

Perception de la variabilité climatique par les producteurs céréaliers de l'extrême nord Bénin

[Perception of climate variability by cereal producers in the far north of Benin]

Ibrahima Kpekpassi¹, Abdoul Ramane Abdoulaye², and Bonaventure Eustache Bokonon-Ganta³

¹Ecole Doctorale « Sciences Agronomiques et Eau », Benin

²Laboratoire des Géosciences de l'Environnement et de Cartographie, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université de Parakou, Parakou, Benin

³Enseignant-chercheur, Laboratoire de Climatologie et Ethnoclimatologie Tropicales (Labo ClimET-UP), Université de Parakou, Benin

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Climate change is putting significant pressure on agricultural activities. This chapter aims to analyze the perceptions of climate variability by cereal producers in the far north of Benin. To achieve this objective, meteorological data (temperature, precipitation and relative humidity) from the period 1970 to 2018, socio-demographic data and agricultural data were used. InStat + and SPSS software enabled the analysis of the agro-climatic parameters of the season and the survey data on the local perception of the populations, respectively, in the form of tables and graphs. The results of the work reveal that the grain producers in the study environment perceive climate variability. Rising temperatures (94.86%), flooding (67.19%) and drought (58.6%). The analysis of climatic risks (precipitation, temperature and humidity) confirms the perception of these producers. Indeed between 1970 and 2018, the trends in precipitation and temperature are on the rise with increasing humidity.

KEYWORDS: perception, climate variability, cereal producer, North Benin.

RESUME: Les changements climatiques exercent des pressions importantes sur les activités agricoles. Le présent chapitre vise à analyser les perceptions de la variabilité climatique par les producteurs céréaliers de l'extrême Nord Bénin. Pour atteindre cet objectif les données météorologiques (température, précipitation et humidité relative) de la période 1970 à 2018, les données sociodémographiques et les données agricoles ont été utilisées. Les logiciels InStat+ et SPSS, ont permis d'analyser respectivement les paramètres agro climatiques de la saison et les données d'enquête sur la perception locale des populations sous forme de tableaux et de graphiques. Les résultats des travaux révèlent que les producteurs céréaliers du milieu d'étude perçoivent la variabilité climatique. L'élévation des températures (94,86 %), les inondations (67,19 %) et la sécheresse (58,6 %). L'analyse des risques climatiques (précipitation, température et humidité) confirme la perception de ces producteurs. En effet entre 1970 et 2018, les tendances des précipitations et de température sont à la hausse avec une humidité croissante.

MOTS-CLEFS: perception, variabilité climatique, producteur céréalier, Nord-Bénin.

1 INTRODUCTION

Au cours des dernières années, tous les pays de la planète connaissent une sérieuse menace dont les effets néfastes impactent fortement leurs développements, il s'agit des Changements Climatiques (CC) encore connus sous l'appellation du

réchauffement climatique global. Les impacts des CC sont probables d'être plus importantes pour les pays plus dépendants des activités du secteur primaire, principalement à cause de l'augmentation des incertitudes en productivité des secteurs primaires (A. Wreford, *et al.*, 2010, cité par A. A. Dolo *et al.*, 2019, p. 311). L'analyse des paramètres pluviométriques et thermiques fait remarquer que la pluviométrie est en baisse avec des variations sur les hauteurs annuelles et de la longueur des saisons. Ces irrégularités pluviométriques couplées avec une hausse de la température de plus de 1°C affectant négativement l'agriculture qui demeure tributaire des conditions météorologiques (Léa Guèguè OUOROU YERIMA *et al.*, 2020, p. 83). Cela engendre également des stress hydriques et inondations des champs de cultures qui ont pour conséquence le dérèglement du calendrier agricole traditionnel, l'adoption de nouvelles techniques culturales et autres (R. Ogouwale, 2020, p. 162).

Le Bénin à l'instar des pays ouest africains a subi une baisse notable de précipitations entre 1965 et 2015. Il est inéluctablement prouvé que la variabilité de la pluviométrie dans son aspect spatio-temporel, a des répercussions sur les rendements agricoles et de ce fait, sur les conditions socio-économiques du paysan. Les résultats de simulation montrent que la région ouest-centrafricaine pourrait voir la longueur de la saison agricole diminuer (I. J. Etéka *et al.*, 2016, pp. 125-127). La commune d'Athiéme est sujette à de fortes variabilités ou à des changements selon les échelles de temps dont les conséquences restent néfastes pour le développement durable (K. H. Koudjéga, 2016, p. 51). De même, la commune de Ouèssè au Bénin, connaît des risques climatiques majeurs sont la sécheresse, la poche de sécheresse, l'excès pluviométrique, les vents violents et les attaques de rongeurs (H. Chabi *et al.*, 2016, pp. 76-78). Les risques climatiques sont de véritables menaces au développement agricole dans les pays en développement.

Par ailleurs, il s'avère de plus en plus que des résultats de recherche ne peuvent devenir des instruments d'aide à la décision que mis en relation avec la perception paysanne (savoir de sens commun) de ces changements climatiques et, en fonction de celle-ci, les réponses ou les stratégies des (moyens mobilisés par acteurs pour atteindre un but) mises en œuvre pour en atténuer les effets (Y. Téléphore Brou *et al.*, 2005, p. 533). Le phénomène des changements climatiques est donc perçu non seulement par les scientifiques mais aussi par les populations. Les perceptions de ces population du phénomène sont le tarissement des points d'eau, l'insuffisance des ressources fourragères, la baisse des productions, la mortalité du cheptel, l'abondance des pluies, la transhumance des animaux, le retour prématuré des animaux des pâturages, le conflit entre agriculteurs et éleveurs et en fin l'augmentation du prix des aliments pour bétail (A. A. Dolo *et al.*, 2019, p. 320). Au Niger (commune de Filingé) le changement climatique est perçu par les paysans à travers la diminution de la pluviométrie et sa répartition inégale dans le temps, l'augmentation de la température, et des vents forts et sableux (H. Abdou *et al.*, 2020, p. 88). En outre, au Burkina Faso, les paysans perçoivent clairement les changements climatiques opérés au niveau des précipitations, de la température et du régime des vents. La baisse des précipitations, le dérèglement de la saison des pluies, l'irrégularité des pluies et la fréquence de poches de sécheresse relevées par les paysans constituent des manifestations scientifiquement acceptées de la crise climatique au Sahel (B. Diallo, 2010, p. 47).

2 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Localisé entre 2°00'16" et 3°36'21" de longitude Est et entre 10°55'00" et 12°00'6" de latitude Nord, le milieu d'étude regroupe les communes de Malanville, Kandi et Banikoara. Ces communes touchent deux zones agroécologiques du Bénin. Il s'agit pour la zone agroécologique 1-Malanville et la zone agroécologique 2-Kandi et Banikoara. Il s'étend sur une superficie totale de 11227,95 km² et est limitée au nord par la commune de Karimama et la République du Niger, à l'ouest par le département de l'Atacora et la République du Burkina-Faso, à l'est par la commune de Ségbana et la république du Nigéria et au sud par la commune de Gogounou. La figure 1 présente la situation géographique de la zone d'étude

