



HAL
open science

VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Waïdi Seydou

► **To cite this version:**

Waïdi Seydou. VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN. Sciences de l'environnement. Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 2020. Français. NNT: . tel-03788541

HAL Id: tel-03788541

<https://theses.hal.science/tel-03788541v1>

Submitted on 26 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
RÉPUBLIQUE DU BÉNIN



**ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE " ESPACE, CULTURES ET
DEVELOPPEMENT "**

Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi

Formation doctorale : Géographie et gestion de l'environnement

Option : Géosciences de l'Environnement et Aménagement de l'espace

Spécialité : Agro-climatologie et Ressources en eau

N° d'enregistrement : 782-2020/UAC/SG/VR-RU/SA

**VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA
DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN**

Réalisée par :

Waïdi SEYDOU

Sous la Direction du :

Prof. Euloge OGOUWALE
Professeur Titulaire (DGAT/FASHS/UAC)

Soutenue publiquement le 11 / 11 /2020 devant le Jury composé de :

| | | |
|-------------------|---------------------------|--|
| Président | : Prof. Expédit W. VISSIN | Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin) |
| Rapporteur | : Prof. Euloge OGOUWALE | Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin) |
| Examineur | : Prof. Ibouraima YABI | Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin) |
| Examineur | : Prof. Kokou M. GBEMOU | Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo) |
| Examineur | : Dr. Kabirou SOULEY | Maître de Conférences, Université de Zinder (Niger) |

Mention : Très Honorable et Félicitations des membres de jury

Sommaire

| | |
|---|----|
| Sommaire | 1 |
| Dédicace..... | 2 |
| Sigles, acronymes et abréviations | 5 |
| Avant-propos | 6 |
| Résumé..... | 9 |
| Abstract | 10 |
| Introduction..... | 11 |

PREMIERE PARTIE

| | |
|---|-----------|
| CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE..... | 14 |
|---|-----------|

CHAPITRE I

| | |
|---|-----------|
| ETAT DES CONNAISSANCES, CLARIFICATION DES CONCEPTS ET PROBLEMATIQUE..... | 15 |
| 1.1. Etat des connaissances | 15 |
| 1.2. Clarification des concepts..... | 26 |
| 1.3. Problématique | 33 |

CHAPITRE II

| | |
|--|-----------|
| APPROCHE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE DE LA VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN..... | 37 |
| 2.1. Nature et sources des données utilisées | 37 |
| 2.2. Collecte des données | 42 |
| 2.3. Traitement des données et analyse des résultats..... | 50 |

DEUXIEME PARTIE

| | |
|--|-----------|
| FONDEMENTS GEOGRAPHIQUES, INDICATEURS ET CONSEQUENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN..... | 64 |
|--|-----------|

CHAPITRE III

| | |
|---|-----------|
| FONDEMENTS GEOGRAPHIQUES DU PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN..... | 65 |
| 3.1. Situations géographique et administrative de la dépression médiane | 65 |
| 3.2. Composantes naturelles dans la dépression médiane | 67 |
| 3.3. Caractéristiques du paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin..... | 77 |

CHAPITRE IV

| | |
|--|-----------|
| INDICATEURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN..... | 89 |
| 4.1. Manifestations des changements climatiques de la dépression médiane | 89 |
| 4.2. Perceptions paysannes des indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin | 115 |
| 4.3. Projection climatique dans la dépression médiane à horizon 2050 | 124 |

CHAPITRE V

| | |
|--|------------|
| VULNERABILITE DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN | 134 |
| 5.1. Vulnérabilité de la production agricole aux effets des changements climatiques ... | 134 |
| 5.2. Vulnérabilité socio-économiques des paysans aux changements climatiques | 150 |
| 5.3. Impacts futurs des changements climatiques sur la production agricole | 156 |

TROISIEME PARTIE

| | |
|--|------------|
| EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DU PAYSANNAT AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET MESURES DE RESILIENCE DES PAYSANS DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN | 160 |
|--|------------|

CHAPITRE VI

| | |
|--|------------|
| EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DEVELOPPEES PAR LES PAYSANS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN | 161 |
| 6.1. Analyse de l'efficacité des stratégies d'adaptation paysannes | 161 |
| 6.2. Relation entre stratégies d'adaptation développées et catégories de producteurs . | 188 |

CHAPITRE VII

| | |
|---|------------|
| MESURES DE RENFORCEMENT DES STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN | 192 |
| 7.1. Besoins, options prioritaires d'adaptation et indicateurs de suivi | 192 |
| 7.2. Mesures de renforcement des stratégies d'adaptation | 195 |
| 7.3. Mesures institutionnelles d'adaptation aux changements climatiques | 198 |
| 7.4. Projet de recherche pour la mise en application des options d'adaptation dans la dépression médiane | 206 |
| 7.5. Discussion des résultats | 214 |
| Limites de la recherche | 219 |
| Conclusion | 220 |
| Bibliographie | 222 |
| Webographie | 230 |
| Liste des figures | 230 |
| Liste des photos | 234 |
| Liste des planches | 235 |
| Liste des encadrés | 236 |
| Liste des tableaux | 236 |
| Annexes | 240 |
| Table des matières | 257 |

Dédicace

A :

- mon père Ousmane SEIDOU et ma mère Véronique AOGA ;
- mon enfant Abd-El-Kader Olamidé et mon épouse Antoinette Inès TOOGLO.

Sigles, acronymes et abréviations

| | |
|-------|--|
| ABC | : Adaptation à Base Communautaire |
| AC | : Association des Cultures |
| AE | : Augmentation des Emblavures |
| AHA | : Aménagements Hydro-Agricoles |
| AIG | : Aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire |
| AIP | : Aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage |
| APNV | : Approche Participative Niveau Villageois |
| APS | : Abandon des Parcelles Submersibles |
| AVCL | : Abandon des Variétés à Cycle Long |
| CB | : Cultures en Billons |
| GP | : Grands Producteurs |
| GSP | : Grande Saison des Pluies |
| HP | : Hauteurs de Pluies |
| IAC | : Indice Agroclimatique |
| IDH | : Indice de Développement Humain |
| ISI | : Installation des Systèmes d'Irrigation |
| MIR | : Méthode d'Investigations Répétées |
| NJP | : Nombre de Jours Pluvieux |
| O/P | : Ouémé-Plateau |
| PM | : Producteurs Moyens |
| POA | : Pratiques Occultes d'Adaptation |
| PP | : Petits Producteurs |
| RCA | : Réaménagement du calendrier agricole |
| RIVSR | : Risques, Impacts, Vulnérabilités, Stratégies, Résultats |
| RPC | : Récoltes Précoces des Cultures |
| SE | : Semis échelonné |
| SP | : Saison Pluvieuse |
| SR | : Semis Répété |
| SS | : Saison Sèche |
| Tmax | : Températures Maximales |
| Tmin | : Températures Minimales |
| UI | : Utilisation des Intrants |
| UVCC | : Utilisation des Variétés à Cycle Court |

Avant-propos

L'agriculture, dans la dépression médiane reste et demeure fondamentalement pluviale, de type familial, pratiquée sur de petites superficies et surtout orientée vers la subsistance, il apparaît évident que les changements climatiques en cours lui seront préjudiciables. Dans la dépression médiane, l'agriculture, principale source des denrées alimentaires, est déjà affectée par les changements climatiques, avec pour conséquence, une vulnérabilité plus accrue des secteurs économiques et une fragilité aggravée des populations rurales

Cette recherche est une contribution à une meilleure appréhension de la manifestation des changements climatiques et à l'évaluation de leurs impacts sur le paysannat dans la dépression médiane. Elle permet aussi d'examiner les impacts futurs des changements climatiques sur le paysannat enfin de proposer des stratégies pour faire face aux effets des changements climatiques, les jours à venir, dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Je tiens à remercier vivement dans les premières pages de cette thèse tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, ainsi que les personnalités qui ont accepté de l'évaluer.

Je tiens avant tout à présenter ma profonde gratitude à mon Directeur de thèse, le Professeur Euloge OGOUWALE, enseignant au département de Géographie à l'Université d'Abomey-Calavi, pour sa contribution scientifique de haute portée et son entière disponibilité à diriger ce travail, malgré ses innombrables occupations aussi bien académiques qu'administratives. Monsieur le Professeur, je vous suis profondément reconnaissant, pour la qualité de vos idées et de vos observations, qui m'ont permis d'améliorer la qualité scientifique et de finaliser cette thèse.

Que le Professeur Placide CLEDJO, accepte mes mots de reconnaissance pour sa contribution combien inestimable. Monsieur le Professeur, je n'oublierai jamais le précieux rôle que vous avez joué pour mon inscription en thèse, vos propos incitateurs et stimulateurs, puis les pistes scientifiques que vous m'avez toujours indiquées et qui m'ont énormément aidé à évoluer rapidement dans les recherches indispensables à la rédaction de cette thèse.

Je remercie également le Professeur Expédit VISSIN, Professeur Titulaire des Université du CAMES, pour ses contributions scientifiques remarquables à l'affinement de cette thèse.

Je prie le Professeur Ibouraima YABI, de recevoir ma profonde et sincère reconnaissance, non seulement pour ce qu'il a fait dans la réalisation de cette thèse, mais aussi et surtout dans ma vie. Professeur, pour moi, vous êtes un modèle et j'espère sincèrement pouvoir compter sur vous pour la suite. Merci également aux Docteurs, Henri TOTIN, Ernest AMOUSSOU et Gervais ETENE, pour leurs contributions scientifiques remarquables à l'affinement de cette thèse.

Je suis très honorée de dire également merci au Docteur SOULEY Kabirou de l'université de Zinder/Niger et au Professeur GBEMOU Kokou de l'université de Lomé/Togo pour avoir contribué intensément à l'amélioration de ce document grâce à vos observations et orientations

Je remercie également le Docteur Akibou A AKINDELE, Maître-Assistant et chef du Département de Géographie et Aménagement du Territoire au Centre Universitaire d'Adjarra (CUA), ainsi que Docteurs Mathieu LANOKOU et Léopold TCHANGONIYI, pour leur incarnation de l'éthique et de la morale, leur simplicité, leur discrétion et leur densité scientifique qui m'émeuvent profondément. Messieurs, les empreintes de votre précieuse contribution morale, spirituelle et scientifique sont indélébiles dans cette thèse. Soyez-en infiniment remerciés. Je remercie également les Docteurs, Barnabé HOUNKANRIN, Hervé KOUMASSI et Japhet KODJA, pour leurs contributions scientifiques remarquables à l'affinement de cette thèse.

Merci à tous les membres du LACEEDE, je veux nommer, entre autres, les Docteurs Arsène AKOGNONGBE, Florence GBESSO, Gabin TCHAOU, Romaric OGOUWALÉ, Patrice BOKO, Gervais ATCHADE, Philippe CHABI et Cyrille TCHAKPA. L'ambiance de joie et de gaieté que vous avez toujours su créer, a été un élément stimulateur de ce travail.

A vous, les collaborateurs du Professeur Euloge OGOUWALÉ : Docteurs Fidèle MEDEOU, Imorou OUOROU-BARRE, Thierry CODJO, Maximenne AMONTCHA, Kafilath SEBEROU, Jonas KOTY, madame Bernadette ADOUGAN et Messieurs Aristide G. KOUTON, Mindri IDANI, Marcellin ASSOGBA, Félix ZOUNDJE, Hervé CHABI, Mohamed OROU-SEKO, Hervé YABI, Joël HOUNGUE, Christian

BAMAHOSSOVI, José DOSSOU-DOKPE, Franco DJESSONOU, Mounirou SEIDOU, Edouard KAKPOVI et tous les autres dont je n'ai pas cité les noms ici, je vous suis sincèrement reconnaissant. Sincère gratitude à tout le groupe pour son apport substantiel à l'amélioration de cette thèse.

Je suis également reconnaissant à l'endroit de tous les enseignants du Département de Géographie et Aménagement du Territoire et aux agents administratifs de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espaces, Cultures et Développement ». Je dis un grand merci à Monsieur Charles GBEHI, Secrétaire dans ladite école.

Je dis également merci à tous les producteurs et personnes ressources impliquées dans la production agricole dans la dépression médiane au sud-Bénin, pour toutes les facilités qu'ils m'ont accordées lors des travaux de terrain ayant conduit à la réalisation de la présente thèse. Je n'oublie non plus tous ceux qui se battent tous les jours pour mieux comprendre le passé et le devenir des climats ainsi que leurs incidences sur les activités économiques et les composantes sociales.

Résumé

Les effets des changements climatiques sont aperçus dans la dépression médiane (Sud-Bénin). Il s'en suit que le système de production agricole ainsi que les producteurs de la dépression médiane sont vulnérables aux effets des changements climatiques. La présente thèse a pour objectif d'étudier la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Les données climatologiques sont les hauteurs de pluies mensuelles et annuelles des stations de Bohicon, Cotonou, Pobè, Niaouli, Aplahoué et Dogbo sur la période 1951-2017 et les températures des stations synoptiques de Cotonou et de Bohicon sur la période 1951-2017. Le traitement de ces données a été fait avec le logiciel KhronoStat 1.01 et les tests de corrélation sur rang de Spearman et de Kendall réalisés par le logiciel IBM SPSS Statistics 21 pour caractériser les indicateurs des changements climatiques. Les données sorties du modèle REMO associés avec les scénarii RCP 4.5 et 8.5 ont été utilisées pour apprécier l'évolution du climat à l'horizon 2050. Les statistiques agricoles des spéculations sur la période 1991-2017 proviennent du MAEP. La méthode d'évaluation des paysages a été mise à contribution pour déterminer la capacité d'adaptation des paysans avant d'évaluer leur vulnérabilité avec la matrice des risques climatiques. Les investigations socio-anthropologiques ont permis d'appréhender les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques. Ainsi, le modèle RIVSR a été utilisé pour l'analyse des résultats.

Les changements climatiques sont caractérisés par une évolution contrastée entre les différentes stations de la dépression médiane. L'étude comparée des données entre les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017 montre globalement que la tendance pluviométrique est à la baisse de 34 %. De plus, l'augmentation de la température maximale est entre 0,06 °C et 0,64 °C et la température minimale (0,33 °C et 1,08 °C). En effet, les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 font apparaître probablement une augmentation des précipitations (14,85 % et 25,5 %) à l'horizon 2050 par rapport à la période de référence 1981-2017. Ces indicateurs sont perçus par les paysans à travers la modification des saisons de pluie, la baisse de la pluviométrie (94 %), l'augmentation de la chaleur et de la température (80 %), l'évolution des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses (96 %), des inondations (85 %), la force du vent (87 %) etc. Ces situations climatiques préjudiciables à la production agricole ont des impacts sur les paysans. Elles entraînent une augmentation du stress hydrique et thermique au niveau des plantes et ont pour conséquences, une baisse des rendements des principales cultures (maïs, niébé, tomate gombo, ...). Ceci engendre d'énormes manques à gagner pour les paysans impliqués dans la production agricole. Face à ces situations, les paysans ont développé des stratégies d'adaptation pour réduire leur vulnérabilité aux changements climatiques. Il s'agit, entre autres, de l'augmentation des emblavures (89,17 %), des cultures en billon (82 %), l'utilisation des variétés à cycle court pour le maïs (75 %) et de l'installation des systèmes d'irrigation (2 %). Pour renforcer ces stratégies d'adaptation, les aménagements hydro-agricoles et un projet d'appui à la mise en œuvre des activités d'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de la production agricole dans la dépression médiane sont proposés pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques.

Mots clés : Dépression médiane, vulnérabilité, changements climatiques, stratégies d'adaptation, paysannat.

Abstract

In Benin, in general and especially in the median depression in Southern Benin, the effects of climate change are being felt on all fronts. Climate changes are disrupting and making the agricultural calendar inoperable. As a result, the agricultural production system as well as the producers of the median depression are vulnerable to the effects of climate change. The aim of this thesis is to study the vulnerability of the peasantry to climate change in the median depression in southern Benin.

The climatological data are the monthly and annual rainfall heights of Bohicon, Cotonou, Pobè, Niaouli, Aplahoué and Dogbo stations over the period 1951-2017 and the temperatures of the synoptic stations of Cotonou and Bohicon over the period 1951-2017. The data processing was done with KhronoStat 1.01 software and Spearman and Kendall rank correlation tests conducted by IBM SPSS Statistics 21 to characterize climate change indicators. Data from the REMO model associated with RCP 4.5 and 8.5 scenarios were used to assess climate change by 2050. The agricultural statistics of speculations over the period 1991-2017 is from MAEP. The landscape assessment method was used to determine the adaptive capacity of farmers before assessing their vulnerability with the climate risk matrix. Socio-anthropological investigations made it possible to measure peasant perceptions of the manifestations of climate change. Thus, the RIVSR model was used for the results analysis.

Climate change is characterized by a contrasting evolution between the different stations of the median depression. The comparative study of data between the 1951-1980 and 1981-2017 sub-periods shows that the rainfall trend is down by 34%. In addition, maximum temperatures increased between 0.06 and 0.64 degrees Celsius. Minimum temperatures recorded increases between 0.33 and 1.08 degrees Celsius. Indeed, the scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5 probably show an increase in precipitation (14.85% and 25.5%) 2050 compared to the 1981-2017 reference period. These indicators are perceived by farmers through changes in rainy seasons, decreased rainfall (94%), increased heat and temperature (80%), changes in dry sequences during rainy seasons (96%), floods (85%), wind strength (87%). Etc. These climatic situations that are detrimental to agricultural production have an impact on farmers. They lead to an increase in water and thermal stress at the plant level and result in a decrease in yields of the main crops (corn, cowpea, okra tomato, etc.). This creates huge shortfalls for farmers involved in agricultural production. Owing to these situations, farmers have developed adaptation strategies to reduce their vulnerability to climate changes. These include an increase in embalming (89.17%), log crops (82%), use of short-cycle varieties for maize (75%) irrigation systems (2%). To strengthen these adaptation strategies, hydro-agricultural developments and a project to support the implementation of climate change adaptation activities in the agricultural production sector in the middle depression are proposed to reduce agriculture's vulnerability to climate change.

Keywords: Median Depression, Vulnerability, Climate Change, Adaptation Strategies, Peasantry

Introduction

Les changements climatiques constituent, l'une des plus graves menaces auxquelles le monde se trouve confronté. Les paysans sont impactés plus par les modifications des paramètres climatiques car leurs moyens sont faibles (GIEC, 2007, p. 16).

Dans les pays en développement, la vulnérabilité de l'agriculture (baisse des rendements) aux changements climatiques est causée par les catastrophes engendrées par ces changements climatiques (A. Adidehou, 2005, p. 5). En effet, le système climatique ouest africain, dans lequel s'intègre le Bénin, connaît depuis plus de trois décennies des perturbations sans précédent. Elles se manifestent par une modification du régime pluviométrique (démarrage tardif ou précoce, rupture au cœur de la saison, fin précoce ou tardive...), une baisse des totaux pluviométriques et une hausse des températures (E. Bokonon-Ganta, 1987, p. 12 ; M. Boko, 1988, p. 16 ; F. Afouda, 1990, p. 18 ; M. Issa, 1995, p. 7 ; E. Ogouwalé, 2001, p. 8 ; I. Yabi, 2002, p. 41 et E. Ogouwalé, 2006, p. 162).

Au Bénin, la recrudescence des phénomènes climatiques extrêmes tels que les inondations et sécheresses, ont des conséquences remarquables sur l'agriculture et se traduit par la destruction des cultures, la perturbation des cycles cultureux, la baisse des rendements et le bouleversement du calendrier agricole classique (E. Ogouwalé, 2001, p. 56 ; H. Totin, 2003, p. 12 ; R. Dimon, 2008, p. 17 et N. Kouhoundji, 2010, p. 51). Une telle situation a, sans doute, des conséquences sur le tissu social et économique. La recrudescence des phénomènes climatiques extrêmes perturbe le bon déroulement des activités socio-économiques dans la dépression médiane.

La plupart des écosystèmes des différentes régions agro-écologiques sont influencés par une détérioration du fait de l'évolution climatique associée à une plus grande fréquence des événements extrêmes (sécheresse, augmentation des températures, etc.) au cours des trois (03) dernières décennies (M. Issa, 1995, p. 17). De même, la diminution sensible de la production agricole est en rapport avec l'augmentation de la température, l'irrégularité et la baisse brutale des hauteurs pluviométriques (E. Ogouwale, 2004, p. 23).

Les changements climatiques modifient donc les régimes pluviométriques et affectent les systèmes de production agricole à cause de la non maîtrise de l'abondance des eaux ou des sécheresses (PANA-Bénin (2008) : Programme d'Action Nationale

d'Adaptions aux changements climatiques). Ces changements climatiques sont à l'origine des perturbations au niveau de la quantité de pluie tombée, ce qui entraînera des conséquences sur les ressources en eau qui sont les potentialités hydriques qu'offre le milieu naturel et dont la maîtrise constitue une clé du développement agricole (W. Seydou, 2013, p. 16).

Dans la dépression médiane au sud-Bénin, les phénomènes climatiques auxquels sont et seront confrontés les paysans, provoqueront des dommages sur les biens et les personnes. Et si rien n'est fait pour réduire cette vulnérabilité du monde rural dont sont majoritairement constituées des trois dépressions (Issaba, la Lama et Tchis), on assistera à de grands bouleversements socio-économiques sans précédent. En effet, les paysans développent plusieurs stratégies, pour s'adapter et adapter leur mode de vie. Mais, jusque-là, toutes ces stratégies se sont révélées peu efficaces. Les limites des stratégies paysannes seraient essentiellement dues à la non maîtrise de l'eau pour son utilisation efficiente dans l'agriculture. Il importe alors d'étudier les implications des changements climatiques sur le paysannat et les stratégies actuelles d'adaptation aux changements climatiques développées par les paysans de la dépression médiane. C'est dans cette optique que cette recherche qui est une thèse de doctorat structuré en six chapitres regroupés en trois parties, est réalisée.

La première partie présente le cadre théorique et l'approche méthodologique. Il s'agit, - le premier chapitre porte sur l'état des connaissances des effets des changements climatiques sur le système agricole en Afrique, en général et au Bénin, en particulier. Ce chapitre traite aussi de la clarification des concepts clés utilisés et de la problématique du sujet ; - le deuxième chapitre aborde l'approche méthodologique adoptée dans le cadre de cette recherche.

La deuxième partie est subdivisée en trois (3) chapitres à savoir :

- le troisième chapitre traite les fondements géographiques du paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin » ;
- le quatrième chapitre qui est intitulé « Indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin » ;

- le cinquième chapitre qui traite des conséquences agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin.

La troisième partie de ce travail comporte les chapitres six et sept de cette thèse :

- le sixième chapitre présente l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques ;
- le septième chapitre décrit les mesures de renforcement des stratégies d'adaptation pour réduire la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

PREMIERE PARTIE

CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE

Cette partie présente le cadre théorique et l'approche méthodologique qui constituent les deux chapitres. Ainsi, l'état des connaissances représente la revue de littérature des informations disponibles dans le cadre de cette recherche par des auteurs scientifiques et la clarification de quelques concepts afin de mieux cerner les contours du sujet puis la problématique sont les grandes lignes du cadre théorique. Quant à l'approche méthodologique, elle décrit les étapes à suivre pour la rédaction de la thèse. Elle s'appuie sur les types de données utilisées, la collecte et le traitement des données et l'analyse des résultats.

CHAPITRE I

ETAT DES CONNAISSANCES, CLARIFICATION DES CONCEPTS ET PROBLEMATIQUE

Le chapitre I aborde l'état des connaissances sur le sujet qui présente des thématiques ayant trait avec cette recherche par plusieurs études scientifiques, la clarification des concepts pour la compréhension de quelques mots clés développés dans le cadre de cette recherche et la problématique pour la justification du sujet.

1.1. Etat des connaissances

Depuis la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) qui s'est tenue à Rio de Janeiro en juin 1992, les questions liées aux changements climatiques tiennent une place de choix dans les efforts consentis par les Etats pour assurer une meilleure protection de l'environnement. Plusieurs études scientifiques ont abordé des thématiques ayant des liens avec la problématique de la présente recherche.

1.1.1. Indicateurs des changements climatiques

Plusieurs recherches ont été réalisées sur la problématique des changements climatiques dans le monde (M. Issa, 2012, p. 27). Selon le PANA (2008, p. 47), les climats ouest africains sont sujets à de fortes variabilités ou à des changements dont les conséquences sont néfastes pour le développement durable.

Le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat, GIEC (2007, p. 52) montre que la multiplication des événements climatiques extrêmes est le fait du réchauffement global consécutif à l'émission massive et continue des gaz à effet de serre (GES), notamment le CO₂ dans l'atmosphère, par les activités humaines (GIEC, 2013, p. 11). Et, si on maintient les comportements d'émission de gaz, la température dans le futur sera en moyenne supérieure ou égale à 2,5 °C vers les 2100 (GIEC, 2014, p.10).

J. Olivry (1983, p. 50), J. Sircoulon (1990, p. 6) et E. Ogouwalé (2006, p. 21) indiquaient, déjà, que les précipitations en Afrique ont été marquées par une tendance à la diminution. Cette tendance a été qualifiée de "nouvelle phase climatique" ou encore de "rupture climatique" par (J. Carbonnel et P. Hubert, 1992, p. 41). A travers une analyse comparée de deux normales pluviométriques (1931-1960 et 1961-1990), portant sur les données de 572 stations réparties sur tout le continent africain, M.

Hulme *et al.* (2000, p.24) ont mis en relief des changements d'ordre spatial, latitudinal, régional et saisonnier, caractérisés, dans tous, les cas, par une diminution sensible des totaux annuels et de la longueur des saisons humides. La diminution moyenne en juin-juillet-août est de 20 % dans le Sahel.

Pour C. Houndénou *et al.* (2005, p. 334), la région ouest-africaine a connu une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées, doublée d'une augmentation significative du nombre d'années sèches.

En Afrique de l'Ouest, M. Sarr (2009, p. 112) a montré que la température en Afrique de l'Ouest a connue une augmentation rapide vers le début des l'années 1971 de 0,2° C à 0,8° C par décennie. La hausse observée est toutefois plus importante au niveau des températures minimales (jusqu'à 1° C) que sur les maximales (jusqu'à 0,5° C).

Selon M. Boko (1988, p. 154), les recherches sur la variabilité climatique au Bénin ont connu un regain d'intérêt notamment après les séries de péjorations pluviométriques des années 1970 et 1980. Ainsi, pour H. Totin (2003, p. 53), l'évolution du climat se manifeste par une augmentation des températures. M. Issa (2012, p. 17), quant à lui, écrit que l'évolution du climat est caractérisée par les vagues de chaleur, le réchauffement de la terre et toutes les formes de sécheresse. Pour J. Sircoulon (1976, p. 81), une augmentation de 1,5 à 3 °C de température, pourrait fait assister à une diminution 15 à 18 % des précipitations en zones intertropicales africaines.

E. Bokonon-Ganta (1992, p. 5) a fait constater que la décennie 1970 a été marquée par de forts déficits pluviométriques (40 % de la normale). Par son ampleur, cette sécheresse a déstabilisé les économies traditionnelles. Ces diverses caractéristiques sont aussi remarquées dans le Sud-Bénin où, une étude comparative réalisée sur deux séries pluviométriques (1951-1970) et (1971- 2010), permet à M. Lanokou (2016) de conclure que ces traits caractéristiques du climat (sécheresse et inondation) sont de plus en plus présents dans la dépression médiane.

A. Akindélé (2014, p. 10) a montré que les Wemenu et les Holi détiennent des savoirs sur les faits climatiques. La pluie (*ji* en Weme et *ojo* en Holi), la grande saison pluvieuse (*xweji* en Weme et *ojo odun* en Holi), l'harmattan (*awoo* en Weme et *oye* en Holi), la sécheresse (*alun* en Weme et *erun* en Holi), etc. sont autant de terminologies désignant les faits climatiques par les populations. L'auteur a montré également qu'il existe plusieurs types d'indicateurs, ceux basés sur l'analyse des données officielles

et ceux issus des perceptions socio-anthropologiques. En effet, la baisse prolongée et répétée des pluies s'est traduite par les pertes de récoltes et la disparition des marigots, des rivières. En pays Holi, les marigots d'Itcheko (Pobè), Idogbè (Adja-Ouèrè) ont enregistré de considérables baisses du niveau d'eau. Cette réduction traduit, entre autres, l'évolution du climat et représente un précieux indicateur pour les populations. De plus, A. Akindélé (2014, p. 107) fait constater que l'un des repères du démarrage de la petite saison agricole, est la pluie du 15 août appelée "ojo idassa" en langue idaatcha qui signifie littéralement « pluie de idaatcha » comme pour dire la pluie bénite de la communauté idaatcha. Mais, cet indicateur climatique n'est plus fiable du fait de l'allongement de la durée des saisons sèches.

Plusieurs recherches ont été réalisées sur la problématique des changements climatiques et celle de la vulnérabilité du paysannat.

