

## **Stratégies d'adaptation des producteurs agricoles face à la variabilité climatique dans le domaine soudanien au Bénin**

Sylvie Sènadé HOUNZINME<sup>1\*</sup>, Oscar TEKA<sup>2</sup> et Madjidou OUMOROU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) Université Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009 Cotonou, Bénin*

<sup>2</sup> *Faculté des Sciences Agronomique (FSA) Université Abomey-Calavi (UAC), Bénin*

<sup>3</sup> *Ecole Nationale Supérieure d'Aménagement et de Gestion des Aires Protégées (ENSAGAP), Université de Parakou (UP), Bénin*

---

\* Correspondance, courriel : [sylvi2006oni@yahoo.fr](mailto:sylvi2006oni@yahoo.fr)

### **Résumé**

La présente étude a été conduite pour déterminer l'ampleur de la variabilité climatique et recenser les stratégies adoptées par les producteurs agricoles pour réduire les effets néfastes de cette variation dans quatre communes du domaine soudanien au Bénin. Pour ce faire, les données climatiques ont été soumises à des analyses et des entretiens structurés ont été effectués auprès de 240 producteurs agricoles dans les quatre Communes du milieu d'étude. Les questions des entretiens sont relatives à la perception des populations et aux différentes stratégies adoptées face à la variabilité climatique. Le traitement des données a consisté à l'analyse des tendances des données climatiques de 1963 à 2012 et une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) par rapport aux stratégies d'adaptation des producteurs aux effets néfastes de la variabilité climatique sur les rendements agricoles. Des résultats de l'analyse des séries climatiques, il apparaît une diminution de la hauteur de pluies et une augmentation de la température (minimale et maximale). Une variabilité climatique a été détectée et est caractérisée par une alternance de phases humides, normales et sèches. Les stratégies d'adaptation à la variabilité climatique des producteurs se résument au semis précoces et tardifs, au labour suivi de billons, à l'association de cultures, à l'utilisation de fumure organique, à la modification des dates de semis et l'adoption de variétés à cycle court. D'autres stratégies d'adaptation adoptées par certains producteurs concernent l'exécution de prière et les offrandes aux divinités. L'adaptation représente la principale mesure pratiquée par les producteurs pour réduire les effets pervers de la variabilité climatique.

**Mots-clés :** *variabilité climatique, stratégies d'adaptation, domaine soudanien, Bénin.*

### **Abstract**

**Climate change mitigation strategies by smallholders farmers of Sudanian area in Benin**

The present study was conducted to determine the extent of climate variability and identify strategies adopted by farmers to reduce the harmful effects of this variation in four district of Sudanese field in Benin. To do this, climate data were subjected to analysis and structured interviews were conducted with 240 farmers in four district of the study environment issues talks are related to the perception of populations and the different strategies adopted deal with climate variability. Data processing was to trend analysis of climate data from

1963 to 2012 and a Correspondence Analysis with respect to coping strategies of producers to the adverse effects of climate variability on agricultural yields. The results of the analysis of climate series, it appears a decrease in rainfall height and temperature increase (minimum and maximum). Climate variability has been detected and is characterized by alternating wet phases, normal and dry. Adaptation strategies to climate variability producers are summarized in the early and late sowing, plowing tracking logs, the association of crops with the use of organic manure, to changes in planting dates and adoption short cycle varieties. Other coping strategies adopted by some producers concern the execution of prayer and offerings to deities. Adaptation is the main measure used by producers to reduce the adverse effects of climate variability.

**Keywords :** *climate variability, adaptation strategies, Sudanese estate, Benin.*

## 1. Introduction

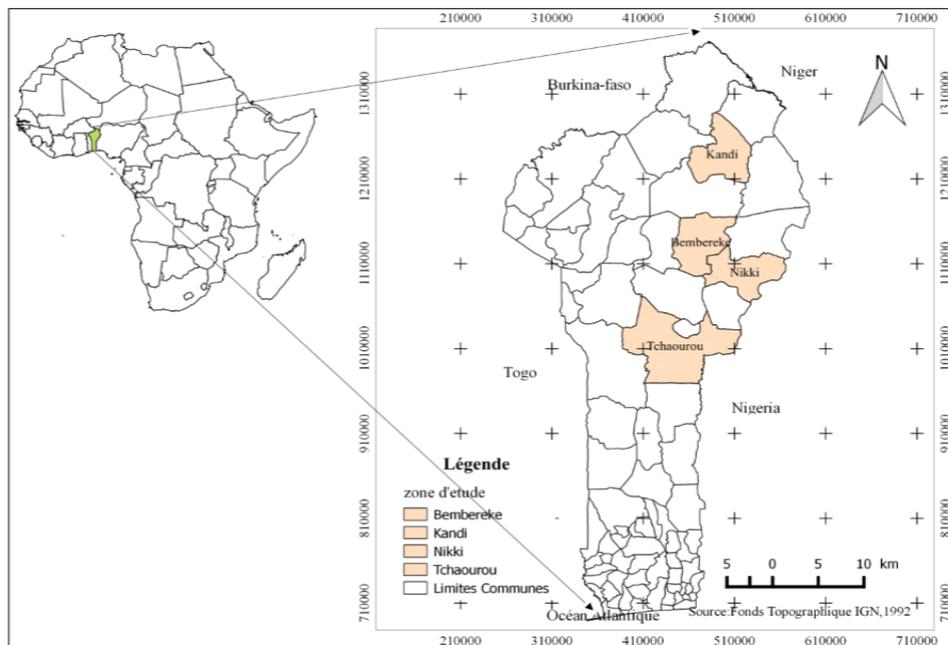
Les changements et variabilités climatiques sont une préoccupation majeure actuelle du monde [1]. L'impact de la variabilité climatique et des changements sur les communautés humaines et les écosystèmes est une réalité. La communauté scientifique en charge de ces questions au plan international a mis en exergue, au regard des informations disponibles et notamment à travers les travaux du rapport du panel intergouvernemental sur le changement climatique [2], les impacts présents et futurs des dérèglements climatiques sur la planète. Ces impacts toucheront tous les pays du monde, avec une ampleur variable selon les régions [3, 4]. En Afrique, la forte dépendance de la majorité de la population, des activités agricoles et pastorales tributaires de la pluviométrie du climat, justifie toute l'attention que les pouvoirs publics nationaux et la communauté internationale portent sur l'urgence à mettre en place des programmes pour réduire la vulnérabilité des populations pauvres, en particulier celles vivant en milieu rural [5]. La majorité de la population active des pays en Afrique subsaharienne dépend du secteur agricole qui lui procure plus de 90 % des moyens d'existence à savoir : revenus, alimentation, etc. [6]. En effet, 60 à 80 % des sociétés rurales d'Afrique au sud du Sahara sont considérées comme les plus vulnérables de la planète face aux variations climatiques [7, 8]. Aucune partie du continent africain n'est épargnée des effets de la variabilité et des changements climatiques [9].