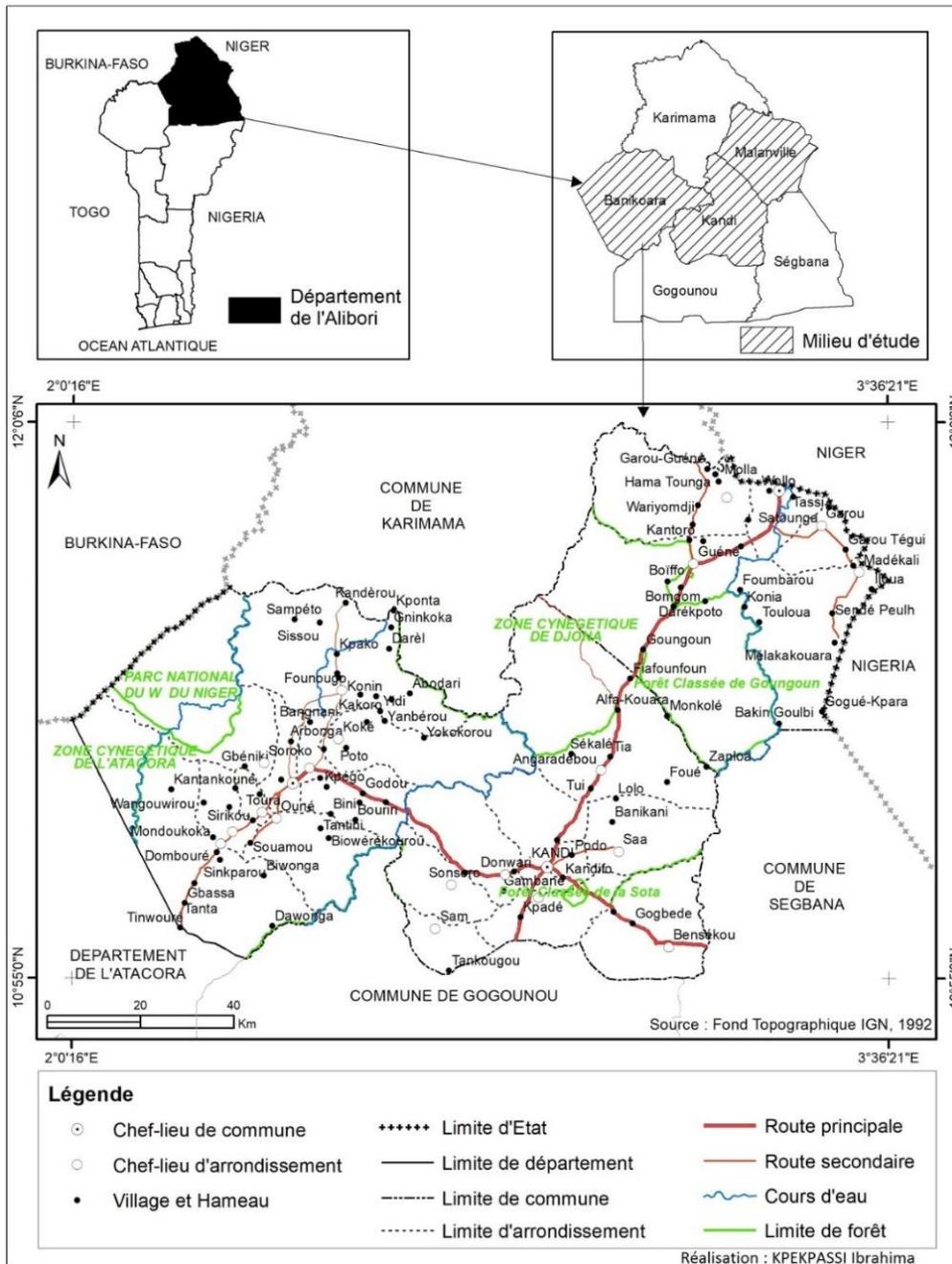


Fig. 1. Situation géographique du milieu d'étude

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 MATÉRIEL

3.1.1 DONNÉES

- **Données météorologiques journalières:** elles sont constituées des hauteurs de pluie et températures (minimales et maximale) et de l'humidité relative. Elles sont issues de l'Agence Nationale de la Météorologie (Météo-Bénin) à Cotonou. Les données à l'échelle de la zone d'étude sont collectées à l'aide des stations pluviométriques à Malanville et à Banikoara, puis à l'aide d'une station de référence à Kandi sur la période de 1970 à 2018. Cette série implique celle de 1971- 2000 retenues par GIEC et OMM (2007), comme la nouvelle référence en matière d'étude climatologique.

- **Données sociodémographiques:** elles sont issues des résultats des recensements de 2002 et 2013 des communes de Malanville, Kandi et Banikoara disponibles dans les archives de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE). Ces données ont permis d'avoir l'effectif de la population ainsi que les actifs agricoles du secteur d'étude. Les informations qualitatives issues des investigations socio-anthropologiques sont collectées pour la plupart auprès des groupes cibles. Ces informations se rapportent aux informations sur la variabilité et les changements climatiques ainsi que les stratégies d'adaptation développée par les communautés de ce milieu d'étude.
- **Données agricoles:** Les données agricoles utilisées dans le cadre de cette étude sont constituées essentiellement des statistiques agricoles (superficie, production, rendement et le solde vivrier) sur la période 1995 - 2018. Ces données sont issues du fichier du MAEP et de la Direction Départementale de l'Alibori.

3.1.2 OUTILS DE COLLECTES DES DONNÉES

Les outils utilisés pour la conduite de cette étude sont énumérés ci-dessous:

- **Fiches d'enquête:** pour les enquêtes auprès des céréaliers et des cadres locaux. Les questions centrales **abordées sur ces fiches** sont relatives à la perception de la variabilité climatique par les producteurs céréaliers notamment sur l'évolution de la pluviométrie, des températures et des événements extrêmes.
- **Des engins à deux roues** ont été utilisés pour faciliter le déplacement des enquêteurs sur le terrain;
- Un **GPS** (Global Positioning System) pour prendre les coordonnées des lieux d'enquête.
- **Instat+ v3.36** (Stern *et al.*, 2006) a servi pour les calculs statistiques de données météorologiques. **Instat+** est un logiciel d'analyse statistique de données agro climatologiques et un modèle de simulation agro météorologique. Il a permis de faire des analyses agro climatiques, notamment des analyses des facteurs clés de la saison agricole (date de début et de fin de la saison des pluies, longueur de la saison, et de la durée des séquences sèches).
- **SPSS** (Statistical Package for Social Sciences) version 13.0 a été utilisé pour le traitement des données d'enquête. C'est un logiciel spécialisé dans le traitement des données en vue d'analyses statistiques. Il lit les données, les traduit en format SPSS et exécute les opérations mathématiques et statistiques. Ce logiciel permet de présenter à la suite de l'analyse les résultats sous forme de tableaux et de graphiques.
- **Rclimindex** nous a permis de calculer certains indices climatiques.

3.2 MÉTHODES

3.2.1 RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Cette étape a été faite dans des centres et institutions de recherche, des structures dont les activités sont en rapport avec les objectifs de ce chapitre. Les thèses, mémoires articles et rapports ont été consultés au Laboratoire de Climatologie et Ethnoclimatologie tropicale (Labo ClimET), au Laboratoire des Géosciences de l'Environnement et de Cartographie (LaGECa), au centre de documentation de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), aux Facultés des Sciences Agronomiques (FSA) des universités de Parakou et d'Abomey

-Calavi. Des documents ont été également consultés à l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de l'université d'Abomey Calavi, à Ecole Doctorale « Sciences Agronomiques et de l'Eau », au Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), à l'Institut National de Recherches Agricoles au Bénin (INRAB), dans les Secteurs Communaux pour le Développement Agricole (SCDA) de Malanville, Kandi et Banikoara, à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), à l'Agence Nationale de la Météorologie (Météo Bénin). Les sites, liens et moteurs de recherche sur l'internet ayant trait au chapitre ont été consultés. La recherche documentaire a permis d'approfondir les connaissances sur les aspects clés de l'étude pour mieux appréhender les perceptions sur la variabilité climatique des producteurs agricoles. Ces différentes données ont été complétées par celles issues des investigations socio-anthropologiques.

3.2.2 ECHANTILLONNAGE

3.2.2.1 EFFECTIF DE L'ÉCHANTILLON

Les groupes cibles sont constitués des producteurs céréaliers, des cadres de la DDAEP, des Agences Territoriales pour le Développement de l'Agriculture (Pôle 2) des communes de Malanville, Kandi et Banikoara.

Les autres personnes ressources sont choisies en fonction de leur connaissance du domaine agricole et des relations climat-agriculture. Les informations recueillies ont permis d'apprécier les perceptions de la variabilité climatique des producteurs céréaliers. L'unité de sondage est le ménage agricole.

La taille de l'échantillon a été déterminée par la formule de SurveyMonkey (1999). Il a été défini à travers la formule:

Soit E la taille de l'échantillonnage :

$$E = \frac{\frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Avec N: la taille de la population; e: la marge d'erreur et Z: le cote, p: le niveau de confiance

La taille de la population agricole est de 251270, le niveau de confiance est de 95 %, la marge d'erreur est de 5 %. Le tableau I présente le bilan de la répartition de l'échantillonnage.

Tableau 1. Répartition de l'échantillon dans le secteur d'étude

Localités	Types d'exploitant agricole	Nombre total de ménages	Cadres locaux	Taux de personnes enquêtées (%)
Banikoara	94	94	29	37,15
Kandi	100	100		39,52
Malanville	59	59		23,32
TOTAL	253	253	29	100

Source: Enquête de terrain, Février 2020.

L'application de la formule a permis d'obtenir un effectif de 253 individus qui ont été soumis aux questionnaires. A ces ménages agricoles viennent s'ajouter les cadres locaux constituées des agents des associations d'agriculteurs, des cadres des ATDR et de la DDAEP.

Tous les arrondissements de chaque commune ont été pris en compte. La figure 2 présente répartition des personnes enquêtées dans le milieu d'étude.

