, a shortening of its duration, a decrease in the annual rainfall, a decrease in the number of rainy days and an increase of temperatures. The analysis of the temperature and rainfall trends yields the

same conclusions as those of local populations, with the exception of the rainfall amount which did not show any significant interannual variations. The farmers in the basin have developed several strategies, varying with their level of socio-economic prosperity, to reduce the effects of climate change on their production. There is a need to support farmers in the mechanization of agriculture to set up crops during a shorter period of time and to promote agroforestry, land development, irrigation, subsidy mechanism and climate risk insurance.

Keywords: Population perception, climate change, adaptation strategies

INTRODUCTION

Les changements climatiques et leurs impacts sont désormais reconnus comme l'un des plus grands défis du monde, de ses peuples, de son environnement, et de ses économies (GIEC, 2007). A l'échelle planétaire, comme effets directs, les changements climatiques sont entrain d'induire une élévation de la température et une nouvelle répartition des précipitations (Bergonzini, 2004). Dans ce contexte global, l'Afrique et, très particulièrement l'Afrique subsaharienne apparaît comme la région du monde la plus exposée aux changements climatiques (FAO, 2008). Cette grande vulnérabilité de l'Afrique subsaharienne face aux changements climatiques est due à sa forte dépendance de l'agriculture et à sa capacité d'adaptation limitée qui tient au manque de ressources et de technologies (Daouda Hamani, 2007).

Dans ce contexte continental, le Bénin a connu une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées doublée d'une augmentation significative du nombre d'années sèches (Boko, 1988; Afouda, 1990; Houndénou, 1999; Vissin, 2007; Allé *et al.*, 2013). La baisse constatée de la pluviométrie a entraîné depuis les années 70 et 80 une modification de la végétation, accélérée par la pression anthropique. De telles modifications soulèvent des questions importantes pour le développement durable de toute la région, notamment pour ce qui concerne les ressources en eau et de surcroît la dégradation des terres et la sécurité alimentaire (Le Barbé *et al.*, 1993).

Le bassin de l'Okpara à Kaboua (9.461 Km² soit 8,24% de la superficie du Bénin), alimente environ 1.131.791 habitants (INSAE, 2013), soit

environ 11.3% de la population béninoise et huit communes sur les soixante dix sept (10,39%). Ce bassin est désavantagé par son hydrogéologie de type particulier ; ce qui accroît la difficulté d'accès à l'eau potable. C'est dans ce contexte déjà contraignant pour les populations du bassin de l'Okpara que s'ajoutent les changements climatiques qui seraient responsables de 20% de diminution de l'eau dans le monde (UNESCO, 2003) et qui entraînent déjà des modifications dans les caractéristiques des saisons pluvieuses (Aho *et al.*, 2006).

Il y a donc un risque et un sentiment d'incertitude, qui naît au niveau des producteurs en matière du respect des calendriers cultureux dont l'impact sur les rendements des cultures est élevé. L'accompagnement des populations locales dans l'adaptation aux changements climatiques nécessite une bonne compréhension des perceptions, des stratégies d'adaptation et leur prise en compte en vue de la proposition de stratégies plus efficaces. Cette étude vise à (i) analyser les perceptions des populations du bassin de l'Okpara des manifestations des changements climatiques, et à (ii) analyser les stratégies d'adaptation développées.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude. Le bassin versant de l'Okpara à l'exutoire de Kaboua est situé au Bénin entre 8 13' et 10 03' de latitude Nord et entre 2 31' et 3 25' de longitude Est. Il couvre les départements des Collines et du Borgou. Au sein de ces départements, diverses communes sont drainées par les eaux du bassin. Il s'agit de Bembèrèkè, de N'Dali, de Nikki, de Pèrèrè et de Parakou situées au Nord du bassin et de Tchaourou, de Ouèssè et de Savè

situées au Sud (Atlas monographique du Bénin, 2001). Le bassin versant de l'Okpara à l'exutoire de Kaboua a une superficie de 9.461 Km² soit 8,24% de la superficie totale du Bénin (114.763 Km²). Il couvre 20% de la superficie du bassin de l'Ouémé qui est le plus grand bassin du Bénin (Bossa *et al.*, 2012). La population du bassin est estimée à 1.131.791 habitants (INSAE, 2013), soit environ 11.3% de la population du Bénin. Au Sud du bassin, les groupes socio-culturels majoritaires sont Mahi et Idaasha. Les principales cultures pratiquées sont le maïs, l'arachide, l'igname et le manioc. La fabrication de charbon de bois est la principale activité secondaire des populations localisées au Sud du bassin. Par contre, au Nord du bassin, les groupes socio-culturels majoritaires sont Baatonu et Dendi. Les principales cultures sont le coton, le maïs, le sorgho et le niébé. L'élevage est la principale activité secondaire des populations localisées au Nord du bassin (Atlas monographique du Bénin, 2001).