1.1.2. Changements climatiques et vulnérabilité du paysannat

Les catastrophes engendrées par les changements climatiques ont de lourdes influences sur l'agriculture (baisse des rendements) dans les pays en développement (A. Adidehou, 2005, p. 11). Selon le quatrième rapport d'évaluation du Groupe Intergouvernemental des Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2007, p. 12), les communautés pauvres seront les plus impactées du fait de leurs moyens et leur grande dépendance des précipitations et de l'agriculture.

GIEC (2018, p. 3) souligne que les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1 °C sont déjà bien réelles, comme l'attestent notamment l'augmentation des extrêmes météorologiques, l'élévation du niveau de la mer et la diminution de la banquise arctique. En effet, du point de vue des lois de la physique, il est techniquement possible de limiter le réchauffement à 1,5 °C, mais cela impliquerait de réduire les émissions mondiales de dioxyde de carbone d'environ 45 % par rapport aux niveaux de 2010 d'ici à 2030 et d'atteindre un bilan nul en 2050.

E. Agbossou (2002, p. 7) souligne la grande vulnérabilité de l'Afrique face aux changements climatiques en raison d'une forte dépendance agricole et d'une capacité d'adaptation limitée. Même les scénarii les plus optimistes (E. Ogouwalé, 2004, p. 47) prévoient les implications négatives des dommages agricoles sur le bien-être du consommateur en Afrique. Ainsi, M. Boko (2005, p. 16) et C. Houndénou et al. (2005, p. 335) ont montré la vulnérabilité de l'agriculture face à des anomalies climatiques et

ont mis un accent sur la baisse des rendements agricoles et la dégradation du tissu économique.

M. Issa (1995, p. 27), E. Bokonon-Ganta (1999, p. 23) et E. Ogouwalé (2001, p. 32) ont également montré l'ampleur des effets néfastes de la variabilité du climat sur l'agriculture. Ainsi, le GIEC (2001, p. 14) a montré que les risques climatiques (inondation, sécheresse) touchent régulièrement de multiples secteurs et notamment l'agriculture, la sécurité alimentaire, les ressources en eau et la santé.

E. Ogouwalé (2001, p. 47) a analysé la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques dans le département des Collines (moyen Bénin). L'auteur a effectué, à travers cette recherche, une analyse comparée des rendements moyens probables en 2025 et leur évolution sur la période (1990-1999) dans le département des Collines. Selon cette analyse, une baisse de 6 à 30 % des récoltes est attendue dans ce département en 2025. C'est l'influence directe de la péjoration des principaux indices agro-climatiques sur la production. Selon l'auteur, les sécheresses et les irrégularités pluviométriques constituent globalement une menace pour les activités agricoles, en général. Les contraintes climatiques impactent sévèrement l'agriculture, en général au Bénin.

E. Bokonon-Ganta (1987, p. 131), M. Boko (1988, p. 27), F. Afouda (1990, p. 16) et C. Houndénou (1999, p. 21) ont montré, dans l'ensemble, que la variabilité du climat est nuisible aux activités rurales, en général et à la production agricole, en particulier. Dans ce même contexte de péjorations climatiques, M. Lanokou (2016, p. 236) a constaté que les contraintes climatiques entraînent diverses menaces sur l'économie dans la dépression médiane, de par la réduction de la ressource en eau. Par ailleurs, I. Yabi (2001, p. 15) a indiqué que les récessions pluviométriques provoquent des crises sociales et économiques conjoncturelles graves. Ces analyses ont été préalablement menées par A. Hounsou (2004, p. 16) qui trouve que les dégâts économiques qu'occasionnerait un changement du climat seraient à plus de 10 % du PNB du Bénin.

E. Ogouwalé (2004, p.47), souligne que les communautés rurales en pays Nago, Fon, Adja, etc., conscientes des enjeux climatiques, expriment clairement que c'est l'année et non pas le champ qui porte les fruits ou que c'est le ciel plus que la terre qui est le déterminisme d'une bonne ou mauvaise récolte. Ainsi définis, les changements climatiques affectent sérieusement la disponibilité des ressources naturelles telles que

l'eau qui laisse de graves impacts sur l'agriculture et les populations (N. Aho et M. Ouassa Kouaro, 2006, p. 86).

Au Bénin, pour E. Ogouwalé (2006, p. 112), il a été observé, ces dernières années, une perturbation du cycle global de l'eau. Il est noté une intensification des sécheresses qui se sont produites pendant la même période, notamment dans les années 1970 et 1980 selon le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN, 2008, p. 13).

Pour E. Agossou (2008, p. 15), les changements climatiques affectent les ressources en eau, l'énergie, les zones côtières, la santé, l'agriculture et la foresterie. De plus, le mode de répartition des pluies évolue vers le retard des événements pluvieux et le raccourcissement de l'unique saison pluvieuse qui caractérise normalement la région (R. Dimon, 2008, p. 15).

T. Codjo et *al.* (2013, p. 166) ont montré que les changements climatiques ont eu d'énormes impacts sur le secteur de l'agriculture. Au nord du pays, les sécheresses sont de plus en plus remarquables qui influencent l'agriculture en considérant les paramètres agroclimatiques (F. Lamodi, 2013, p. 23). Les impacts directs des changements climatiques sur l'agriculture portent sur les stades de développement des cultures, les modifications pédologiques et les baisses de rendements.

Dans ce contexte des changements climatiques, si de véritables améliorations technologiques ne sont pas apportées au processus de production agricole, la pénurie de main-d'œuvre peut devenir un facteur limitant majeur pour l'agriculture béninoise.

Il est important de mettre en place des stratégies d'adaptation dans le futur pour réduire les impacts des modifications climatiques (GIEC, 2007, p.17).

1.1.3. Changements climatiques et stratégies d'adaptation

Les conférences internationales de Bali en 2007 et de Postdam en 2009, ont été des exemples éloquentes d'une recherche commune à toute l'humanité, des stratégies plus adéquates pour faire face aux menaces liées aux changements climatiques et leurs risques (CARE, 2010, p. 3). Ainsi, selon H. Chaffa (2017, p. 17), la gestion des risques climatiques englobe toutes les activités s'y rapportant, depuis la prévention, la préparation et la gestion des catastrophes jusqu'aux stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

H. Aïfan (1993, p. 19) étudie la récession pluviométrique et évalue les rendements agricoles, en occurrence pour les cultures vivrières, dans le centre du Bénin. Il met ainsi en relation l'eau et l'agriculture et montre une forte fluctuation des rendements et une désorganisation des activités agricoles. La stratégie développée par les paysans est, selon lui, une modification des techniques agricoles en mettant en valeur les bas-fonds pour réduire les effets des changements climatiques.

Quant à S. Boukari (2004, p. 57), il montre que pour faire face aux changements climatiques et à la diminution des ressources en eau, les populations de la Donga ont procédé à la réhabilitation des points d'eau, un surcreusement des puits et marigots, l'aménagement de barrages et retenues d'eau pour le développement agricole. En effet, des travaux ont évalué, à partir d'une analyse des paramètres climatiques (pluies, températures, ETP, etc.) et d'une simulation des climats, la vulnérabilité des ressources en eau de surface aux changements climatiques dans le secteur agricole.

M. Issa (2012, p. 36), M. Lanokou (2013, p. 38) et T. Codjo *et al.* (2015, p. 315) ont, quant à eux, montré que face aux aléas climatiques, les communautés paysannes nago du centre et du sud-Bénin, ainsi que les paysans de l'aire culturelle Wémè, développent des stratégies qui prennent la forme de cérémonies rituelles à l'endroit des divinités tutélaires et des ancêtres ou des sacrifices d'animaux en honneur des divinités afin d'implorer leur clémence pour faire tomber la pluie en cas de retard ou de rupture sur une longue durée.

Selon A. Akindélé (2014, p. 137), les divinités qui sont les plus invoquées lors de ces cérémonies religieuses sont : *Sakpata* (dieu de la terre), *Xevieso* (dieu de la foudre) et *Dan* (le serpent qui lie la terre au ciel). *Sakpata* qui représente la terre, reçoit la pluie de *Xevieso* qui se manifeste par la foudre. Le *vodun Dan*, incarné par le serpent python est souvent associé à la pluie et sert d'intermédiaire entre *Sakpata* et *Xevieso*. Les Wemenu invoquent ces divinités quand la sécheresse dure. Les dérèglements climatiques sont considérés par ces derniers comme des situations anormales imputables au mécontentement des divinités (*Xevieso*, *Ayino*, *Segbo Lisa*, *Sakpata*, etc.) du fait de la violation de certains interdits religieux et moraux. C'est ainsi que, selon certains chefs traditionnels, les sécheresses du milieu des années 1970 et du début des années 1980 seraient une sanction de *Sakpata* contre le pouvoir marxiste-léniniste qui, luttant contre

la féodalité et la sorcellerie, avait entrepris la destruction des couvents et des forêts sacrées (A. Akindélé, 2014, p. 138).

K. Mondja (2011, p. 27) a montré l'apport de l'irrigation de complément dans la Commune de Natitingou. Cette technique permet de compenser le déficit hydrique des cultures au moment des poches de sécheresse afin de sécuriser la production agricole, d'une part et contribue à bâtir une politique de valorisation des eaux pluviales à des fins agricoles d'autre part.

Des travaux similaires à ceux de W. Seydou (2016, p. 41) et réalisés par H. Chaffa (2017, p. 56) font un bilan de l'eau et identifient les conséquences sur la production agricole dans la dépression d'Issaba et celle de la Lama. Cette étude identifie la mise en valeur des bas-fonds comme stratégie développée par les paysans pour le développement agricole. Mais cette stratégie est peu efficace dans la dépression d'Issaba et celle de la Lama sans être accompagnée par d'autres stratégies.

H. Afouda (2016, p. 23) et S. Igué (2017, p. 47) ont montré que, pour faire face aux impacts des changements climatiques, les producteurs mettent en place des systèmes d'adaptation. En effet, les producteurs utilisent d'autres variétés qui résistent aux phénomènes des modifications du climat.

1.1.4. Scénarii climatiques

Selon GIEC (2018, p. 7), les modèles climatiques prévoient l'élévation de la température moyenne sur la surface de la terre, l'augmentation de la chaleur dans l'agglomération (augmentation du nombre de jours où la hausse des températures atteint jusqu'à 3 °C), dans les continents la sécheresse répétée.

R. Ogouwalé (2013 p. 49) a montré que depuis les années 1990, l'IPCC utilise trois grandes familles de scénarii climatiques dans les évaluations des incidences d'un climat modifié. Les grandes familles de scénarii climatiques sont des scénarii incrémentiels (scénarii climatiques obtenus à partir d'une augmentation de 2 °C appliquée à un enregistrement des températures d'une station à des échelles déterminées), des scénarii analogiques (scénarii construits en choisissant un régime climatique connu qui peut ressembler au climat futur projeté) et des scénarii fondés sur les modèles climatiques.

C'est dans ce contexte que le GIEC (2001, p. 8) a retenu trois (3) grandes catégories de scénarii climatiques qui sont couramment utilisées dans les évaluations d'incidences. Il s'agit :

- les seconds, semblables d'une modification climatique, sont tirés et résultent du passé ou d'autres régions ; ils peuvent fournir des informations intéressantes sur l'incidence des conditions climatiques au-delà des situations actuelles ;
- les troisièmes cas de scénarii, résultats des modèles de circulation générale, sont établis en appliquant aux valeurs de référence retenue (1971-2000), l'écart proportionnel ou absolu entre les simulations du climat actuel et du climat futur.

Des trois (3) types de scénarii climatiques, les scénarii incrémentiels et analogues sont exclus du processus d'élaboration parce que pour les premiers. Ainsi, plusieurs auteurs ont déjà appliqué le modèle expérimental aux différents résultats de scénarii climatiques, en Afrique tropicale notamment, M. Issa (1995, p. 17), M. Hulme (1996, p. 81), A. Centella et *al.* (2000, p. 23), E. Ogouwalé (2006, p. 62), H. Totin (2010, p. 49), R. Ogouwalé (2013, p. 30) et B. Donou (2015, p. 49). Pour la génération des scénarii climatiques, la seule source d'incertitude demeure les émissions du GES.

Quant à H. Koumassi (2014, p. 45), un scénario de changement climatique correspond à la différence entre un scénario climatique et le climat actuel. Ils permettent d'estimer la vulnérabilité d'un système et d'anticiper par des mesures d'adaptation. Les projections climatiques servent fréquemment de matière première aux scénarii climatiques, quoique ces derniers nécessitent généralement des informations supplémentaires, par exemple sur le climat observé actuellement (E. Atiyé, 2018, p. 26).

Selon le GIEC (2014, p.10), le RCP 8.5 est globalement comparable au scénario A2/A1FI du SRES, le rcp 6.0 au B2 et le RCP 4.5 au B1. Le RCP 2.6 n'a pas d'équivalent dans le SRES. La figure 1 présente l'évolution de la température et des précipitations moyennes entre 1986-2005 et 2081-2100 dans les continents des latitudes moyennes et dans les régions tropicales humides.

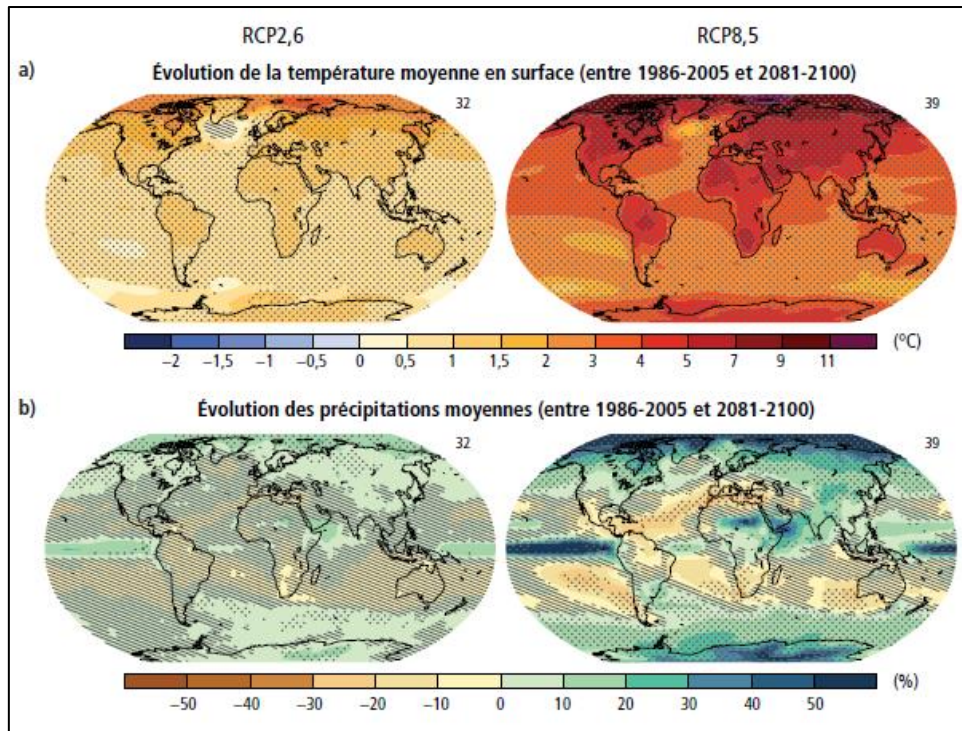


Figure 1 : Evolution de la température et des précipitations moyennes entre 1986-2005 et 2081-2100 dans les continents des latitudes moyennes et dans les régions tropicales humides

Source des données : GIEC, 2014

Les projections de la moyenne multimodèle établies dans le cadre de la cinquième phase de l'exercice de comparaison de modèles couplés (CMIP5) montrent que les variations sont calculées par rapport à la période 1986–2005. Dans le cadre de cette recherche, les scénarii RCP sont utilisés.

L'an 2050 est l'horizon temporel pour lequel les scénarii climatiques sont construits dans cette recherche. Ce choix est fait au regard de la littérature disponible, 2060 est indiquée comme année limite de simulation si l'on ne veut pas s'éloigner de la réalité. Même si le protocole de Kyoto était appliqué par les différents pays, il ne faut pas en attendre des résultats tangibles de réduction des gaz à effet de serre avant 2070 (A. Akognongbè, 2014, p. 47). En outre, le délai qu'exige l'adaptation climatique impose que l'horizon temporel ne soit pas trop rapproché de l'année de base des projections (E.Ogouwalé, 2006, p. 56). Ainsi, un tel horizon permet aux paysans de développer dès maintenant des mesures de précaution pour adapter ledit système à l'évolution du climat. Compte tenu de la problématique de la recherche et de la prise en compte de scénario dans la dépression médiane, il aurait été très difficile de définir des scénarii plausibles sur une longue période. De plus, l'horizon 2050 permet d'éviter une trop

grande incertitude liée à la dispersion des scénarii de gaz à effet de serre et à la performance des Modèles de Circulation Générale (MCG). Pour toutes ces raisons, 2050 apparaît comme un horizon temporel raisonnable.

Les perturbations climatiques de ces deux derniers siècles caractérisées par l'augmentation accélérée de la température moyenne sont attribuées par beaucoup d'études à l'augmentation de la quantité des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (C. Houssou, 2000, p. 4 ; A. Hounsou, 2004, p. 19 et E Ogouwalé, 2006, p. 57).

Selon B. Donou (2015, p. 46), le modèle CCLM prédit une baisse de la pluviométrie annuelle liée à la diminution de la fréquence des pluies tout comme dans les observations. Aussi, le modèle RCA prédit une baisse de la pluie annuelle liée à la baisse de la fréquence et de l'intensité moyenne des pluies.

Le modèle, REMO prédit un changement significatif de la pluviométrie annuelle. Cependant, les deux consensus qui se dégagent parmi les cinq modèles sur l'évolution des caractéristiques de la saison des pluies sont : une baisse de la fréquence des pluies très faibles (compris entre 0,1 et 5 mm/jr), un allongement de la durée moyenne des séquences sèches et une fin tardive des saisons de pluies. Il ressort des analyses que le modèle REMO demeure le plus fiable dans le contexte ouest africain et béninois (B. Ibrahim *et al.*, 2014, p. 1366).

Dans le cadre de la présente recherche, pour estimer la physionomie du climat futur, les données climatiques du modèle régional REMO ont été utilisées. Ce modèle régional de projection climatique est le plus adapté pour la région de l'Afrique de l'Ouest et il fournit des données considérées comme fiables pour ce qui concerne la reproduction des caractéristiques observées du climat africain, en général et celui du Bénin, en particulier (IMPETUS, 2009, p. 21 ; B. Ibrahim *et al.*, 2014, p. 1365), bien que cela présente des incertitudes. Les données des modèles climatiques régionaux sont disponibles dans le cadre du programme régional CORDEX (Coordinate Downscaling Experiment) sur le site cordex.org suivant les scénarii RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 du GIEC. Mais pour ce travail, il a été utilisé deux scénarii. Il s'agit du scénario moyen RCP 4.5 et le scénario pessimiste RCP 8.5 qui sont d'ailleurs les plus utilisés dans le cadre des études d'impact climatique (J. D. Kodja, 2018, p. 71). Puisque toutes les études sont unanimes sur le fait que les sorties des modèles contiennent

d'énormes incertitudes, il a été procédé à la correction des données REMO suivant les méthodes proposées par (E. Ogouwalé, 2006, p. 49 ; R. Ogouwalé, 2013, p. 29 et B. Donou, 2014, p. 46).

Les types de données projetées sont les précipitations et les températures (minimales et maximales) aux pas de temps mensuel et annuel, aux horizons temporels futurs proches (2018-2050) avec les scénarii des profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) qui couvrent un éventail de scénarii plus large que celui des scénarii du Rapport spécial sur les scénarii d'émissions (SRES) utilisés dans les précédentes évaluations, car ils comprennent aussi des scénarii prenant en compte une politique en faveur du climat (GIEC, 2014, p. 11). En termes de forçage général, le RCP 8.5 est globalement comparable au scénario A2/A1FI du SRES, le RCP 6.0 au B2 et le RCP 4.5 au B1. Le RCP 2.6 n'a pas d'équivalent dans le SRES (figure 2).

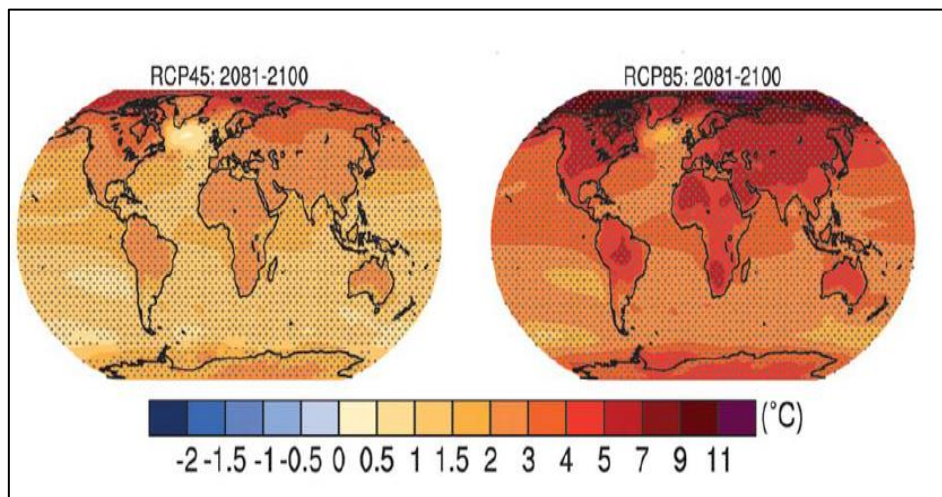


Figure 2 : Evolutions de températures moyennes en surface (entre 1986-2005 et 2081-2100)

Source : GIEC, 2014

A part l'augmentation de la température, le RPC 8.5 peut être montrer par une variation des hauteurs de pluies avec accompagnée par la sécheresse et la précipitation vers à la fin du XXI^e siècle. La grande quantité d'émission des gazs, est prise en compte dans les rapports 3 et 4 concernant la projection des paramètres climatiques (GIEC, 2014, p. 12). Cependant, les changements significatifs des paramètres climatiques, entre la période de référence de 1971 à 2000 et la période de prédiction de 2021 à 2050, varient selon le modèle climatique.

Pour l'essentiel, les études ainsi réalisées par différents auteurs ont permis de caractériser les indicateurs des changements climatiques. Ces auteurs ont abordé la

question de la variabilité climatique en lien avec la production agricole. Ces différentes études ont permis également de cerner davantage les concepts clés et les contours du sujet, d'approfondir les connaissances sur les questions de la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques. Par ailleurs, aucun de ces ouvrages n'a abordé de façon précise la question de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques. Mais si les stratégies paysannes ont fait l'objet d'investigations approfondies à l'échelle mondiale et nationale, elles ne sont pas encore perçues dans la dépression médiane au sud-Bénin. Il est nécessaire d'étudier la vulnérabilité future du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Après l'état des connaissances, il convient de clarifier les concepts importants employés.

1.2. Clarification des concepts

Pour faciliter la compréhension de la présente recherche, les concepts clés tels que changements climatiques, variabilité climatique, risque climatique, paysannat, vulnérabilité du paysannat, agriculture, stratégie d'adaptation et dépression médiane ont été élucidés.

Changements climatiques : Selon la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), les changements climatiques sont des modifications du climat qui sont attribuées directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère globale et elles viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables (CCNUCC, 2007, p. 8). Les changements climatiques sont également définis comme toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines (IPCC, 2007, p. 395).

Pour E. Ogouwalé (2001, p. 23) par contre, les changements climatiques sont une modification du statut des précipitations et une augmentation prononcée des températures au cours du temps. Dans les régions tropicales par exemple, le rendement des cultures devrait diminuer sous l'effet de la hausse de température qui pourrait atteindre à certains endroits 4 °C ; d'où un risque accru de famine. La hausse de température et du rayonnement solaire accroîtraient la demande climatique, la température du couvert végétal et le stress hydrique. Ainsi, l'apparition plus fréquente

des températures élevées ou des séquences sèches raccourcit les cycles des cultures et handicape la production agricole comme l'indique la figure 3.

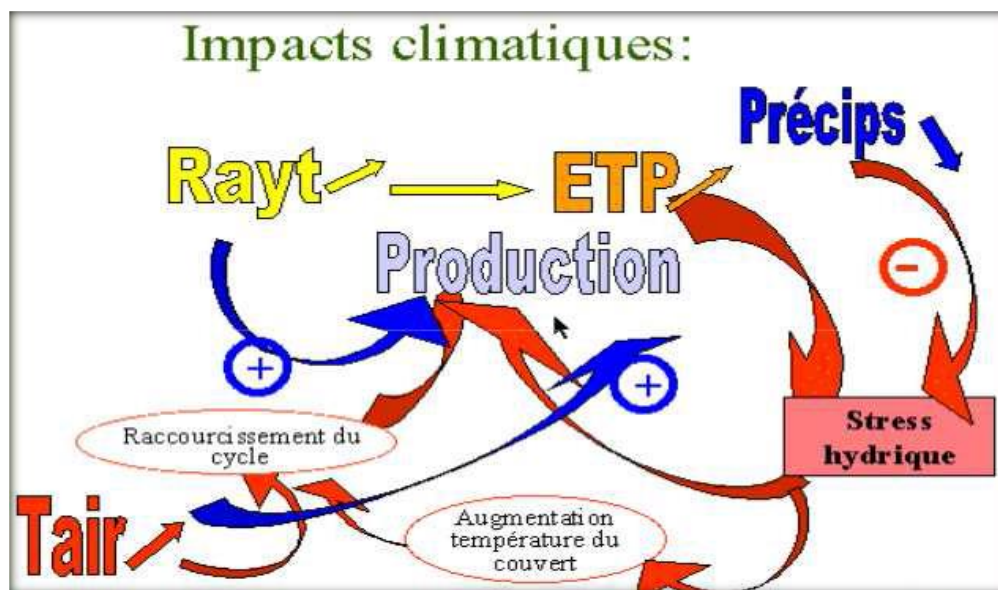


Figure 3 : Schéma synthétique des impacts climatiques sur la production agricole : augmentation de la température de l'air, du rayonnement solaire, diminution des précipitations et de l'ETP

Flèches rouges = effet négatif (diminution de la production) ; Flèches bleues = effet positif (augmentation)

Source : GIEC, 2007 b

L'analyse de la figure 3 montre les différents impacts climatiques sur la production agricole à la suite de la modification de certains paramètres tels que la température, les précipitations, l'évapotranspiration potentielle (ETP), le rayonnement solaire etc. Les flèches en rouge indiquent l'effet négatif sur la production suite à la diminution des précipitations et à l'augmentation du stress hydrique. Les flèches bleues montrent une bonne pluviométrie, un bon rayonnement solaire qui favorisent une bonne croissance des cultures avec une augmentation de la production.

L'abondance ou la rareté des précipitations détermine aussi la productivité agricole.

Dans le cadre de la présente recherche, les changements climatiques sont une modification statistiquement significative, sur plusieurs décennies, des principaux paramètres climatiques (précipitations, température, vent, humidité relative, ...). Ils présentent ainsi un caractère permanent lié à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations dues au forçage externe naturel ou anthropique (variabilité externe) selon (I. Yabi, 2002, p. 11 et GIEC, 2007, p. 9).

Variabilité climatique : selon M. Boko (1988, p. 5), S. Boubari (2004, p. 16), M. Boko *et al.* (2006, p. 3) et B. Doukpolo (2014, p. 22), la variabilité climatique est un élément partiel de la modification climatique. Cette variabilité climatique se manifeste par la modification des paramètres climatiques dans l'espace et dans le temps (H. Chaffa, 2017, p. 13).

Selon l'IPCC (2007, p. 7), la variabilité climatique est une caractéristique inhérente au climat qui se manifeste par des changements et déviations dans le temps. Cette fluctuation climatique va principalement se traduire par une baisse notable de la pluviométrie annuelle, non sans conséquences sur les ressources en eau et l'agriculture (I. Ouorou Barre, 2007, p. 12).

Dans le cadre de la présente recherche, la variabilité climatique est la modification des paramètres climatiques (précipitations et températures) sur une période à court terme. Ces paramètres climatiques constituent les éléments du climat qui ont été utilisés pour traiter les changements climatiques. Le choix de ces paramètres climatiques est fait par rapport à son importance dans l'agriculture pluviale qui caractérise le Bénin et particulièrement le secteur d'étude. Les changements climatiques se différencient de la variabilité climatique qui est en lien avec le court terme.

Risque climatique : Selon S. Igué (2017, p. 13), le risque climatique est l'éventualité d'un événement incertain qui peut causer un dommage, une perte. C'est aussi l'éventualité qu'un événement futur soit incertain, soit d'un temps indéterminé où ne dépend pas exclusivement de la volonté de l'homme, qui causera un dommage (incendie, maladie, mauvais temps).

Pour L. Issaou (2014, p. 25), le risque climatique est un phénomène naturel extrême, d'origine météorologique ou climatique, qui peut se déclencher en n'importe quel point de la planète. C'est également le degré de probabilité d'un temps défavorable au cours d'une période définie.

Dans le cadre de cette recherche, les risques climatiques sont les inondations, la sécheresse, les vents violents, diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies, augmentation de la température, augmentation des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses.