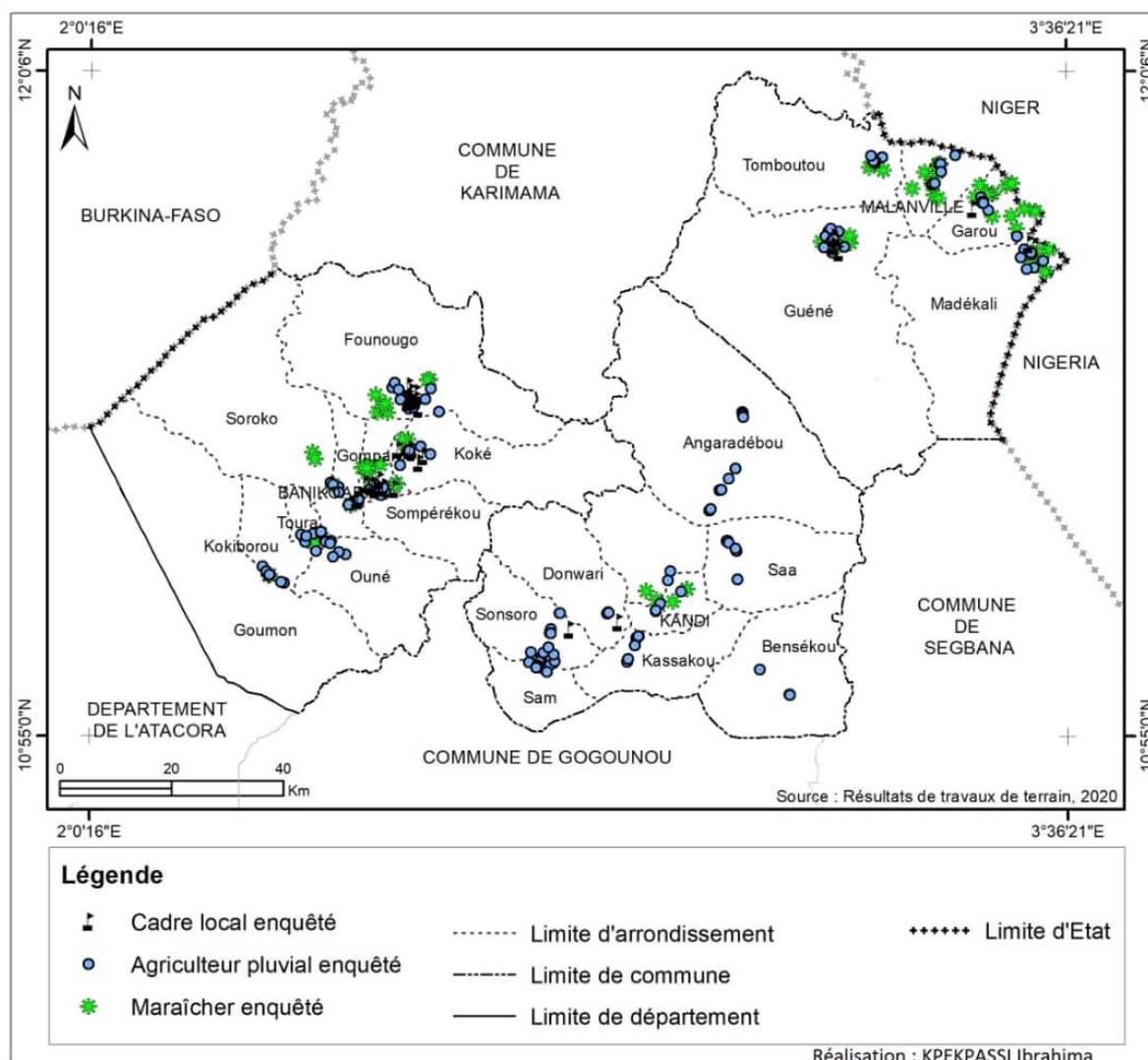


Fig. 2. Distribution des points d'enquête

De cette figure 2 on retient que les enquêtes ont été menées dans tous les arrondissements du milieu d'étude. La majorité des maraîchers enquêtés se trouvent dans la commune de Malanville.

3.2.2.2 CHOIX DE L'ÉCHANTILLON

La technique du choix raisonné a été utilisée pour l'identification des personnes interrogées. Dans chaque ménage, seul le chef ménage a été pris en compte. Les personnes choisies répondent à l'un des critères ci-après:

- Etre un agriculteur céréalier dans l'une des communes d'étude pour être conforme au sujet d'étude;
- Avoir au moins 25 ans, avec une expérience d'au moins 5 ans dans le domaine agricole. A cet âge, l'individu aurait vécu certaines expériences et qu'il est en mesure de les relater;
- Avoir vécu régulièrement dans le milieu d'étude au cours des dix dernières années. Ce critère est retenu parce que pour parler aisément des réalités d'un milieu, il faut y avoir vécu pendant un certain nombre d'années;

Nb: Ces critères ne sont pas cumulatifs. Il faut juste remplir au moins un des critères.

3.2.3 TECHNIQUE DE COLLECTE DES DONNÉES

Plusieurs techniques de collecte des données ont été utilisées dans le cadre de cette étude. Les entretiens directs, ou semi-directs, les diagnostics participatifs (focus group) et l'observation directe sont les principales techniques utilisées.

Les entretiens individuels avec les techniciens des ATDA, DDAEP et les associations de producteurs ont aidé à appréhender l'influence de la variabilité climatique sur les cultures céréalières du milieu d'étude. Ces entretiens ont été réalisés à l'aide d'un questionnaire élaboré à leur intention.

Le diagnostic participatif (focus group) a permis de compléter et de confronter les informations recueillies à l'aide du questionnaire. Il a été réalisé dans chaque localité retenue afin de comprendre l'influence des changements climatiques et les différentes perceptions des populations de ces localités

Les informations contenues dans les questionnaires ont été superposées et synthétisées. Les informations et données recueillies, à l'issue des échanges avec les populations, ont servi à analyser les différentes perceptions des producteurs. Les différentes informations qui ont été collectées à l'aide de ces outils et techniques ont été soumises aux traitements statistiques.

3.2.4 TRAITEMENT DES DONNÉES ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Le traitement des données collectées et l'analyse des résultats constituent la dernière phase de l'approche méthodologique utilisée dans ce travail.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Le traitement des données est fait par le dépouillement avec l'application mobile de collecte de données (KoBoToolBox). L'usage de cette application permet de dépouiller automatiquement les résultats d'enquête; la saisie et le traitement de textes; la réalisation de tableaux et de graphes et la réalisation des cartes, respectivement à partir des logiciels microsoft word et excel et du logiciel de cartographie ArcGIS 10.1. SPSS (Statistical Package for social sciences) est utilisé pour le traitement des données d'enquêtes.

C'est un logiciel spécialisé dans le traitement des données en vue d'analyse statistiques. Il lit les données, les traduit en format SPSS et exécute les opérations mathématiques et statistiques. Ce logiciel permet de présenter à la suite de l'analyse les résultats sous forme de tableaux et de graphiques.

Le tableur Excel a été utilisé pour agréger les données journalières en données mensuelles puis annuelles afin de les transformer en tableaux puis en graphiques. Il a été également utilisé pour calculer la moyenne des hauteurs de pluies, de températures et les statistiques agricoles suivant la formule:

$$X = \sum_{i=1}^n Xi / N \quad (P_1)$$

X = la moyenne arithmétique; N = l'effectif total des modalités et Xi = modalité du caractère étudié.

TEST DE DÉTECTION DE RUPTURE DE PETTITT

Le test de détection de rupture de Pettitt (1979) dont l'hypothèse nulle consiste en l'instabilité dans l'égalité des moyennes de deux séries issues de la série initiale (Lawson-Body, 2002) a été utilisé pour déterminer l'année de rupture dans l'évolution des différents indices cités au seuil de signification $\alpha = 5\%$. Le principe du test du Pettitt est le suivant: Soit X_t , $t=1,2, \dots, n$ un élément de la série.

Soit $U_t = 2W_t - t(n+1)$ avec $W_t = \sum_{j=1}^t R_j$ ($j=1,2, \dots, t$); R_j étant le rang de l'élément X_t dans une série rangée par ordre croissant et U_t , l'indice du test. Pour les valeurs extrêmes UE des U_t , la valeur critique U_c au niveau de seuil α est donnée par la formule: $U_c = \text{Racine} [(n^3+n^2) (\log \alpha) / (-6)]$ avec $\alpha = 0,05$

Quand $|UE| > U_c$, la valeur t correspondante est l'estimation d'un point de changement brusque ou saut. La détection des moments probables de rupture dans les séries temporelles vise à vérifier la non stationnarité des séries pluviométriques et hydrométriques, et à valider l'hypothèse sur la baisse pluviométrique et hydrométrique, depuis la fin des années 70. Cette procédure de segmentation de Hubert (Hubert *et al.*, 1998), méthode statistique de U Buishand et procédure bayésienne de Lee et Heghinian. Cette analyse a été faite à partir du logiciel Khronostat 1.01.

4 RESULTATS

4.1 ANALYSE DE LA PERCEPTION DE LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE PAR LES PRODUCTEURS CÉRÉALIERS DE L'EXTRÊME NORD BÉNIN

Dans la zone d'étude les producteurs céréaliers sont unanimes sur le fait qu'il y a variabilité climatique. Mais ils perçoivent différemment les effets de cette variabilité climatiques.

4.1.1 PERCEPTION L'ÉLEVATION DE LA TEMPÉRATURE

La quasi-totalité des producteurs enquêtés attestent que la température devient de plus en plus élevée. La figure 3 présente la perception des producteurs sur l'élévation de la température.

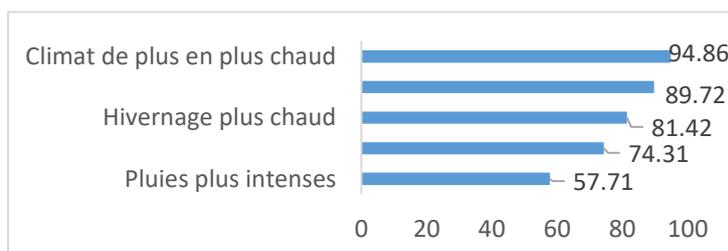


Fig. 3. Perception des agriculteurs pluviaux sur l'élévation de la température

Source: Enquêtes du terrain, 2020

D'après l'analyse des graphiques de la figure 3, presque tous les producteurs (94,86 %) ont affirmé qu'il fait de plus en plus chaud. De même la plupart (soit 89,72 %) pensent que les nuits sont de plus en plus chaudes. En outre ces producteurs affirment majoritairement que les hivernages et la saison froide sont de plus en plus chauds (soient 81,42 % et 74,31 % respectivement). Cette élévation de température augmente l'évaporation des ressources en eau du sol; ce qui contribue à la baisse de fertilité des sols.