Collecte des données. La collecte des données a été faite de Juin à Novembre 2010 en deux étapes: la phase exploratoire et la phase de recherche approfondie. Au cours de la phase exploratoire, les villages à enquêter ont été identifiés et l'échantillon de producteurs à enquêter a été défini. Des séances d'entretien ont été effectuées avec les responsables des Centres Communaux pour la Promotion Agricole pour identifier les villages à enquêter. Les critères du choix des villages sont: (i) village proche du cours d'eau Okpara, (ii) relief présente trois situations de toposéquence (haut de pente, versant et bas de pente), et (iii) principale activité de la population est l'agriculture. Ces critères ont été retenus dans le but d'appréhender les conséquences des changements climatiques sur l'agriculture dans le bassin de l'Okpara et les stratégies opérées par les producteurs; lesquelles stratégies peuvent varier selon que l'on se retrouve en situation de haut de pente ou de bas de pente. Sur la base de ces critères, les villages suivants ont été identifiés: Okoumfo dans la commune de Savè, Kilibo-Gare dans la commune de Ouèssè, Guinirou dans la commune de Tchaourou, Dagourou dans la commune de Parakou, Sanguilou dans la

commune de Pèrèrè, Cchein dans la commune de Nikki, Sakarou dans la commune de N'Dali et Ina dans la commune de Bembèrèkè.

Après l'identification des villages, la population opérationnelle et les unités d'observation ont été identifiées. La population opérationnelle est l'ensemble des chefs d'exploitation (CE) ayant au moins 40 ans d'âge dans les villages retenus. Le CE est le membre de l'exploitation qui a en charge sa gestion technique. Il peut donc être le chef de ménage ou non si l'exploitation se réduit au ménage. Les CE ont été considérés comme unité d'observation en partant de l'hypothèse qu'ils sont mieux placés pour relater les problèmes rencontrés dans leur exploitation et décrire les stratégies d'adaptation utilisées. La barrière d'âge (40 ans) s'explique par le fait que nous voudrions remonter à 30 ans en arrière pour analyser les faits liés aux changements climatiques. Un inventaire exhaustif des CE des villages retenus a été fait et des informations sur leur âge ont été collectées.

L'échantillonnage des enquêtés a été fait en prenant en compte la catégorisation des chefs d'exploitation. Trois focus groupes de 20 hommes en moyenne ont été constitués et deux focus groupes de 20 femmes en moyenne ont été réalisés pour identifier dans chaque village les critères de catégorisation des chefs d'exploitation. Dans les communes localisées au Sud du bassin (Savè, Ouèssè et Tchaourou), les critères de catégorisation retenus à la suite des focus groupes sont la superficie disponible et la possession d'anacarderaie. Le choix de la superficie disponible comme critère pour discriminer les CE se justifie par le fait que la superficie emblavée reflète le pouvoir économique du CE et lui confère un certain rang social dans la société puis influence son comportement d'adoption de technologies améliorées de production agricole (Agossou *et al.*, 2012; Hougbo, 2013). Le choix de la possession d'anacarderaie a été retenu à cause du fait que l'anacarde constitue une culture principale de rente dans les communes localisées au Sud du bassin d'étude (Yabi *et al.*, 2013). Dans les villages des communes de Parakou, de Pèrèrè,

Perceptions des populations du bassin de l'Okpara à Kaboua

de N'Dali, de Nikki et de Bembèrèkè, le critère de catégorisation des CE retenu à la suite des focus groupes est le nombre de charrues possédées et utilisées dans l'exploitation. Ce critère prend en compte la superficie emblavée car les producteurs qui utilisent plusieurs charrues exploitent des superficies plus élevées. Le nombre de charrues utilisées a été retenu car au nord du Bénin la charrue est un instrument de labour des parcelles et sa possession traduit un niveau de vie relativement élevé par rapport aux autres exploitants qui n'en possèdent pas.

Sur la base des critères retenus, trois catégories de CE ont été identifiées aussi bien dans les communes du Sud que celles du Nord du bassin. Au Sud du bassin, il s'agit de (1) les petits producteurs (PP) dont la superficie disponible est inférieure à 06 ha; (2) les producteurs moyens (PM) dont la superficie disponible est supérieure à 06 ha et ne possédant pas d'anacarderaie et (3) les grands producteurs (GP) dont la superficie disponible est supérieure à 06 ha et possédant d'anacarderaie. Au Nord du bassin, les trois catégories de producteurs identifiés présentent les caractéristiques suivantes: (1) les petits producteurs (PP) qui n'utilisent pas de charrue dans leur exploitation; (2) les producteurs moyens (PM) qui possèdent et utilisent une charrue dans leur exploitation et (3) les grands producteurs (GP) qui possèdent et utilisent au moins deux charrues dans leur exploitation. Au total, 310 petits producteurs, 400 producteurs moyens et 130 grands producteurs ont été identifiés dans les villages choisis. Considérant les moyens matériels et financiers disponibles, un taux de sondage (rapport entre la population à interviewer et la population totale de chaque catégorie) de 20% a été retenu; ce qui a conduit à un échantillon de 168 CE à enquêter dont 62 petits producteurs, 80 producteurs moyens et 26 grands producteurs dans toute la zone d'étude.