Scénarii climatiques : Un scénario est la description plus ou moins détaillée de quelques-uns des futurs possibles dans un univers de tendances données (E. Ogouwalé, 2006, p.53 ; B. Donou, 2015, p. 68). Le scénario sert à orienter les décisions et à clarifier les choix majeurs. Le scénario part des faits et des données connues pour mettre en relief des situations plausibles et ce, dans un contexte donné et en fonction de ce l'on sait des tendances évolutives des principaux éléments du système étudié (E. Ogouwalé, 2004, p. 57 et 2006, p. 180). Les scénarii ont l'avantage majeur de mieux faire comprendre dans quelle mesure les actions anthropiques vont, de manière significative, affecter le futur et d'aider à la définition des stratégies d'adaptation alternatives (H. Totin, 2005, p. 17 ; 2010, p. 23).

Pour GIEC (2007, p. 8), les scénarii climatiques sont des visions à long terme de l'évolution du climat futur (c'est-à-dire des paramètres climatiques) ainsi que des principaux paramètres socio-économiques dans une localité donnée. Selon N. Nakicenovic et *al.* (2000, p. 327), les scénarii sont fondés sur le même canevas pour ce qui est de l'évolution démographique, sociétale, économique et technologique. L'ensemble des scénarii SRES comprend quatre familles: A1, A2, B1 et B2.

Dans le cadre de cette recherche, les scénarii climatiques sont des projections à long terme de l'évolution des précipitations et des températures ainsi que les principaux paramètres socio-économiques dans la médiane avec les scénarii RCP (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5).

Paysannat : Le paysannat se rapporte aux modes de vie et de production des paysans, caractérisés par les liens étroits entre les activités sociales et économiques, les structures familiales et les conditions locales (T. Codjo, 2017, p. 31). Selon S. Brunel (2005, p. 3), le paysannat est l'ensemble des paysans ou la classe paysanne. Le paysannat est l'ensemble des agriculteurs ou l'ensemble de la classe formée par ceux qui appartiennent au milieu agricole (P. Hubert, 1992, p. 197).

Dans le cadre de la présente recherche, le paysannat est l'ensemble constitué par les agriculteurs, leur mode de vie et les activités agricoles.

Vulnérabilité du paysannat : Selon B. Doukpolo (2014, p. 35), la vulnérabilité exprime le niveau auquel un système naturel ou humain peut être affecté puis dégradé ou endommagé par les impacts de la variabilité et des changements climatiques y

compris les événements extrêmes. Elle exprime en d'autres termes « le degré auquel un système naturel ou humain est sensible et incapable de faire face aux effets néfastes des changements climatiques » (GIEC, 2001, p. 4).

D'un point de vue socio-anthropologique, la vulnérabilité est tout d'abord un état de fragilité dont la source peut être une privation de ressources : ressources matérielles (actuellement pauvreté monétaire), ressources sociales (réseau de relations, de solidarité ou d'entraide) ou une incapacité de ces ressources à conduire l'action de l'individu (Y. Dupont, 2004, p. 9). L'inégale répartition des précipitations, la variation des rythmes pluviométrique et thermométrique et l'occurrence des extrêmes climatiques accroissent les degrés de vulnérabilité de différentes régions dans le monde (GIEC, 2007, p. 5). Cette vulnérabilité est liée à l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation (GIEC, 2007 b) comme l'indique la figure 4.

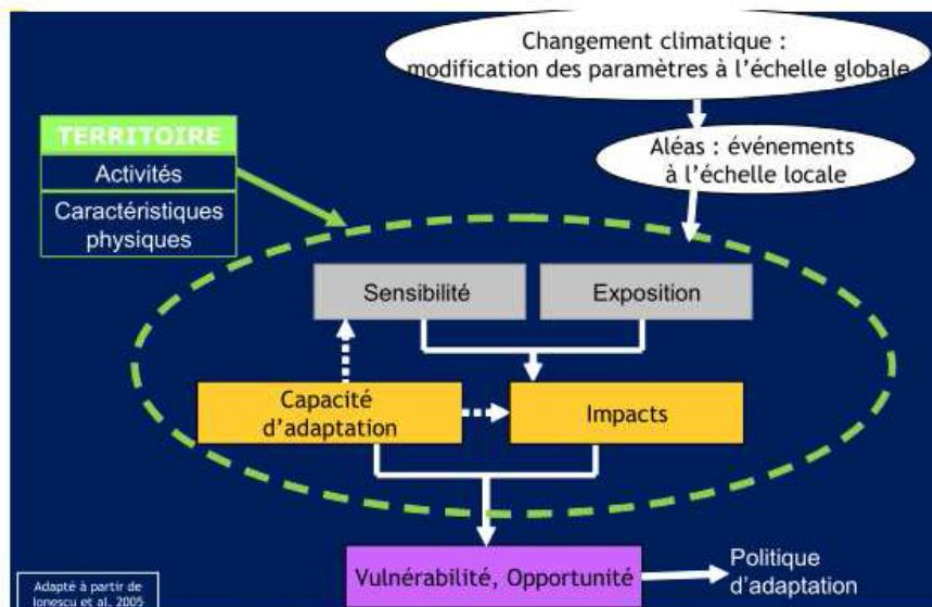


Figure 4 : Schéma explicatif des concepts associés à la vulnérabilité aux changements climatiques

Source des données : GIEC, 2007 b

La figure 4 montre les différents concepts liés à la vulnérabilité. En effet, la modification des paramètres climatiques à l'échelle globale due aux changements climatiques accentue l'éventualité d'un préjudice climatique ou aléas à l'échelle locale. Ainsi, au niveau de la médiane, les éléments physiques et humains subissent différemment les impacts suite à leur exposition et leur sensibilité aux aléas climatiques. Le rapport entre la capacité d'adaptation et le degré d'impact donne le niveau de vulnérabilité d'un système.

Selon E. Amouzou (2007, p. 17), la vulnérabilité concerne les systèmes susceptibles de subir ou d'être affectés négativement par les effets néfastes des contraintes environnementales, socio-économiques et autres. A travers cette étude, la vulnérabilité est abordée sous deux aspects. Il s'agit de :

- la vulnérabilité qui se rapporte aux risques climatiques (sécheresse, inondations, pluies précoces, tardives et violentes) ;
- la vulnérabilité qui concerne le niveau de revenu, la pauvreté, les moyens d'existence, l'insécurité alimentaire, etc.

Pour cette recherche, l'approche utilisée se fonde sur la représentation d'Ozer (2007), reprise par J. Kodja (2013, p. 23). Le risque prend la définition du produit de l'aléa et de la vulnérabilité et tout accident potentiellement dangereux, l'aléa n'est qu'un risque que s'il s'applique à une zone où se trouve les enjeux humains, économiques ou environnementaux. La figure 5 illustre, à cet effet, une représentation du risque en fonction de l'aléa selon Ozer (2007).

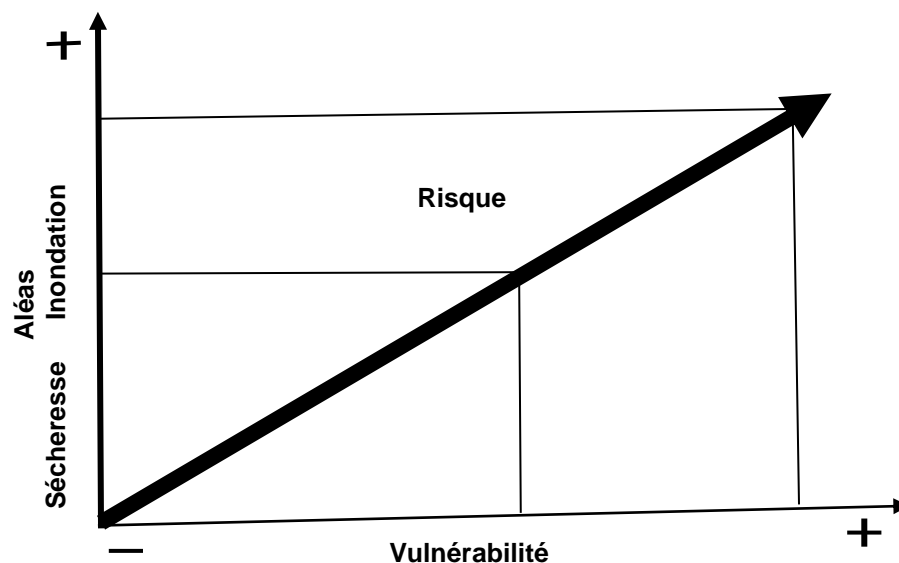


Figure 5 : Représentation du risque en fonction des aléas (sécheresse et/ou inondation) et de la vulnérabilité

Source : Adapté Kodja, 2013

La sensibilité d'un système aux changements climatiques désigne la proportion dans laquelle un tel système est influencé, favorablement ou défavorablement, par des stimuli liés au climat. Les conséquences des changements climatiques peuvent impliquer une modification des rendements agricoles causés par l'augmentation des températures de façon directe ou par les effets indirects causés par les inondations dues par la grande quantité de pluie dans un secteur.

La vulnérabilité du payasannat est définie comme les caractéristiques d'un paysan ou d'un groupe avec leur mode de vie en fonction de leur capacité à anticiper, à faire face et à résister de se remettre de l'impact d'un aléa naturel (F. Lamodi, 2013, p. 14). Dans le cadre de cette recherche, la vulnérabilité du paysannat est la fragilité du système agricole (activités agricoles et producteurs) aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Agriculture : Selon S. P. Houssou-Goé (2008, p. 17), l'agriculture est au sens strict, la culture des champs et au sens large, l'ensemble des travaux visant la production de végétaux, d'animaux destinés à l'alimentation ou à l'industrie et à renouvellement rapide. Le concept de l'agriculture regroupe donc la production végétale, animale et halieutique pouvant satisfaire les besoins alimentaires de l'homme (T. Codjo, 2017, p. 24). Dans la présente recherche, l'agriculture se rapporte à la production végétale et surtout aux cultures vivrières dans la dépression médiane au Sud-Bénin.

Stratégie d'adaptation : Le Groupe Intergouvernemental des Experts sur l'évolution du Climat, GIEC (2007, p. 11), définit la stratégie d'adaptation comme étant le mécanisme ou les actions entreprises par un système, une communauté, un individu en réaction aux impacts et effets présents et futurs induits par le changement climatique.

Pour T. Codjo (2017, p. 17), les stratégies d'adaptation sont les ajustements des systèmes cultureux pouvant contribuer à réduire les effets de la dynamique climatique qui entravent le développement agricole. L'adaptation est définie comme «l'ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse à des changements climatiques actuels ou attendus, ou à leurs effets, qui atténue les dommages ou en valorise les bénéfiques» (FAO, 2007, p. 9).

Dans le cadre de cette étude, les stratégies d'adaptation sont des ajustements des systèmes cultureux et autres mesures développées (le système d'irrigation, réaménagement du calendrier agricole, etc.) par les paysans pouvant réduire les effets des changements climatiques.

Dépression médiane : Selon M. Lanokou (2016, p. 20), la dépression médiane traverse le sud-Bénin de l'ouest à l'est suivant une direction sud-ouest – nord-est. Au Bénin, la dépression médiane est très développée avec un collecteur central, la rivière

Hounto, qui serait probablement à l'origine du creusement de la Lama (L. H. Amoussouga, 2008, p. 11). Cette rivière orientée SSW-NNE, suit la dépression pour rejoindre la vallée de l'Ouémé. Mais aujourd'hui, ces écoulements « hérités » aboutissent dans une zone marécageuse à l'entrée du delta de l'Ouémé (T. H. Azonhe, 2009, p. 12). Selon M. Lanokou (2016, p. 21), actuellement : « dans la dépression de la Lama, très plate, le réseau hydrographique est très dégradé et il existe de nombreuses zones d'endoréisme ».

Dans le cadre de cette recherche, la dépression médiane est subdivisée en trois (3) sous-dépressions à savoir celle d'Issaba ou Hollidjé, celle des Ko ou la Lama et celle des Tchis. La dépression d'Issaba est limitée à l'Est par la République fédérale du Nigeria et à l'Ouest par le fleuve Ouémé. Celle des Ko est située entre le fleuve Ouémé à l'Est et le fleuve Couffo à l'Ouest. La dépression des Tchis est comprise entre le fleuve Couffo à l'Est et la République du Togo à l'Ouest.

1.3. Problématique

1.3.1. Justification du sujet

Le climat de la terre est soumis, ces trois dernières décennies, à des variations importantes de ses principaux paramètres (E. Ogouwalé, 2006, p. 10 ; B. Donou, 2008, p. 13). Ces variations se manifestent par la multiplication des événements climatiques extrêmes (GIEC, 2007, p. 11). Au cours de ces dernières décennies, l'attention de la communauté scientifique internationale et des responsables politiques du monde entier s'est concentrée d'une manière toujours plus pressante sur le problème du réchauffement planétaire et de l'action de l'homme sur l'altération du système climatique (E. Ogouwalé, 2006, p. 23). Ce réchauffement planétaire a conduit à des changements climatiques. C. Houndénou (1999, p. 12) avaient déjà souligné la grande vulnérabilité de ce continent face au changement climatique en raison d'une forte dépendance agricole et d'une capacité d'adaptation limitée. Ceci est renchéri par les résultats de nombreux travaux sur la vulnérabilité des changements climatiques (N. S. Djenontin, 2010, p. 71) et aussi par les conclusions du Dialogue Sous-Régional des pays membres de la Communauté Economique des Etats d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) sur les changements climatiques selon le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN, 2008, p. 9).

En Afrique tropicale, les populations rurales sont particulièrement concernées par les changements climatiques, dans la mesure où les performances de leurs systèmes de production sont étroitement tributaires du climat (M. Boko, 1988, p. 4 et E. Agbossou, 2002, p. 2). L'accès à la mécanisation, les engrais etc. et un bon système de production est causé par les moyens financiers. Ce qui entraîne un élément qui augmente les conséquences socioéconomiques par exemple les sécheresses et les inondations respectivement des années 1970 et 1990 qui ont impacté l'agriculture (FAO, 2007, p. 3).

Au Bénin, la baisse de la pluviométrie associée au réchauffement thermique, ont induit une dégradation du milieu écologique avec pour conséquences, des impacts négatifs sur la production agricole (A. Afouda et *al.*, 2002, p. 105 ; E. Ogouwalé, 2006, p. 80 ; M. Issa, 2012, p. 15 ; Loko et *al.*, 2013, p. 687 et F. Sanoussi et *al.*, 2015, p. 2531). En effet, dans les différentes régions du Bénin, la vulnérabilité se manifeste par une détérioration des rendements et des pertes importantes de récoltes (M. Boko, 1988, p. 21 ; M. Issa, 1995, p. 19). Cette situation est due à l'indigence pluviométrique (F. Afouda, 1990, p. 112), à la réduction de la durée des saisons agricoles (M. Issa, 1995, p. 23), au réchauffement thermique et à la péjoration pluviométrique (E. Ogouwalé, 2004, p. 17), indicateurs d'une évolution des climats.

Dans le sud-Bénin, les déficits pluviométriques, le décalage saisonnier et le prolongement de la durée de la sécheresse, de plus en plus significatifs, touchent de vastes territoires et bassins de production agricole. Ces crises climatiques persistantes, conjuguées à d'autres facteurs (perte de productivité des sols et déplacements des populations) constituent les causes primaires de la baisse de rendements agricoles et de pénurie alimentaire enregistrées, ces dernières décennies, dans le secteur d'étude (M. Lanokou, 2016, p. 33).

Dans la dépression médiane, le contexte climatique marqué par les irrégularités saisonnières et interannuelles des pluies, perturbe régulièrement les calendriers agricoles et les cycles végétatifs des cultures. Dans ce contexte de tendance générale à la baisse, il survient, par moments, de fortes pluies génératrices d'inondations, parfois désastreuses voire dramatiques sur les plans socioéconomiques notamment agricoles. Dans un contexte où l'agriculture demeure pluviale, toutes ces perturbations climatiques sont capables de générer des crises alimentaires et socio-économiques

aux impacts considérables. Face à ces situations, les populations prennent des initiatives, sur la base de leurs connaissances, de leur savoir-faire, pour réduire les effets des changements climatiques. Ces constats soulèvent une question centrale, quelle est la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ? De cette question principale se découle trois questions essentielles :

- quels sont les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ?
- quels sont les impacts agricoles et socio-économiques de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ?
- quelle est l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans aux effets des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ?

C'est pour répondre à ces questions que le sujet « **vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin** » a été choisi. Cette recherche est fondée sur les hypothèses et les objectifs.

1.3.2. Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail dans le cadre de cette recherche sont :

- dans la dépression médiane, les changements climatiques sont traduits par les fortes variations des paramètres climatiques tels que les précipitations, les températures etc. ;
- la baisse des rendements agricoles ainsi que la dégradation des conditions de vie et d'existence sont des impacts imputés à la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ;
- les stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques dans la dépression médiane sont peu efficaces.

Pour confirmer ou infirmer les hypothèses de travail, des objectifs de recherche ont été fixés.

1.3.3. Objectifs de recherche

L'objectif global de cette recherche est d'étudier la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Spécifiquement, il s'agit de :

- caractériser les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ;
- évaluer les impacts agricoles et socio-économiques de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin ;
- analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques.

Ce chapitre a permis de faire l'état des connaissances des travaux réalisés sur la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques, de clarifier quelques concepts clés de la recherche, de présenter la problématique du sujet et de préciser les objectifs visés par cette recherche. Le chapitre II expose les grandes lignes de la démarche méthodologique qui a servi à l'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques, à l'évaluation des impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat et à l'analyse de l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques.

CHAPITRE II

APPROCHE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE DE LA VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Le présent chapitre présente la nature et la source des données, le matériel et les différentes méthodes utilisées pour la collecte des informations, le traitement de ces données et l'analyse des résultats obtenus. Cette démarche permet de caractériser les indicateurs des changements climatiques, d'évaluer les impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat et d'analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques.

2.1. Nature et sources des données utilisées

Les données utilisées dans le cadre de cette recherche sont relatives aux données climatiques et pédologiques du secteur de recherche. De même, les données sur les exigences écologiques des cultures choisies, les statistiques de production agricole, les informations socio-économiques et les données démographiques ont été collectées.

2.1.1. Données climatiques

Les données climatologiques utilisées ont été collectées à la Direction Nationale de la Météorologie (Météo-Bénin) et concernent les stations d'Aplahoué, Dogbo, Cotonou, Bohicon, Niaouli, Toffo, Allada, Bopa et Pobè sur la période 1951-2017. Les statistiques thermométriques des stations synoptiques de Cotonou et de Bohicon ont été utilisées sur la même période. Les caractéristiques des stations météorologiques retenues dans le cadre de cette recherche sont présentées dans le tableau I.

Tableau I : Caractéristiques des stations retenues dans la recherche

| Station | Nature de la station/poste | Type de données collectées | Coordonnées géographiques | | Taux de disponibilité de données (période 1951-2017 (%)) | Année de création |
|----------|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------|--|-------------------|
| | | | Latitude (Nord) | Longitude (Est) | | |
| Cotonou | Synoptique | Statistiques thermiques et hauteurs de pluies | 06 ° 21 ' | 02 ° 23 ' | 100 | 1922 |
| Bohicon | Synoptique | Statistiques thermiques et hauteurs de pluies | 07 ° 10 ' | 02 ° 04 ' | 100 | 1940 |
| Pobè | Agro-climatique | Statistiques thermiques et hauteurs de pluies | 06 ° 56 ' | 02 ° 40 ' | 100 | 1926 |
| Aplahoué | Pluviométrique Hauteurs de pluies | Statistiques thermiques et hauteurs de pluies | 06 ° 55' | 01 ° 40' | 98,33 | 1922 |
| Niaouli | Agro-climatologique | Hauteurs de pluies | 6 ° 42' | 2 ° 7' | 98,33 | 1941 |
| Dogbo | Pluviométrique | Hauteurs de pluies | 6 ° 45' | 1 ° 47' | 98,33 | 1950 |
| Toffo | Pluviométrique | Hauteurs de pluies | 6° 49' | 2° 3' | 98,33 | 1952 |
| Allada | Pluviométrique | Hauteurs de pluies | 7° 15' | 2° 13' | 98,33 | 1921 |
| Bopa | Pluviométrique | Hauteurs de pluies | 6 ° 34' | 1 ° 58' | 98,33 | 1950 |

Source des données : Météo-Bénin, 2018

De l'observation des données du tableau I, il ressort que trois types de stations sont retenus pour le compte de la présente recherche (synoptiques, agro-climatiques, pluviométriques). Deux (2) stations synoptiques (Cotonou et Bohicon), de deux (2) stations agro-climatiques (Pobè et Niaouli) et de cinq (5) postes pluviométriques (Aplahoué, Toffo, Allada, Bopa et Dogbo). Les années de création et d'observation de ces stations permettent de caractériser les indicateurs des changements climatiques sur une période d'au moins 60 ans, d'où le choix de la série 1951-2017 pour la présente recherche. La figure 6 présente la répartition spatiale des stations météorologiques retenues pour la présente recherche.

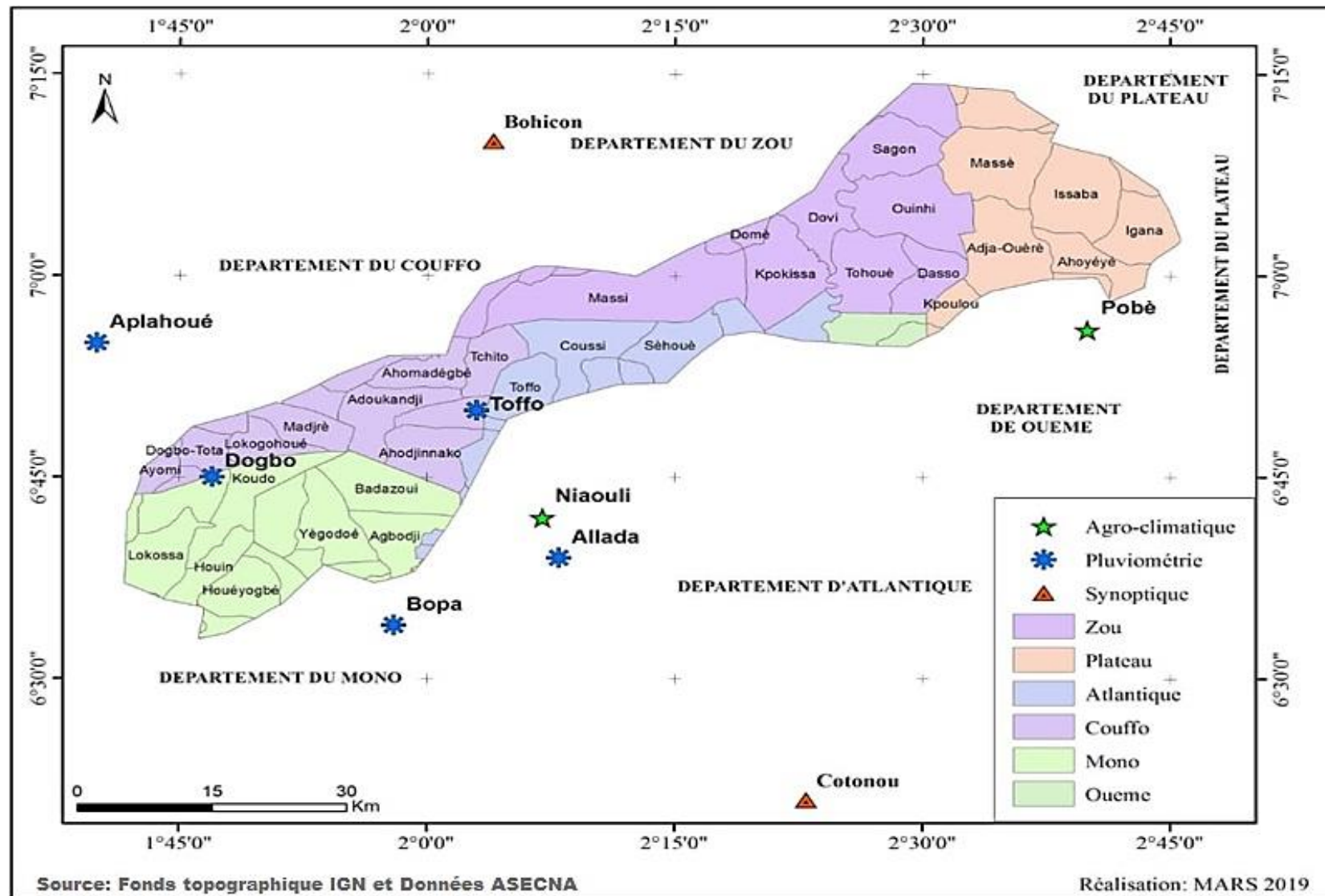


Figure 6 : Répartition spatiale des stations/postes retenus dans le secteur de recherche

La figure 6 montre la répartition spatiale des stations/postes retenus dans le secteur de recherche. Ces stations répondent à une bonne répartition spatiale et offrant des séries d'observations pouvant être divisées en plusieurs sous-séries. Les données des paramètres climatiques collectées au niveau de ces stations ont été utilisées pour caractériser les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

2.1.2. Statistiques agricoles et choix des spéculations

Quatre (4) spéculations ont été retenues dans le cadre de la présente recherche. Il s'agit : (i) du maïs (*Zea mays*) qui est la principale céréale cultivée dans la dépression médiane au Bénin ; (ii) du niébé (*Vigna spp*) qui est fortement utilisé dans l'alimentation des ménages agricoles ; (iii) de la tomate (*Lycopersicum esculentum*) et (iiii) du gombo (*Hibiscus esculentus*). En raison de leurs valeurs nutritives, le maïs, le niébé, la tomate et le gombo constituent des denrées alimentaires indispensables pour la santé de l'homme et surtout une composante essentielle dans l'alimentation (W. Seydou, 2016, p. 21). Ces produits constituent aussi les produits agricoles les plus vendus par les agriculteurs sur le marché nigérian.

Les périodes d'exigences hydriques de chaque plante varient selon les phases de son cycle végétatif. Les exigences écologiques des principales cultures dans la dépression médiane sont présentées par le tableau II.

Tableau II : Exigences écologiques des principales cultures dans la dépression médiane

| Principales cultures | Nom scientifique | Pluviométrie (mm) | Température (°C) |
|----------------------|--------------------------------|---|------------------|
| Maïs | <i>Zea mays</i> | Exigence en eau ; 500 à 1000 mm pour le maïs de 120 j | 20 à 22 |
| Niébé | <i>Vigna unguiculata</i> | 500 à 1200 mm | 28 à 30 |
| Tomate | <i>Lycopersicum esculentum</i> | Exigence en eau ; 500 à 1000 mm | 21 à 24 |
| Gombo | <i>Hibiscus esculentus</i> | Exigence en eau ; 780 à 1 000 mm | 25 à 27 |

Source des données : INRAB, 2017, octobre 2018

L'examen du tableau II montre que les variations pluviométriques importantes (déficit ou excès pluviométrique) au cours d'une campagne peuvent affecter considérablement la production et les rendements des cultures. En effet, il est établi que le maïs peut supporter une importante exigence en eau jusqu'au-delà de 500 mm et une température régulièrement entre 20° C et 22° C. Le niébé a une exigence hydrique allant de 500 mm à 1200 mm et une température entre 28° C et 30° C tandis que l'exigence en l'eau pour la tomate varie de 500 mm à 1000 mm et un besoin thermique allant de 21° C et 24° C (W. Seydou, 2016, p. 54) et le gombo a une exigence hydrique allant de 780 à 1000 mm.

Les statistiques des productions agricoles ont été recueillies au Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) sur la période de 1991 à 2017 car les statistiques agricoles existantes sur le secteur d'étude avant 1990 contiennent assez de lacunes. Les données des productions agricoles ont été utilisées pour évaluer les impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin.

2.1.3. Données pédologiques

Les données pédologiques ont été collectées à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et au Laboratoire des Sciences des Sols, Eaux et Environnement (LSSEE). De même, les résultats d'étude des terres noires dans la dépression médiane au Sud-Bénin réalisée par M. Lanokou (2016, p. 40) ont été exploités. Ces données ont permis de disposer des informations sur les composantes physiques et chimiques des sols de la Dépression Médiane. De plus, la détermination de la proportion de chaque constituant du sol a été faite grâce à l'analyse des échantillons qui ont été prélevés (en amont, au centre et en aval) dans la Dépression. Cette analyse a été réalisée au laboratoire des sols de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC) selon M. Lanokou (2016, p. 40).

2.1.4. Statistiques démographiques et informations socio-économiques

Les statistiques démographiques, telles que les données démographiques de 1979, 1992, 2002 et 2013 ont été collectées à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE). Grâce à ces données, la dynamique de la population et des ménages agricoles a été étudiée sur la période 1979 à 2013 (avec RGPH : 1979

l'année du premier recensement général de la population et de l'habitation au Bénin et 2013 l'année du dernier recensement). Elles ont également servi à faire une projection démographique à l'horizon 2050. Cet horizon a été choisi pour rester en conformité avec les objectifs stratégiques du développement du Bénin : « Bénin alafia 2025 ».