Par ailleurs, les investigations de terrain ont révélé que 57,71 % des producteurs céréaliers enquêtés attestent que les pluies sont de plus en plus intenses avec des vents violents. Cette situation engendre les inondations observées dans la zone d'étude. Mais elle est plus remarquable dans la commune de Malanville que les deux autres communes (Banikoara et Kandi) à cause de l'installation de la population dans les berges et la production agricoles dans les lits des cours d'eau.

4.1.2 PERCEPTION SUR LA VARIATION DES SAISONS

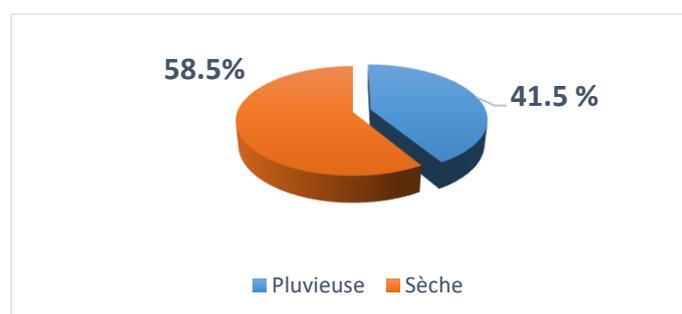


Fig. 4. Répartition des producteurs pluviaux selon le point de vue par rapport à la variabilité des saisons

Source: Données d'enquête, 2020.

De l'analyse de la figure 4, il ressort que plus de la moitié (58,6 %) de la population enquêtée affirment que les saisons sont de plus en sèches.

4.1.3 PERCEPTION SUR LA VARIABILITÉ DE LA PLUIE

Tableau 2. Répartition des producteurs selon leur point de vue par rapport à la variation des saisons

Communes	Les saisons sont-elles de plus en plus pluvieuse ou sèche? (Q9)		
	Pluvieuse	Sèche	Total
Banikoara	37	57	94
Kandi	65	35	100
Malanville	3	56	59
Total	105	148	253
Test Exact de Fisher; $p=0,000<0,01$			

Source: Données d'enquête, Février 2020.

Cependant le test Exact de Fisher réalisé entre cette variable et la variable « **commune** » des productions révèle que cette réponse est relative à chaque commune (test significatif; $p=0,000<0,01$).

La quasi-totalité des producteurs pluviaux (99,6 %) mentionnent que les pluies sont de plus en plus variables.

4.1.4 PERCEPTION DES PRODUCTEURS SUR LE NOMBRE DE SÉQUENCES SÈCHES

La perception des agriculteurs pluviaux de la zone d'étude en relation avec le nombre de séquences sèches et leur durée par ans est mentionnée sur le tableau III

Tableau 3. Nombre de séquences sèches et leur durée selon les producteurs pluviaux

Désignation	Durée moyenne des séquences sèches	
	Avant	Actuellement
Nombre de séquences sèches	29	41
Nombre de jours (jours)	18	27

Source: enquête de terrain, 2020

De l'analyse du tableau III on retient la durée des séquences sèches a augmenté dans l'ensemble du milieu d'étude. Elle est passée de 18 à 27 jours

4.1.5 PERCEPTION DES PRODUCTEURS SUR LES ÉVÈNEMENTS EXTRÊMES

Selon les producteurs pluviaux les évènements extrêmes deviennent de plus en plus fréquents, c'est ce qui donne la lecture de la figure 5.

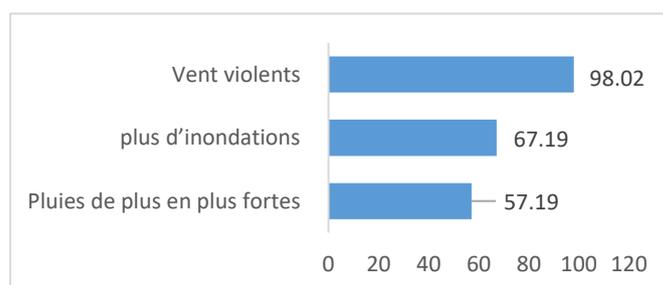


Fig. 5. Répartition des producteurs pluviaux par rapport aux questions relatives aux évènements extrêmes

Source: Données d'enquête, 2020

L'analyse de la figure 5 fait ressortir que plus de la moitié, soit 57,19 %, des producteurs enquêtés affirment que l'intensité des pluies est de plus en plus forte; 67,19 % pensent qu'il y a de plus en plus d'inondations et les 98,02 % pensent que les vents sont de plus en plus violents.

L'analyse des perceptions des variabilités climatiques vécus par les agriculteurs céréaliers décline les risques climatiques suivants: élévations des températures, inondations, sécheresse.

4.1.6 PERCEPTION DES PRODUCTEURS SELON LES SIGNES ANNONCIATEURS DU DÉBUT OU DE LA FIN DE LA SAISON DES PLUIES

Les producteurs céréaliers de Malanville, Kandi et Banikoara constatent le début ou la fin de la saison des pluies par les indicateurs ci-après:

4.1.6.1 INDICATEUR DU DÉBUT DE LA SAISON DE PLUIES

Les agriculteurs reconnaissent le début de la saison pluvieuse par les événements suivants:

- Le vent devient sec;
- La nature commence à être verdoyante;
- Les premières pluies tombent;
- Les oiseaux biotitingou;
- La chaleur s'intensification;
- Les hirondelles reviennent;
- Le mois d'avril tire à sa fin;
- Après un mois de grande chaleur;
- Après la récolte des noix d'anacarde;
- Le vent frais commence à souffler;
- Le calotropice procera perd ses fleurs;
- Le néré fleurit;
- Le manguier donne des fruits;
- L'oiseau coucou chante
- Le tonnerre gronde;
- Les oiseaux migrants passent
- Certains arbres commencent par perdre leurs feuilles;
- Les bas-fonds sont inondés.

4.1.6.2 INDICATEUR DE LA FIN DE LA SAISON DE PLUIES

Les agriculteurs reconnaissent la fin de la saison des pluies par les signes ci-après:

- La sécheresse apparaît;
- La dégénérescence des arbres;
- Les pluies s'arrêtent définitivement;
- Les oiseaux migrants vont en direction du niger;
- Les feuilles des arbres s'assèchent;
- Les feuilles des arbres disparaissent progressivement
- Les nuages disparaissent;
- Les eaux de pluies s'infiltrent plus rapidement;
- Le vent souffle vers l'ouest ou vers le nord;
- La chaleur diminue d'intensité;
- Le vent devient violent;
- Les oiseaux migrants prennent départ;
- Apparition de l'harmattan et du brouillard;
- Les tourbillons apparaissent;
- L'arc en ciel apparaît;
- Les oiseaux sicobi et tianko disparaissent;
- Le départ des hirondelles;

- La campagne du coton débute
- Un arbre appelé folobênin (en mokolé) commence par donner de fruits
- Le soleil augmente d'intensité;
- Le baobab perd ses feuilles;
- Il pleut les nuit;
- Les bas-fonds commence à s'assécher;
- Même si les nuages se concentrent, il n'y a pas de pluie,
- Apparition des termites à ailes à la lumière la nuit
- Le mois d'octobre tire à sa fin
- Non régénéscence des végétaux
- L'ouverture des capsules de coton
- Vent très violent avec pluie
- Fourrage deviens rare
- Les oiseaux pitinpkirou apparaissent;
- L'apparition des fourmis gousounontanhan.
- Saèbomkaho (oiseau qui n'aime pas l'eau) apparait
- La fraîcheur devient de plus en plus intense.

4.2 ANALYSE DES RISQUES CLIMATIQUES AUXQUELS SONT EXPOSÉS LES AGRICULTEURS PLUVIAUX ET MARAÎCHERS CÉRÉALIERS DU MILIEU D'ÉTUDE

L'analyse des risques climatiques est basée sur l'étude des paramètres: précipitation, température et humidité.

4.2.1 PRÉCIPITATION

La figure 6 présente le régime pluviométrique du milieu d'étude.