Depuis plusieurs décennies, le Bénin, comme l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, connaît une aggravation de la variabilité climatique. Celle-ci se manifeste, en particulier, par une modification du régime des précipitations et par une diminution des hauteurs annuelles. Cette situation, qui en grande partie reste liée à la mauvaise répartition des hauteurs de pluies, engendre un retard dans l'exécution effective du calendrier agricole et la baisse de rendement [10]. On assiste à des poches de sécheresses avec une réduction de la durée de la saison agricole, une persistance des anomalies négatives, une hausse des températures minimales. Ainsi, les paramètres agro-climatiques présentent des particularités contraignantes pour l'agriculture et la foresterie [11]. Les conditions de production agricole sont rendues de plus en plus difficiles par les aléas climatiques [12, 13]. Dans ce climat d'incertitude et de menace sur les activités agricoles les producteurs développent d'une manière ou d'une autre des stratégies propres à eux pour assurer leur survie. Ces stratégies développées par les producteurs sont fonctions de la lecture qu'ils font de l'évolution du climat, de leurs perceptions des changements en cours. Le présent travail se propose d'étudier les modifications des régimes climatiques afin d'appréhender les stratégies d'adaptation des producteurs agricoles face aux effets néfastes de ces perturbations. Il s'est agi de détecter la variabilité climatique dans le milieu d'étude de 1963 à 2012, et de recenser les stratégies d'adaptation des producteurs agricoles face aux effets néfastes de la variabilité climatique.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Milieu d'étude

D'une superficie de 17196 km<sup>2</sup>, la zone d'étude est caractérisée par un climat de type soudanien avec une alternance de deux (02) saisons (une pluvieuse et une sèche). Cette zone englobe quatre Communes du Nord Bénin. Il s'agit des Communes de Tchaourou, de Nikki, de Bembèrèkè et de Kandi. La hauteur annuelle moyenne de pluie est de 1100 mm et la température est comprise entre 24°C et 34°C. Les sols rencontrés dans la zone d'étude sont de type ferrugineux tropical. Ce sont des sols ayant une profondeur plus ou moins importante; leur perméabilité et leur porosité sont généralement bonnes. La **Figure 1** présente la localisation des Communes où les travaux ont été conduits.



**Figure 1 : Localisation du milieu d'étude**

### 2-2. Méthodes de collecte des données

Ces quatre Communes ont été choisies parce qu'elles font partie des grandes communes productrices agricoles (produits vivriers) dans cette région septentrionale du pays. On y rencontre beaucoup de producteurs agricoles. Les données climatiques relatives à la hauteur de pluie, la température moyenne, l'humidité relative, etc. ont été collectées pour la période 1963 à 2012. Ces données ont été recueillies à l'ASCENA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne).

#### 2-2-1. Détection de la variabilité climatique

Pour réaliser ce travail, les données (hauteurs de pluies et température) ont été recueillies à l'ASECNA à Cotonou et dans les stations de Parakou et de Kandi. La période d'étude couvrant 50 ans a permis d'établir les différentes courbes et graphiques qui montrent les variations annuelles pluviométriques de même que les variations au niveau de la température (valeurs moyennes, minimales et maximales). Plusieurs approches ont été utilisées ; il s'agit du calcul de l'indice pluviométrique, l'indice thermique, le test de Pettitt, la méthode bayésienne de Lee & Heghinian, de même que le calcul de l'indice de concentration des précipitations (PCI).

✓ *Indice de Lamb des anomalies*

L'indice de Lamb des anomalies définis comme une variable centrée réduite a été calculé ; on l'exprime par l'**Équation** [14] :

$$I_P = (X_i - \bar{X})/\sigma \quad (1)$$

où,  $X_i$ ,  $\bar{X}$  et  $\sigma$  désignent respectivement la variable de l'année ;  $i$  la variable moyenne interannuelle sur la période considérée (1963 à 2012) et l'écart-type de la série de pluviométrie et de température.

✓ *Recherche de ruptures de stationnarité*

Pour déceler d'éventuels changements dans le régime pluviométrique ou des températures, des tests statistiques sont utilisés. Il s'agit des tests de détection des ruptures. Le test de Buishand et l'ellipse de Bois, la méthode non paramétrique de Pettitt, l'approche bayésienne de Lee et Heghinian et la méthode de Hubert [15]. Ces tests statistiques sont effectués grâce au logiciel Khronostat 1.01, mis au point par l'UMR Hydrosociétés de Montpellier.

- *Le test de Pettitt*

L'approche de Pettitt est un test non paramétrique qui dérive de celui de Mann-Whitney. Ce test a été souvent utilisé pour l'étude des variables hydrométéorologiques en Afrique [14 - 18] et dans le contexte béninois [19, 20]. L'absence de rupture dans la série ( $X_i$ ) de taille  $N$  constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant  $t$  compris entre 1 et  $N$ , les séries chronologiques ( $X_i$ )  $i = 1$  à  $t$  et  $t + 1$  à  $N$  appartiennent à la même population. La variable à tester est le maximum en valeur absolue de la variable  $U_{t,N}$  définie par

$$U_{t,N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N D_{ij} \quad (2)$$

où,  $D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$  avec  $\text{sgn}(Z) = 1$  si  $Z > 0$ ;  $0$  si  $Z = 0$  et  $-1$  si  $Z < 0$ .

- *La méthode bayésienne de Lee & Heghinian*

La méthode bayésienne de Lee & Heghinian [21, 22] est une approche paramétrique qui requiert une distribution normale des variables étudiées et fait l'hypothèse d'une rupture en moyenne à un instant inconnu. Elle est fondée sur le modèle suivant :

$$X_i = \mu + \varepsilon_i \text{ avec } \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, \tau \\ \mu + \delta + \varepsilon_i \text{ avec } i = 1, 2, 3, \dots, N \end{cases} \quad (3)$$

Les  $\varepsilon_i$  sont indépendants et normalement distribués, de moyenne nulle et de variance  $\sigma^2$ . La position de la rupture dans le temps et l'amplitude d'un changement éventuel de la moyenne sont représentées respectivement par  $\tau$  et  $\delta$ . Le changement éventuel, position et amplitude, correspond au mode des distributions "a posteriori" de  $\tau$  et  $\delta$ . Ainsi, cette méthode fournit la probabilité que le changement se produise au moment  $\tau$  dans une série où est supposé a priori qu'il y a effectivement un changement à un moment déterminé. Elle donne également une estimation de la probabilité que l'amplitude du changement ait la valeur  $\delta$ . La date de la rupture est estimée par le mode avec d'autant plus de précision que la dispersion de la distribution est faible et lorsque la distribution est unimodale.