La phase d'étude approfondie a consisté en la collecte des données qualitatives à travers des entretiens structurés sur la base de questionnaires testés et corrigés au cours de la phase exploratoire. Les chefs d'exploitation (CE) enquêtés ont été choisis de façon aléatoire sur la liste des CE

ayant 40 ans et plus qui se retrouvent dans les différentes catégories. Au cours de la phase d'étude approfondie, les données ont été collectées sur la structure de l'exploitation (identification, composition, production végétale, production animale et main d'œuvre), sur les changements climatiques (perceptions, causes et conséquences) et les stratégies d'adaptation réalisées par les exploitants pour faire face aux changements climatiques.

Traitement des données. Les précipitations (nombre de jours de pluie et hauteurs pluviométriques) et les températures (minimales et maximales) sont les facteurs du climat qui ont fait objet d'analyse dans cette étude. Ces données ont été obtenues auprès de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et en Madagascar (ASCENA) de Cotonou, Bénin. L'analyse des facteurs climatiques a concerné la période 1978-2007. Pour une meilleure interprétation des perceptions des populations des changements climatiques survenus dans le bassin de l'Okpara, la période d'étude composée de 30 ans a été subdivisée en deux sous-périodes, chacune composée de 15 ans à savoir: la sous-période P_1 de 1978 à 1992 et la sous-période P_2 de 1993 à 2007. Le début et la fin de la saison des pluies au cours de chaque année de la période d'étude ont été déterminés suivant l'approche de Sivakumar *et al.* (1993) avec le logiciel INSAT. Selon Sivakumar *et al.* (1993), la saison pluvieuse débute lorsque les précipitations recueillies en 3 jours consécutifs constituent au moins 20 mm et quand aucune période de sécheresse de plus de 7 jours n'intervient au cours des 30 jours suivants. La fin de la saison correspond à la date suivie d'une sécheresse d'au moins 20 jours. La durée de la saison des pluies équivaut au nombre de jours entre le début et la fin de la saison. La méthode de Sivakumar *et al.* (1993) a été déjà utilisée au Bénin par Dimon (2008), Agossou (2008) et Codjia (2009) pour déterminer les caractéristiques des saisons agricoles respectivement dans les communes de Kandi et de Banikoara, de Savalou et de Glazoué, de Dangbo et d'Adjohoun. Le test t de Student a été utilisé pour comparer le début, la fin et la durée de la saison pluvieuse ainsi que le nombre de jours

de pluies des sous-périodes P_1 et P_2 . Ce test a été appliqué après s'être assuré que la distribution des variables au cours de chaque période était normale et que les variances de chaque variable au cours des deux périodes étaient comparables. Le seuil de probabilité de 5% a été considéré significatif. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée pour analyser les relations entre les stratégies développées et les différentes catégories de producteurs (Vergès, 2001).

RESULTATS ET DISCUSSION

Hauteur annuelle et nombre de jours de pluie

Perceptions des CE. Selon 88% des enquêtés, les hauteurs annuelles de pluie et le nombre annuel de jours de pluie ont diminué au cours de la période (1993-2007) comparativement à la période (1978-1992). Trente-trois pour cent des enquêtés ont remarqué une rupture précoce des pluies. En ce qui concerne son démarrage, 22% n'ont pas constaté de changement. Les ruptures de pluie au cours de la saison sont de plus en plus nombreuses ces quinze dernières années et ont entraîné des pertes de récolte. Les poches de sécheresse sont fréquemment observées en Juin, Juillet et Septembre selon 68% des personnes enquêtées.

Comparaison aux données des stations climatiques.

L'analyse des hauteurs de pluie (Tableau 1) montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les hauteurs de pluie des sous-périodes P_1 (1978-1992) et P_2 (1993-2007) dans les stations de Parakou, de Savè, de Bembèrèkè, de Tchaourou, de Nikki. A Ouèssè, la hauteur de pluie a significativement augmenté au seuil de probabilité de 5% au cours de la sous-période 1993-2007.

Le nombre de jours de pluie a significativement augmenté au cours de la sous-période 1993-2007 dans les communes de Bembèrèkè, de Ouèssè et de Tchaourou. A Nikki, le nombre de jours de pluie a significativement diminué. Dans les autres communes (Parakou et Savè), le test de Student n'a pas révélé de différence significative de ce paramètre entre les deux sous-périodes au seuil de 5% (Tableau 1).

Dates de début, de fin et durée de la saison des pluies

Perceptions des CE. Trente-six pourcent des enquêtés ont indiqué que les pluies se sont installées ces quinze dernières années dans la dernière décade du mois d'Avril plutôt qu'au cours du mois de Mars au Sud du bassin. Par contre au Nord du bassin, selon 48% des enquêtés, les pluies s'installent au cours du mois de Juin plutôt que dans la première décade du mois de Mai. De même, 88% des enquêtés ont indiqué que les pluies se concentrent sur une période de plus en plus courte ces quinze dernières années. Au Nord du bassin, la période pluvieuse qui s'étendait de Mai à Octobre (06 mois) est passée de Juin à la première moitié du mois d'Octobre (05 mois).

Comparaison aux données climatiques.

Un démarrage tardif de la saison a été observé dans les différentes stations à l'exception de la station de Parakou et une fin précoce de la saison des pluies a été observée à Bembèrèkè, à Nikki et à Tchaourou (tableau 2). Il en a résulté une réduction significative de la durée de la saison des pluies dans les communes de Bembèrèkè, de Nikki et de Tchaourou au seuil de 5% (Tableau 2).