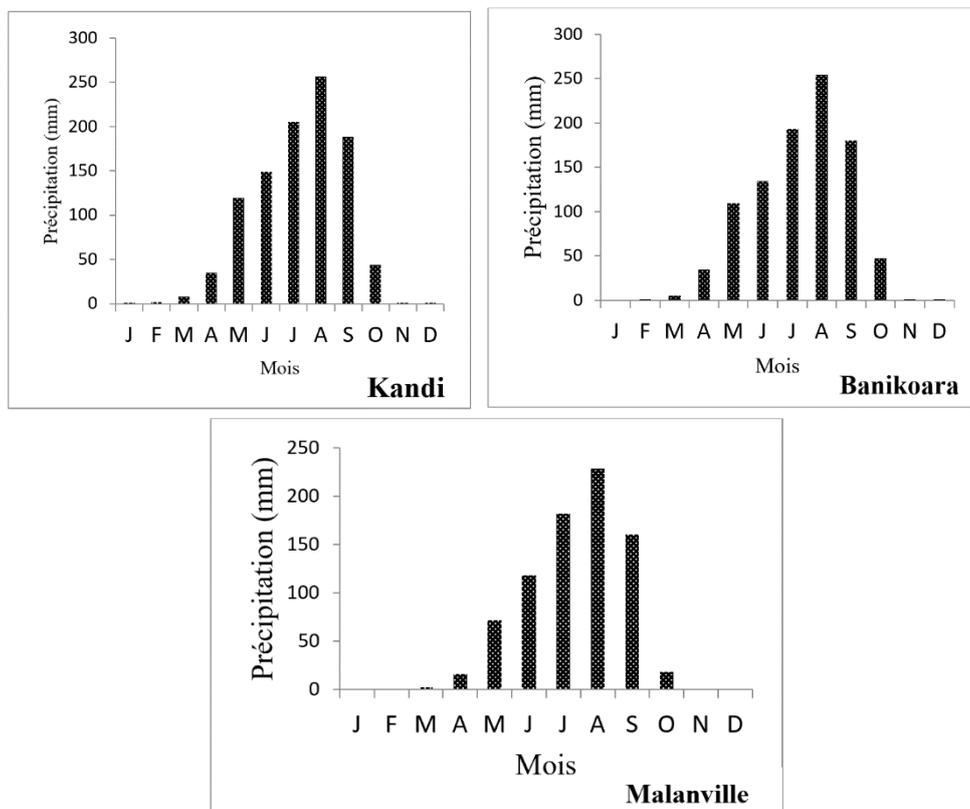


Fig. 6. Régime pluviométrique du milieu d'étude

Source: Agence Météo-Bénin, 2019

L'analyse de la figure 6 montre que dans toutes les stations le pic des précipitations est en août (en moyenne 200 mm). La saison des pluies débute en avril avec des faibles hauteurs de pluie (en moyenne 28,81 mm). La saison sèche est comprise entre le mois de novembre à mai. En générale, il y a 7 mois pluvieux et 5 mois secs. La moyenne annuelle est de 922,71 mm. Selon les enquêtés, la fréquence élevée des mois pluvieuses favorises la production des cultures à cycle long telles que l'igname, le manioc, mais aussi devient une contrainte pour les cultures comme le maïs et le sorgho, qui ne supportent pas assez d'humidité.

L'analyse tendancielle des cumuls annuels des précipitations dans le milieu d'étude révèle une hausse des cumuls annuels. La pente de la tendance des communes de Kandi, Banikoara et Malanville est respectivement de 1.91, 1.13 et 1.82 (figure 7).

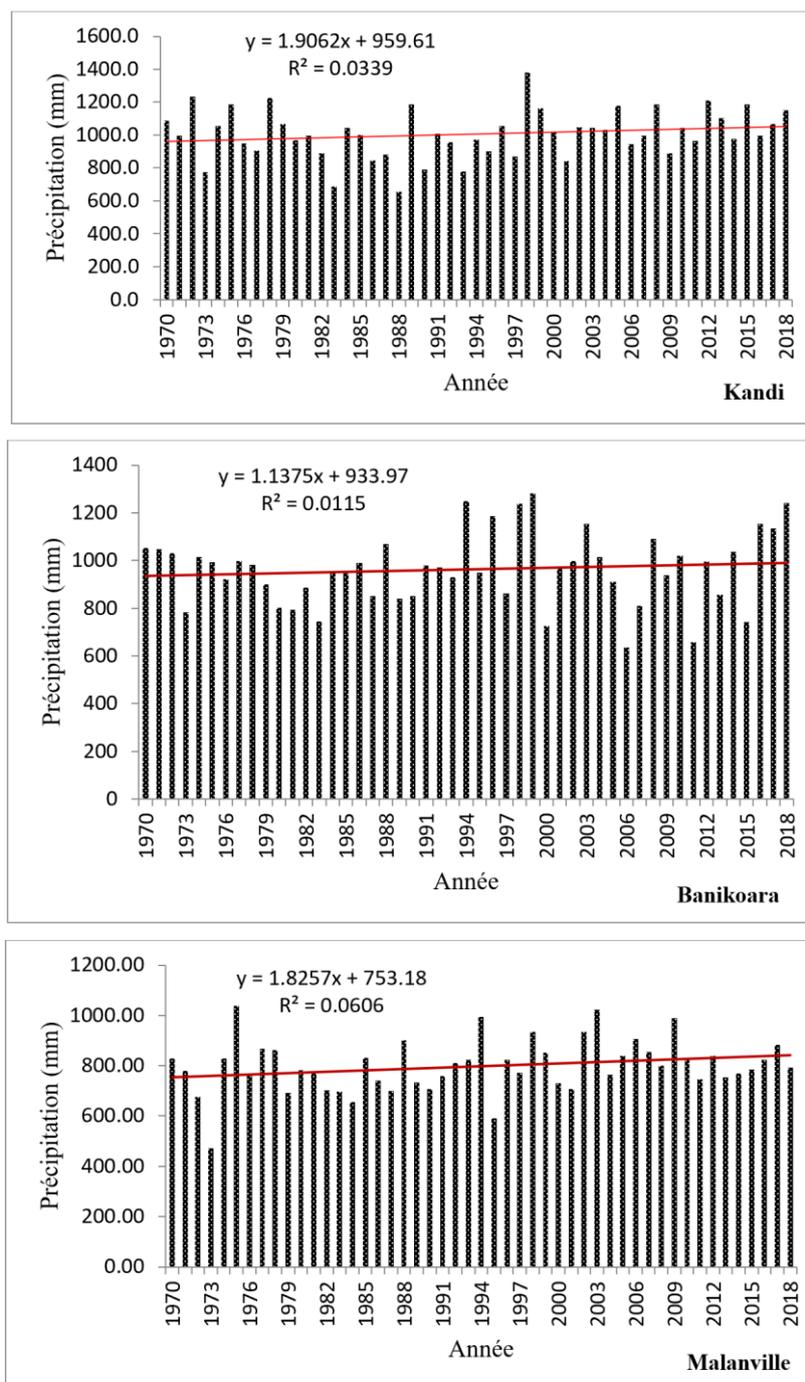


Fig. 7. Cumuls annuels des précipitations

Source: Agence Météo-Bénin, 2019

L'analyse de la figure 7 montre que la tendance pluviométrique est généralement à la hausse. Mais cette évolution est statistiquement insignifiante car elle n'a pas modifiée la pluviométrie sur la série de 1970 à 2018. Seule la pluviométrie de la commune de Kandi qui a connue de changement en 1998. Deux tests ont été effectués pour déterminer la rupture (Pettitt et Buishand). Selon ces deux tests, deux hypothèses sont émises. H0: les données sont homogènes; Ha: Il y a une date à partir de laquelle il y a un changement dans les données. Avec le test de Pettitt, il n'y a pas de rupture, étant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0.05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H0. Mais par contre le test de Buishand montre une rupture dans la série temporelle avec une p-value (0.049) inférieur au niveau de signification $\alpha=0.05$ on doit alors retenir l'hypothèse alternative Ha. La figure 8 présente la rupture de la série temporelle.

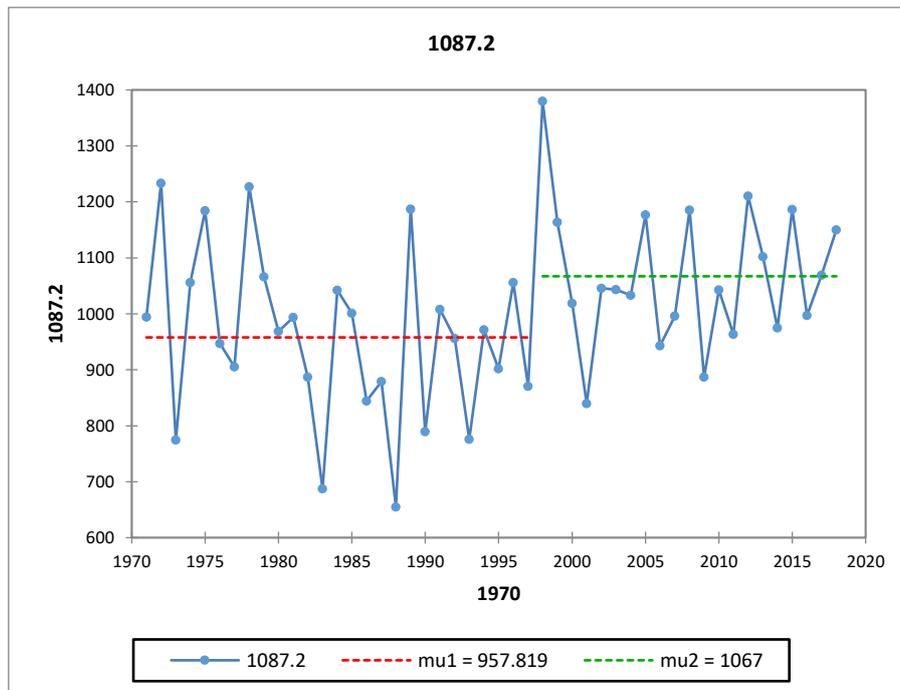


Fig. 8. Rupture de la série temporelle

Source: Agence Météo-Bénin, 2019

Deux périodes ont été identifiées, la période de 1970 à 1997 avec une moyenne pluviométrique de 962,43 mm et la période de 1998 à 2018 avec une moyenne de 1067,02 mm. La dernière période est la plus humide. Ce résultat vient confirmer la déclaration des producteurs des cultures céréalières selon laquelle les pluies sont de plus en plus abondantes.