- *L'Indice de Concentration Pluviométrique saisonnier*

L'Indice de Concentration Pluviométrique est calculé pour voir la répartition des précipitations au cours des cinquante ans que couvrent l'étude. L'Indice de Concentration Pluviométrique saisonnier (PCI) est défini comme suit :

$$PCI_{saisonnal} = 50 \times \frac{(\sum P_i^2)}{(\sum P_i)^2} \tag{4}$$

avec,  $P_i$  la pluviométrie moyenne mensuelle.

**Tableau 1 : Signification des PCI saisonnaux**

Valeur de $PCI_{saisonnal}$	Signification
$PCI_{saisonnal} \leq 10$	Pluies à distribution uniforme
$11 \leq PCI_{saisonnal} < 16$	Pluies à distribution modérée
$10 \leq PCI_{saisonnal} < 20$	Pluies à distribution irrégulière
$PCI_{saisonnal} \geq 20$	Pluies à distribution très irrégulière

Ainsi, selon [23], l'indice de concentration des précipitations permet de connaître la répartition des pluies. Pour faire face aux diverses difficultés engendrées par les perturbations climatiques observées dans leur commune, les producteurs font preuve de savoirs traditionnels appréciables. En Afrique et plus précisément au Bénin, le savoir traditionnel dépend fortement des différents groupes socioculturels. De ce fait, les producteurs interviewés sont regroupés suivant les principaux groupes socioculturels de la zone d'étude.

**2-2-2. Étude des stratégies d'adaptation**

Trois groupes socioculturels (Bariba, Dendi, Nago) sont majoritaires dans la zone d'étude. Un échantillonnage aléatoire de 60 producteurs agricoles dans chacune des Communes a été retenu pour cette étude. Au total, 240 producteurs agricoles ont été considérés et soumis à un questionnaire individuel. Les caractéristiques retenues sont entre autre : le sexe, l'âge et l'appartenance à un groupe socioculturel (**Tableau2**). Ainsi, après avoir rassemblé par groupes socioculturels et selon l'âge, pour mieux comprendre les stratégies adoptées par chaque producteurs, on a les catégories d'âges suivant : Jeunes producteurs  $X \leq 29$  ans, Producteurs adultes  $29 > X \geq 59$  et Vieux producteurs,  $X \geq 60$  ans. Aussi, il s'est agi de voir si l'âge influence le choix de la stratégie adoptée.

**Tableau 2 : Code utilisé pour les groupes socioculturels**

Codes : Catégorie socioculturelle	Codes : Catégorie socioculturelle
FJD = Femme Jeune Dendi	HAF = Hommes Adulte Fon
HAG = Homme Adulte Gando	HAN = Homme Adulte Nago
HJM = Homme Jeune Monkollé	HJB = Homme Jeune Bariba
FAB = Femme Adulte Bariba	HJD = Homme Jeune Dendi
FJB = Femme Jeune Bariba	HJG = Homme Jeune Gando;
FVB = Femme Vielle Bariba	HVB = Homme Vieux Bariba
HAA = Homme Adulte Adja	HVD = Homme Viel Dendi
HAB = Homme Adulte Bariba	HVM = Homme Viel Monkollé
HAD = Hommes Adulte Dendi	

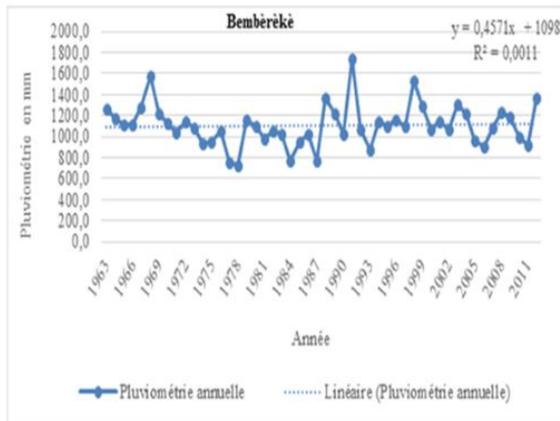
Pour chaque producteur interrogé, les stratégies d'adaptation ont été recensées et une matrice est établie. Les lignes de cette matrice correspondant aux catégories socioculturelles et les colonnes correspondent aux stratégies adoptées. Cette matrice a été soumise à une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) afin de décrire les relations existant entre les stratégies adoptées par les producteurs et les différents groupes socioculturels.

### 3. Résultats

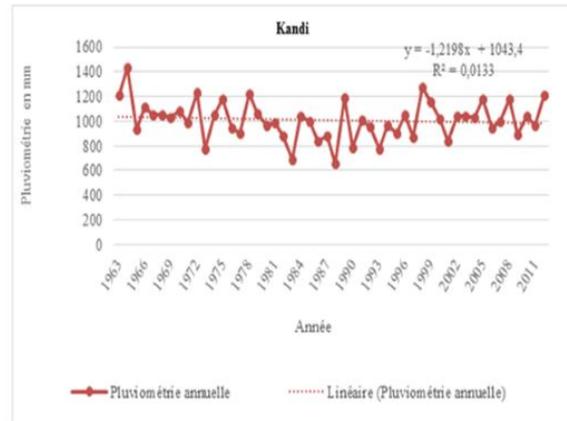
#### 3-1. Détection de la variabilité climatique

##### 3-1-1. Évolution des pluies

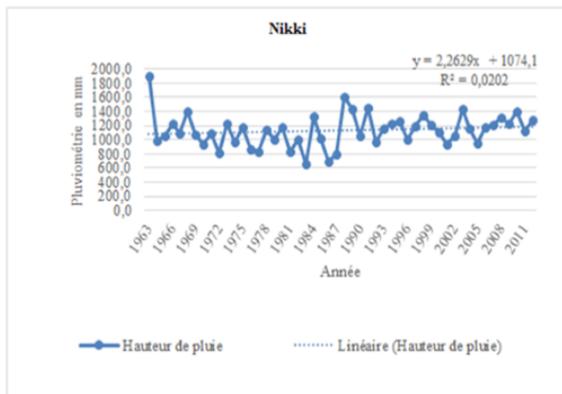
Les dernières décennies ont été caractérisées par des modifications du climat ainsi que les tendances de son évolution. La pluviométrie et les températures dans l'ensemble de la zone d'étude sont marquées par des fluctuations. Les *Figures 2.a 2.b, 2.c et 2.d* montrent l'évolution des cumuls pluviométriques annuels.