Ces perturbations des saisons pluvieuses ont été également rapportées par d'autres chercheurs au Bénin. Dansi *et al.* (2013) et Allé *et al.* (2013) ont remarqué une tendance à la hausse des précipitations dans le département de l'Atacora au nord du Bénin et sur le plateau d'Allada au sud du Bénin, respectivement. Un raccourcissement de la saison pluvieuse a été, par contre, rapporté par de nombreux auteurs (Allé *et al.*, 2013; Vissin 2007).

Se référant aux perceptions des populations du bassin de l'Okpara des changements climatiques, l'évolution de la hauteur annuelle de pluie et du nombre annuel de jours de pluie n'ont pas été bien perçus par les populations agricoles du bassin. Par contre, le retard dans le démarrage de la saison des pluies et sa fin précoce ont été bien perçus par les populations du bassin. La mauvaise perception de la hauteur annuelle et du nombre annuel de jours de pluie par les populations du bassin de l'Okpara

Tableau 1. Moyennes comparées des hauteurs et des nombres annuels de jours de pluie au cours des sous-périodes P₁ (1978-1992) et P₂ (1993-2007)

STATIONS	HAUTEUR DE PLUIE (mm)			NOMBRE DE JOURS DE PLUIE (jour)		
	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P de t	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P de t
PARAKOU	1155±271	993±178	0,9	98±12	99±17	0,9
SAVE	1045±215	1114±217	0,4	97±11	100±15	0,4
BEMBEREKE	1063±244	1087±192	0,7	61±11	69±17	0,02*
NIKKI	1079±158	1074±146	0,9	63±10	54±14	0,02*
OUESSE	932±198	1130±237	0,02*	67±10	75±13	0,04*
TCHAOUROU	999±201	1090±187	0,2	60±11	81±15	0,03*

* significatif au seuil de 5%

Moy : Moyenne Sd: Standard de déviation

p: valeur p du test t de Student.

Source des données: ASCENA (2009)

Tableau 2. Moyennes comparées des dates du début, de fin et de durée de la saison des pluies au cours des sous-périodes P₁ (1978-1992) et P₂ (1993-2007)

STATIONS	DEBUT			FIN			DUREE		
	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P
PARAKOU	29-avr±14	04-mai±21	0,5	23-oct±14	21-oct±17	0,6	177±25	170±26	0,88
SAVE	14-avr±19	03-mai±24	0,03*	03-nov±10	07-nov±8	0,2	202±24	188±29	0,16
BEMBEREKE	08-mai±8	20-mai±12	0,04*	29-oct±7	13-oct±9	0,02*	174±13	146±21	0,01*
NIKKI	14-mai±9	27-mai±13	0,01*	22-oct±9	10-oct±11	0,02*	161±7	136±15	0,00*
OUESSE	15-avr±13	04-mai±16	0,01*	28-oct±11	02-nov±15	0,4	196±19	187±15	0,23
TCHAOUROU	20-avr±7	30-avr±12	0,02*	22-oct±8	10-oct±12	0,02*	185±6	163±13	0,03*

* significatif au seuil de 5%

Moy : Moyenne Sd : Standard de déviation

p : valeur p du test t de Student.

Source des données: ASCENA (2009)

pourrait s'expliquer par le fait que les perceptions des populations s'attardent plus souvent sur les événements climatiques extrêmes (inondations, sécheresse etc.) moins que sur les conditions normales (Ogouwalé, 2006 ; Dimon, 2008, Dansi *et al.*, 2013). Les populations du bassin de l'Okpara auraient gardé en mémoire les phénomènes climatiques extrêmes en particulier ceux des années 2005 et 2006 pendant lesquelles, le bassin a connu des hauteurs de pluie très faibles de même que des fréquences très faibles d'événements pluvieux. Les phénomènes climatiques de ces années auraient donc influencé la perception des populations, leur donnant ainsi l'impression d'une tendance à la baisse de la hauteur annuelle de pluie et du nombre annuel de jours de pluie. L'existence des poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse pourrait également donner l'impression d'une tendance à la baisse des hauteurs de pluie.