La période de 1970 à 2018 est marquée par des années sèches et des années humides. La figure 9 présente la variabilité interannuelle de la pluviométrie des communes de Kandi, Banikoara et Malanville.

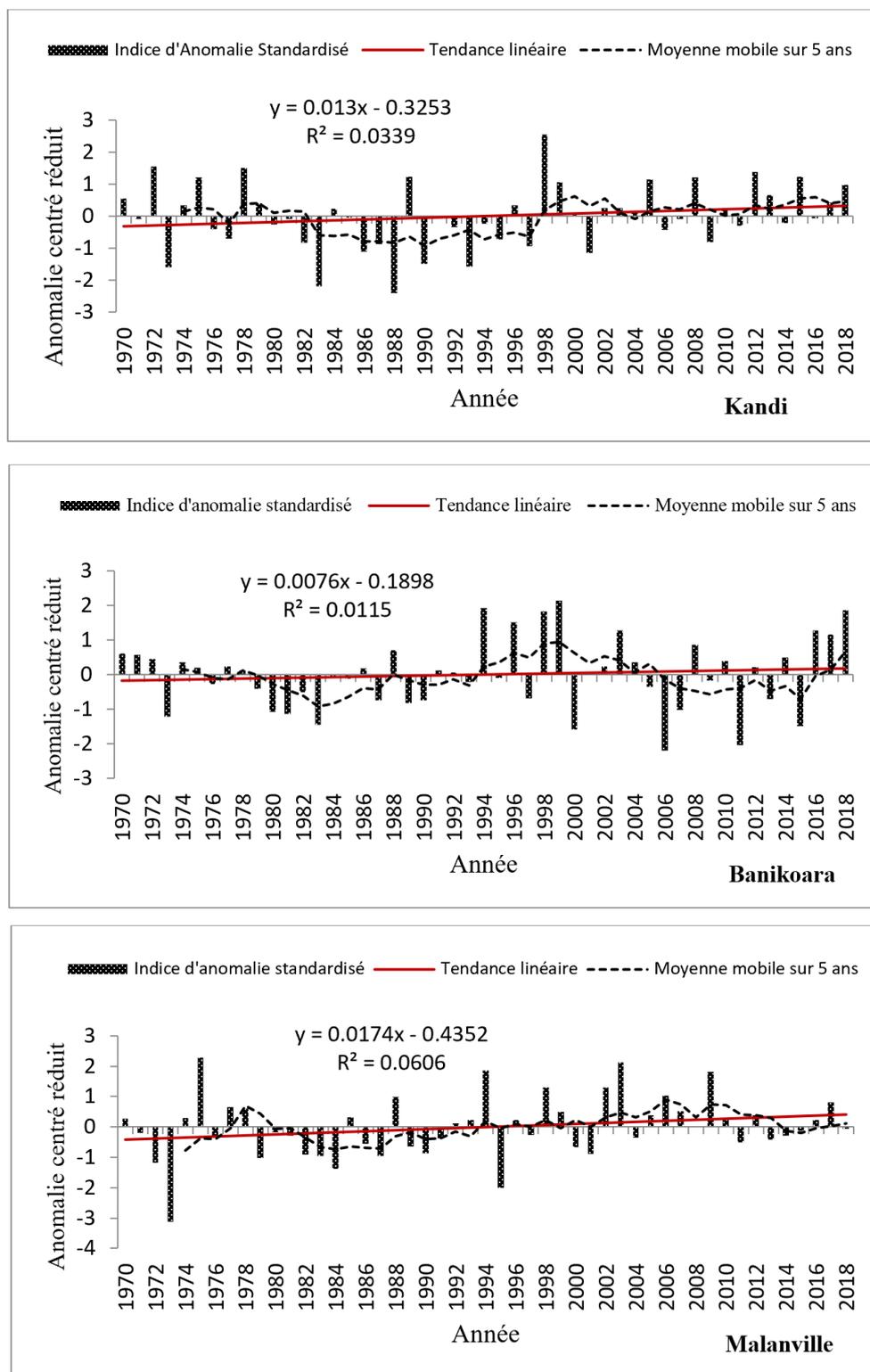


Fig. 9. Variabilité interannuelle de 1970 à 2018

Source: Agence Météo-Bénin, 2019

L'analyse de la figure 9 montre que la période de 1970 à 2018 est caractérisée par une alternance des années sèches et humides.

En effet, la commune de Kandi est marquée par une fréquence élevée des années excédentaires (51,02 %) et avec des degrés d'humidités variable d'une année à une autre et une baisse des séquences sèches (48,98 %).

4.2.2 TEMPÉRATURE

L'analyse des tendances de la température a été faite avec les données de la station synoptique de Kandi. La figure 10 présente la variabilité interannuelle de la température de la station de Kandi de 1970 à 2018.

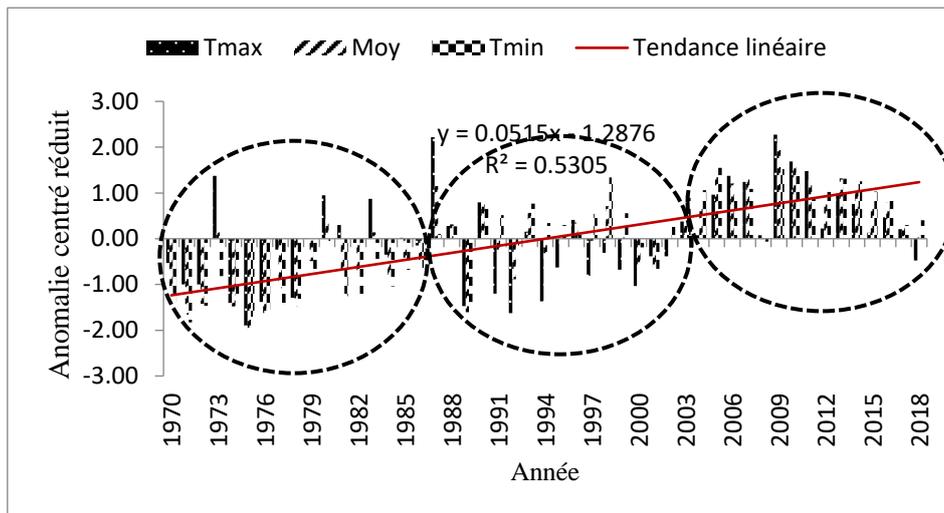


Fig. 10. Variabilité interannuelle des températures minimales, moyenne et maximales de 1970 – 2018

Source: Agence Météo-Bénin, 2019

L'analyse de la figure 10 montre une tendance à la hausse des minimales, moyennes et maximales. La tendance de la température moyenne est de 0.05 °C/ans. De l'analyse graphique, trois sous période ont été identifiée, la période de 1970 à 1986, de 1987 à 2003 et de 2004 à 2018 dont les moyennes sont respectivement de 27,72 °C, 28,13 °C et 28,59 °C. La période de 2004 à 2018 est donc la plus chaude. Cette situation est à la base de l'augmentation de l'évapotranspiration des espèces végétales; ce qui augmente les besoins en eau des plantes. Elle réduit aussi l'humidité du sol.

4.2.3 HUMIDITÉ

L'indice d'humidité NDMI (Normalized Difference Moisture Index) a permis de déterminer l'humidité du sol des années 1998, 2008 et 2018 (figures 11, 12 et 13).