L'étude de la croissance démographique dans la dépression médiane a été faite, à partir des données historiques des RGPH (1979, 1992, 2002 et 2013) et des données de projection à l'horizon 2025 et 2050. La projection de l'effectif de la population a été faite, à l'aide du protocole de l'hypothèse géométrique : $P_n = P_o (1+a)^n$ avec

P_n : population projetée ; P_o : effectif des ménages agricoles à l'année de référence (2002 dans le cas de cette recherche) ; a : taux moyen d'accroissement de la population dans la dépression médiane ; n : différence entre l'année de référence (2002 dans le cas de la présente recherche) et l'année de projection (2025 ou 2050 pour la présente recherche). Ce protocole mathématique a permis d'étudier la dynamique démographique dans la dépression médiane.

Les informations socio-économiques, quant à elles, ont permis d'appréhender les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et leurs impacts sur la production agricole et les incidences socio-économiques. Elles ont également permis de cerner les stratégies d'adaptation développées face aux inconvénients des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

2.2. Collecte des données

Les méthodes mises en œuvre pour la collecte des informations ont pris en compte la recherche documentaire et des enquêtes de terrain dans la dépression médiane.

2.2.1. Recherche documentaire

De nombreux ouvrages et travaux scientifiques ont été consultés dans différents centres de documentation dont les plus fréquentes sont les centres de documentation de la FSA, de la FASHS de la mairie des Communes dans le secteur d'étude, du LACEEDE, etc. Des données statistiques ont été collectées à la météo-Bénin, des données démographiques sur la population de la dépression médiane au centre de documentation de l'INSAE, des informations générales sur le système agricole au

centre de documentation de l'IITA et de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA), des statistiques agricoles (superficie, production et rendement) au MAEP, etc. La recherche documentaire a été faite aussi sur l'internet. Ce qui a permis de télécharger et d'exploiter les documents disponibles en fichiers pdf à partir de sites Web dont les plus consultés sont www.google.com, www.ask.com, <https://www.google.bj> et www.afidol.org.

La recherche documentaire a permis de mieux cerner les contours du sujet et de recueillir des informations sur les statistiques agricoles, les composantes biophysiques et socio-économiques dans la dépression médiane. Ces différentes données ont été complétées par celles recueillies auprès des ménages dans les localités où les investigations ont été réalisées.

2.2.2. Enquêtes de terrain

La détermination d'un échantillonnage a été fait par les investigations sur le terrain. Les techniques et les outils de collecte utilisés sont de plusieurs ordre.

2.2.2.1. Echantillonnage

L'échantillonnage est fondé sur le caractère représentatif des différents acteurs concernés par les questions des changements climatiques et des stratégies d'adaptation des agriculteurs dans la dépression médiane au sud-Bénin.

la méthode de Schwartz (1995) a permis de déterminer la taille de l'échantillon dans le cadre de cette étude.

$X = Z\alpha^2 \times pq/i^2$ avec x = taille de l'échantillon, $Z\alpha = 1,96$ écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ; $p = n/N$ avec p = proportion des ménages de chaque Arrondissement (n) par rapport au nombre de ménages agricoles dans le secteur de recherche (N) à laquelle se situe ce dernier, $q = 1 - p$ et $i = 5$ %.

Dépression médiane (Ménages agricoles : 46 708 ; Population agricole : 233 542).

Ainsi, $p = n/N = 46\ 708/233\ 542 = 0,20$ soit 17 %, avec $n = 46\ 708$ $N = 233\ 542$. $i^2 =$ taux d'erreur aléatoire = 5 % = 0,05

$X = (1,96)^2 \times 0,20 (1 - 0,20) / 0,05^2 = 245,86$ soit 246 ménages.

Le choix des Arrondissements s'est fait en fonction des critères suivants :

- ✓ le poids de l'Arrondissement dans la production agricole. Ce critère est mesuré par les statistiques agricoles disponibles et les observations sur le terrain lors des

enquêtes exploratoires. Ce critère permet de faire une analyse sur une superficie de production agricole emblavée ;

- ✓ la présence d'au moins trois (03) groupements agricoles. Ces groupements sont constitués des groupements villageois qui ont décidé de se mettre ensemble pour conjuguer leurs efforts afin de réduire leur vulnérabilité aux diverses contraintes climatiques. Ce critère a permis d'analyser les stratégies d'adaptation collectives développées par les groupements ;
- ✓ les spéculations emblavées et surtout celles dominantes.

Les villages ont été choisis compte tenu de la population. A cet effet, dix villages ont été choisis.

Le choix des personnes interrogées repose sur les critères ci-après :

- ✓ avoir au moins 49 ans et vivre dans la localité depuis au moins 30 ans. Cette barrière d'âge s'explique parce que l'analyse est basée sur 30 ans en arrière afin de mieux comprendre les variabilités climatiques intervenues dans le secteur de recherche ;
- ✓ être un acteur de la production agricole et l'avoir exercé régulièrement ces vingt dernières années dans la dépression médiane. Celui qui a pratiqué l'agriculture pluviale dans le secteur de recherche, ces vingt dernières années doit être en mesure d'apporter des informations conséquentes et concrètes aux différentes mutations intervenues ;
- ✓ être surtout un exploitant pratiquant au moins deux cultures annuelles c'est-à-dire les cultures qui subissent les conséquences du stress hydrique. Ce critère, parce que cet exploitant peut bien apprécier l'effet du climat sur les cultures.

En somme ces critères ne sont pas cumulatifs, il faut remplir au moins un pour être choisi.

La figure 7 présente les localités parcourues lors des enquêtes de terrain.

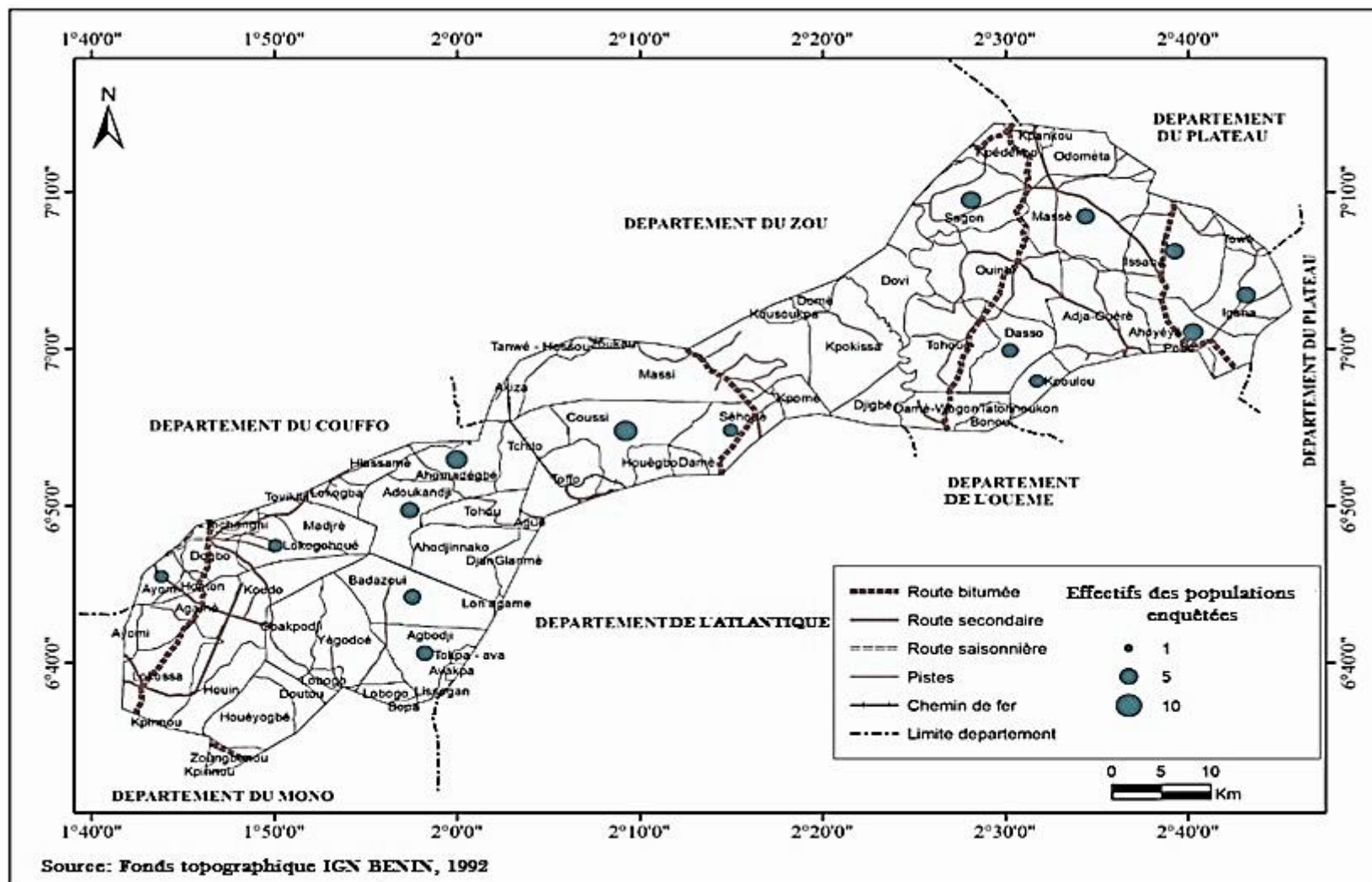


Figure 7 : Répartition spatiale des localités parcourues et l'effectif des populations enquêtées

L'analyse de la figure 7 montre que quinze (15) villages répartis dans sept (7) Communes des trois (3) dépressions ont été parcourus dans le cadre des investigations socio-anthropologiques. A cet effet, 1 représente un faible effectif, 5 l'effectif moyen et 10 un effectif fort. Les caractéristiques de cet échantillon sont présentées dans le tableau III.

Tableau III : Répartition des ménages interrogés

| Dépressions | Communes | Arrondissements | Effectif total des ménages agricoles | Effectif des ménages enquêtés | Proportion (%) |
|----------------------|------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Dépression de Issaba | Pobè | Ahoyéyé | 1913 | 11 | 5,07 |
| | | Igana | 1946 | 12 | 5,07 |
| | | Issaba | 4721 | 27 | 11,52 |
| | Adja-Ouèrè | Kpoulou | 1946 | 12 | 5,07 |
| | | Massè | 3629 | 21 | 9,22 |
| | Quinhi | Dasso | 2428 | 13 | 5,99 |
| Sagon | | 2884 | 17 | 7,37 | |
| Dépression de Ko | Toffo | Sèhouè | 3544 | 20 | 8,76 |
| | | Coussi | 3044 | 12 | 7,83 |
| Dépression des Tchis | Lalo | Adoukandji | 2039 | 13 | 5,07 |
| | | Ahomadégbé | 833 | 7 | 2,30 |
| | Dogbo | Lokogohoué | 1818 | 10 | 4,61 |
| | | Ayomi | 3777 | 22 | 9,68 |
| | Bopa | Badazoui | 2914 | 18 | 7,37 |
| | | Agbodji | 2029 | 12 | 5,07 |
| Total | 7 | 15 | 46 708 | 246 | 100 |

Source : INSAE, 2013 et résultats de calculs, octobre 2018

Après l'application de la théorie probabiliste de D. Schwartz (1995) qui a permis de déterminer l'effectif total des ménages enquêtés, il a été procédé à une règle de trois pour répartir les ménages par village. Ainsi, l'analyse du tableau II montre que deux cent quarante-six (246) ménages ont été interrogés dans quinze (15) Arrondissements parcourus. Ainsi, dans un ménage, une personne a été interrogée. En plus des 246 ménages interrogés, 30 personnes ressources ont été interrogées à raison de deux personnes par arrondissement composées d'élux locaux et des ONGs dans le domaine agricole. Au total 276 personnes ont été interrogées dans le cadre de la

présente recherche. Sur les quinze (15) arrondissements retenus, sept (7) appartiennent à la dépression d'Issaba. Cette priorité donnée au Hollidjé s'explique par la vaste étendue de cette dépression par rapport aux autres (il faut parcourir environ 25 Km pour la traverser du sud au nord contre respectivement 15 Km et 10 Km pour la dépression des Ko et celle des Tchis).

2.2.2.2. Outils de collecte des données

La collecte des données et informations sur le terrain ont été faites grâce à plusieurs outils :

- un guide d'entretien qui a porté sur les facteurs de vulnérabilité chez les agriculteurs et les stratégies d'adaptation développées. Il a permis de conduire des entretiens directs avec les personnes ressources ;
- un guide d'observation qui a servi à structurer les observations constatées directement sur le terrain ;
- un questionnaire dont les principales articulations reposent sur les facteurs de vulnérabilité et les stratégies d'adaptation des paysans aux changements climatiques, etc.

2.2.2.3. Matériel de collecte des données

- le Global Positioning System (GPS) qui a permis de géo-référencer les localités et exploitations agricoles parcourues dans le secteur de recherche ;
- un appareil photographique numérique et l'enregistreur ont été utilisés respectivement pour la prise de vues des faits relatifs à la thématique de recherche et pour l'enregistrement des entretiens.

2.2.2.4. Techniques de collecte des données

Dans le cadre de cette recherche différentes techniques ont été utilisées :

- la méthode des itinéraires qui a permis d'identifier les principaux acteurs que sont les paysans et toutes personnes pouvant fournir des informations en rapport avec les objectifs de la recherche ;
- l'Observation Participante (OP), qui a permis de cerner les perceptions paysannes des impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin ;
- la Méthode d'Investigation Répétée (MIR), utilisée par A. Akindélé (2014, p. 34), a été également utilisée. Elle consiste à aller au moins trois fois dans le milieu

d'enquête en visitant les mêmes personnes, à différentes périodes, pour collecter les mêmes informations. Dans le cadre de la présente recherche, les quatre périodes choisies sont : (i) la petite saison pluvieuse, (ii) la petite saison sèche, (iii) la grande saison sèche et (iv) la grande saison pluvieuse. Ces dispositions sont prises pour s'assurer que les personnes interviewées disent les mêmes choses sur les mêmes faits tout le temps ;

- le focus group (planche 1) et les entretiens individuels ont permis de recueillir auprès des paysans les informations relatives à leurs savoirs et perceptions sur les changements climatiques, les incidences agricoles et socio-économiques ainsi que les mesures d'adaptation.



Planche 1 : Focus group dans la dépression médiane au sud-Bénin
Prise de vue : Seidou, mai 2018

L'observation de la planche 1, les photos (1.1), (1.2) et (1.3) montrent respectivement des séances de focus group avec sept (7) paysans à Issaba, à Ahoyéyé et à Bopa dans la dépression de la Lama. Cette technique a permis d'avoir des informations relatives à leurs connaissances sur les changements climatiques ainsi que les

stratégies d'adaptation qu'ils développent pour améliorer leur mode de vie. Au total, dix (10) focus-groups ont été animés pour compléter et comparer les informations documentaires avec les données de terrain. Par ailleurs, les entretiens individuels ont permis de recueillir des informations auprès des personnes ressources et des autorités politico-administratives. La planche 2 illustre cette phase des travaux de terrain.



Planche 2 : Entretien individuel avec un paysan dans la dépression médiane
Prise de vue : Djessonou, Seidou et Djibou décembre 2018 et février 2019

De l'observation de la planche 2, les photos (2.1), (2.2) et (2.3) montrent respectivement des entretiens réalisés dans la Commune de Toffo dans la dépression de la Lama, à Igana dans la dépression d'Issaba et à Bopa dans la dépression de Tchis avec un paysan sur les changements climatiques. Les informations recueillies à partir de cette technique ont également permis d'apprécier les différentes implications induites par les changements climatiques, les techniques et méthodes culturelles, les stratégies d'adaptation paysannes.

2.3. Traitement de donnée et d'analyse de résultats

Cette partie de la démarche méthodologique est l'une des plus importantes car d'elle dépendent les résultats de la recherche.

2.3.1. Méthode de caractérisation des indicateurs des changements climatiques

Les données collectées ont été traitées à l'aide des logiciels appropriés. Le traitement statistique a été réalisé à l'aide du tableur Excel et des logiciels SPSS et Khronostat.

2.3.1.1. Identification des indicateurs des changements climatiques

Dans le Bénin central et méridional, les changements climatiques sont marqués par une augmentation des températures suivie d'une baisse des hauteurs de pluies (E. Ogouwalé, 2006, p. 21). La baisse des hauteurs de pluie est un indicateur majeur des changements climatiques qui résulte de quatre (4) sous-indicateurs à savoir : le démarrage tardif des saisons pluvieuses, la diminution du nombre de jours pluvieux pendant les saisons humides, la baisse des hauteurs pluviométriques saisonnières et l'allongement des séquences sèches au cœur des saisons pluvieuses (A. Affo-Dogo, 2012, p. 16 et T. Codjo, 2017, p. 60).

Dans la présente recherche, les indicateurs des changements climatiques étudiés et qui constituent des risques pour le système agricole sont : augmentation des températures, répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses, diminution du nombre de jours de pluie pendant les saisons de pluie, raccourcissement de la saison, augmentation de la force du vent et diminution des hauteurs pluviométriques saisonnières.

2.3.1.2. Comblement des données climatologiques manquantes

C'est un outil statistique qui permet d'étudier la force d'association entre deux variables linéaires (A. Akognobè, 2014, p. 32), il définit une loi. Le but est de linéariser la représentation du phénomène sous la forme : $y = ax + b$ (H. Koumassi, 2014, p. 64).

L'équation de la fonction prévision est $a + bx$, où $a = \bar{y} - b\bar{x}$ et $b = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2}$ avec x et y les moyennes d'échantillon moyenne (\bar{x} connus) et moyenne (\bar{y} connus), x représente l'observation dont la valeur va être prévue ; \bar{y} connus représente la matrice ou la plage de données dépendantes ; \bar{x} connus représente la matrice ou la plage de données indépendantes.

2.3.1.3. Méthode de détermination de la moyenne arithmétique

La moyenne arithmétique est employée pour calculer la moyenne des hauteurs de pluies, températures moyennes mensuelles et annuelles et, les statistiques agricoles dans la dépression médiane. Utilisée dans ce travail en « normale », la moyenne a été calculée sur deux (2) séries de trente (30) ans. Elle s'exprime par la formule suivante : $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$ (A. Affo-Dogo, 2012, p. 14). Avec n l'effectif total des variables ; xi la valeur de la variable considérée ; i l'année considérée et \bar{X} la valeur annuelle des différentes variables.

2.3.1.4. Méthode d'analyse des ruptures de stationnarité et de comparaison des moyennes à partir du test de Pettitt

Pour déterminer les années de rupture et faire la comparaison des moyennes pluviométriques, le test de A. Pettitt (1979) a été appliqué. Le test de détection de rupture de Pettitt (H. Koumassi, 2014, p. 99) dont l'hypothèse nulle consiste en l'instabilité dans l'égalité des moyennes de deux sous-séries issues de la série initiale, permet d'indiquer les grandes périodes d'évolution de la pluviométrie, du nombre de jours de pluie, des températures et des fortes pluies.

Test de Pettitt : Le test de Pettitt, non paramétrique est dérivé du test de MannWhitney. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (Xi) i=1 à t et t+1 à N appartiennent à la même population (B. Doukpolo, 2014, p.51). Ce test repose sur le calcul de la variable Ut, N définie par : $U_{t, N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N D_{ij}$ = où $D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$.

Test de Buishand et Ellipse de Bois : Le test de Buishand est un test paramétrique de Student qui permet d'évaluer la significativité du coefficient de régression. Cette méthode permet de déterminer la hausse ou la baisse en pourcentage des précipitations et les écarts de températures. La statistique utilisée dans ce test est : t

$$= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(S^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right)}}$$

rupture ;

n_1 = Nombre d'éléments de la première série ; n_2 = Nombre d'éléments de la 2^{ème} série.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_{1,i} - \bar{X}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (X_{2,i} - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Pour cerner l'évolution interannuelle de la pluviométrie, des températures (maximales et minimales), des fortes pluies par rapport à la moyenne de la période considérée, la méthode de détection de rupture de la stationnarité des séries chronologiques a été utilisée dans cette étude : le test de Pettitt consiste à découper la série principale de N éléments en deux sous séries. A chaque instant, t est compris entre 1 et N-1. Le test de Pettitt a été choisi pour son utilisation dans de nombreuses études de détection de changement de la stationnarité en Afrique de l'Ouest (H. Koumassi, 2014, p. 100). Il est alors appliqué aux stations synoptiques (Cotonou et Bohicon) et aux stations agro-climatologiques et pluviométriques (Pobè et Niaouli, Aplahoué, Bopa, Allada, Toffo et Dogbo).

2.3.1.4. Détermination de années excédentaire et déficitaire

Le calcul de l'écart type permet d'évaluer la dispersion des valeurs autour de la variance : $\sigma(x) = \sqrt{V}$ où la variance V est écrite : $V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, l'écart type est

l'indicateur de la variabilité par excellence. Ainsi, pour matérialiser les années excédentaires et déficitaires en termes pluviométriques, il a été calculé les indices normalisés, en utilisant la formule de Lamb (l'écart à la moyenne normalisée par l'écart type) qui s'exprime par : $I = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma(x)}$ (H. Koumassi, 2014, p. 71 et M. Lanokou, 2016, p.

53) Avec :

I : indice pluviométrique ;

X_i : pluviométrie de l'année i ;

\bar{X} : Pluviométrie moyenne interannuelle sur la période de référence X ;

$\sigma(x)$: écart type de la pluviométrie interannuelle sur la période de référence.

Si $I \leq -1$: l'année est déficitaire ou sèche.

Si $-1 > I > 1$: l'année est moyenne ou normale.

Si $I \geq 1$: l'année est excédentaire ou humide.

L'indice pluviométrique permet aussi d'apprécier la variabilité interannuelle de la pluviométrie pour une station donnée.

La fréquence des années pluviométriques excédentaires et déficitaires est déterminée par le protocole : $F(P_i) = N_i/N$ (B. Donou, 2015, p. 79), N_i le nombre d'années pluviométriques et N le nombre total d'années de la série 1951-2017.

2.3.1.5. Analyse des séquences sèches

L'analyse des séquences sèches a été faite à travers l'étude de l'évolution des séquences sèches qui sont définies comme étant des séries de jours consécutifs sans pluie ou avec des pluies de hauteurs inférieures à 0,1 mm au sein des mois les plus pluvieux. Plusieurs études (A. Akindélé, 2014, p. 82) ayant déjà montré que, dans le Sud Bénin, les mois de mai, juin et juillet sont les plus pluvieux de la grande saison des pluies et les mois de septembre, octobre pour la petite saison. Cette analyse s'est intéressée aux séquences sèches (M. Lanokou, 2013, p. 23) les plus longues observées au cours de ces mois. Elle a fait ressortir la tendance des « poches de sécheresse » survenues pendant les mois les plus pluvieux de la saison au cours des années 1977, 1983, 1998, 2000. Les séquences sèches les plus longues de 5, 7 et 10 jours ont été analysées à partir des données pluviométriques de la série 1951-2017. Ce seuil a tenu compte du cycle végétatif de certaines cultures tel que le maïs, le niébé et le manioc (F. Lamodi, 2013, p. 18).

Pour mieux déceler les périodes déficitaires des pluies, une étude de la répartition pluviométrique à une échelle de temps décadaire pour toutes les stations dans le secteur de recherche a été faite. De même, ces informations ont permis d'avoir une idée des dates de démarrage effectif de la saison agricole, de la date de fin et de la longueur de la saison.

2.3.1.6. Simulation de l'évolution future des indicateurs climatiques

un aspect historique (ou période historique) où les simulations s'étendent de 1951 à 2005, sans prise en compte des scénarii de RCPs. Cette période sert de référence pour l'évaluation des sorties des modèles climatiques ;

Dans le cadre de cette recherche, les données couvrent la période 1951- 2050 et, sont simulées selon deux aspects :

- un aspect historique (ou période historique) où les simulations s'étendent de 1981 à 2017, sans prise en compte des scénarii de RCPs. Cette période sert de période de référence pour l'évaluation des sorties des modèles climatiques ;
- Ils représentent respectivement des schémas plus optimistes et peu optimistes (pessimistes) de l'évolution du climat pour le 21^{ème} siècle (L. Herbst et H. Rautenbach, 2016, p. 20).

Les données de la période future s'étendent de 2018 à 2050 et, sont donc utilisées pour l'analyse d'impacts des évolutions futures du climat.

2.3.1.7. Méthode d'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane

Cette partie présente l'analyse de la vulnérabilité du système agricole aux changements climatiques, la méthode d'analyse de la matrice d'impacts et la méthode d'évaluation de la capacité d'adaptation des paysans.

- **Analyse de la vulnérabilité du système agricole aux changements climatiques**

Pour analyser la vulnérabilité des modes et moyens d'existence, la matrice de sensibilité aux risques climatiques est utilisée (J. Kodja, 2013, p. 49).

Etape 1 : elle consiste à établir la liste des unités d'exposition dans le secteur considéré qui vont être prises en compte dans l'exercice de l'analyse de la vulnérabilité. Ces secteurs ou unités d'exposition vont former les lignes de la matrice de sensibilité ;

Etape 2 : cette étape comporte l'inventaire des risques climatiques les importants dans le secteur de recherche considéré.

Etape 3 : cette étape est celle de l'analyse du niveau de sensibilité. Pour ce faire, cinq niveaux de sensibilité sont considérés comme l'illustre le tableau IV.

Tableau IV : Evaluation de risque climatique

| Valeur de degré de vulnérabilité | Ampleur du risque |
|----------------------------------|-------------------|
| 1 | Faible |
| 2 | Assez faible |
| 3 | Moyen |
| 4 | Assez fort |
| 5 | Fort |

Source des données : J. Kodja, 2013

- l'indice d'exposition ;

Le tableau V présente le cadre conceptuel de la matrice de sensibilité.

Tableau V : Présentation formelle d'une matrice de sensibilité

| Unités d' exposition | Risques climatiques | | | | | | | Indice d' exposition | Rang |
|------------------------|---------------------|------------|--------------------|--------------------------------|------------------|---|--|----------------------|------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la | Retard date démarrage/ date | Raccourcissement | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la | Répétition des séquences sèches au cours des | | |
| Culture de maïs | | | | | | | | | |
| Culture de niébé | | | | | | | | | |
| Culture de la tomate | | | | | | | | | |
| Culture de gombo | | | | | | | | | |
| Indice d'impact | | | | | | | | | |

Source : J. Kodja, 2013

Cet indice peut être utilisé pour établir une hiérarchisation des risques dans la localité considérée par rapport aux unités d'exposition considérées.

L'étude de la vulnérabilité a été conduite à l'aide de l'approche des matrices des risques, une méthode d'analyse de la Banque mondiale (T. Codjo, 2017, p. 68). Cette étude a passé par l'analyse de la matrice d'impacts, l'analyse de la matrice de capacité d'adaptation et la priorisation des options d'adaptation.

- **Méthode d'analyse de la matrice d'impacts**

La matrice des impacts prend en compte les risques climatiques identifiés et les variables impactées qui sont les cultures, la végétation, la ressource en eau et le sol (tableau VI).

Tableau VI : Typologie de la matrice d'impacts

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|------------|----------|-----|----------------------|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | | | | |
| Inondation | | | | |
| Augmentation de la température | | | | |
| Retard date démarrage/ date semis | | | | |
| Raccourcissement de la saison | | | | |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | | | | |
| Répétition de séquence sèche au | | | | |
| Augmentation de la force du vent | | | | |

Source des données : Adapté de Affo-Dogo, 2012

Les termes utilisés pour définir la probabilité d'occurrence d'un résultat lorsque celui-ci peut être évalué de manière probabiliste sont résumés dans le tableau VII (GIEC, 2007, p. 17).

Tableau VII : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques

| Probabilité de l'occurrence (%) | Terminologie de probabilité |
|---------------------------------|-----------------------------|
| $p > 95$ | Extrêmement probable |
| $90 < p \leq 95$ | Très probable |
| $66 < p \leq 90$ | Probable |
| $50 < p \leq 66$ | Peu probable |

Source des données : Adapté de Affo-Dogo, 2012

Les probabilités d'occurrence des différents risques calculées à l'aide du logiciel INSTAT+ 3.36 ont été classées en s'appuyant sur la classification proposée par le GIEC (2007, p. 15). En effet, selon le GIEC (2007, p. 16), un risque est dit

« extrêmement probable » si sa probabilité d'occurrence est supérieure à 95 %, « très probable » si la probabilité est supérieure à 90 %, « probable » si elle est supérieure à 66 % et « peu probable » si la probabilité est supérieure à 50 %. Des fonds de couleur sont affectés aux différentes probabilités d'occurrence qui caractérisent les risques (tableau VIII).

Tableau VIII : Couleurs associées aux probabilités d'occurrence

| Terminologie de probabilité | Couleur |
|-----------------------------|---------|
| Extrêmement probable | |
| Très probable | |
| Probable | |
| Peu probable | |

Source des données : Adapté de Affo-Dogo, 2012

La valeur du risque peut être faible, modérée, élevée ou extrême (tableau IX).