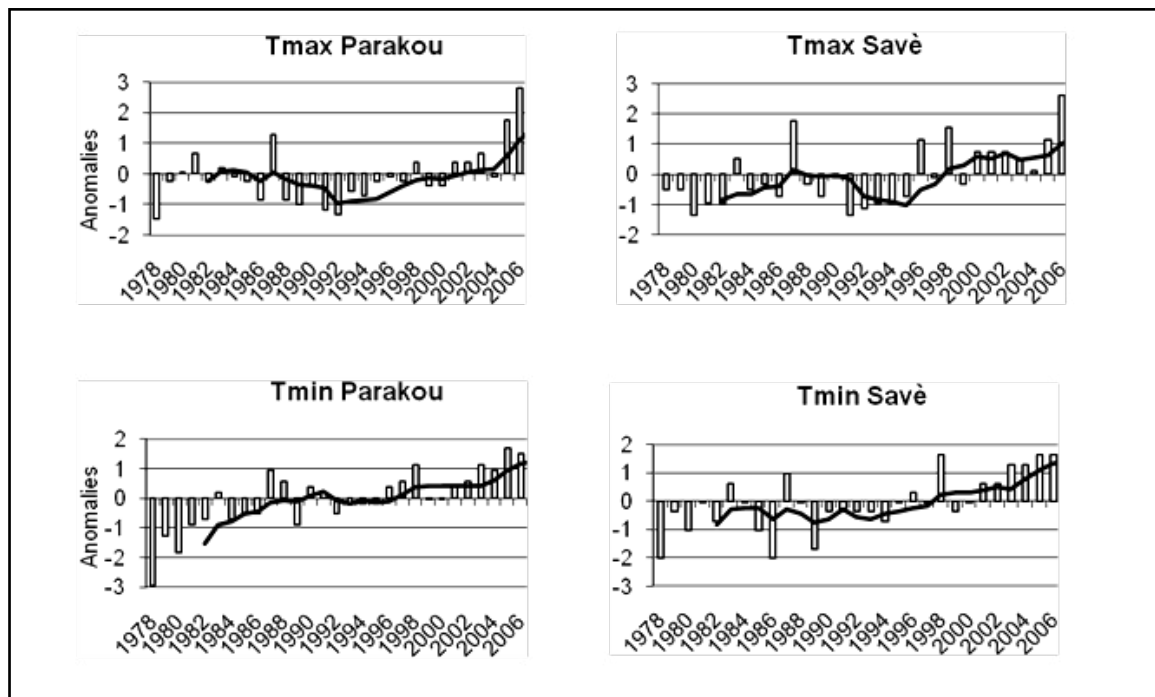
Tendances thermométriques

Perceptions des CE. Tous les enquêtés ont souligné une augmentation de la température durant la période (1993-2007) comparativement à la période (1978-1992) aussi bien durant la saison pluvieuse que la saison sèche.

Comparaison aux données climatique

L'étude des tendances thermométriques présentées à la figure 1 indique une hausse des températures maximales à partir des années 1992 à Parakou et à partir des années 1995 à Savè. Pour ce qui concerne les températures minimales, on constate une hausse à partir des années 1980 aussi bien à Parakou qu'à Savè.

Les moyennes des températures pour les périodes P_1 (1978-1992) et P_2 (1993-2007) indiquent une augmentation aussi bien de la température maximale que de celle minimale au seuil de 5% (Tableau 3). La température maximale a augmenté de 0,47 C à Parakou et de 0,51 C à Savè. La



Les barres représentent les anomalies et les traits représentent leurs moyennes mobiles sur cinq ans.
 Figure 1. Variabilité interannuelle de la température aux stations du bassin de l'Okpara (1978-2007)
 Source des données: ASCENA (2009)

Perceptions des populations du bassin de l'Okpara à Kaboua

température minimale quant-à-elle a augmenté de 0,34 C à Parakou et de 0,63 C à Savè au cours de la période 1993 à 2007 comparativement à la période 1978 à 1992. Cette augmentation des températures a été bien perçue par les populations du bassin.

Stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans le bassin de l'Okpara. Face aux conséquences des changements climatiques sur les moyens et les modes d'existence des populations rurales du bassin de l'Okpara, elles ont développé des stratégies pour continuer à tirer de leur milieu l'essentiel pour leur subsistance. Il s'agit de l'augmentation des emblavures (AE), les semis échelonnés (SE) et les semis répétés (SR), l'utilisation intensive des intrants agricoles (UII), les aménagements anti-érosifs (AAE), l'abandon des variétés à cycle long (AVCL) et l'utilisation des variétés à cycle court (UVCC), la modification de l'ordre de semis (MOS), l'abandon du calendrier

agricole empirique (ACA), la valorisation des bas-fonds (VB), l'installation des mares d'eau (IME), le déplacement des cultures (DC), l'exploitation de plusieurs unités de paysage (ESU) et la diversification des sources de revenu (DSR). La Figure 2 montre le positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation sur les deux axes d'une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). Le premier axe explique 94.18% et le second axe 5.82% de la variance totale de la base de données composée des catégories de producteurs et de leurs stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

L'analyse de la Figure 2 montre que les grands producteurs (GP) et les stratégies: VB, ESU, DC, AE, SE, UII, IME sont situés du même côté de l'axe 1. Par contre les petits et moyens producteurs (PP) et (PM) sont situés du côté opposé. Cela indique que la valorisation des bas-

Tableau 3. Moyennes comparées des températures au cours des sous-périodes P₁ (1978-1992) et P₂ (1993-2007)

STATIONS	TEMPERATURE MAXIMALE			TEMPERATURE MINIMALE		
	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P	Moy P ₁ ±Sd	Moy P ₂ ±Sd	P
PARAKOU	32,92±0,50	33,39±0,32	0,10	22,24±0,51	22,58±0,28	0,00*
SAVE	32,81±0,37	33,32±0,41	0,01*	21,18±0,26	21,81±0,27	0,00*