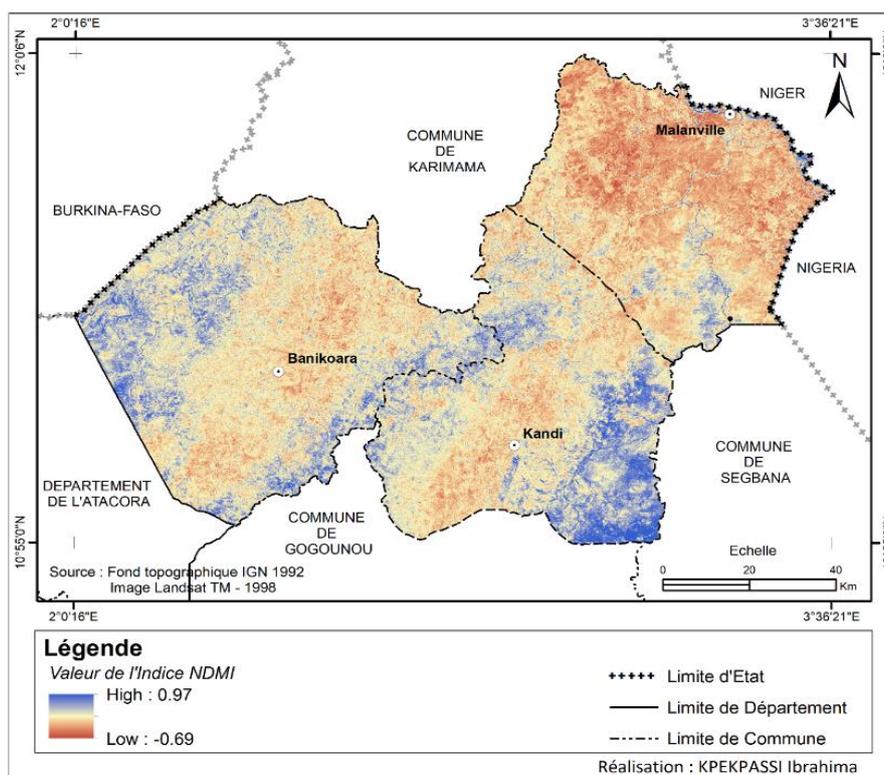


Fig. 11. Indice d'humidité du milieu d'étude en 1998

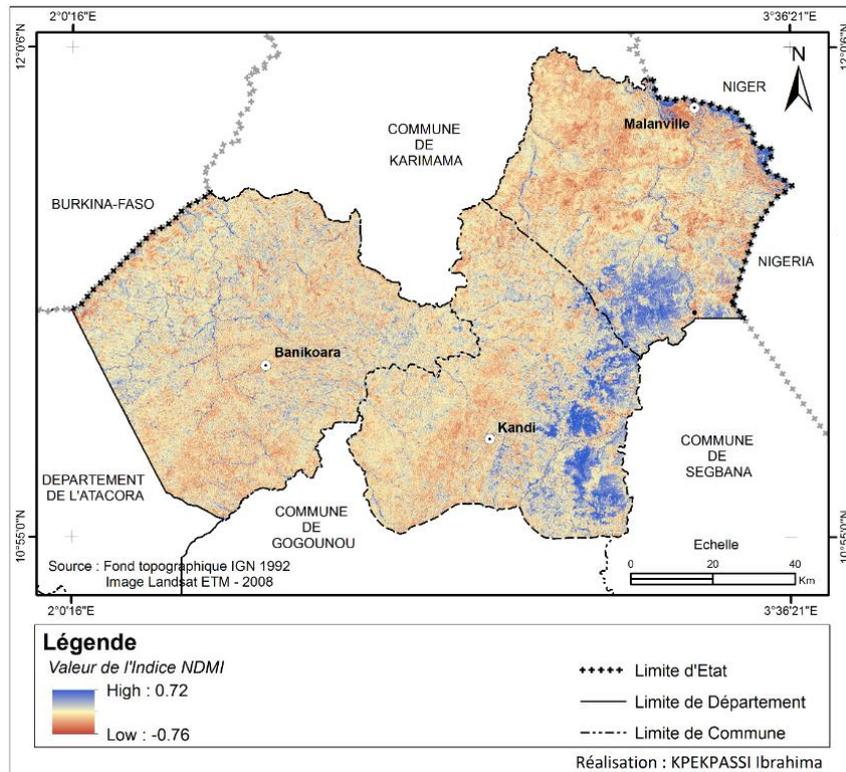


Fig. 12. Indice d'humidité du milieu d'étude en 2008

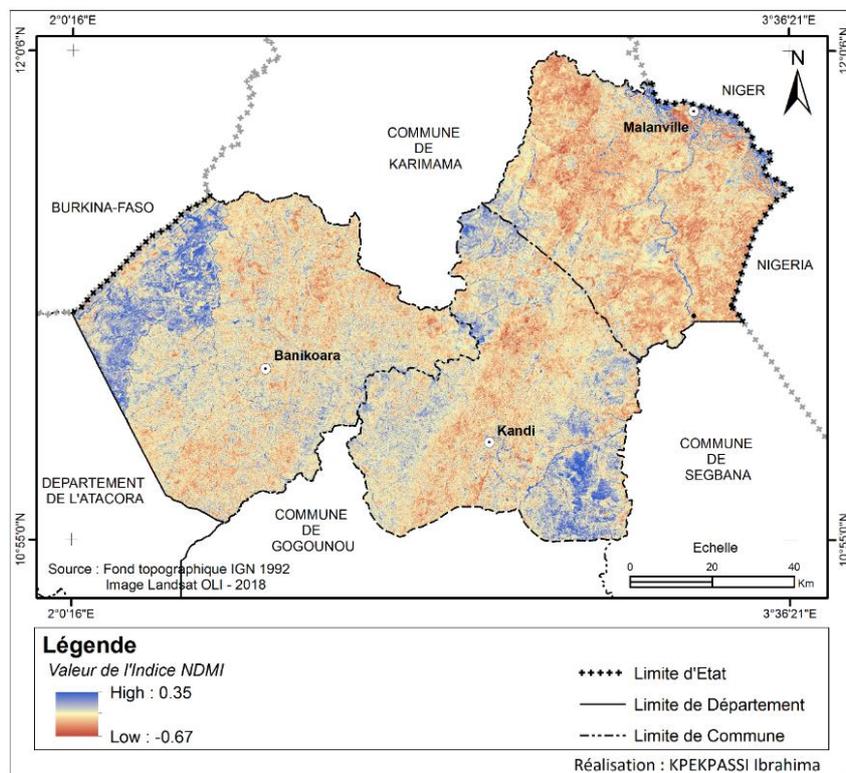


Fig. 13. Indice d'humidité du milieu d'étude en 2018

L'analyse des figures 11, 12 et 13 montrent une variation dans le temps et dans l'espace de l'humidité. En 1998, le sud-est, le nord et le nord-ouest sont les plus humides tandis qu'en 2008 seul le nord et l'est sont humide. L'année 2018 est marquée par retour à la normale. La commune de Malanville qui présente une situation de sécheresse sur toutes les trois années. La figure 14 présente l'évolution de l'humidité dans le secteur d'étude de 1998 à 2018.

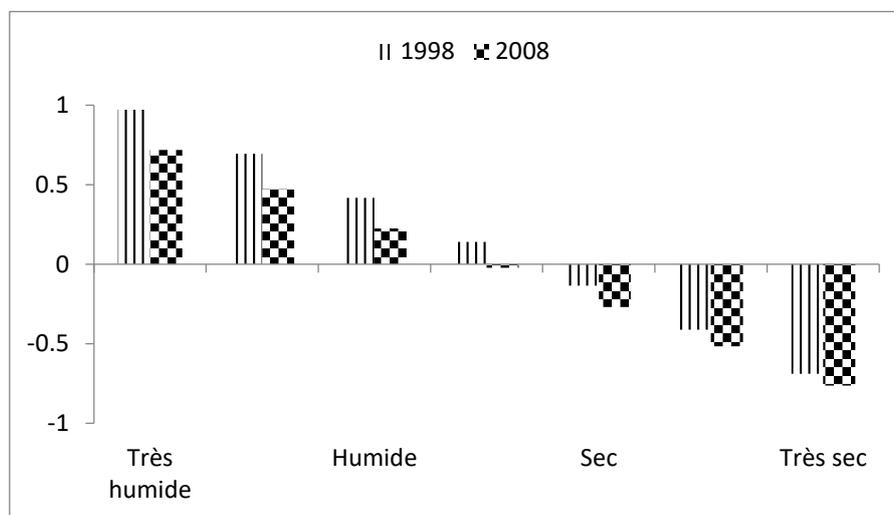


Fig. 14. Evolution de l'humidité du sol de 1998 à 2018

Source: Données d'enquête, 2020

D'après la figure 14, il est constaté que l'évolution de l'humidité est en baisse au fur et à mesure qu'on évolue dans le temps. L'humidité qui était de 0,97 en 1998 est passée à 0,35 en 2018. Par contre les endroits secs sont en croissance entre 1998 à 2008 (respectivement de -0,76 et -0,67). Cet état a été amélioré en 2018 car il est observé une diminution des espaces secs (-0,67). Ceci est dû aux conditions pluviométriques qui deviennent de plus en plus abondante dans la zone. En outre le secteur de Malanville, Kandi et Banikoara est favorable aux activités de maraichage.

5 DISCUSSION

Les communautés de l'extrême nord du Bénin perçoivent la variabilité climatique. Près de 95 % des producteurs céréaliers interrogés affirment qu'il fait de plus en plus chaud. De même la plupart pensent que les nuits sont de plus en plus chaudes. En outre ces producteurs affirment majoritairement que les hivernages et la saison froide sont de plus en plus chauds. Cette élévation de température augmente l'évaporation des ressources en eau du sol; ce qui contribue à la baisse de fertilité des sols. Par ailleurs, les investigations de terrain ont révélé que près de 58 % des agriculteurs enquêtés attestent que les pluies sont de plus en plus intenses avec des vents violents. Cette situation engendre les inondations observées dans la zone d'étude. Ces convergent avec ceux de L. G. Djohy, B. Sounon Bouko (2020, p. 217) selon lesquels la hausse des températures (97 %), le début tardif de la saison pluvieuse (97 %), le prolongement de la saison sèche (96 %), la fin précoce de la saison pluvieuse (94 %), le raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse (93 %) et la baisse pluviométrique (90 %) constituent les manifestations des paramètres climatiques les plus cités par les enquêtés de la commune de Tchaourou au Bénin. L'analyse des perceptions de la variabilité climatique vécue par les agriculteurs céréaliers décline les risques climatiques suivants: élévations des températures, inondations, sécheresse.