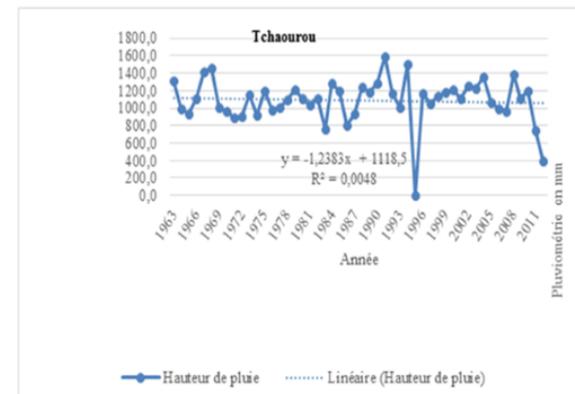
**Figure 2.a :** Évolution des cumuls pluviométrique annuels Bembèrèkè



**Figure 2.b :** Évolution des cumuls pluviométrique annuels Kandi



**Figure 2.c :** Évolution des cumuls pluviométrique annuels Nikki



**Figure 2.d :** Évolution des cumuls pluviométrique annuels Tchaourou

**Figure 2 :** Evolution des cumuls pluviométriques annuels

Les cumuls annuels des pluies des Communes de Kandi, de Tchaourou, de Bembèrèkè et de Nikki sont très fluctuants au cours des cinquante dernières années. Les moyennes annuelles varient d'une Commune à une autre. Ainsi on a une pluviométrie moyenne de 1098 mm pour Bembèrèkè, 1100 mm pour Tchaourou, 1014 mm pour Kandi et 1114,6 mm pour Nikki. Le calcul des anomalies à partir des moyennes a permis de mettre en évidence les tendances pluviométriques (*Figure 3*).

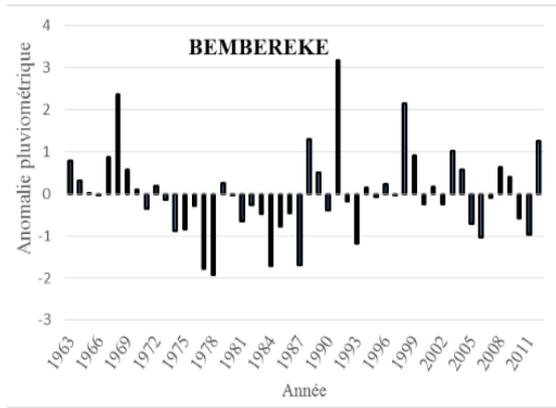


Figure 3.a : Indice d'anomalie pluviométrique de Bembèrèkè

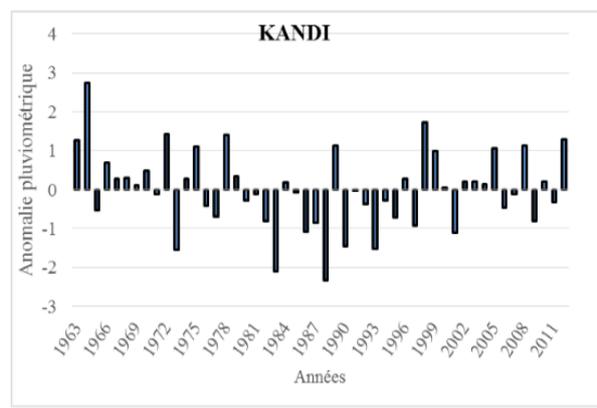


Figure 3.b : Indice d'anomalie pluviométrique de Kandi

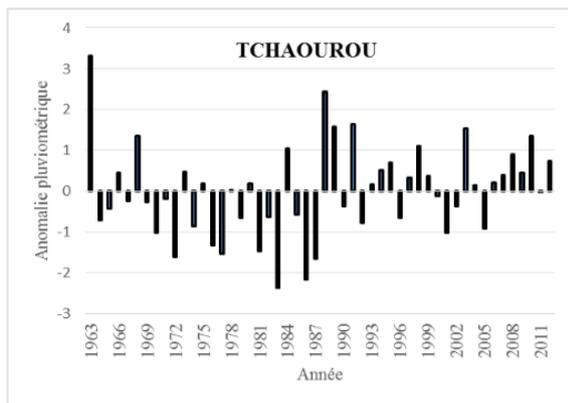


Figure 3.c : Indice d'anomalie pluviométrique de Tchaourou

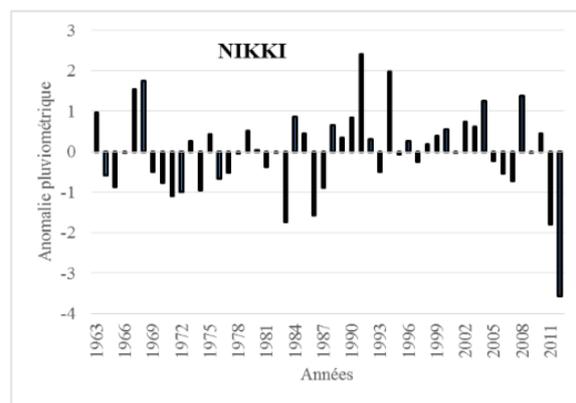


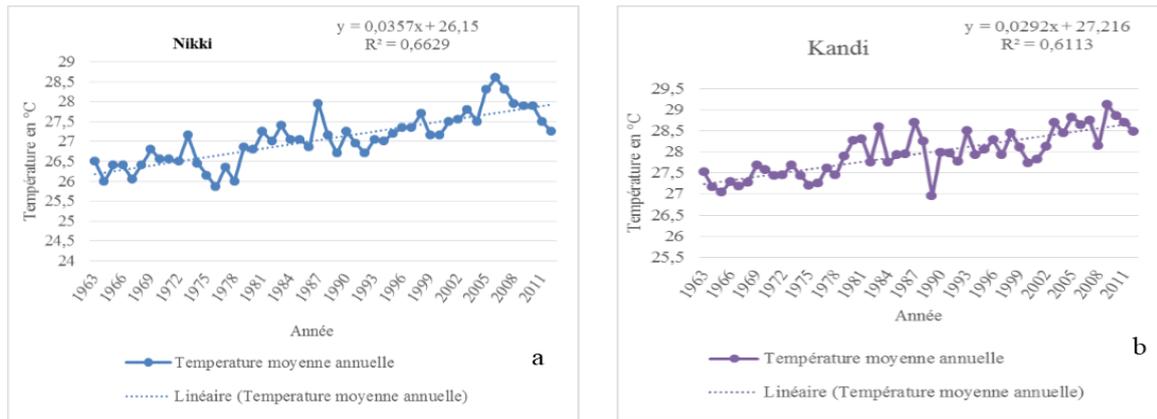
Figure 3.d : Indice d'anomalie pluviométrique de Nikki

Figure 3 : Indices d'anomalie pluviométrique

Cette tendance évolutive de la hauteur de pluie varie entre 1963 et 2012 dans toutes les Communes. Les variations interannuelles des précipitations sont donc importantes. Ainsi, on assiste à des périodes marquées des déficits pluviométriques et d'autres périodes humides comme l'indique le **Tableau 2**. Dans certaines Communes comme Kandi, Nikki et Tchaourou, on peut constater de courtes périodes de déficits et de courtes périodes humides, par contre, la Commune de Bembèrèkè a connu une longue période de déficit allant de 1964 à 1984. Il faut remarquer pour l'ensemble de la zone d'étude qu'il y a eu une alternance des années déficitaires et années excédentaires. Toutefois, il faut noter que sur les cinquante (50) années d'étude, il y a eu 28 années déficitaires contre 22 années excédentaires dans la commune de Kandi.