* significatif au seuil de 5%

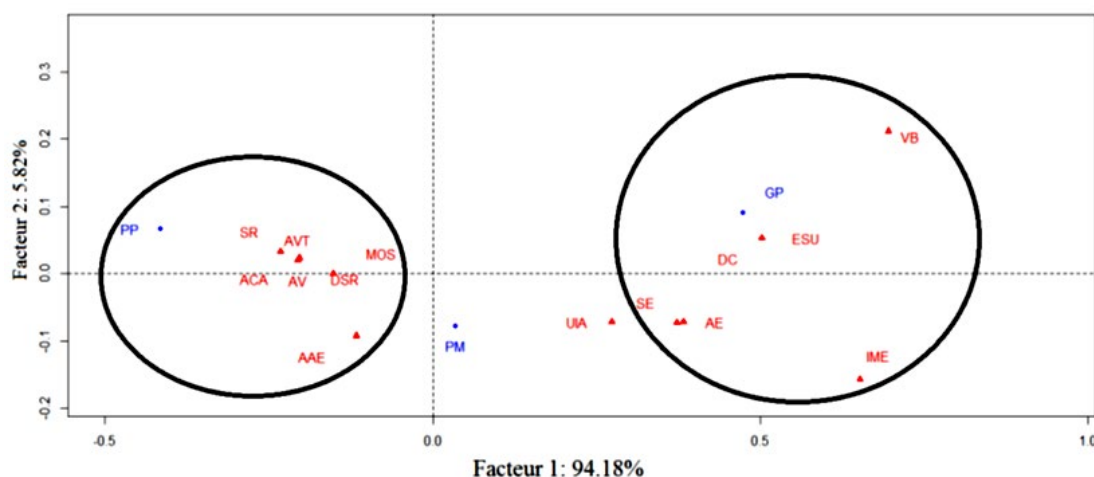


Figure 2. Positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur les deux axes d'une AFC

fonds (VB), l'exploitation simultanée des unités de paysage (ESU), le déplacement des cultures (DC), l'augmentation des emblavures (AE), les semis échelonnés (SE), l'utilisation intensive d'intrants (UII) et l'installation des mares d'eau (IME) sont des stratégies généralement utilisées par les grands producteurs pour s'adapter aux effets des changements climatiques. Par contre, ces stratégies ne sont souvent pas utilisées par les petits et les moyens producteurs. Ceux-ci diversifient plus leurs sources de revenu, font des semis répétés, abandonnent le calendrier agricole empirique, utilisent des variétés de culture à cycle court et modifient l'ordre de semis des cultures.

Le niveau de prospérité de l'exploitant apparaît donc comme un facteur déterminant de sa capacité à adopter certaines stratégies pour s'adapter aux effets du changement climatique. Les travaux de Gnganglè *et al.* (2011) abondent dans ce sens. Ces auteurs retiennent qu'au niveau local l'expérience des paysans en matière d'agriculture et les capacités des ménages à avoir accès au crédit et au marché, donc leur niveau de prospérité expliquent en partie les mesures adaptatives adoptées par ces derniers.

En ce qui concerne la superficie disponible, lorsqu'elle est élevée, elle favorise l'augmentation des emblavures, les semis échelonnés, le déplacement des cultures et l'exploitation de plusieurs unités de paysage. L'extension des emblavures permet aux producteurs de maintenir à un niveau acceptable la production agricole annuelle en dépit de la baisse des rendements. Les semis échelonnés pratiqués consistent à semer à différentes dates, la même culture sur des parcelles différentes. On enregistre des semis précoces, à bonne date et des semis tardifs. Le déplacement de cultures dont l'objectif est de limiter le stress hydrique au niveau de la culture consiste à changer d'unité de paysage à une culture donnée. Du fait que l'igname et le maïs souffrent de manque d'eau sur les parcelles situées en haut de pente, certains producteurs ont déplacé ces cultures vers les unités de bas de pente pour répondre à leurs besoins en eau. Ces mêmes cultures sont signalées

par Agossou *et al.* (2012). Leurs travaux révèlent qu'au centre du Bénin, l'igname est passée des unités de paysage de haut de pente vers celles de moyenne et de bas de pente pendant la grande saison des pluies. Il en est de même pour le maïs et le crinrin. Un phénomène de déplacement des champs d'igname vers les périphéries des bas-fonds est documenté par Dansi *et al.* (2013) dans le nord-ouest du Bénin.

L'exploitation simultanée d'unités de paysage consiste à exploiter plusieurs unités de paysage pour que dans n'importe quel cas de figure, le producteur puisse avoir une bonne récolte au niveau d'au moins une unité de paysage. L'installation des mares d'eau est une technique essentiellement développée par les agro-éleveurs pour faciliter l'abreuvement des bovins. Les stratégies adoptées par les grands producteurs nécessitent de grands moyens matériels et financiers dont les petits producteurs ne disposent pas.