Tableau IX : Différentes valeurs du risque

| Probabilité d'occurrence du risque | Conséquence | | | |
|------------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|
| | Niveau (degré) de sévérité | | | |
| | Mineure | Modérée | Majeure | Sévère |
| Peu probable | Faible | Faible | Faible | Faible |
| Probable | Faible | Moyenne | Moyenne | Elevée |
| Très probable | Faible | Moyenne | Elevée | Elevée |
| Extrêmement probable | Faible | Moyenne | Elevée | Extrême |

Source des données : Adapté de Codjo, 2017

Des fonds de couleur sont affectés aux différents degrés d'impact qu'ils soient faibles, modérés, élevés ou extrêmes comme l'indique le tableau IX.

Les probabilités d'occurrence des différents risques identifiés pour le secteur de recherche ont été tirées du rapport du groupe I du GIEC (2007, p. 19).

Après l'identification du niveau d'impacts des changements climatiques sur l'agriculture, la capacité d'adaptation des paysans a été déterminée.

• **Méthode d'évaluation de la capacité d'adaptation des paysans**

La capacité d'adaptation des paysans a été déterminée par la méthode d'évaluation des paysages utilisée par S. Bokoto (2008, p. 17). Dans le cadre de la présente recherche, la méthode consiste à identifier les ressources de base ou sous indicateurs de chacun des indicateurs des modes d'existence (capital physique, capital social, capital naturel, capital financier et capital humain) des paysans. N. Djenontin (2010, p. 15) définit un « moyen d'existence » comme les capacités, actifs (réserves, ressources, revendications et accès) et activités nécessaires à un moyen de subsistance.

La figure 8 présente la capacité d'adaptation des paysans.

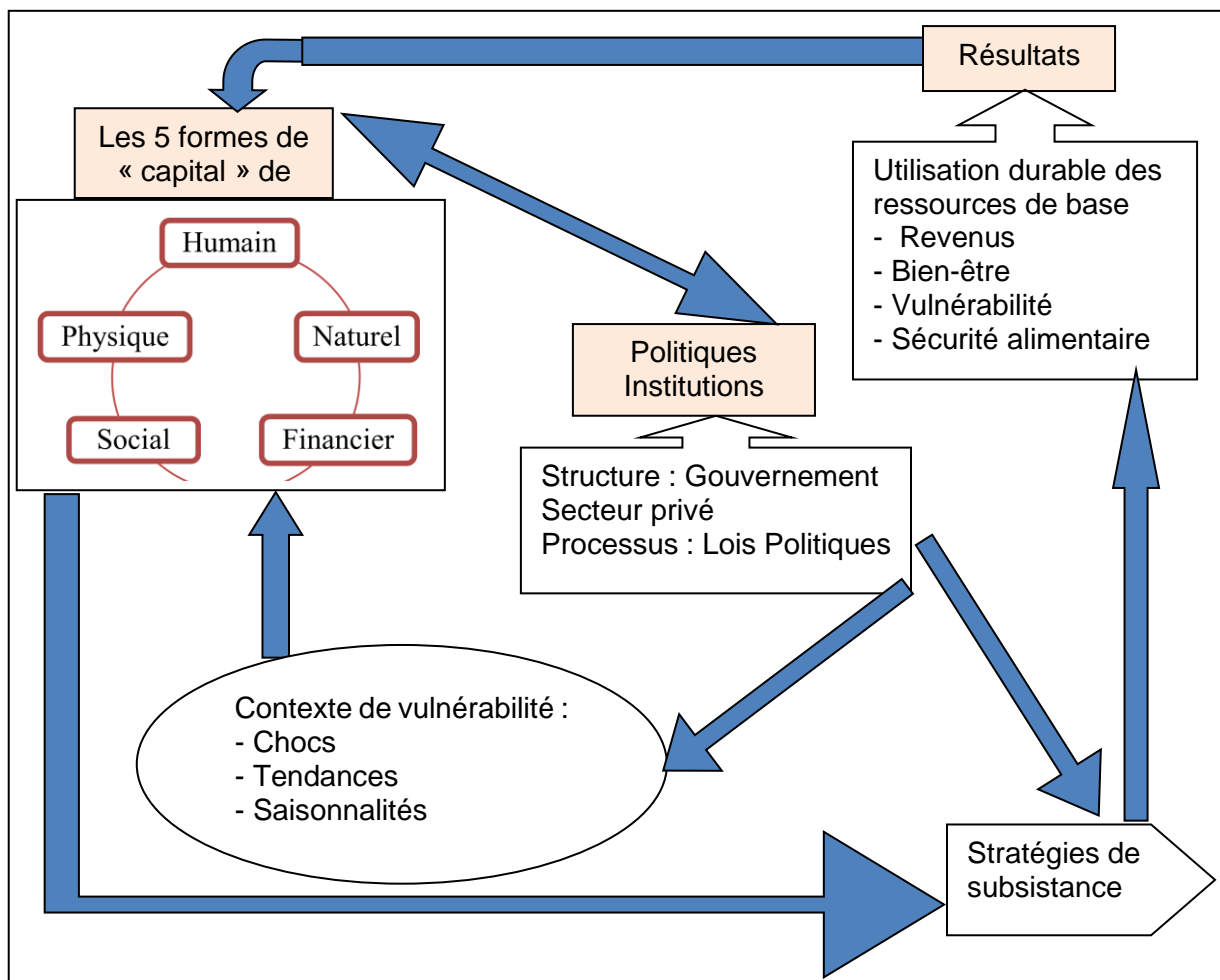


Figure 8 : Cadre des moyens d'existence

Source : Adapté de C. Ashley et D. Carney, 1999 et N. Djenontin, 2010

Les indicateurs des moyens d'existence sont constitués du :

- capital humain : Accès aux soins de santé, disponibilité d'écoles et disponibilité de soins traditionnels, sécurité des personnes et des biens et nombre de bras valides ;

- capital social : Aide des groupements, entraide, aides des Organisations Non Gouvernementales ou de l'Etat, exode rural et aide familiale ;
- capital naturel : Disponibilité des ressources en eau, disponibilité de terres fertiles, la végétation, progrès vers la gestion durable des terres ;
- capital physique qui comprend : disponibilité de terre agricole, accessibilité aux intrants et matériels agricoles, accessibilité aux variétés améliorées, qualité des habitations, disponibilité d'électricité, existence de marchés et d'écoles, disponibilité des infrastructures routières et sanitaires ;
- capital financier : Revenus des travaux agricoles, revenus d'autres activités, accès aux crédits, diaspora et prix des produits.

Les sous-indicateurs sont notés selon qu'ils soient non disponibles, limités, disponibles ou très disponibles (tableau X).

Tableau X : Barème de notation des indicateurs socio-économiques

| Disponibilité Sous indicateur | Non disponible | Limité | disponible | Très disponible |
|----------------------------------|-------------------|--------|------------|--------------------|
| Cote | 0 | 1 | 2 | 3 |

Source des données : Conception W. Seydou, 2018

L'indicateur se voit affecter la moyenne des sous-indicateurs qui le composent.

La moyenne des cotes des différents indicateurs constitue la capacité d'adaptation de ces paysans agriculteurs. Cette capacité d'adaptation est faible, moyenne ou élevée si la moyenne est inférieure à 2, comprise entre 2 et 3 ou comprise entre 3 et 4 (figure 9).

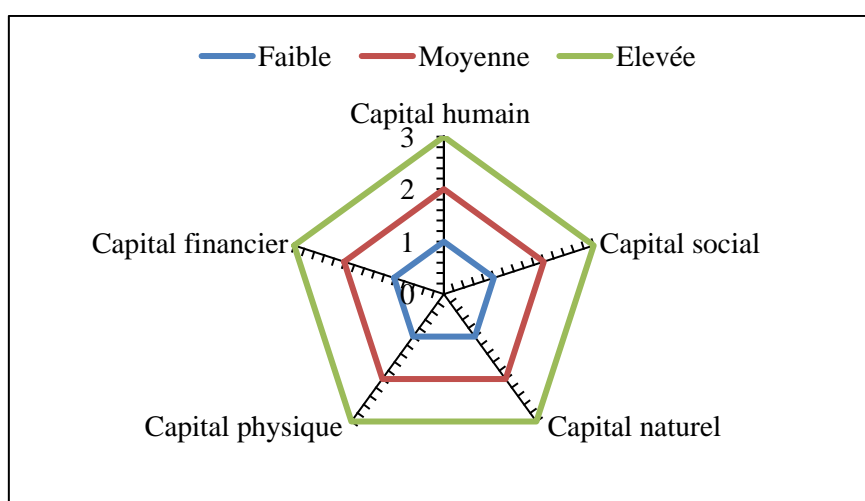


Figure 9 : Capacité d'adaptation des paysans

La capacité d'adaptation est dite « faible » si la moyenne des indicateurs est inférieure ou égale à 1, « moyenne » si elle est supérieure à 1 et inférieure ou égale à 2 et « élevée » si la moyenne est supérieure à 2. Le tableau XI présente l'identification des degrés de vulnérabilité.

Tableau XI : Matrice de vulnérabilité (identification des degrés de vulnérabilité)

| Impacts potentiels (degré d'impact) | Capacité d'adaptation | | |
|--|-----------------------|--------|--------|
| | Faible | Moyen | Elevé |
| Elevé | Elevé | Elevé | Modéré |
| Modéré | Modéré | Modéré | Faible |
| Faible | Faible | Faible | Faible |

Source des données : Adapté de T. Codjo, 2017

L'analyse du tableau XI permet de distinguer trois différents niveaux de vulnérabilité à savoir : faible, modéré et élevé.

- **Méthode d'analyse de la matrice d'adaptation**

La matrice d'adaptation se fait d'abord par l'identification des options d'adaptation (tableau XII).

Tableau XII : Identification des options d'adaptation

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|------------|----------|-----|----------------------|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | | | | |
| Inondation | | | | |
| Augmentation de la température | | | | |
| Retard date démarrage/ date semis | | | | |
| Raccourcissement de la saison | | | | |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | | | | |
| Répétition de séquence sèche | | | | |
| Augmentation de la force du vent | | | | |

Source des données : Adapté de A. Affo-Dogo, 2012

Les options d'adaptation sont identifiées à partir des besoins exprimés par les populations lors des enquêtes.

2.3.2 Méthode d'Analyse de l'efficacité des stratégies d'adaptation

L'analyse multicritères est utilisée pour l'évaluation de l'efficacité des stratégies d'adaptation. C'est une approche quantitative et plus complexe pour évaluer l'adaptation. C'est un outil particulièrement utile pour identifier les critères d'évaluation de l'adaptation. Les critères ne nécessitent pas d'être mesurables. Il suffit de comparer les options d'adaptation selon ces critères, en leur attribuant une valeur ordinale (fort, moyen, faible) ou cardinale (1 à 5). Dans ce dernier cas, les indices attribués pourront être additionnés pour déterminer les options prioritaires (N. Djenontin, 2010, p. 37).

L'AMC est un processus qui comporte les étapes principales suivantes :

- la structuration du processus décisionnel par des critères bien définis ;
- l'évaluation des stratégies alternatives sur la base de leur degré de satisfaction aux critères identifiés ;
- l'agrégation des critères pour l'évaluation du degré de satisfaction de chaque stratégie aux objectifs globaux.

Dans le cadre de la présente recherche, il a été procédé à une définition des critères d'évaluation des stratégies identifiées puis à leur pondération. Ainsi, 8 critères d'évaluation avec deux (2) paramètres sont retenus pour l'analyse, chaque critère a été pondéré en fonction de son importance dans les stratégies d'adaptation. La seconde étape a consisté à pondérer les différentes options d'adaptation selon les critères d'évaluation. Chaque valeur de la série statistique a un coefficient, on peut calculer la moyenne pondérée de cette série.

En outre les critères environnementaux et économiques sont aussi pris en compte pour déterminer l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans.

- **Méthode d'analyse de la relation entre stratégies d'adaptation développées et catégories de producteurs dans la dépression médiane**

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT 2008, a permis d'étudier les relations entre les stratégies d'adaptation développées aux effets des changements climatiques et les catégories de producteurs dans la dépression médiane. En effet, les petits producteurs (PP) sont des producteurs qui disposent d'une petite superficie varie de 0,1 ha à 0,5 ha ; les producteurs moyens (PM) disposent une superficie variant de 0,5 ha à 1 ha ; les grands producteurs (GP) disposent plus d'espaces c'est- à- dire qui ont une superficie supérieure à 1 ha.

2.3.3. Analyse des résultats

Le modèle d'analyse RIVSR (Risques, Impacts, Vulnérabilité, Stratégies, Résultats) utilisé dans cette recherche pour l'analyse des résultats a permis de faire la synthèse des différents aboutissements de cette recherche (figure 10).

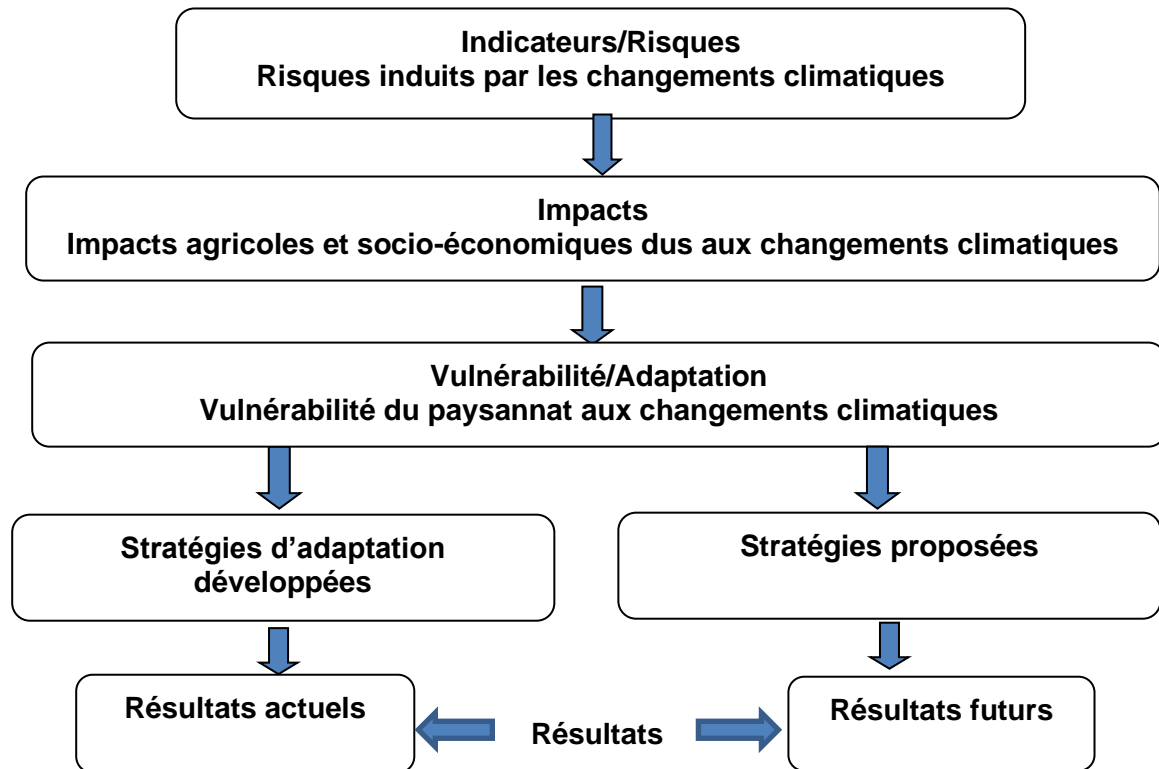


Figure 10 : Modèle d'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane

Source des données : Conception W. Seydou, 2018

De l'analyse de la figure 10, il ressort que le cadre conceptuel du modèle RIVSR appliqué à l'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane a essentiellement cinq composantes :

- la première composante traite des Risques et comporte l'aléa (hauteurs de pluie), l'enjeu (système agricole) ;
- la deuxième composante est l'ensemble des impacts qui surviennent du fait des risques qui peuvent être des inondations et/ou sécheresses ;
- la troisième composante est la vulnérabilité qui comporte le niveau de vulnérabilité des paysans et du système agricole ;
- la quatrième composante est l'ensemble des différentes stratégies développées comme réponses aux effets des changements climatiques sur le rendement agricole. Ces stratégies sont de deux ordres : les stratégies développées par la population

paysanne elle-même et celles proposées par tout autre acteur intervenant dans le domaine agricole dans le secteur de recherche. Ces stratégies permettent d'atténuer les effets des changements climatiques sur le paysannat et découlent des perceptions/visions de ces acteurs sur la dynamique des paramètres climatiques. Quant à l'autre stratégie, sa particularité est de proposer les stratégies d'adaptation efficaces et remplacer celles qui sont non efficaces ;

- la cinquième composante présente les résultats obtenus du développement des stratégies. Ils peuvent être bons ou mauvais selon que les stratégies soient efficaces ou non.

La recherche documentaire a permis de faire le point des connaissances, rendre plus compréhensible le sujet par une clarification des concepts, de justifier l'intérêt de la présente recherche et d'appréhender la relation existant entre le climat, les ressources en eau et le développement agricole. La démarche méthodologique adoptée est basée sur le calcul des paramètres de dispersion, des anomalies centrées réduites et les investigations en milieux réels. Les principales méthodes employées sont l'analyse des données climatologiques, les avis des acteurs et des autorités. Le modèle d'analyse RIVSR (Risques, Impacts, Vulnérabilité, Stratégies, Résultats) a été utilisé pour l'analyse des résultats. Dans la suite de la présente recherche, les indicateurs et conséquences des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane sont abordés (partie II).

DEUXIEME PARTIE
FONDEMENTS GEOGRAPHIQUES, INDICATEURS ET CONSEQUENCES DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION
MEDIANE AU BENIN

La deuxième partie de cette recherche présente les manifestations et les impacts des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane. Cette partie est composée de trois (3) chapitres. Il s'agit de : fondements géographiques du paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin (chapitre III), Indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin (chapitre IV) et conséquences agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin (chapitre V).

CHAPITRE III

FONDEMENTS GEOGRAPHIQUES DU PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Ce chapitre présente les situations géographique et administrative de la dépression médiane, les composantes naturelles et les caractéristiques du paysannat dans la dépression médiane.

3.1. Situations géographique et administrative de la dépression médiane

Située au sud du Bénin entre 6° 33' et 7° 15' de latitude nord et entre 1° 40' et 2° 46' de longitude est, la dépression médiane est limitée à l'est par une ligne nord-sud passant par les localités d'Igana et Akpatè et servant de séparation entre les pays Holli et Nago de Pobè, à l'ouest par la République du Togo, au nord par les pentes sud du revers des plateaux de Kétou, de Zagnanado, d'Abomey et de Aplahoué. Elle est limitée au sud par les pentes nord du revers des plateaux de Pobè, d'Allada et de Comè situés sur une montée (figure 11).

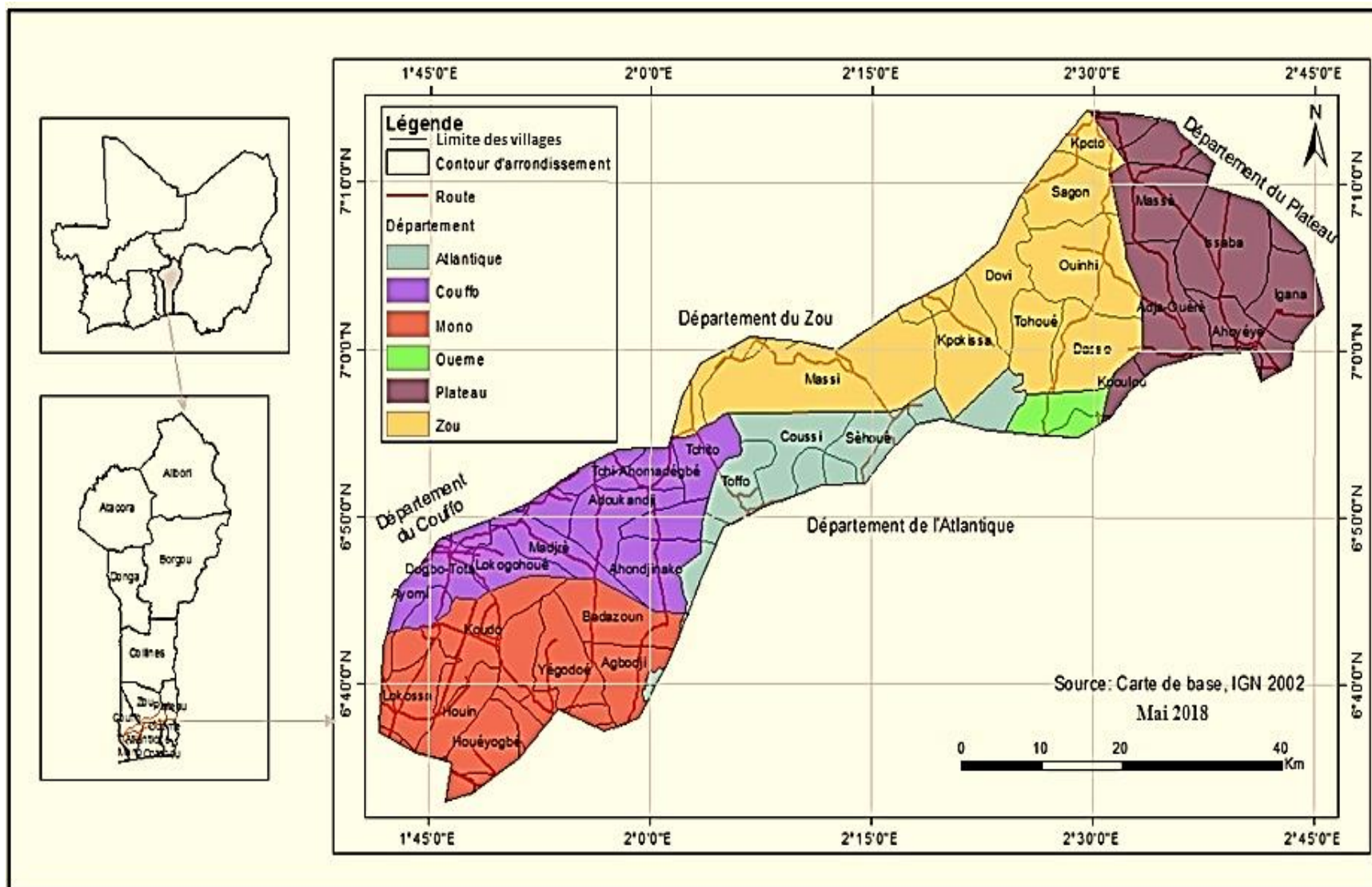


Figure 11 : Situations géographique et administrative de la dépression médiane au sud-Bénin

La dépression médiane regroupe la dépression de Hollidjé (Issaba), la dépression de la Lama et la dépression des Tchis. Elle fait partie des régions du Bénin reconnues pour leurs potentialités agricoles comme étant les plus fertiles du pays (M. Lanokou, 2016, p. 84). L'analyse de la figure 11 montre que la dépression médiane prend en compte les départements de l'Atlantique, du Couffo, du Mono, de l'Ouémé, du Plateau et du Zou. Ainsi, la dépression médiane comporte une partie des Communes suivantes : Pobè, Adja-Ouèrè, Ouinhi, Toffo, Lalo, Dogbo et Bopa.

3.2. Composantes naturelles dans la dépression médiane

Les composantes naturelles dont il s'agit concernent les ressources naturelles du milieu de recherche. Dans le cadre de cette recherche, les composantes naturelles sont le contexte climatique moyen, des aspects géomorphologiques, pédologiques et le réseau hydrographique.

3.2.1. Contexte climatique moyen dans la dépression médiane

✓ Circulation atmosphérique

La circulation atmosphérique est responsable des précipitations. Elle a été décrite pour la première fois par Hadley. La circulation atmosphérique dans la dépression médiane s'inscrit dans celle du Bénin qui, elle-même s'intègre dans celle de l'Afrique de l'Ouest (A. Akindélé, 2014, p. 44). Au sud-Bénin, la circulation atmosphérique est régie par trois centres d'action.

Dans l'hémisphère nord, il y a l'anticyclone permanent des Açores et l'anticyclone semi-permanent ou saisonnier égypto-libyen tandis que dans l'hémisphère sud, il y a l'anticyclone de Sainte Hélène (F. Afouda, 1990, p. 82 et A. Akindélé, 2014, p. 45).

Au cours de la période des pluies, l'anticyclone égypto-libyen se retire en altitude à la suite de la remontée des flux générés par l'anticyclone de Sainte Hélène. En hiver boréal, il est responsable de l'alizé continental appelé harmattan sur le golfe de Guinée en général et au Bénin voire les pays Wemε et Holi en particulier. Entre les deux ceintures anticycloniques, il existe une ceinture dépressionnaire intertropicale qui est à la limite entre les deux hémisphères. C'est la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) au sein de laquelle se situe le Front Inter-Tropical (FIT) dont la migration temporaire rythme les saisons (figure 12).

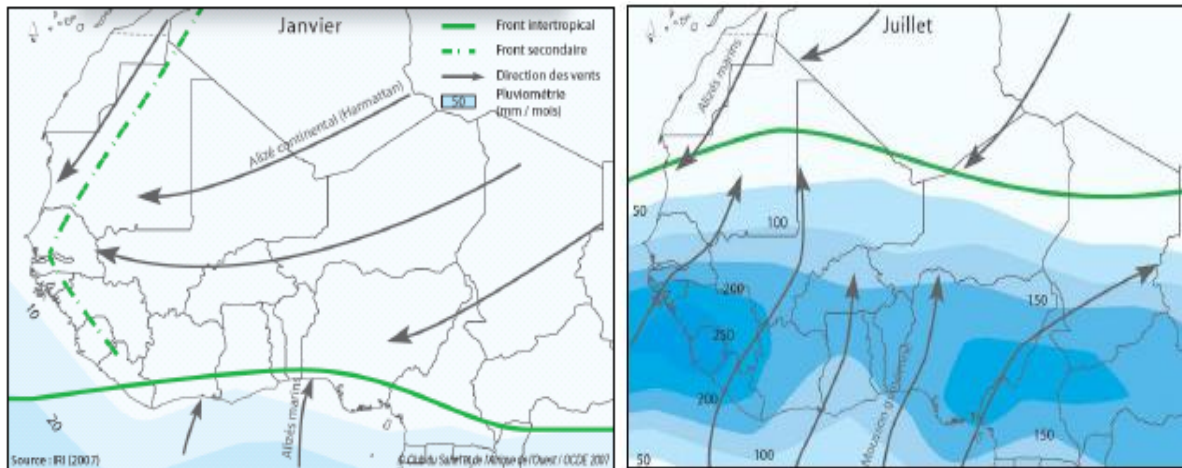


Figure 12 : Cycle de la mousson en Afrique de l'Ouest
Source : Totin, 2010 et Akindélé, 2014

Ce déroulement saisonnier est responsable de quatre grandes « zones de temps » dans la dépression médiane. Selon M. Boko (1988, p. 63), les quatre zones se présentent ainsi qu'il suit :

- la zone A, au nord du tracé au sol du FIT, indique la grande saison sèche dans la dépression médiane, avec la quasi absence des précipitations ;
- la zone B, plus épaisse, annonce la grande saison pluvieuse. C'est la zone des averses orageuses ;
- la zone C correspond à un régime de mousson bien établie. L'épaisseur atteint 6000 m, et les sommets des nuages cumuliformes culminent de 12000 à 14000 m d'altitude. La zone C est celle des averses. C'est, en quelque sorte, le "corps" du système de mousson ouest-africaine ;
- enfin, à l'arrière, la langue de mousson, qui est moins épaisse correspond à la zone D. La petite ou deuxième saison sèche correspond au passage de la zone D de la mousson et l'effet du upwelling sur la dépression médiane au sud-Bénin.

En altitude, le Bénin et conséquemment la dépression médiane sont affectés par trois principaux courants à savoir : le Jet Subtropical d'Ouest, le Jet Tropical d'Est (JTE) et le Jet d'Est Africain (JEA).

Le Jet Subtropical d'ouest n'intervient sur l'Afrique de l'ouest qu'en hiver vers 25° N. Il se déplace vers le nord en s'affaiblissant en été (A. Akindélé, 2014, p. 46).

Quant au Jet Tropical d'Est (JTE), il intéresse la haute troposphère (100-200 hPa) en juillet-août entre 5 et 10° N (A. Akindélé, 2014, p. 46).

Le Jet d'Est Africain (JEA) est un courant des couches moyennes situé entre 600 et 700 hPa (C. Houndénou, 1992, p. 53 et Lanokou, 2016, p. 32).

La dépression médiane est influencée par plusieurs centres d'action et courants d'air. Selon le caractère des flux qui l'emportent, ils génèrent des pluies (M. Lanokou, 2016, p. 37).

✓ Position des saisons agroclimatiques

Dans l'optique d'avoir une précision sur le nombre de mois pluvieux dans la dépression médiane que la position des saisons agroclimatiques a été réalisée (figure 13).