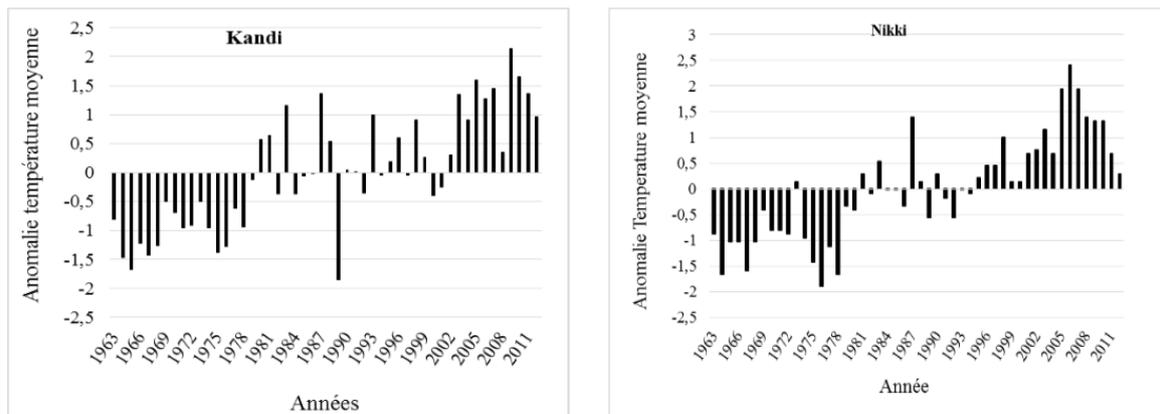
### 3-1-2. Évolution des températures

Les **Figures 4a et 4b** montrent les tendances évolutives des températures dans la zone d'étude. Les tendances observées à Nikki sont les mêmes que celles obtenues à Bembèrèkè et à Tchaourou.



**Figure 4 : Évolution température moyenne**

Le calcul des anomalies au niveau des températures a permis de réaliser la **Figure 5**.



**Figure 5 : Anomalie de température**

Les variations interannuelles des températures montrent qu'elles connaissent de fluctuations dans les quatre communes de notre milieu d'étude. Le calcul des anomalies des températures a permis de constater une alternance des années à séquence sèche et des années à séquence humide. Ainsi, pour la commune de Kandi sur les cinquante (50) années considérées dans le cadre de cette étude, on a eu 27 années à séquences sèche contre 23 années à séquences humides.

### 3-1-3. Étude de la répartition des pluies

Le **Tableau 3** présente la répartition des années selon la distribution des pluies par Commune.

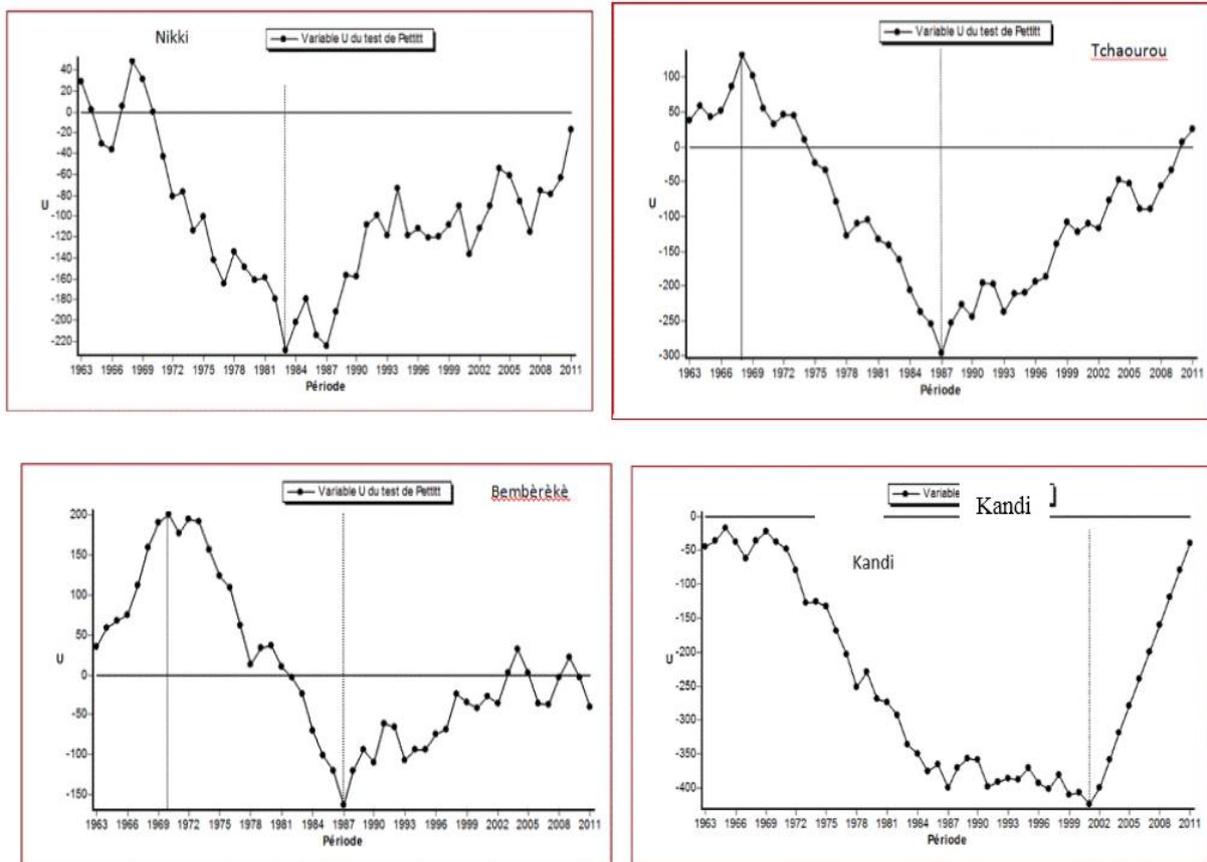
**Tableau 3 : Indices de Concentration des Précipitations (PCI) par Commune**

Communes	Années à pluies de distribution uniforme (PCI < 10)	Années à pluies de distribution modérée (PCI est compris entre [11 - 16[)
Bembèrèkè	37	13
Kandi	25	25
Nikki	40	10
Tchaourou	47	3

Le calcul d'indice de concentration des précipitations saisonnières de la période de 1963 à 2012, a permis d'obtenir des valeurs de PCI par année. Pour chaque Commune, la majorité des valeurs de PCI obtenue est inférieure à 10. On peut donc dire que la pluie a une distribution uniforme sur une grande période et dans toutes les Communes de la zone d'étude. Néanmoins, les valeurs de PCI par endroit sont supérieures à 11, donc la pluie a eu une distribution modérée. Ces valeurs sont surtout observées dans les Communes de Kandi de Bembèrèkè et de Nikki.