En ce qui concerne les petits et les moyens producteurs, ils ont abandonné les variétés traditionnelles au profit des variétés à cycle court. De même pour garantir leur sécurité alimentaire, ils ont modifié l'ordre de semis, semant en première position le maïs puis le sorgho et le coton. En revanche, avant les quinze dernières années, c'était le coton qui était privilégié. Cette stratégie répond au principe de « sécurité avant tout » ou « sécurité d'abord » (safety first), développé par Roumasset *et al.* (1979) cité par Agbo (1991). Notons que la crise cotonnière est également à l'origine de la modification de cet ordre de semis. Ne disposant pas beaucoup de terres, les petits et les moyens producteurs font des semis répétés de la même variété de culture sur la même parcelle au cours de la saison culturale. En fait, lorsque les précipitations connaissent un début tardif ou un arrêt en phase de croissance, les cultures flétrissent particulièrement dans le cas d'une poche de sécheresse ou d'une rupture des pluies prolongée. A la reprise normale des pluies, les producteurs procèdent au "ressemis" qui consiste à un remplacement des plants flétris par d'autres semences. Cette pratique est observée

pour les cultures de maïs et de coton qui sont généralement installées dès les premières pluies. Cependant, Gnganglè *et al.* (2012) signalent la pratique du ressemis dans les parcs de karité au nord Bénin. Aussi, faut-il ajouter que les difficultés rencontrées par les producteurs à cause des changements climatiques les ont incités à diversifier leurs sources de revenus. La production de charbon (6% des CE), le commerce (31% des CE) et la conduite de taxi-moto (9% des CE) sont les activités non agricoles les plus développées. Enfin, les producteurs ont abandonné le calendrier agricole traditionnel et ont adopté un nouveau calendrier.

Les populations du bassin de l'Okpara ont ainsi développé plusieurs stratégies, variables selon leurs catégories, pour réduire les effets des changements climatiques sur leur vie. Toutefois, l'efficacité à long terme de certaines de ces stratégies mérite d'être relativisée. En effet, dans l'hypothèse que les changements climatiques entraîneront une diminution des réserves en eau du sol à cause de l'augmentation de l'évaporation et des températures, les bas-fonds pourraient s'assécher. Aussi d'autres contraintes pourraient freiner la valorisation des bas-fonds comme une stratégie d'adaptation aux changements climatiques. L'utilisation des intrants dans un tel écosystème favorisera la pollution des ressources naturelles et va induire des problèmes environnementaux et sanitaires. L'augmentation des emblavures quant-à-elle entraîne d'une part l'éloignement des champs des villages pour avoir une bonne et vaste étendue de terres et d'autre part une plus grande pression sur les ressources végétales. Dans ces conditions, les besoins en investissement pour le désherbage et le transport des récoltes sont accrus et il y a un risque de sahélisation progressive du bassin. Les semis échelonnés et répétés augmentent la demande en semences, le temps alloué pour les semis et rend impossible la réalisation de la récolte d'un seul trait; ce qui entraîne une main d'œuvre plus chère. En somme, les stratégies d'adaptation développées par les populations du bassin de l'Okpara leur permettent actuellement de tirer profit de l'activité agricole

malgré les changements climatiques. Mais elles présentent des contraintes qui pourraient à long terme démotiver les producteurs. La mécanisation de l'agriculture pour palier le problème d'accès à la main d'œuvre agricole s'avère impérieuse. L'aménagement hydro-agricole des parcelles de cultures et le développement de l'irrigation pour rendre l'agriculture moins dépendante du climat et réduire les risques liés aux changements climatiques sont à encourager. Aussi, la révision officielle du calendrier agricole doit être envisagée par les cadres compétents en la matière, notamment les chercheurs pour s'adapter aux modifications actuelles du climat. Finalement, la mise en place de mécanisme de subventions et d'assurance de risques climatiques s'avère impérieux.

CONCLUSION

Cette étude fait le point des perceptions des populations locales des changements climatiques et confronte ces perceptions avec les tendances générées par les données climatiques collectées dans les stations synoptiques et pluviométriques du bassin de l'Okpara à Kaboua. Les manifestations climatiques telles que connues des producteurs ont enregistré de profondes modifications leur lançant ainsi un nouveau défi, l'installation en un temps record des cultures de la saison des pluies. Les producteurs ont observé le décalage de la saison des pluies, un raccourcissement de la durée de cette saison, une diminution des hauteurs pluviométriques, une diminution du nombre de jours de pluies et une augmentation des températures. L'analyse des tendances thermométrique et pluviométrique aboutit aux mêmes conclusions que celles des populations locales. Plusieurs stratégies ont été développées par les producteurs pour faire face aux changements climatiques. Il s'agit de l'augmentation des emblavures, les semis échelonnés, les semis répétés, l'utilisation intensive des intrants agricoles, les aménagements anti-érosifs, l'abandon des variétés à cycle long, l'utilisation des variétés à cycle court, la modification de l'ordre de semis, l'abandon du calendrier agricole empirique, la valorisation des bas-fonds, l'installation des mares d'eau, le déplacement des cultures, l'exploitation de

plusieurs unités de paysage et la diversification des sources de revenu. Un accompagnement des producteurs dans le développement d'une agriculture mécanisée promouvant l'utilisation de charrues ou de tracteurs doit être envisagé pour leur permettre d'installer les cultures pendant une durée plus courte. Des actions de promotion de l'agroforesterie, de l'aménagement des parcelles de cultures, de développement d'irrigation et de mise en place de mécanisme de subventions et d'assurance de risques climatiques sont également impérieuses.

REMERCIEMENT

Cette étude a été financée par le projet ICT4D du Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI).