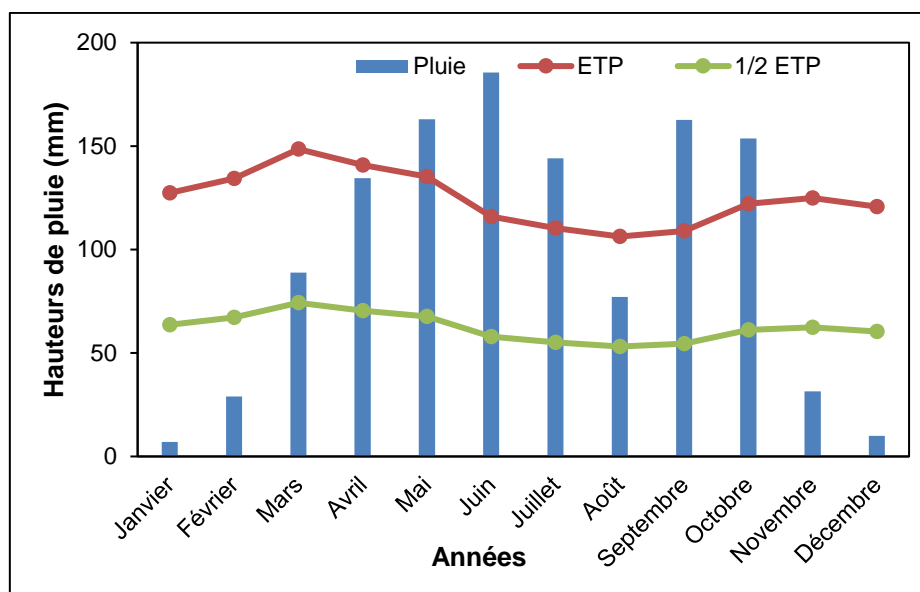


Figure 13 : Délimitation des périodes climatiques dans la dépression médiane
Source des données: Météo-Bénin, 2018

L'examen de la figure 13 révèle que la pluie débute à mi-mars et se poursuit jusqu'à mi-juillet. Après une pose au mois d'août, une autre pluie débute au mois de septembre où elle atteint son maximum en octobre, puis commence à décroître jusqu'à novembre voire décembre. L'évapotranspiration potentielle s'élève dès le mois de janvier jusqu'au mois de mars, puis commence à décroître jusqu'au mois de septembre avant d'amorcer une croissance jusqu'au mois de décembre. Ainsi, le découpage de l'année en périodes agroclimatiques dans la dépression médiane se présente de la façon suivante :

- la grande saison sèche, elle correspond à la période de préparation des sols et à l'occasion d'une pluie favorable, les paysans sèment les cultures hâtives comme le maïs pour les impératifs de la soudure ;

- la grande saison humide allant d'avril à mi-juillet : durant cette période, les hauteurs de pluies sont supérieures à $\frac{1}{2}$ ETP et à ETP. Les paysans sèment les cultures à cycle long telles que le maïs de 120 jours, le niébé et le gombo ;
- les cultures trouveront l'eau nécessaire pour satisfaire les besoins au cours des différentes phases phénologiques dans la petite saison sèche;
- Il est observé la fructification et la maturation des cultures dans la petite saison humide.

Dans la dépression médiane, le nombre de mois humides est inférieur au nombre de mois secs ; ce qui entraînera un déficit pluviométrique. Ainsi, malgré les difficultés à apprécier les paramètres qui permettent d'estimer les réserves en eau du sol, le bilan climatique a permis de déterminer les périodes favorables aux cultures.

L'ETP représente la demande climatique et est supposée égale ou supérieure à l'ETM d'une culture à un stade phénologique donné. L'analyse fréquentielle des événements $P \geq$ ETP qui traduit la satisfaction hydrique de la culture et, $P \geq \frac{1}{2}$ ETP traduisant le besoin moyen qui doit permettre le démarrage du cycle de végétation (semis-lévé-épanouissement-maturité) dans le secteur est observé.

Dans la dépression médiane, l'évènement $P \geq \frac{1}{2}$ ETP couvre la période allant de mi-mars à la fin du mois d'octobre. La culture peut boucler son cycle au cours de cette période. Le début de la saison ne peut avoir lieu qu'après $P \geq \frac{1}{2}$ ETP. En effet, la variation du rendement est en majeure partie liée à la nature de la saison des pluies. Autrement, l'excès ou le déficit de pluies pendant telle ou telle phase de développement d'une culture entraîne sa destruction.

3.2.2. Aspects géomorphologiques

Située globalement dans une zone de plateaux de 50 à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer et d'une altitude moyenne de 100 mètres, la dépression d'Issaba comporte une dépression qui n'est rien d'autre que la continuité de la dépression médiane qui traverse tout le Bénin d'ouest à l'est (M. Lanonkou, 2016, p. 89). Elle découpe le Hollidjé en deux zones orographiques : une zone de dépression (altitude < 50m) et une zone de plateau. La zone de dépression (altitude < 50m) comporte une grande partie de l'Arrondissement d'Issaba jusqu'à la latitude d'Onigbolo et les arrondissements d'Ahoyéyé, d'Igana et une partie des Arrondissements d'Adja-Ouèrè, de Massè et de Kpoulou.

La dépression médiane est reliée aux plateaux du sud par des talus en pente très forte et aux plateaux du nord par un glacis. D'ouest en est, sa largeur varie de 5 à 25 km, mais la dénivellation reste très modeste. Elle a une altitude moyenne voisine de 40 m au Togo et de 50 à 60 m au Bénin, mais elle s'abaisse par endroits à 20 m d'altitude (M. Lanokou, 2016, p. 89). D'après l'étude du sol dans le sud-Bénin conduit par B. Hounkanrin (2015, p. 11), ce milieu se situe sur un vaste glacis polygénique, présentant une zone de raccordement sableux ou sablo-argileux qui est appelée unité de contact. La continuité de cette unité géomorphologique présente une surface tabulaire de 2 km et parsemée de légers bourrelets et de micro cuvettes, ainsi que d'autres formes de reliefs. La dépression de la Lama présente une grande plaque adjacente. La pente varie de 1 % à 2 % vers le sud et atteint parfois 5 % dans le nord, avec des différences d'altitudes variant entre 80 m à 120 m de Tofo-centre à la dépression.

La dépression de la Lama encore appelée Ko est un sillon long de 130 km orienté est-ouest, d'une largeur variant entre 5 km et 15 km. Son drainage s'effectue par de petits marigots au tracé imprécis coulant vers le nord-est où ils sont connectés au Hlan. Selon les travaux de B. Hounkanrin (2015, p. 41) « les matériaux de la dépression seraient issus d'un mouvement de transgression et de régression marine avec une sédimentation d'origine chimique accompagnée au paléocène d'un entaillement par un cours d'eau ayant donné naissance à la dépression ». Cette dernière traverse le bassin sédimentaire et sert d'élément naturel de démarcation entre les plateaux du nord et ceux du sud.

En somme, l'orientation de ces unités géomorphologiques ainsi que leur altitude influencent dans une certaine mesure le climat à travers les précipitations dans cette région (M. Lanokou, 2016, p. 89).

3.2.3. Aspects hydrographiques de la dépression médiane

Le réseau hydrographique de la dépression médiane est constitué de quelques ruisseaux dont les plus importantes sont Iguidi, Gba, Idogbé, Itché, Idi et des retenues d'eau importantes pendant la saison des pluies en zone argileuse. De même, dans l'Arrondissement de Massè, il est remarqué, chaque année, une inondation due à la crue du fleuve Ouémé. Cependant le Hollidjé, est très peu irriguée.

Dans la dépression de Tchis, les localités du nord-est à l'est sont arrosées par les cours d'eau tels que Azangbé, Adjassagon, Aboty, Ahomadégbé, Zounhomè, Tohou et le fleuve Couffo et ses affluents sur une longueur de (11) km. On dénombre aussi des étangs dans les localités de Tandji et d'Oukanmè.

La figure 14 présente le réseau hydrographique de la dépression médiane.



Figure 14 : Réseau hydrographique de la dépression médiane

L'analyse de la figure 14 montre que le réseau hydrographique de la dépression médiane est composé des cours d'eau importants qui sont exploités pour la réalisation des retenues d'eau à des fins agricoles. Il ressort de l'examen de la figure 14 que parmi les trois (3) dépressions, celles des Tchis et de la Lama sont les plus riches en fleuves (Ouémé, Mono et Couffo) et plans d'eau (lacs Toho et Tobadji) et celle d'Issaba (Hollidjé) est la plus dépourvue. Bien que le réseau hydrographique du Hollidjé soit dominé par les ruisseaux qui sont des retenues d'eau importantes pendant la saison des pluies, ces cours d'eau sont utilisés par les paysans pour réduire les effets des changements climatiques sur la production agricole en mettant en place des systèmes d'irrigation en cas de déficits d'eau pour les cultures.

Les cours d'eau dans la dépression médiane sont classés dans un sous-régime particulier apparenté au régime tropical de transition (E. Bokonon-Ganta, 1987, p. 7). La particularité de ces cours d'eau réside, en effet, dans une période de hautes eaux plus longue, mais pas plus abondante en raison de la modestie des totaux pluviométriques (E. Bokonon-Ganta, 1992, p. 3). L'étude analogue de M. Lanokou (2016, p. 95) dans la dépression médiane permet de conclure que les abats pluviométriques de la première saison servent toujours à saturer les terrains desséchés pendant la grande saison sèche. Pendant la petite saison sèche, les eaux des fleuves continuent à monter parce que le bassin supérieur fournit beaucoup d'eau en ce moment précis (démarrage des pluies en mai-juin), mais aussi que la petite saison ne constitue, en fait, qu'une inflexion des pluies en ce qui concerne la Dépression Médiane (bassin inférieur). Pendant le mois de septembre, il est observé les plus hautes eaux. Les niveaux des cours et plans d'eau dans la dépression varient donc en fonction de la dynamique des hauteurs de pluies.

3.2.4. Caractéristiques pédologiques de la dépression médiane

Les précipitations et la qualité des sols constituent les deux facteurs déterminants des potentialités agronomiques dans les régions tropicales avec des sols globalement pauvres et très sensibles à l'érosion au Bénin, leurs surfaces sont vulnérables et valorisent mal les apports d'engrais chimiques (B. Hounkanrin *et al.*, 2013, p. 281).

Les études portant sur la pédogenèse de la dépression médiane (T. Azonhe, 2009, p. 12 ; H. Totin, 2010, p. 7 et M. Lanokou, 2016, p. 98) ont permis de distinguer cinq (5) types de sols (figure 15).

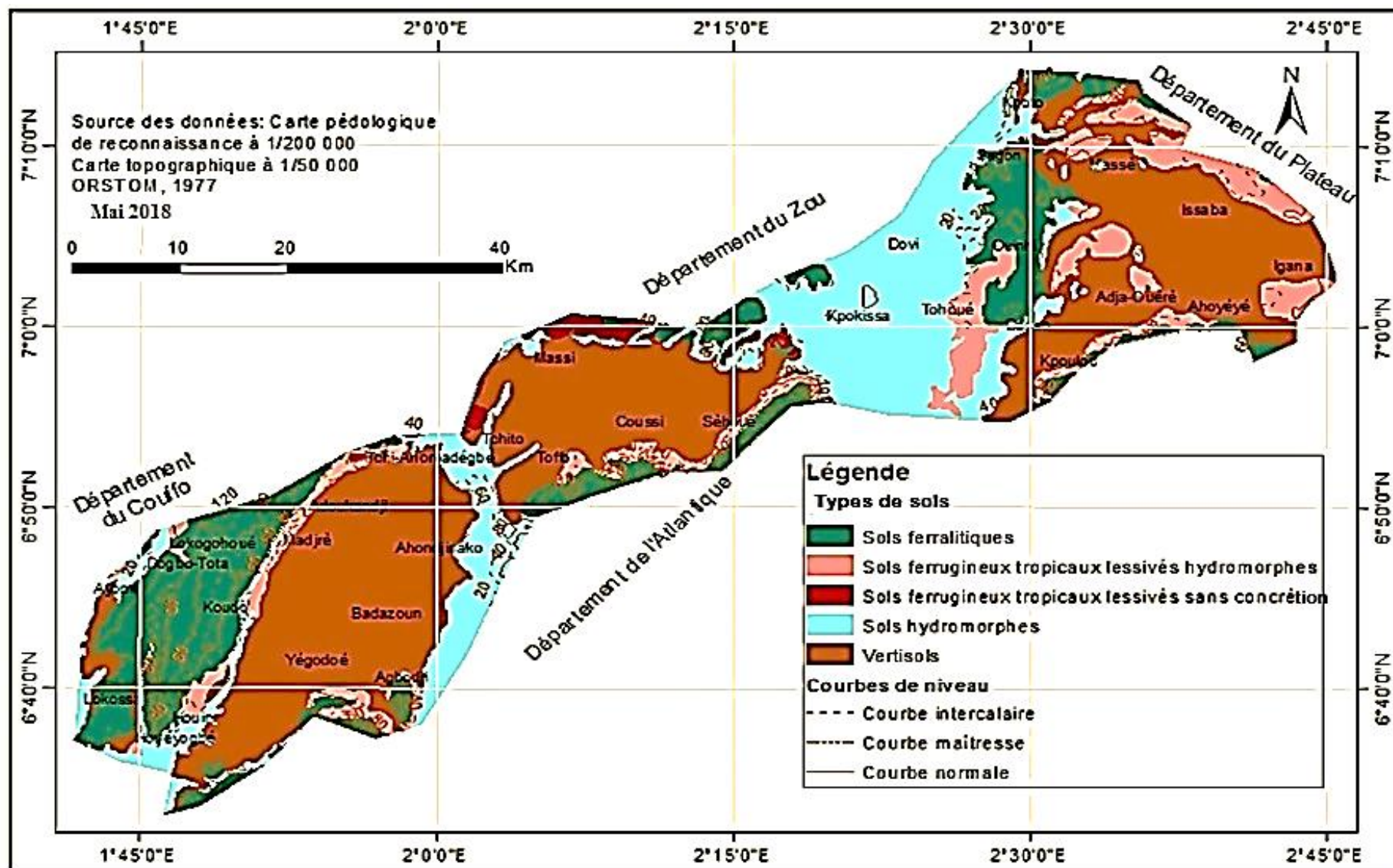


Figure 15 : Types de sols dans la dépression médiane

L'analyse de la figure 15 montre que la dépression médiane repose sur cinq (5) types de sols tels que : les sols ferrallitiques, les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, les sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétion, les vertisols et les sols hydromorphes. Les sols ferrallitiques sont sur sédiment meuble argilo-sablonneux du continental terminal dont la teneur en argile s'élève avec la profondeur. La teneur en matières organiques peut atteindre 5 % sous forêt en jachère et moins de 1 % sous cultures intensives (B. Hounkanrin, 2015, p. 38). Les plantations ne résistent pas aux vents violents.

Quant aux sols ferrugineux, ils sont de deux types : les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes que l'on rencontre à Igana, Issaba, Tohoué et à Houin et les sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétion que l'on retrouve au nord de Massi. Ils sont plus ou moins concrétionnés.

Pour les sols hydromorphes, ils se rencontrent respectivement à Kpokissa, Dovi, Houéyogbè et le côté ouest de la dépression de Tchis. A cause de leur structure, ces types de sols ne favorisent pas une bonne infiltration des eaux de pluies, ce qui induit le ravinement, le ruissellement et des pentes fortes en début de saisons pluvieuses. Outre l'incapacité d'une bonne infiltration des eaux due à la texture des sols (surtout la présence d'argile) favorise les inondations, notamment dans les endroits de basse altitude (T. Azonhe, 2009, p. 24).

Les vertisols de la dépression médiane sont des sols vertiques à gley, très lourds, imperméables, à hydromorphie profonde permanente et à hydromorphie de surface temporaire. Ce qui fait d'eux des sols plus aptes aux cultures saisonnières (céréales et légumineuses) qui sont emblavées sur environ 40 % de la superficie totale de la dépression (M. Lanokou, 2013, p. 27). Les vertisols sont les sols les plus dominés dans la dépression médiane. L'étude analogue de M. Lanokou (2016, p. 98) dans la dépression médiane montre que les principaux types de sols dans la dépression médiane sont les vertisols (60 %), les sols hydromorphes (15 %) et les sols ferrallitiques (10 %). Ainsi, les vertisols limono-argileux sur argile sédimentaire pourraient laisser place aux vertisols sur matériau colluvial sablo-argileux et sur matériau colluvial sableux. Ces différents types de sols sont favorables à la production agricole.

3.3. Caractéristiques du paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin

Cette partie présente la dynamique de la population, les activités agricoles, le mode et niveau de vie des paysans dans la dépression médiane

3.3.1. Dynamique de la population

La comparaison des données du RGPH₄ de 2013 à celles obtenues au RGPH₃ de 2002, montre que la population résidente est en pleine croissance. Le taux d'accroissement intercensitaire est estimé à 3,23 % par rapport à 2002. Cette évolution traduit un dynamisme certain de la population dans la dépression médiane, celle-ci est estimée à 504 343 habitants en 2002 et 720189 habitants en 2013 (INSAE, 2013). La figure 16 présente l'évolution de la population et de la population agricole selon les résultats des RGPH de 1979, 1992, 2002, 2013, 2025 et 2050 (projection).

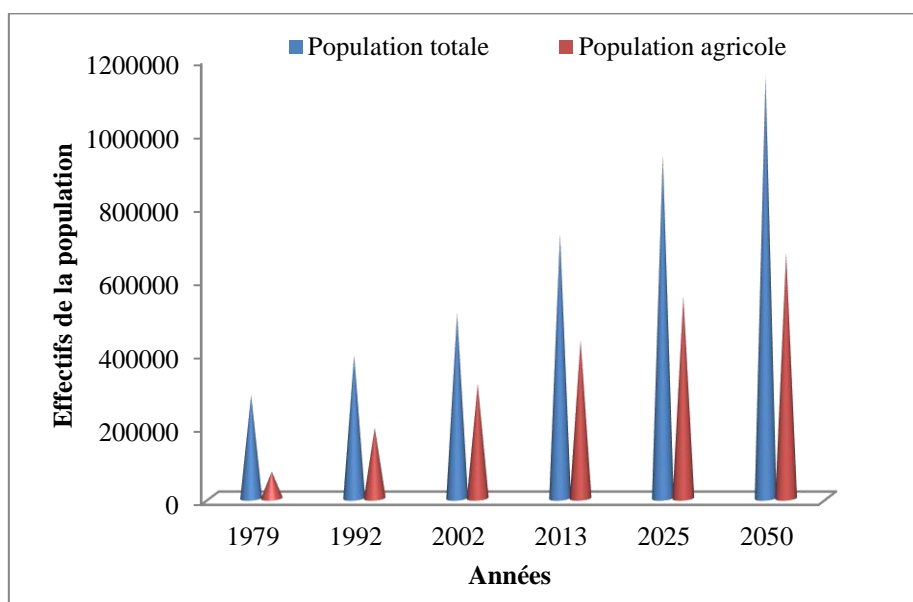


Figure 16 : Evolution de la population totale et de la population agricole de la dépression médiane
Source des données : Enquêtes de terrain et INSAE, 2013

Il ressort de l'analyse de la figure 16 que la dépression médiane a enregistré une augmentation rapide de la population au cours des quatre derniers recensements réalisés au Bénin. La population de la dépression médiane, en 1979, était de 281 471 habitants (RGPH1). En 1992, il a été dénombré 390 827 habitants (RGPH2). En 2002, cette population est passée à 504 343 habitants et en 2013, elle est de 720 189 habitants (INSAE, 2013). La population agricole était estimée à 311 940 habitants en 2002 et est passée à 431 355 habitants en 2013. D'ici 2050, la population totale et la population agricole passeront respectivement à 1 151 881 et 670 185 habitants. Cette augmentation de la population entraîne une augmentation des besoins. Or,

l'agriculture demeure encore extensive dans la dépression médiane. L'augmentation des besoins engendre l'exploitation accrue des ressources naturelles. Cette croissance de la population aura donc des répercussions sur la production agricole et augmenterait la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques.

3.3.2. Activités agricoles dans la dépression médiane

Dans la dépression médiane, les activités agricoles s'effectue selon un itinéraire technique dont les étapes sont la préparation du sol, la pépinière, le semis, le repiquage, l'entretien, les variétés à cultiver et de la récolte.

✓ Préparation du sol

La préparation du sol est très importante pour la réussite d'un bon rendement des cultures. La nature du sol a été étudiée suivi du défrichage qui est une opération qui consiste à mettre au propre le terrain qui doit recevoir la culture (planche 3).



Planche 3 : Brûlure des mauvaises herbes dans la dépression d'Issaba (3.1), (3.2) à Toffo et Billon d'un champ du niébé à Bopa (3.3)

Prise de vues : Seydou, mars 2018

De l'observation de la planche 3, les photos (3.1) et (3.2) montrent une parcelle où les mauvaises herbes sont brûlées respectivement dans la dépression d'Issaba (3.1), (3.2) à Toffo. L'observation de la photo 1 montre les billons préparés pour un champ du niébé à Bopa dans la dépression de Tchis. La préparation du sol commence par le défrichage qui consiste à essarter, à mettre en tas, à brûler les mauvaises herbes et à faire les trous à semis. Les billons sont souvent utilisés en raison de leur aptitude à conserver plus longtemps l'humidité des sols (pendant deux mois) jusqu'à la germination des plantes (86 % des paysans interrogés). Selon 86 % des enquêtés, ce système de préparation du sol est pratiqué pour le bon rendement de la production agricole et permettre aux racines des plants des cultures de tirer les substances nécessaires à leur développement.

✓ Pépinière

La pépinière est la souche de la future tomate. Lorsque la pépinière est bien réussie, de très bonnes plantules sont développées pour le repiquage (planche 4).



Planche 4 : Pépinière de la tomate dans la dépression médiane

Prise de vue : Seydou, mars 2018

De l'observation de la planche 4, les photos (4.1) et (4.2) montre respectivement des plantules de tomate à Lalo dans la dépression de Tchis (4.1) et à Issaba dans la dépression d'Issaba (4.2). Ces plantules ont une hauteur variant entre 10 à 15 centimètre. Alors elles sont prêtes pour le repiquage. Selon 87 % des enquêtés, ce système facilite la production de la tomate dans la dépression médiane.

✓ Semis

La mise en terre est faite en fonction du rythme des pluies. Pour semer, les travailleurs se servent d'un bol ou d'unealebasse et du talon ou de leur main. Ils passent au resemis lorsque la poussée de grains de maïs ou niébé n'est pas observée dans certaines parties du champ. La photo 1 présente le semis dans un champ dans la dépression médiane.



Photo 1 : Semis du maïs dans un champ à Issaba
Prise de vue : Seydou, septembre 2018

L'observation de la photo 1 montre un producteur en exercice de semis dans un champ à Issaba dans la dépression médiane. Selon 82 % des enquêtés, ce système de semis est pratiqué pour le bon rendement de la production agricole et permettre aux racines des plants de maïs de tirer les substances nécessaires à leur développement.

✓ **Repiquage**

Pour faire la pépinière, la parcelle est choisie d'avance. Etre informer du moment de mettre en terre les jeunes plantes. Et pour y arriver, il faut nettoyer le terrain, entasser et brûler par endroits les branchages et autres résidus qui ne pourront pas vite pourrir ; éviter de brûler tout le champ.

Il doit se faire le matin ou le soir, donc en évitant les fortes chaleurs, et il sera nécessaire d'arroser immédiatement. Le semis est fait de sorte qu'une grande morte de terre reste attachée aux racines pour éviter que celles-ci ne soient abimées.

Après le repiquage, le sol peut être couvert de paillis en guise de protection contre la chaleur les 5 premiers jours. Le paillis est réalisé avec des feuilles de palmiers. Une méthode plus avancée consiste à recouvrir le sol des planches avec un paillis en

matière plastique et diffère des trous justes avant la plantation. Il faut protéger les plants repiqués de la chaleur pendant 5 premiers jours, par exemple, en les recouvrant de grandes feuilles.

✓ Fertilisation

La fertilisation consiste à épandre des engrais près des plants pour l'obtention d'un bon rendement. Des quantités précises sont apportées aux plants selon leur âge (Tableau XIII).

Tableau XIII : Fertilisation des plants de tomate par périodes

| Age du plant après repiquage | Quantité de NPK/plant/g | Quantité de K ₂ SO ₄ + Urée/plant/g |
|------------------------------|-------------------------|---|
| 2 Semaines | 5 | - |
| 1 mois 2 semaines | 8 | - |
| 2 mois | - | 10 |
| 3 mois | - | 10 |
| Total | 13 | 20 |

Source des données: Enquête de terrain, mars 2018

L'examen des données du tableau XIII montre les apports d'engrais à chaque plant en fonction de son âge. Les apports sont réglementaires et fragmentés dans le temps. Tout mauvais apport entraîne des effets néfastes sur la plante.

La fertilisation consiste à apporter aux cultures du maïs, niébé, de la Tomate et du gombo des substances minérales à savoir de l'azote, du phosphore et du potassium très connues sous le nom de NPK et UREE. Les techniques de maintien de la fertilité des sols dans la dépression médiane sont multiples. C'est le cas de la jachère qui permet aux paysans de reconstituer naturellement les éléments nutritifs du sol. Sur les champs vivriers intensifs, c'est une courte jachère d'intersaison culturale mais pluriannuelle. Cette agriculture utilise assez de terres mais produit moins, ce qui entraîne le déplacement des champs puisque le sol s'épuise vite. Le paysan n'a pas la technique de lui rendre sa fertilité (par manque de bétail, d'engrais, par absence de plantes fertilisantes comme les légumineuses).

Les producteurs de maïs sur le vertisol de façon spécifique n'apportent aucun intrant agricole au maïs pour fertiliser le sol car les cultures bénéficient de la fertilité naturelle du milieu pour croître selon 92 % des enquêtés. Tandis que l'utilisation de produits

phytosanitaires et fertilisants est indispensable pour accroître la production sur les sols moins fertiles. Comme fertilisant, les producteurs utilisent deux types d'engrais dont : le type NPK qui est donné aux pieds du maïs deux semaines après le semis. Il a pour rôle de donner la verdure au plan de maïs et d'assurer son développement pour qu'il porte bien les épis et le type Urée est donné quarante-cinq jours après le semis pour faciliter la croissance des épis de maïs et de leur remplissage. Ces différentes techniques de protection de la production permettent aux paysans d'obtenir des récoltes abondantes à la fin des saisons culturales. En dehors de ces engrais chimiques, certains producteurs utilisent des engrais organiques comme fertilisants. D'autres utilisent les deux (figure 17).

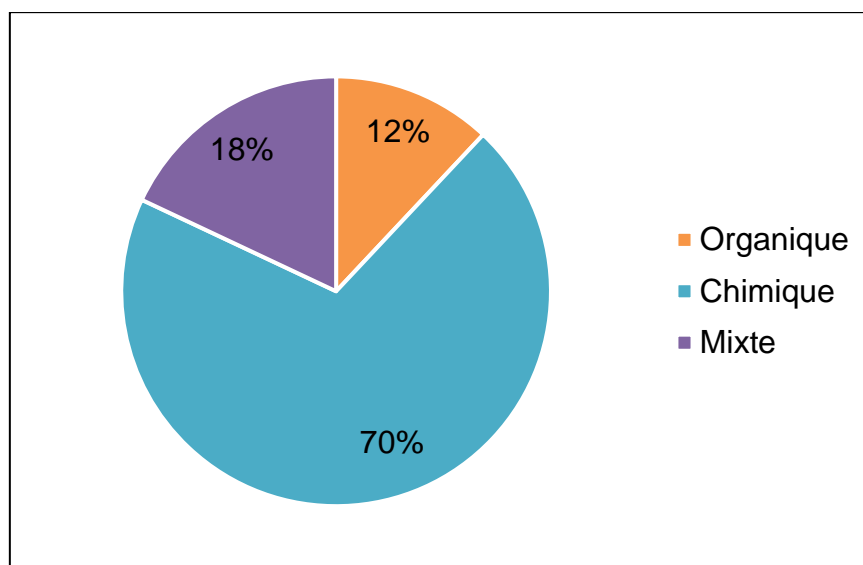


Figure 17 : Pourcentage des producteurs utilisant les fumures existantes

Source des données: Enquête de terrain, septembre 2018

L'analyse de la figure 17 montre que 70 % des producteurs utilisent les engrais chimiques plutôt que d'utiliser les engrais organiques et le mélange du chimique et de l'organique (mixte). Les 80 % de ceux qui utilisent les engrais organiques se disent ne pas avoir assez d'argent pour acheter les engrais chimiques. En réalité, ils préfèrent les engrais chimiques.

✓ **Entretien**

L'entretien d'un champ consiste à veiller à la fois, au développement individuel de chaque plante et à celui du peuplement tout entier et à obtenir le meilleur équilibre entre la croissance végétative et la croissance reproductive, afin d'assurer une croissance vigoureuse des plantes et de garantir une production satisfaisante sur les plans tant quantitatif que qualitatif. Pour ce faire, il faudrait toute une série de mesures

concernant le sarclage, la fertilisation, et la lutte contre les maladies, les insectes nuisibles et les mauvaises herbes, en tenant compte des lois de la croissance des cultures et des caractéristiques de ses différents stades végétatifs. La photo 2 présente un champ de niébé entretenu à Toffo dans la dépression médiane.