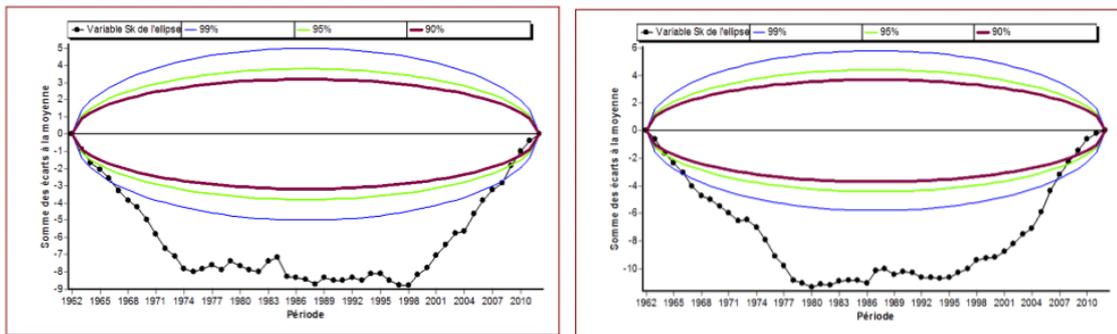
**3-1-4. Détection de ruptures de stationnarité dans les séries pluviométriques**

Le test de Pettitt et la méthode de bayésienne de [21] ont permis de mettre en évidence les ruptures sensibles dans les différentes communes. Ainsi de différentes **Figures** ont été obtenues.



**Figure 6 : Détection de rupture dans les précipitations**

Le test de Pettitt appliqué à la série pluviométrique (1963 - 2012) à Bembèrèkè montre des ruptures de stationnarité en 1970 et en 1987 ; ces ruptures sont significatives au seuil de 95 %. Le test de Lee et Heghinian met également en évidence une rupture située en 1970. Le test de Pettitt a permis d'observer une rupture dans l'évolution de la pluviométrie en 2001 à Kandi sur la série de 1963 - 2012. Cette rupture est significative au seuil de 95 %. Le test de Pettitt a permis d'observer une modification dans l'évolution de la pluviométrie à partir de 1983 à Nikki. Cette rupture est significative au seuil de 95 %. Le test de Pettitt a permis d'observer une rupture en 1968 et une autre en 1987 à Tchaourou. L'analyse des résultats révèle que ces observations sont en phase avec les variations pluviométriques dans la commune.



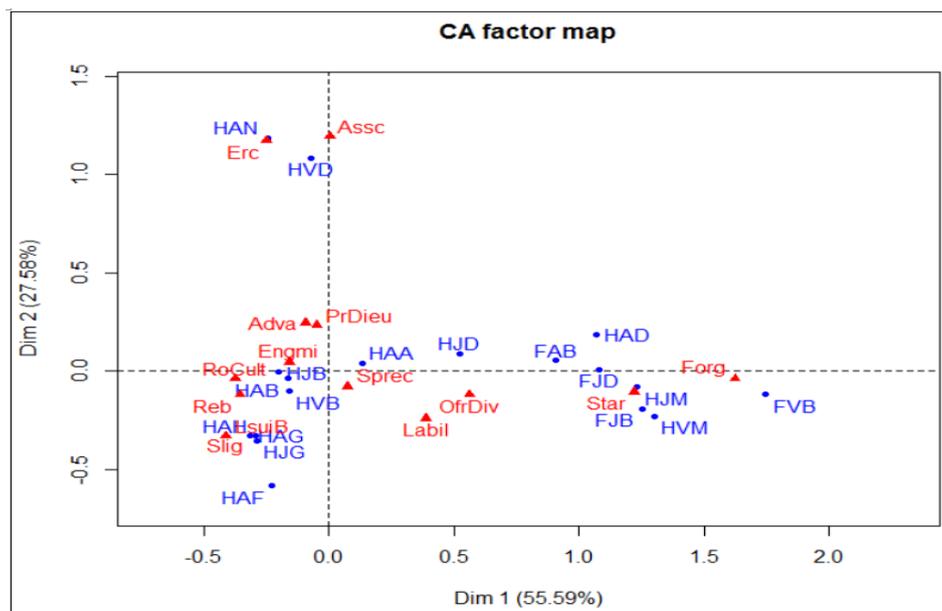
**Figure 7 : Détection de rupture dans les températures**

Les tests statistiques ont permis de mettre en évidence une tendance à la hausse des températures des différentes Communes au seuil de confiance de 99 %. Les températures ont connu dans l'ensemble, une élévation progressive depuis 1963 jusqu'en 1998. Depuis 1998 jusqu'en 2012, les températures se sont rehaussées progressivement et sont restées plus élevées avec un maximum de réchauffement en 2009. Une tendance à la hausse au seuil de 99 % et des ruptures en 1974 et 1998 ont été mises en évidence. Dans la série de Nikki, Tchaourou et Bembèrèkè, les températures ont connu une augmentation progressive depuis les années 60 jusqu'en 2007, ensuite elles baissent légèrement avant de se rehausser. Depuis 2001, les températures n'ont cessé d'augmenter. Une tendance à la hausse au seuil de 99 % et des ruptures en 1974 et 1998 ont été mises en évidence.

### 3-2. Stratégies d'adaptation des producteurs agricoles

#### 3-2-1. Identification des axes

De la **Figure 8** représentant l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), il en ressort que 83,17 % de la variation au sein des données est expliquée par les deux premiers facteurs (ou axes factoriels). Ce qui signifie que seulement 16,83 % de l'information initiale est perdue. Ces facteurs sont donc suffisants pour l'interprétation des corrélations qui existent entre les stratégies d'adaptation et les groupes socioculturels.