DECLARATION D'INTERETS DIVERGENTS

Les auteurs déclarent aucun conflit d'intérêts. Tous les auteurs ont donné leur avis favorable pour la soumission de cette version du manuscrit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Afouda, F. 1990. L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional: étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat nouveau régime, Univ. Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie. 428pp.
- Agbo, V. 1991. Civilisation et agriculture paysanne en pays Adja dans le Mono (Bénin): Rites, production, réduction des risques et gestion de l'incertitude. Thèse de Doctorat en Sociologie et Anthropologie. Université de Lille, France, 568 pp.
- Agossou, D. 2008. Perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs des communes de Glazoué et de Savalou au Centre du Bénin aux changements climatiques. Thèse d'ingénieur agronome, FSA-UAC. 132pp.
- Agossou, D., Tossou, R., Vissoh, P. et Agbossou, K.E. 2012. Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles Béninois. *African Crop Science Journal* 20 (2): 565-588.
- Aho, N., Ahloussou, E. et Agbahungba, G. 2006. Evaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Rapport de synthèse PANA –Benin / MEPN-PNUD Cotonou 52pp.
- Allé, U. C., Vissin, E. W., Vissoh, P. V., Guibert, H., Agbossou, E. K. et Afouda, A. 2013. Perceptions paysannes de la vulnérabilité climatique entre 1951 et 2010 au Sud du BENIN. XXVI^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie. 57-62pp.
- ASECNA Bénin. 2009. Agence pour la sécurité et la navigation en Afrique et à Madagascar, Données 326 météorologiques. 12pp.
- Atlas Monographique des communes du Bénin, 2001. Institut Géographique National, Cotonou.
- Bergonzini, J. P. 2004. Changements climatiques, désertification, diversité biologique et forêts, Nogent-sur-Marne, SILVA, Paris. 98pp.
- Boko, M. 1988. Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. CRC, URA 909 du CNRS, Univ. de Bourgogne, Dijon. 2 volumes. 601pp.
- Bossa, A.Y., Diekkrüger, B., Giertz, S., Steup, G., Sintondji, L.O., Agbossou, E.K. et Hiepe, C. 2012. Modeling the effects of crop patterns and management scenarios on N and P loads to surface water and groundwater in a semi-humid catchment (West Africa). *Agricultural Water Management* 115: 20-37.
- Codjia, O. 2009. Perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs des communes d'Adjohoun et de Aguégoués au Sud du Bénin aux changements climatiques. Thèse d'ingénieur agronome, FSA-UAC. 132 pp.
- Dansi, A., Loko, Y. L., Agré, A. P., Akpa, N., Dossou-Aminon, I., Assogba, P. et Sanni, A. 2013. Perceptions paysannes et impacts des changements climatiques sur la production et la diversité variétale de l'igname dans la zone aride du nord-ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7 (2): 672-695.

- Daouda Hamani, O. 2007. Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques: cas du département de Téra au Niger. Mémoire de Master en développement. Université Senghor, Département de l'environnement. Alexandrie, Egypte. 94pp.
- Dimon, R. 2008. Adaptation aux changements climatiques: perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles des communes de Kandi et de Banikoara au Nord du Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA-UAC. 132pp.
- 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. www.sirtewaterandenergy.org/.../Regional-Workshops-Fr.pdf.
- GIEC, 2007. Résumé à l'intention des décideurs. In: Parry, M. L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P. J. et 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.
- Gnanglè, P. C., Egah, J., Baco, M. H., Gbémavo, C. D., Glèlè Kakaï, R. et Sokpon, N. 2012. Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6 (1): 136-149.
- Gnanglè, C. P., Glèlè Kakaï, R., Assogbadjo, A. E., Vodounnon, S., Yabi, J. A. et Sokpon, N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie* 8: 27-40.
- Houndénou, 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 pp.
- Houngbo, E.N. 2013. Socio-économie du déclin de la production cotonnière au Bénin: cas du village Kodji (Centre Bénin). *Agronomie Africaine* 25 (2): 187-193.
- INSAE, 2013. Quatrième recensement général de la population et de l'habitation. Synthèse des résultats. INSAE, Cotonou, 33pp.
- IPCC, 2001. Incidences de l'évolution du climat dans les régions: Rapport Spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington. 53pp.
- Le Barbé, L., Alé, G., Millet, B., Texier, H. et Borel, Y. 1993. Monographie des ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. Paris, ORSTOM. 540pp.
- 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. 302pp.
- Sivakumar, M. V. K., Maidoukia, A. et Stern, R. D. 1993. Agroclimatologie de l'Afrique de l'Ouest: le Niger. Deuxième édition. Bulletin d'information n. 5. Patancheru, A. P. 502 324, Inde : Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides, et Niamey-Niger: Direction de la météorologie nationale du Niger. 116pp.
- UNESCO. 2003. Glossaire international d'hydrologie Paris. UNESCO. 61pp.
- Vergès, P. 2001. L'analyse des représentations sociales par questionnaires. *Revue de Sociologie Française* 42 (3): 537-561.
- 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. 310pp.
- Yabi, I., Yabi Biaou, F. et Dadeignon, S. 2015. Diversité des espèces végétales au sein des agro-forêts à base d'anacardier dans la commune de Savalou au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7 (2): 696-706.