L'analyse des risques climatiques (précipitation, température et humidité) confirme la perception des producteurs pluviaux. En effet entre 1970 et 2018, les tendances des précipitations et de température sont à la hausse avec une humidité croissante. Ce résultat confirme celui de B. Diadiou *et al.*, (2013 p. 192-193), quand ils ont écrit que les populations locales perçoivent les changements dans l'évolution du climat avec une augmentation des températures et une variabilité des précipitations. Dans le même cadre, M. Boko *et al.*, (2012 p. 36), ont écrit que la Hausse des températures et la baisse des précipitations ont un impact négatif sur les rendements agricoles. Quant à A. Akindélé *et al.*, (2013: 49), ils ont trouvé que les excédents pluviométriques varient de 25 à 35 % par rapport à la moyenne et les déficits pluviométriques oscillent 35 et 45 %. Ces aléas climatiques entraînent la baisse de production et de rendements agricoles. Ce résultat conforte avec une étude sur la variabilité

climatique et production maraîchère dans la plaine inondable d'Ahomey-Gblon au Bénin, de S. C. Atidegla *et al.*, (2017, p. 2254) selon lequel les conséquences des perturbations climatiques sur le maraîchage se traduisent entre autres par les inondations, les sécheresses, la baisse des rendements agricoles et le bouleversement du calendrier agricole classique. Dans le même ordre d'idée, C. Lanokou *et al.*, (2016 p. 240), révèlent que la dépression Médiane du sud Béninest marquée ces dernières années par des variabilités pluviométriques qui mettent à mal le déroulement des activités champêtres. Dans le milieu d'étude la tendance pluviométrique est généralement à la hausse de 1998 à 2018 avec une moyenne pluviométrique de 1067,02 mm. Cette période est marquée par des années sèches et des années humides avec une tendance à la hausse dont la moyenne est de 0,05 °C/ans. Ce résultat est similaire à celui de B. Diallo (2010, p. x) dans son étude sur les perceptions endogènes, analyses agroclimatiques et stratégies d'adaptation aux variabilités et changements climatiques des populations dans trois zones climatiques du Burkina Faso qui révèle que la pluviométrie a une tendance globale à la baisse, bien que cette dernière décennie connaisse de plus en plus une alternance entre année humide et année sèche. Quant à la température, elle est en hausse avec des écarts de 0,74°, 1,05° et 1,24 °C respectivement à Bobo-Dioulasso, Ouagadougou et Dori.

6 CONCLUSION

L'étude portant sur la perception de la variabilité climatique par les producteurs céréaliers de l'extrême Nord Bénin a permis de comprendre que cette variabilité est une réalité pour les producteurs de cette localité qui la perçoivent. La variabilité climatique est perçue par les producteurs céréaliers à travers élévations des températures, les inondations et recrudescence des sécheresses. Les producteurs affirment majoritairement en outre que les hivernages et la saison froide sont de plus en plus chauds. Par ailleurs, l'analyse des risques climatiques (précipitation, température et humidité) confirme la perception de ces producteurs. En effet entre 1970 et 2018, les tendances des précipitations et de température sont à la hausse avec une humidité croissante. La tendance pluviométrique est généralement à la hausse de 1998 à 2018 avec une moyenne pluviométrique de 1067,02 mm. Cette période est marquée par des années sèches et des années humides avec une tendance à la hausse dont la moyenne est de 0,05 °C/ans.

REFERENCES

- [1] ABDOU Harouna, ADAMOU KARIMOU Ibrahim, KARIMOU HAROUNA Boureima et TAHIROU ZATAOU Moussa, 2020, « Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales: cas de la commune de Filingué au Niger », *Systèmes d'élevage et filières*, Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2020, 73 (2) 81-90 pp.
- [2] ATIDEGLA Séraphin Capo, KOUMASSI Hervé Dègla et HOUSSOU Elvire Sènan, 2017, « Variabilité climatique et production maraîchère dans la plaine inondable d'Ahomey-Gblon au Bénin », *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11 (5), 2254-2269 pp.
- [3] BOKO Michel, KOSMOWSKI Frédéric et VISSIN Expédit, 2012, *Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin*. Edition Maria Zanth (Konrad-Adenauer-Striftung), 65p.
- [4] BROU TELESPHORE Yao, AKINDES Francis et BIGOT Sylvain, 2005, *La variabilité climatique en Côte d'Ivoire: entre perceptions sociales et réponses agricoles*, Institut de géographie tropicale (IGT), Université de Bouaké, Université des sciences et technologies de Lille, Cahiers Agricultures vol. 14, n° 6, 533-540 pp.
- [5] CHABI Hervé, CHABI Roméo, YABI Hervé, et OGOUWALE Euloge, 2016, « Mesures de gestion des risques climatiques dans les exploitations agricoles de la commune de Ouèssè au Bénin », *Colloque en hommage au Professeur Fulgence AFOUDA: Risques et catastrophes climatiques: vulnérabilité et adaptation en Afrique de l'Ouest*. Volume 2 du 27 au 30 septembre 2016. Université d'Abomey-Calavi (Bénin). Editeurs scientifiques: Vissin Expédit Ernest Amoussou et Houndénou Constant. Université d'Abomey-Calavi, 68-78 pp.
- [6] DIADHIOU B. et NIANG-FALL Y. A., 2013, « Changement climatique et variabilité climatique: quelle perception des populations locales ? réponse à partir de l'exemple de Joal et Palmarin », *XXVIème colloque International de l'Association Internationale de Climatologie*. Cotonou (Bénin). Climat Agriculture Ressources en eau d'hier à demain du 3 au 7 septembre 2013- Cotonou-Bénin. Editeurs scientifiques Boko M., Vissin E. W., Afouda F. Abomey-Calavi, 188-193 pp.
- [7] DIALLO Bintou, 2010, *Perceptions endogènes, analyses agroclimatiques et stratégies d'adaptation aux variabilités et changements climatiques des populations dans trois zones climatiques du Burkina Faso*, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en agrometeorologie, CENTRE REGIONAL AGRHYMET, 75 p.
- [8] DJOHY Gildas Louis, SOUNON BOUKO Bio, 2020 « Elevage intelligent face aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin (Afrique de l'ouest) », *XXXIIIème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Editeurs scientifiques: BONNARDOT Valérie & QUENOL Hervé Université Rennes 2, LETG-Rennes UMR 6554 CNRS 216-222 pp.

- [9] DOLO Aboubacar Ambacana, GARANGO Allaye, CISSE Djibrilla, TOURE Fatoumata, SIDIBE Aminata Samba, KEITA Moussa, KODIO Amaga et TIMBELY Dommo, 2019, « Perceptions des populations de la commune urbaine de Niono sur les effets néfastes des changements climatiques (CC) sur leurs activités, Région de Ségou, Mali », Afrique SCIENCE 15 (6), 310-321 pp.
- [10] ETEKA I. J., VISSIN Expédit, YABI Ibourïma et AKPO Marius., 2016, « Influence de la variabilité pluviométrique sur la production du maïs dans les départements de Zou et des Collines au Bénin. Colloque en hommage au Professeur Fulgence AFOUDA: Risques et catastrophes climatiques: vulnérabilité et adaptation en Afrique de l'Ouest », Vol 2. Université d'Abomey-Calavi (Bénin). Editeurs scientifiques: Vissin Expédit, Ernest Amoussou & Houndénou Constant. Université d'Abomey-Calavi, 114-128 pp.
- [11] KOUDJEGA Kouété Hervé, 2016, Risques hydro-climatiques et vulnérabilité des activités agricoles dans la commune d'Athiémé. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies. Ecole Doctorale Pluridisciplinaire "espaces, cultures et développement". Université d'Abomey-Calavi. 64 p.
- [12] LANOKOU Chétou, YABI Ibourïma, OGOUWALE Euloge et AFOUDA Fulgence, 2016, « Variabilité pluviométrique et adaptation du calendrier agricole dans la Dépression Médiane au Sud-Bénin (Afrique de l'Ouest) ». Colloque en hommage au Professeur Fulgence AFOUDA: Risques et catastrophes climatiques: vulnérabilité et adaptation en Afrique de l'Ouest. Volume 2 du 27 au 30 septembre 2016. Université d'Abomey-Calavi (Bénin). Editeurs scientifiques: Vissin Expédit, Ernest Amoussou & Houndénou Constant. Université d'Abomey-Calavi, 230-241 pp.
- [13] OGOUWALE Romaric, 2020, « Déterminants hydroclimatiques et production vivrière dans la Commune de Djidja au Bénin », Afrique SCIENCE 17 (1), 152-165 pp.
- [14] OUDA Fulgence, 2020, « Variabilité climatique et production agricole dans la zone agro-écologique III au Nord du Bénin », Afrique SCIENCE 16 (2), 76-85 pp.