**Figure 8 : Représentation des groupes socioculturels et les stratégies d'adaptation proposées sur les axes 1 et 2 de l'AFC pour les producteurs agricoles**

*Légende : (Sémis précoce), Labill (Labour suivi de billons), Assc (Association de cultures), OfrDiv (Prière et ofrandesaux divinité), Forg (Fumure organique), Star (Sémis tardif), Mds (Modification des dates de sémis), PrDieu (Séances de prière), Adva (Adoption de variétés améliorées) et Engmi (Engrais minéraux)*

### **3-2-2. Modalités ayant contribué à la formation des axes et leur qualité de représentation**

En se basant sur la contribution partielle des modalités de chacun des deux facteurs étudiés, c'est-à-dire les stratégies et les groupes socio-culturels, certaines modalités ont été considérées pour l'interprétation des relations entre stratégies d'adaptation à la variabilité climatique et groupes socioculturels du milieu d'étude au Nord-Bénin. Il s'ensuit qu'en termes de stratégies d'adaptation, on note à travers le premier axe factoriel, une opposition de l'utilisation de la fumure organique, le labour avant les premières pluies et le semis tardif qui sont situés du côté des groupes ethniques Hommes Adultes Dendi, Homme Jeunes Monkonlé, Femme Adulte Bariba. Il faut aussi constater que les Hommes Adultes Bariba et Hommes Adultes Gando adoptent comme stratégies la rotation des cultures, le labour suivi de billon, le semis en ligne et l'utilisation de l'engrais minéral. Toutefois, par rapport aux groupes socio-culturels concernés on note une certaine convergence entre l'utilisation de la fumure organique et le semis tardif que le labour avant les premières pluies. Par rapport au second axe factoriel, on note d'une part une bonne convergence entre l'entretien des cultures et l'association des cultures qui sont des pratiques adoptés par les groupes socio-culturels Hommes Adultes nago et Hommes Vieux Dendi puis d'autre part les prières pour Dieu qui sont plus adoptées par les Hommes Jeunes Gando.

## **4. Discussion**

Les résultats de cette étude indiquent une forte variabilité climatique dans les différentes communes du milieu d'étude au cours de ces dernières années. Les grandes fluctuations pluviométriques et les tendances à la hausse des températures enregistrées prouvent qu'il y a variabilité climatique dans les départements du Borgou et de l'Alibori. Ces résultats corroborent avec les études réalisées dans la sous-région et au Bénin [14, 19, 24 - 28]. Pendant les cinquante années que couvre l'étude, les communes ont été affectées par des périodes de déficit de pluie très marquées. Ce résultat est en accord avec [29] qui estime que l'Afrique de l'Ouest a été caractérisée par une décroissance des totaux pluviométriques annuels, notamment au cours des décennies 1970 et 1980. Les températures inter-annuelles ont connu dans l'ensemble une élévation progressive. Cette augmentation légère de la température et les déficits pluviométriques enregistrés dans plusieurs communes dans les années 70 et 80 témoignent de la grande sécheresse qui a frappé tous les pays de l'Afrique de l'Ouest [30]. Des ruptures significatives ont été observées dans toutes les communes. Ces ruptures, significatives au seuil de 95 %, sont en phase avec celles détectées par des travaux antérieurs dans la région ouest africaine [31 - 33]. Pour faire face aux divers impacts engendrés par les perturbations climatiques observées dans leur Commune, les producteurs développent des techniques d'adaptation qui ne sont que des réponses aux conséquences afin d'assurer une production suffisante qui garantisse la sécurité alimentaire [34]. Ces communautés locales font donc preuve de savoirs traditionnels appréciables. C'est ainsi que [35] ont affirmé que le savoir traditionnel a joué au fil des temps un rôle significatif dans la résolution des problèmes y compris ceux liés à l'évolution de la variabilité du climat. Les populations adoptent des stratégies qui, selon elles, sont efficaces mais malheureusement à long terme participent à la dégradation des sols. C'est le cas de l'utilisation massive d'engrais et de pesticides pour améliorer les rendements agricoles.

## **5. Conclusion**

L'analyse de la variabilité climatique dans les départements du Borgou et de l'Alibori a permis de situer dans le temps, les perturbations climatiques. Ainsi on a constaté une baisse de la pluviosité et une hausse légère

de la température susceptible d'avoir des impacts sur la production agricole. Les producteurs sont donc affectés puisque leurs activités dépendent fortement du climat. Cette situation rend les producteurs très vulnérables. Heureusement, des stratégies sont développées par ces producteurs pour faire face à la dégradation accrue de leurs moyens d'existence. Ces stratégies sont, entre autres : Semis précoces et tardifs, labour suivi de billons, association de cultures, prière et offrandes aux divinités, l'utilisation de fumure organique, modification des dates de semis des Séances de prière et l'adoption de variétés améliorées. Les résultats obtenus confirment les hypothèses selon lesquelles les politiques et les actions en matière de prévention des effets néfastes de la variabilité climatique devraient prendre en compte les perceptions des communautés locales afin que les stratégies proposées soient en synergie avec les réalités du terrain.

### Références

- [1] - J. E. PATUREL, E. SERVAT, B. KOUAME, H. LUBES, J. M. MASSON, J. F. BOYER. M, TRAVAGLIO et M. MARIEU, Variabilité pluviométrique en Afrique humide le long du Golfe de Guinée, Approche régionale intégrée. Documents Techniques en Hydrologie, UNESCO, Paris Vol. 16 (1997) 1 - 31.
- [2] - GIEC, Résumé à l'intention des décideurs. Bilan 2007 des changements climatiques : Impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, (2007).
- [3] - S. BARRIOS, B. OUATTARA et E. STROBL, The impact of climatic change on agricultural production : Is it different for Africa. *Food Policy*, Vol. 33, N°4, (2008) 287 - 298.
- [4] - A. TARHULE, Climate Change Adaptation in Developing Countries : Beyond Rhetoric. *Climate Variability - Some Aspects, Challenges and Prospects*, (2011) 163 - 180.
- [5] - M. SALL, S. M. TALL, A. TANDIAN et A. A. SAMB, changements climatique, strategies d'adaptations et mobilitées. Evidence à partir de quatre sites au Senegal. Humman settlements Group, iied, (2011).
- [6] - FAO, Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries : Perspective, framework and priorities. Rome, (2007).
- [7] - J. W. HANSEN, Realizing the potential benefits of climate prediction to agriculture : issues, approaches, challenges. *Agricultural System*, 74 (2002) 309 - 330.
- [8] - B. BARBIER, H. YACOUBA, H. KARAMBIRI, M. ZOROMÉ et B. SOMÉ, Human vulnerability to climate variability in the Sahel : Farmer's adaptation strategies in Northern Burkina Faso. *Environmental Management*, 43 (2009) 790 - 803.
- [9] - S. ZAKARI, B. TENTE, H. AGOSSOU, I. YABI, I. TOKO IMOROU, T. TABOU, F. AFOUDA et B. N'BESSA, Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux mutations climatiques : analyse des perceptions et adaptations locales dans le bassin de la Sota à Malanville. *Afrique Science*, 11(3) (2015) 211 - 228.
- [10] - O. TEKA, L. G. OUESSOU, M. OUMOROU, J. VOGT et B. SINSIN, An assessment of climate variation risks on agricultural production : Perceptions and adaptation options in Benin. *International Journal of Climate Change Stratégies and Management*, 5 (2) (2013) 166 - 180.
- [11] - MEPN, Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA-Bénin). Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, Cotonou, Bénin, (2008) 81.
- [12] - T. CAQUET, Des systèmes innovants face au changement climatique, INRA Dept EFPA / MP ACCAF, *Science & Impact*. APCA-ADEME, Paris, France, (2014).
- [13] - A. CHANZY , G. MARTIN, N. COLBACH, M. GOSME, M. LAUNAY, C. LOYCE, A. METAY et S. NOVAK, Adaptation des cultures et des systèmes de culture au changement climatique et aux nouveaux usages, Institut National de la Recherche Agronomique, Centre de Recherche Val de Loi, Orléans, France. (2015) ([www.ea.inra.fr](http://www.ea.inra.fr)). Visité le (18 novembre 2016).