Photo 2 : Champ de niébé entretenu à Toffo
Prise de vue : Seydou, juillet 2018

L'observation de la photo 2 montre un champ de niébé entretenu à Toffo dans la dépression médiane. Le sarclage est une opération qui consiste à enlever les mauvaises herbes qui gêneraient la croissance de la plante. Quinze (15) à vingt (20) jours après le semis (selon la culture) commencent le sarclage avec un type de houe bien adapté à l'exécution de cette tâche. A chaque étape de développement de la culture correspondent des techniques de protection des végétaux. A la pousse, le passage des enfants et le déploiement des épouvantails dans les champs permettent de chasser les oiseaux. Dans ces entretiens, le paysan vise deux objectifs. Premièrement, éviter la concurrence entre la culture et les mauvaises herbes. Deuxièmement, limiter les dégâts causés par les petits rongeurs.

✓ Récolte

Selon 77 % des producteurs interrogés, la récolte de la tomate commence 4 à 5 mois après le repiquage et selon 89 % des producteurs interrogés, la récolte du niébé et du maïs commence 65 à 90 jours après la semence dans la dépression médiane. Les récoltes se font à la maturité. Les récoltes se font pendant la saison sèche. Mais, il existe de risque de la perte de productions pour les récoltes de la grande saison de

pluie à cause de la petite saison sèche devenue anormalement pluvieuse. Les travailleurs passent le temps dans l'eau et se résident dans le champ pour accélérer le travail sur le vertisol. La Planche 5 présente la récolte du niébé et de la tomate dans un champ dans la dépression médiane.



Planche 5 : Récolte de niébé à Lalo (5.1), récolte de tomate à Ahoyéyé (5.2) et tare de maïs récolté à Toffo

Prise de vues : Seydou, novembre 2018

De l'observation de la planche 5, La photo (5.1) montre deux femmes entrain de récolter du niébé dans un champ à Lalo dans la dépression de tchis. La photo (5.2) montre la récolte de la tomate de façon manuelle par une femme dans un champ à Ahoyéyé dans la dépression d'Issaba. Ici les fruits récoltés sont des fruits qui sont matures (rouge). La photo (5.3) montre une tare de maïs récolté à Toffo. Selon 87 % des enquêtés, le maïs est laissé sec dans le champ pour qu'il soit conservé Selon 89 % des enquêtés, le niébé est récolté le plus vite possible dès sa maturité pour éviter l'attaque des nuisibles.

3.3.3. Mode et niveau de vie des paysans dans la dépression médiane

Dans la dépression médiane, la commercialisation, le mode d'accès à la terre, les mains d'œuvres, encadrement et financement sont le mode et niveau de vie des paysans.

✓ Commercialisation des produits agricoles

C'est l'une des phases qui intéresse plus le producteur. Il détecte ici la rentabilité ou non de son activité. Généralement les producteurs livrent leurs produits à des grossistes, des détaillants, les consommateurs (les ménages), les restaurateurs (bonnes dames) qui viennent surtout des zones urbaines (Porto-Novo, Cotonou) et aussi du Nigeria. L'absence de grand marché de regroupement des produits agricoles fait que les producteurs exposent leur produit au bord de la voie pour son écoulement (planche 6).



Planche 6 : Commercialisation des produits agricoles dans la dépression médiane
Prise de vues : Seydou, novembre 2018

De la planche 6, les photos (6.1) et (6.2) montrent respectivement les paniers de tomates à Issaba (6.1) et des tas de maïs frais exposés au bord de la voie à Ahoyéyé (6.2) destinés à la vente. Selon 95 % des enquêtés, le tas d'épis de maïs frais varie de 150 F CFA à 200 F CFA. La photo (6.3) montre les paniers de niébé exposé à Toffo.

✓ **Mode d'accès à la terre**

L'acquisition de la terre se fait dans la Commune de Pobè de façon suivante : la location, l'héritage, achat et autres (figure 18).

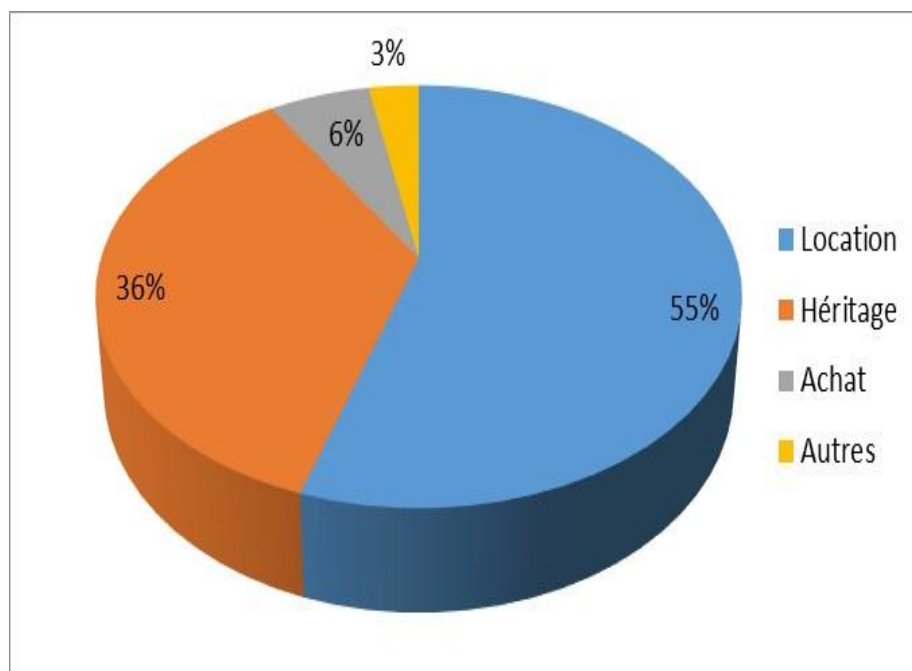


Figure 18 : Modes d'accès à la terre dans la dépression médiane

Source des données : Enquêtes de terrain, mars 2018

De l'examen de la figure 18, il ressort que 55 % des producteurs louent les terres ; 36 % des terres ont été hérités ; 6 % font objets d'achat et environ 3 % représente autres modes d'accès. La mise en valeur de ces domaines acquis sous diverses formes ont besoin de véritables travailleurs. Cela est un facteur favorable au développement de la production agricole dans la dépression médiane.

Main-d'œuvre en production agricole dans la dépression médiane

La dépression médiane dispose d'une main-d'œuvre favorable à la production du agricole. La figure 19 présente les catégories de main-d'œuvre dans la dépression médiane.

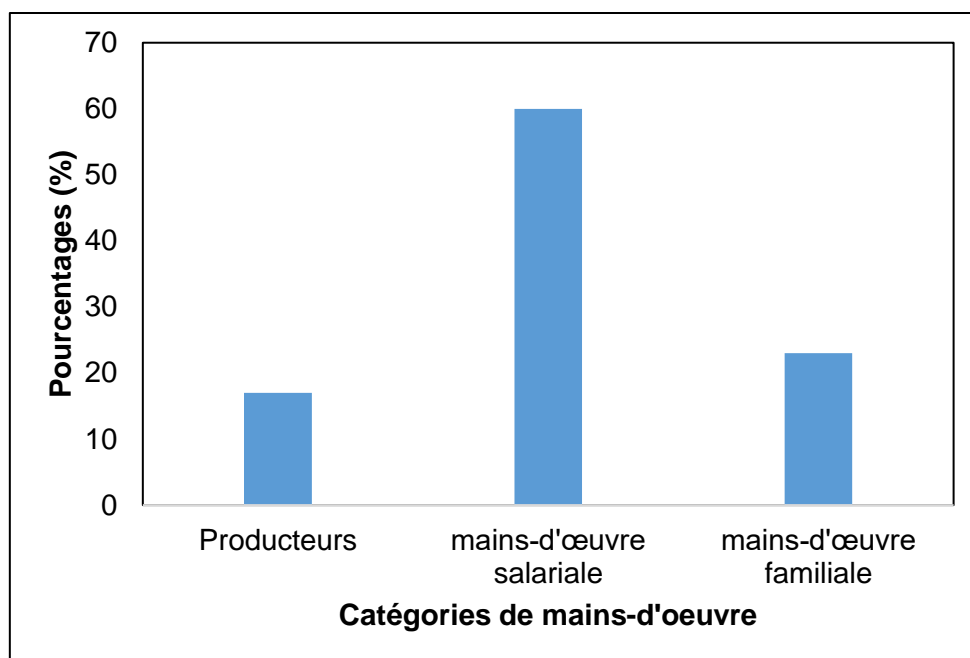


Figure 19 : Catégories de main-d'œuvre dans la dépression médiane
Source des données: Enquêtes de terrain, juillet 2019

L'analyse de la figure 19 montre qu'il existe trois (3) catégories de main-d'œuvre, à savoir : les producteurs, la main-œuvre salariale et la main-œuvre familiale. Selon 89 % des producteurs interrogés, le service de ces ouvriers aide à la réussite de la production. La main-d'œuvre salariale est constituée à 60 % des élèves. Les producteurs sont aussi aidés par les membres de famille à 23 %.

✓ **Financement et encadrement**

L'encadrement et le financement font partis des besoins les plus importants des producteurs dans la dépression médiane. Il s'agit des structures des micro-finances et des encadreurs techniques pour rendre plus performante la production agricole.

Les agents de Secteur Communal de Développement Agricole (SCDA) font des encadrements techniques aux producteurs. Les structures de micro-finance financent parfois les producteurs. La majorité des producteurs bénéficient de leur prestation. Les structures rencontrées dans les Communes de Pobè, Lalo, Bopa, Toffo, etc. sont : CLCAM, PADME, PAPME et quelques ONG. Les fourchettes de prêts varient entre 30 000 FCFA et quelques millions selon la taille des terres à cultiver. Les taux d'intérêts varient de 2 à 10 % selon le montant emprunté.

En somme, les fondements géographiques du paysannat dans la dépression médiane traitent le contexte climatique moyen, les aspects pédologiques, le réseau

hydrographiques et socioéconomiques (les composantes naturelles) et abordent les caractéristiques du paysannat qui sont les activités agricoles, les modes de vie, les niveaux de vie, etc. Pour apprécier les manifestations des changements climatiques, le chapitre IV présente les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

CHAPITRE IV INDICATEURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIAME AU SUD-BENIN

Ce chapitre présente les indicateurs des changements climatiques et les perceptions paysannes sur leurs manifestations dans la dépression médiane.

4.1. Manifestations des changements climatiques de la dépression médiane

Les manifestations des changements climatiques découlent de l'évolution des paramètres clés du climat dans la dépression médiane et, sont principalement des précipitations et des températures puisqu'elles représentent les paramètres les plus déterminants dans la zone intertropicale (E. Ogouwalé, 2006, p. 18).

4.1.1. Variabilité climatique dans la dépression médiane

La quantité des pluies précipitées a une tendance relativement à la baisse de 1951-2017 dans la dépression médiane (figure 20).

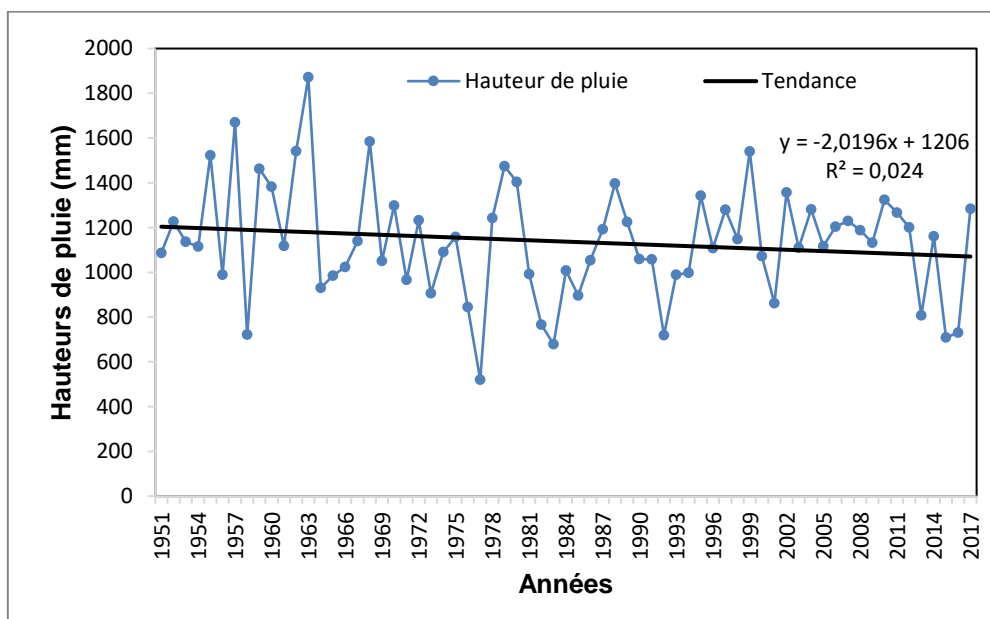
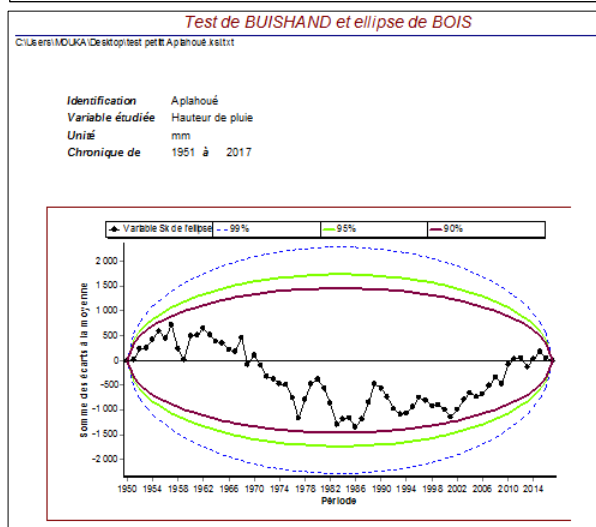
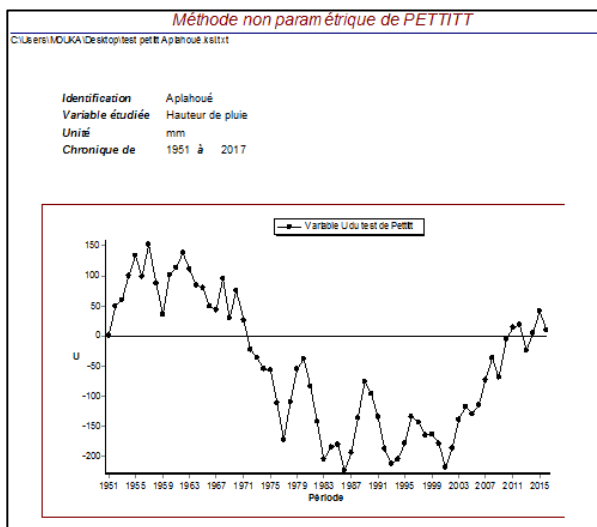
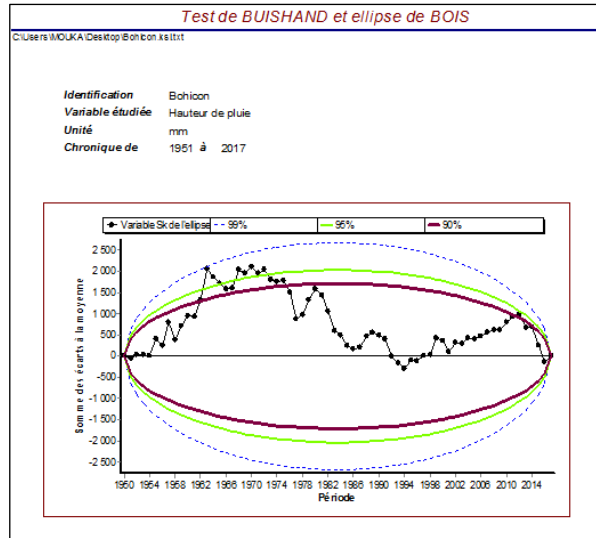
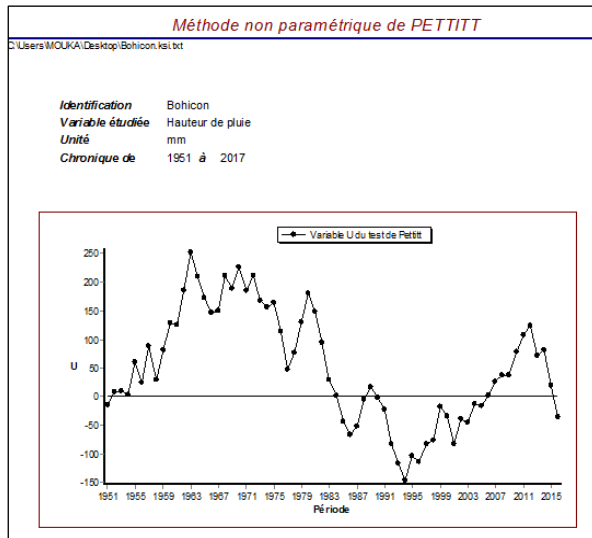


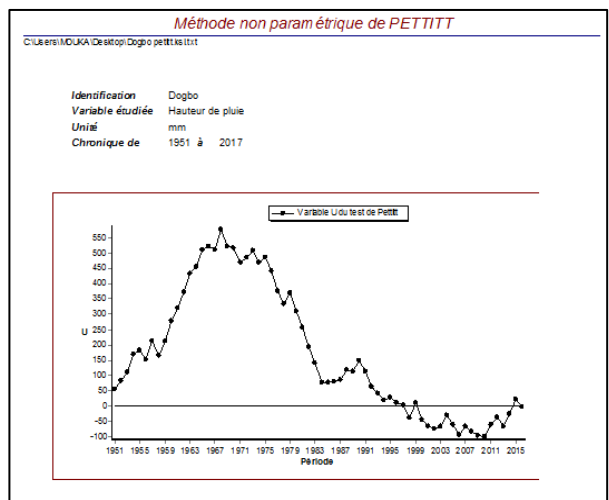
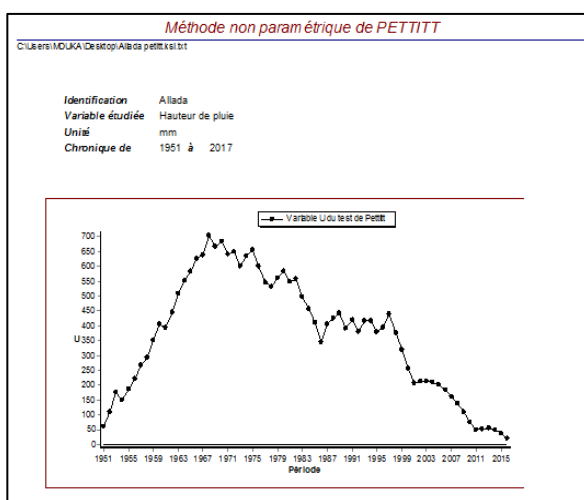
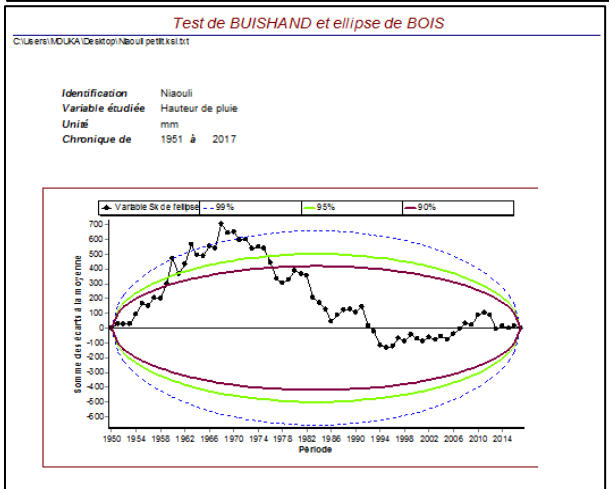
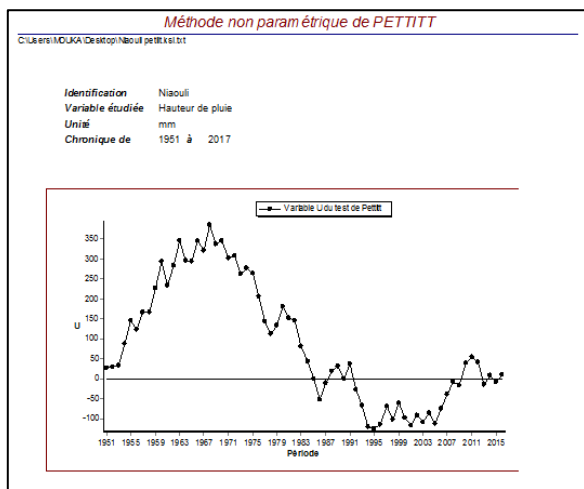
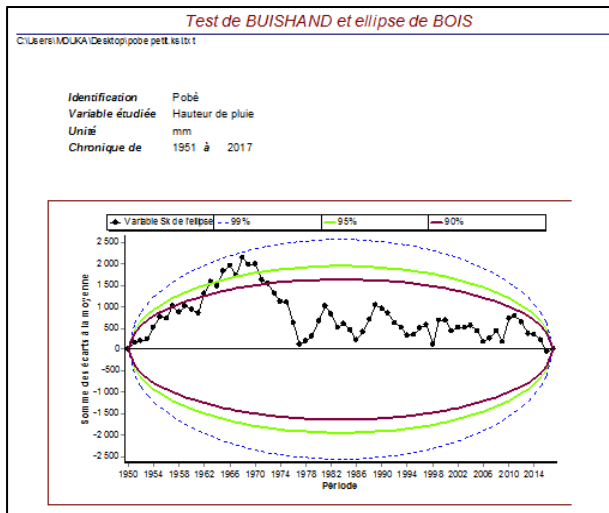
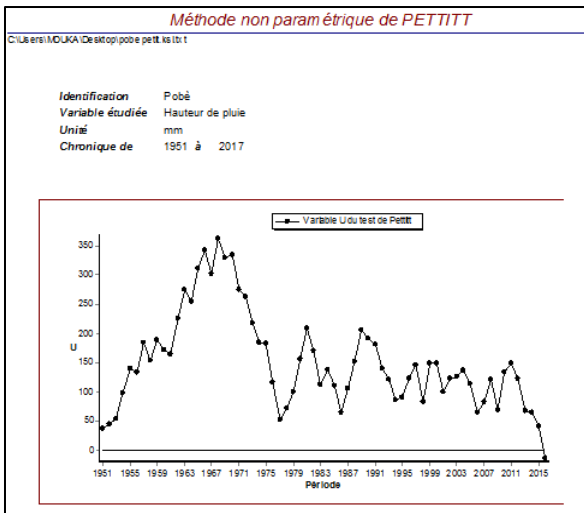
Figure 20 : Evolution des hauteurs pluviométriques annuelles dans la dépression médiane entre 1951 et 2017

Source des données : Météo-Bénin, 2018

Il ressort de l'analyse de la figure 20 qu'après les grandes quantités de pluies (1871,5 mm) de l'année 1963, il est constaté, une baisse des précipitations dans la dépression médiane. Ainsi, la pluviométrie moyenne de la dépression médiane a connu une légère baisse, avec un coefficient de régression de -2,019, sur la période d'analyse. Mais cette tendance à la baisse des pluies est suivie d'une élévation de la fréquence et de l'intensité des précipitations. Cette situation, de la tendance à la baisse des hauteurs

demeure sans doute le phénomène climatique le plus remarquable des trois dernières décennies et aura des répercussions sur l'agriculture, les plantes et par ricochet sur les hommes. La méthode non paramétrique de Pettitt, le test de Buishand et l'ellipse de Bois ont été appliqués aux séries pluviométriques annuelles (1951-2017) des stations météorologiques retenues pour la rupture de stationnarité (figure 21).





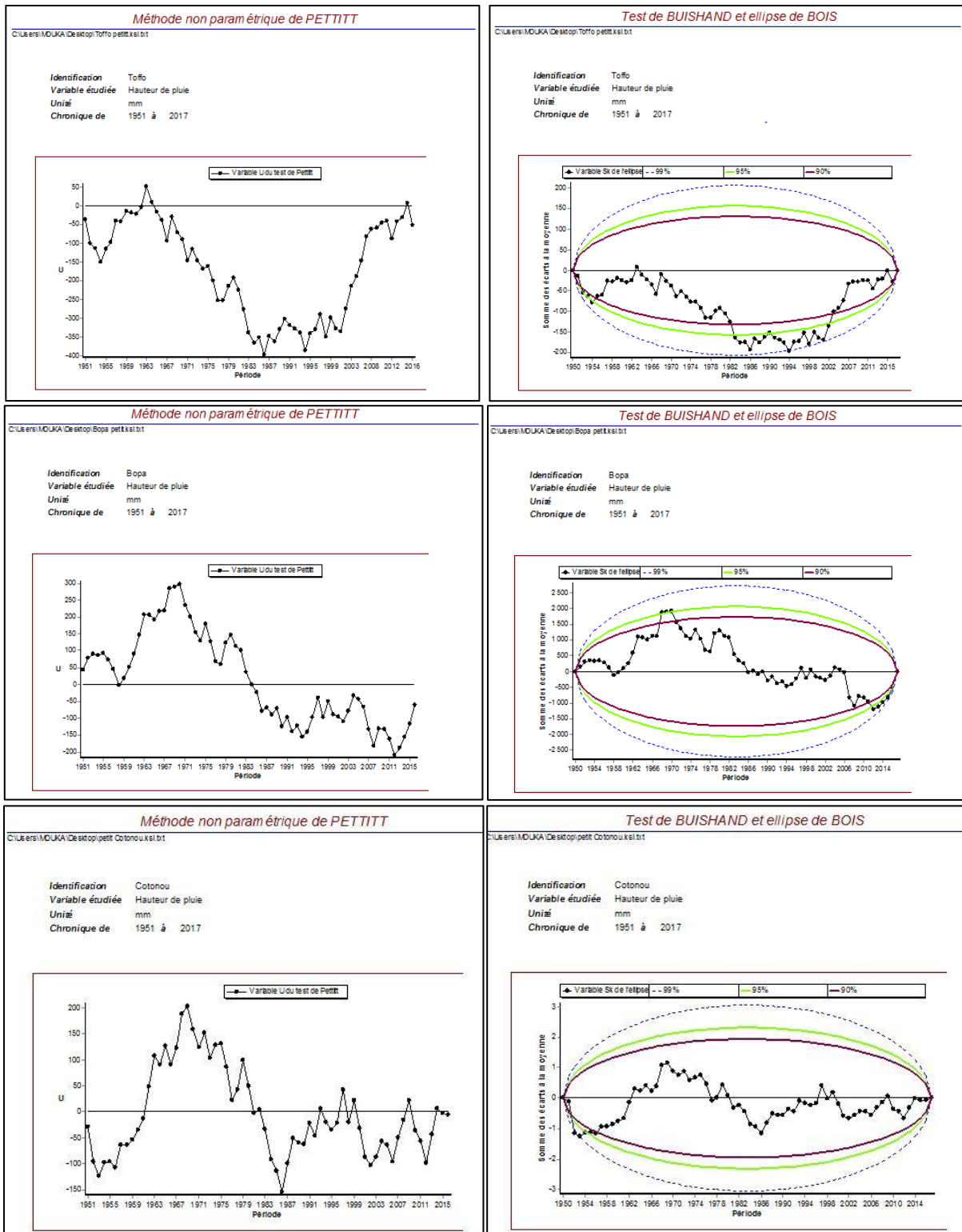


Figure 21 : Test de rupture de stationnarité dans les séries pluviométriques de la dépression médiane