- [14] - E. SERVAT, J. E. PATUREL, H. LUBES NIEL, B. KOUAME, J. M. MASSON, M. TRAVAGLIO et B. MARIEU, De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne, *Revue des sciences de l'eau*, Vol. 12, N°2 (1999) 363 - 387.
- [15] - H. LUBES, J. M. MASSON, E. SERVAT, J. E. PATUREL, B. KOUAME et J. F. BOYER, Caractérisation de fluctuations dans une série chronologique par application des tests statistiques, études bibliographique. Programme ICCARE, ORSTOM rapport N°3, (1994) 21.
- [16] - A. AKA, H. LUBÈS, J. M. MASSON, E. SERVAT, J. E. PATUREL et B. KOUAMÉ, Analysis of the temporal variability of runoff in Ivory Coast : statistical approach and phenomena characterization. *Hydrol. Sci. J.*, 41 (6) (1996) 959 - 970.
- [17] - J. E. PATUREL, E. SERVAT, M. O. DELATTRE, H. LUBES, et J. M. FRITSCH, Etude des serie pluviométrique de longue durée en Afrique de l'ouest et centrale non sahelienne. In FRIEND 1997-Regional Hyrology : concepts and models for sustainnable Water resource Management (Proceedings of the Postojna, slovenia Conference, sptembre et Octobre 1997).IAHS Pub.,246 (1997) 249 - 255.
- [18] - S. ARDOIN-BARDIN, Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc, (2004) 240.
- [19] - C. HOUNDENOU, Variabilité climatique et maïsculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de Doctorat de géographie, UMR 585080, CNRS « climatologie de l'Espace Tropical », Université de Bourgogne, Centre de Recherche de Climatologie, Dijon, France, (1999) 341.
- [20] - E. W. VISSIN, Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Centre de Recherches de Climatologie CNRS - UMR, (2007) 5210, 286.
- [21] - A. F. S. LEE et S. M. HEGHINIAN, Ashift of the mean level in the sequence of independent normal random variables. A bayesian approach. *technometrics*, 19 (1977) 503-6.
- [22] - P. BRUNEAU et J. C. RASSAM, Application d'un modèle bayésien de détection de changements de moyennes dans une série, *Hydrol. Sci. J.* 28, (1983) 341 - 354.
- [23] - J. C. GONZALEZ-HIDALGO, M. BRUNETTI, et M. DE LUIS, A new tool for monthly precipitation analysis in Spain : MOPREDAS database (Monthly precipitation trends December 1945-November 2005), *Int. J. Climatol.*, doi:10.1002/joc.2115, (2011).
- [24] - E. SERVAT, J. E. PATUREL, B. KOUAME, M. TRAVAGLIO, M. OUEDRAOGO, J. F. BOYER, H. LUBES-NIEL, J. M. FRITSCH, J. M. MASSON et B. MARIEU, Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. in. Water Resources Variability in Africa during the XXth century, *IAHS Publications*, N°252, (1998) 323 - 337.
- [25] - J. P. BRIC, F. QUET BAMBA, G. MAHE, M. TOURE et J. C. OLIVRY, Variabilité des ressources en eau de l'Afrique Atlantique, *PHI-V*, 6 (1997) 83 - 95.
- [26] - K. HOUNKPE, Impacts des fluctuations climatiques et des activités anthropiques sur les écosystèmes de la plaine de l'Ôti (Togo). Thèse de Doctorat de Biologie de développement à la Faculté des sciences de l'Université de Lomé, Togo, (2013) 142.
- [27] - C. P. GNANGLE, R. GLELE KAKAÏ, A. E. ASSOGBADJO, S. VODOUNNON, J. A. YABI et N. SOKPON, Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, Vol. 8, (2011) 27 - 40.
- [28] - S. KATE, G. D. DAGBENONBAKIN, C. E. AGBANGBA, J. F. DE SOUZA, G. KPAGBIN, A. AZONTONDE, E. OGOUWALE, B. TENTE, B. SINSIN, Perception locale de la manifestation des changements climatique et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilités des sols dans la commune de Banikoara au nord-Bénin. *Journal of Applied biosciences*, (2014), 82 : 7418-7435, ISSN 1997-5902

- [29] - S. E. Nicholson, Long-term changes in African rainfall, *weather* 44, (1989) 47 - 56.
- [30] - P. HUBERT, G. P. CARBONNEL, et A. CHAUCHE, Segmentation des séries hydrométrique-Application à des séries de précipitations et de l'Afrique de l'Ouest. *Journal of hydrology*, 110 (1989) 349 - 367.
- [31] - P. CARBONNEL, Les Ostracodes, traceurs des variations hydrologiques dans les systèmes de transition eau douce-eau salée.- *Mémoires de la Société Géologique de France*, Paris, Vol. 144, (1982) 117 - 128.
- [32] - J. E. PATUREL, E. SERVAT, B. KOUAMÉ, H. LUBÈS-NIEL, M. OUEDRAOGO et L. M. MASSON, Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part II : an integrated regional approach. *J. Hydrol.*, 191 (1997) 16 - 36.
- [33] - A. A. AKA, H. LUBES, M. MASSON, E. SERVAT, J. E. PATUREL et B. KOUAME, Analyse de l'évolution temporelle des écoulements en Côte d'Ivoire. Approche statistique et caractérisation des phénomènes. In. PHI-V, Documents Techniques en Hydrologie 1, No. 16 UNESCO, (1997) 47 - 63.
- [34] - K. JB. VODOUNOU et Y. O. DOUBOGAN, « Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin », *Cybergeog : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 794, mis en ligne le 15 novembre 2016, consulté le 23 janvier 2017. URL : <http://cybergeog.revues.org/27836> ; DOI : 10.4000/cybergeog.27836
- [35] - B. A. GYAMPOH, S. AMISAH, M. IDINOBA et J. N'KEM, Utiliser le savoir traditionnel pour s'adapter aux changements climatiques dans le Ghana rural, (2009) 1 - 9.