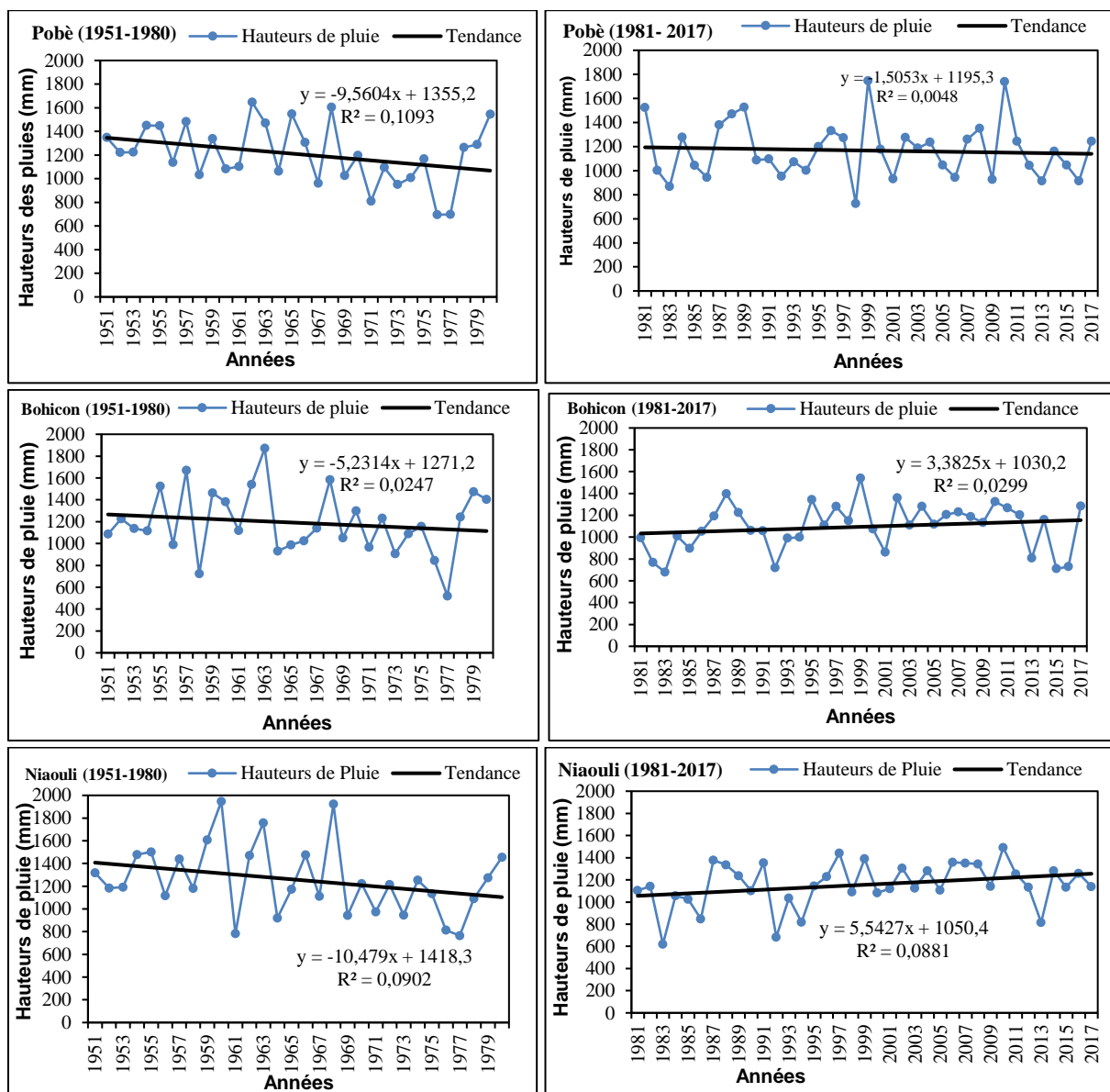
Source des données : Météo-Bénin, 2018

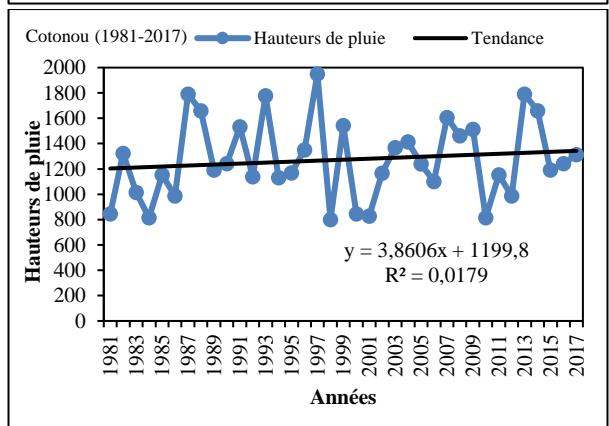
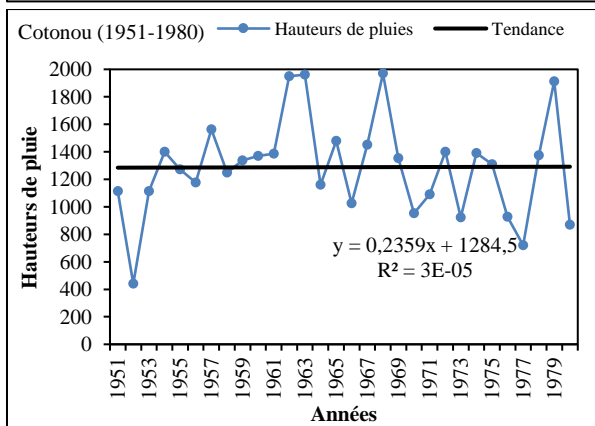
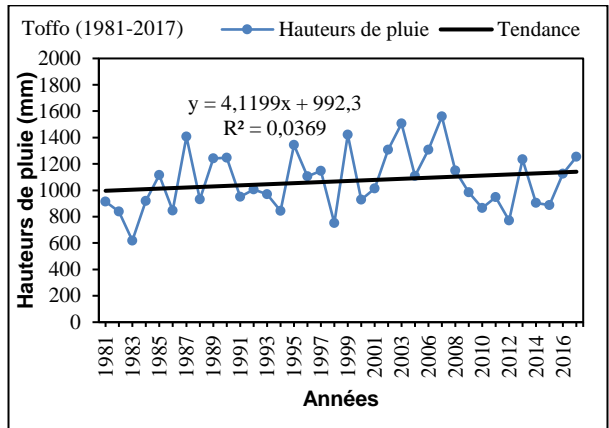
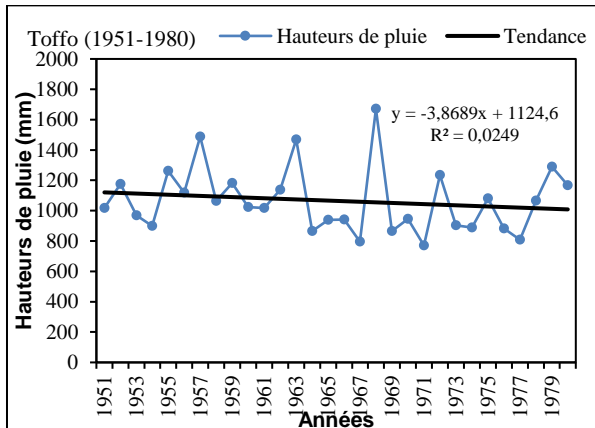
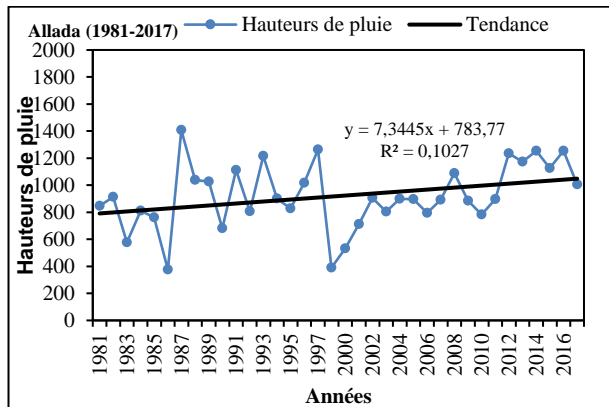
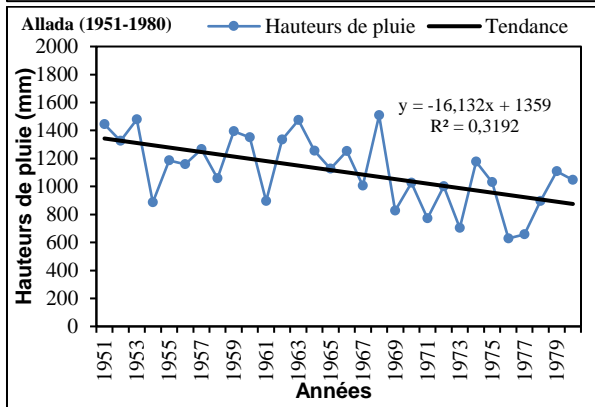
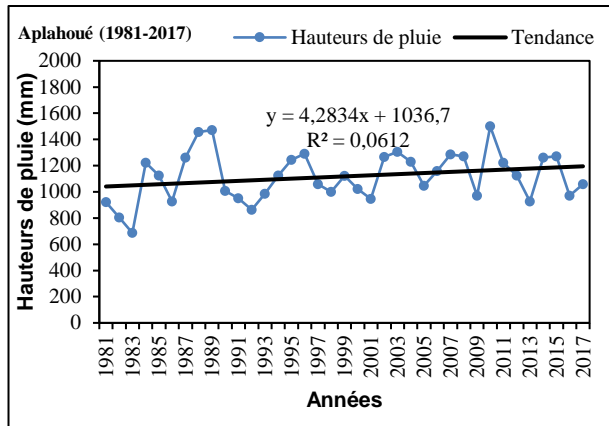
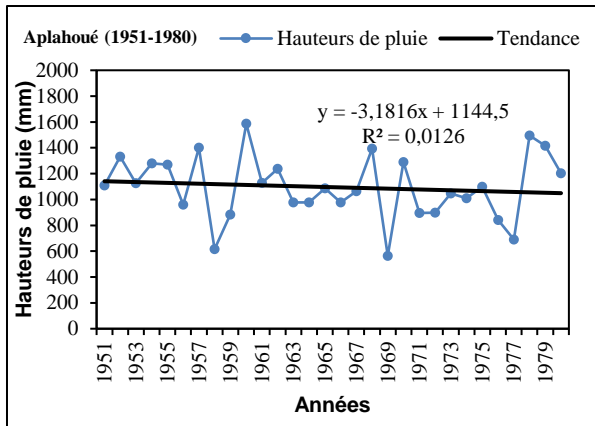
L'analyse de la figure 21 montre l'application du test de Pettitt et de Buishand à la série des données (1951-2017) qui a permis d'identifier à un seuil de significativité de 5 %, une rupture chronologique en 1980 dans la dépression médiane. La série 1951-2017

Dans la région de l'Afrique tropicale, de nombreuses études se sont penchées sur la question (J. Sircoulon, 1990, p. 35 ; B. Doukpolo, 2014, p. 135).

4.1.1.1. Evolution pluviométrique dans la dépression médiane sur les périodes 1951-1980 et 1981-2017

La dépression médiane est marquée par deux (2) saisons pluvieuses et deux (2) saisons sèches (M. Lanokou, 2016, p. 122). La variation interannuelle et celle intermensuelle des hauteurs de pluies dans la dépression médiane ont été étudiées. La figure 22 présente l'évolution interannuelle des hauteurs de pluie dans la dépression médiane sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017.





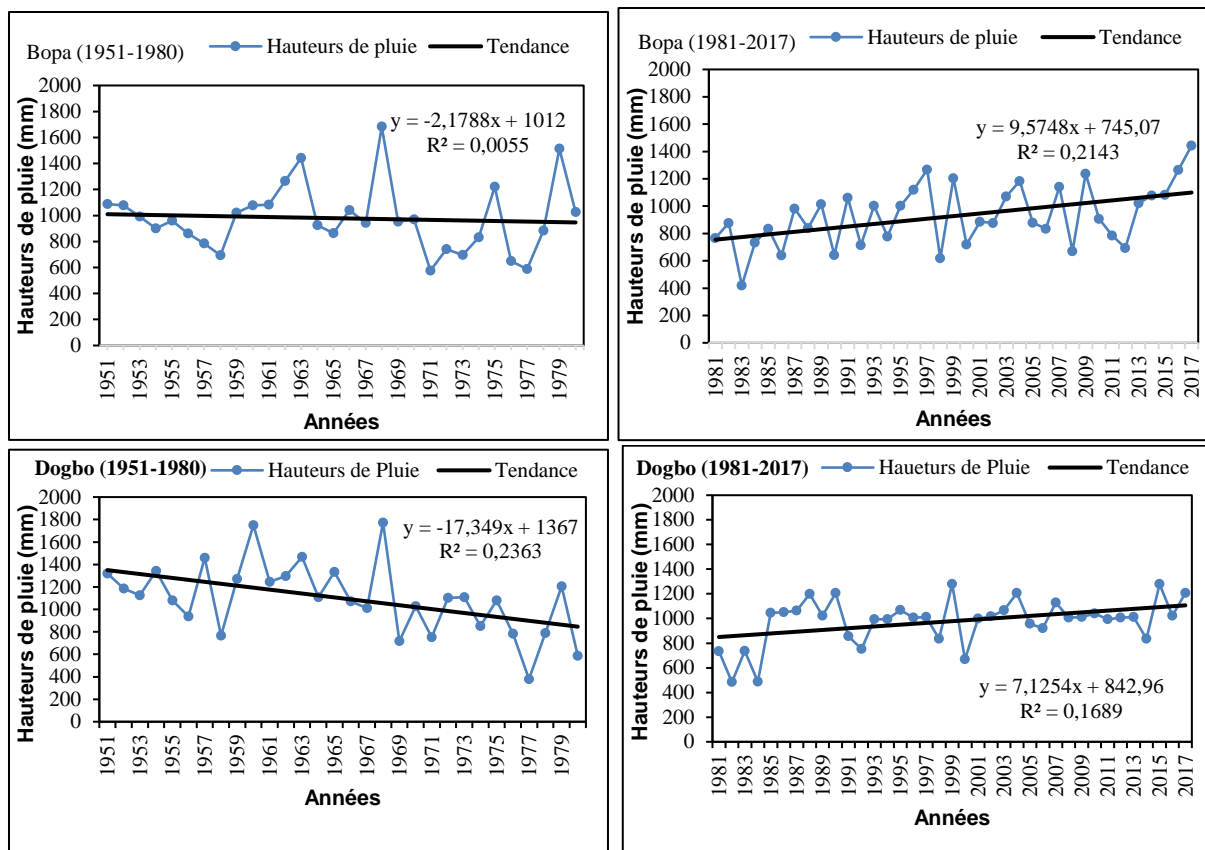


Figure 22 : Evolution interannuelle des précipitations dans la dépression médiane sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse de la figure 22 montre que la variabilité interannuelle des hauteurs de pluies est caractérisée par une évolution contrastée entre les différentes stations de la dépression médiane. En effet, sur la sous-période (1951-1980), les coefficients de régression sont négatifs dans toutes les stations de la dépression médiane. De plus, les coefficients de détermination étant faibles (Pobè, $R^2 = 0,109$ et $R^2 = 0,00003$) ; (Allada, $R^2 = 0,3192$; Toffo, $R^2 = 0,0249$; Niaouli, $R^2 = 0,09$ et Bohicon, $R^2 = 0,02$) et (Aplahoué, $R^2 = 0,01$; Bopa, $R^2 = 0,0055$ et Dogbo, $R^2 = 0,23$) alors la tendance pluviométrique est à la baisse dans la dépression médiane. Par contre sur la sous-période (1981-2017), les coefficients de régression sont positifs dans les stations. Il ressort de l'analyse de la figure 22 que la tendance pluviométrique est à la hausse dans la dépression médiane sauf dans la dépression d'Issaba qui a une tendance pluviométrique à la baisse sur la sous-période (1981-2017) avec un coefficient de régression égal à $-1,50$ et un coefficient de détermination très faible ($R^2 = 0,0048$). En effet, dans les stations situées aux extrémités est (Pobè) et ouest (Dogbo) de la dépression médiane, on observe respectivement des hauteurs de pluies maximales et

minimales soit un gradient pluviométrique de 1,84 (les deux stations sont distantes d'environ 90 km).

Mise à part la dépression des Tchis (1117 mm), les autres dépressions ont vu leurs cumuls pluviométriques annuels régresser pendant les décennies de la période de 1981-2017 (1158 mm pour la dépression de la Lama et 1186 mm pour la dépression d'Issaba).

La significativité de la tendance pluviométrique annuelle de 1951 à 2017 est présentée dans le tableau XIV.

Tableau XIV : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

| Station | Variable | U(t) | α_1 | α_0 | Observation |
|----------|----------|---------|------------|------------|--|
| Cotonou | Pluie | -0,034 | 0,70 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Bohicon | Pluie | - 0,015 | 0,44 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Pobè | Pluie | -0,053 | 0,29 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Aplahoué | Pluie | - 0,053 | 0,41 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Niaouli | Pluie | - 0,117 | 0,106 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Allada | Pluie | - 0,069 | 0,23 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Toffo | Pluie | - 0,023 | 0,40 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Bopa | Pluie | 0,028 | 0,33 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |
| Dogbo | Pluie | - 0,128 | 0,32 | 0,05 | Tendance à la baisse non significative à un seuil de 5 % |

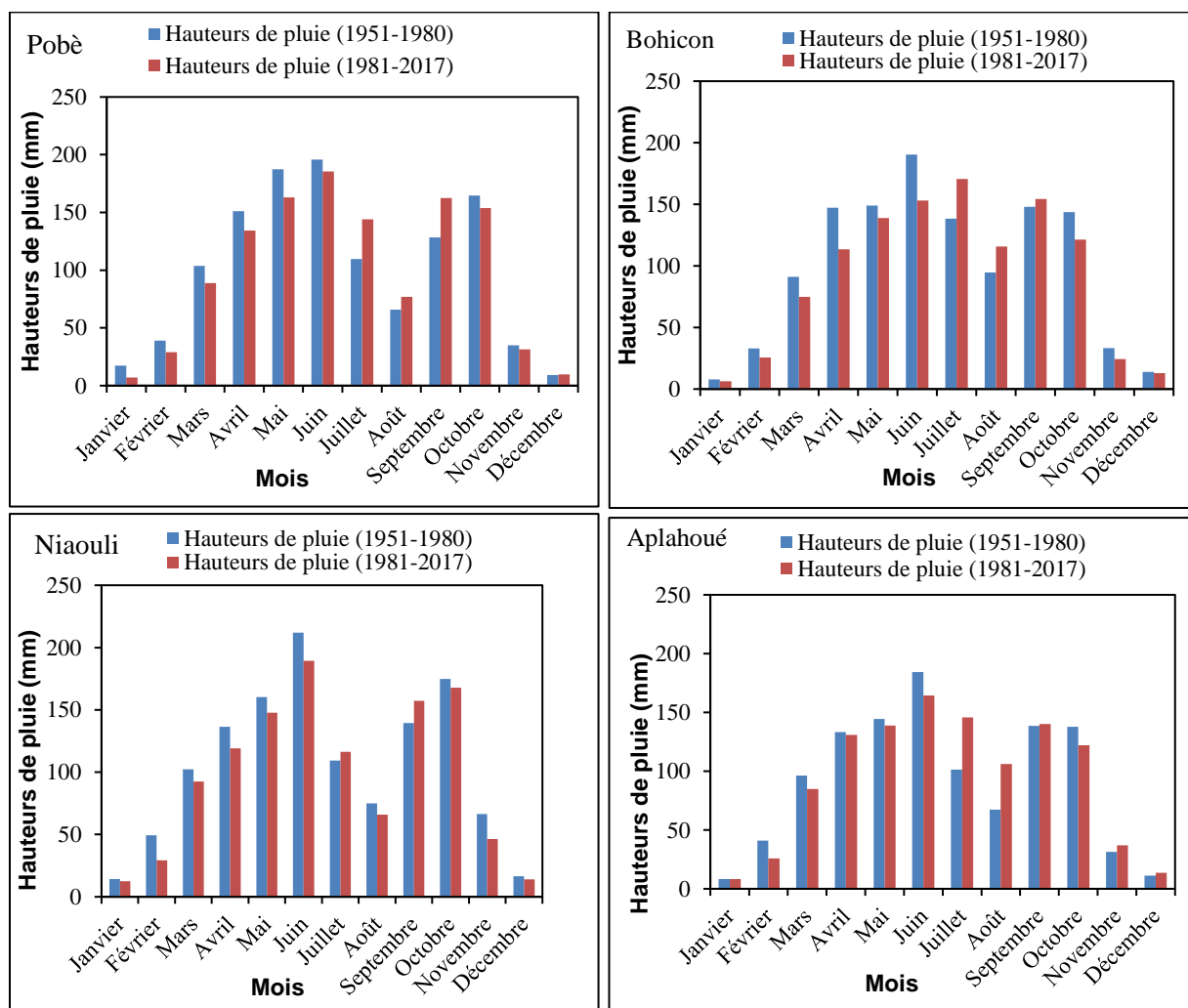
Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse du tableau XIV révèle que la tendance à la baisse des hauteurs pluviométriques annuelles n'est pas significative. Cette tendance à la baisse des hauteurs de pluie n'est pas statistiquement significative au seuil de 5 %, elle entraîne un amenuisement des rendements agricoles, puisque l'agriculture demeure essentiellement pluviale dans le secteur de recherche. Il ressort de l'examen des données du tableau XIV que les valeurs des coefficients de significativité u (t), au niveau de toutes les stations (Cotonou = -0,034 ; Bohicon = -0,015 ; Pobè = -0,053 ; Aplahoué = -0,053 ; Niaouli = -0,117 ; Allada = -0,069 ; Toffo = -0,023 et Dogbo = -

0,158), sont inférieures à zéro sauf au niveau de celle de Bopa qui est supérieure à zéro soit $(u(t) = 0,028)$.

Des résultats obtenus du test de Mann-Kendall, il est à retenir que la tendance pluviométrique est à la baisse au niveau de toutes les stations. Mais elle n'est pas significative au seuil de 5 % (α_1 supérieur à α_0). Cette tendance à la baisse des précipitations à l'échelle annuelle est due à une diminution de l'intensité des pluies.

La figure 23 présente l'évolution intermensuelle des hauteurs de pluie dans la dépression médiane sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017.



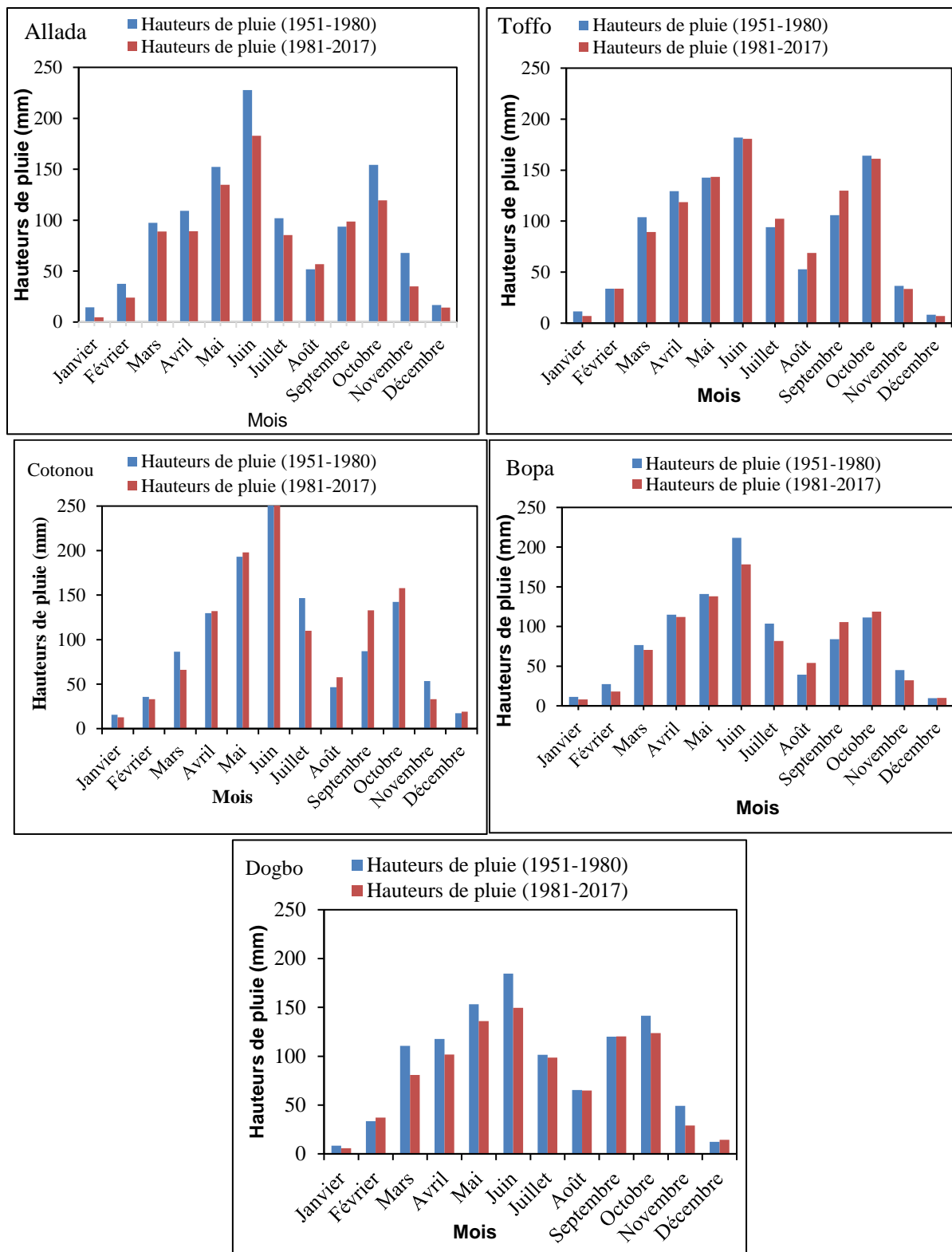


Figure 23 : Variation inter-mensuelle des précipitations entre 1951 et 1980 et entre 1981 et 2017

Source des données : Météo-Bénin, 2019

Il ressort de l'analyse de la figure 23 que sur les deux sous-périodes, la hauteur de pluie augmente de janvier jusqu'en juin et une chute est enregistrée en août. Il ressort que les deux maxima de ce régime sont centrés sur les mois de juin et d'octobre. D'où

un regime bimodal. Les deux minima sont centrés sur les mois de décembre-janvier et août. Ainsi, l'analyse de la répartition pluviométrique moyenne mensuelle dans la dépression médiane, au cours des deux sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017), permet de distinguer quatre (4) saisons. Une première saison qui couvre les mois allant de novembre à février avec une hauteur de pluie moyenne inférieure à 50 mm au niveau des stations (grande saison sèche). La deuxième commence à partir du mois de mars pour finir au mois de juillet (grande saison de pluies). Cette phase est marquée par le premier pic pluviométrique de l'année observée au mois de juin (quelle que soit la sous-période). La troisième saison qui correspond à l'inflexion pluviométrique qualifiée de petite saison sèche, est observée dans la dépression médiane pendant le mois d'août. C'est au cours de cette phase que le deuxième pic des maximums pluviométriques est enregistré, plus précisément en octobre, sur la sous-période 1951-1980 (164,67 mm à Pobè ; 143,78 mm à Bohicon ; 154,26 mm à Allada ; 142,37 à Cotonou, 111,18 mm à Bopa, etc.) et sur la sous-période 1981-2017 (153,69 mm à Pobè ; 121,24 mm à Bohicon ; 119,44 mm à Allada ; 157,77 à Cotonou, 118,71 mm à Bopa, etc.). Ce pic est plus faible que le premier.

Par ailleurs, les moyennes pluviométriques mensuelles de la sous-période 1951-1980 sont supérieures à celles de la sous-période 1981-2017, sauf au mois d'août et celui d'octobre. D'où les tendances à la baisse supra-observées.

Les résultats des tests non paramétriques de Spearman et de Kendall appliqués aux séries pluviométriques (1951-1980 et 1981-2017) dans la dépression médiane sont résumés par le tableau XV.

Tableau XV : Synthèse du résultat du test de Spearman et de Kendall

| Station | Variable | Test de Spearman | | Test de Kendall | |
|-----------------|----------|------------------|------------|-----------------|------------|
| | | P_s | α_1 | τ | α_1 |
| Pobè | Pluie | -0,027 | 0,424 | -0,050 | 0,290 |
| Bohicon | Pluie | -0,031 | 0,411 | -0,015 | 0,435 |
| Niaouli | Pluie | -0,165 | 0,117 | -0,117 | 0,106 |
| Aplahoué | Pluie | 0,064 | 0,64 | -0,053 | 0,527 |
| Allada | Pluie | -0,102 | 0,234 | -0,069 | 0,233 |
| Toffo | Pluie | 0,021 | 0,441 | -0,023 | 0,403 |
| Cotonou | Pluie | 0,138 | 0,160 | -0,099 | 0,144 |
| Bopa | Pluie | 0,034 | 0,786 | 0,028 | 0,737 |
| Dogbo | Pluie | -0,224 | 0,069 | -0,128 | 0,126 |

Source des données : Météo-Bénin, 2018

Les deux tests montrent que la dépression médiane est caractérisée du point de vue de l'évolution des hauteurs pluviométriques par une probabilité de dépassement α_1 supérieure au niveau de signification α_0 (0,05), la tendance à la baisse n'est pas significative. Il ressort de l'analyse du tableau XV que les valeurs du seuil de significativité au niveau de toutes les stations sont, avec le test de Kendall, inférieures à zéro sauf au niveau de celle de Bopa. Ce test est confirmé par le test de Spearman. Alors la tendance à la baisse non significative permet de conclure à une absence de tendance pluviométrique générale (M. Ouédraogo, 2001, p. 79).

Le coefficient de corrélation $P_s < 0$ présenté par les stations de Pobè, Niaouli, Bohicon et Dogbo traduit une baisse des précipitations. Cette tendance résulte de la variabilité séquentielle des hauteurs pluviométriques sur la période 1951-2017. La diminution des hauteurs de pluies dans la dépression médiane est consécutive à plusieurs facteurs dont la baisse de l'intensité des pluies associée à la réduction du nombre de jours de pluie qui n'est pas favorable au développement agricole. Pour Lanokou (2016), les hauteurs des pluies ont chuté sur la période 1971-2010 comparativement à la période 1951-1970 (6,23 % dans la dépression de la Lama et 5,94 % dans la dépression d'Issaba). Sauf que l'inflexion pluviométrique observée au cours du mois d'août est moins prononcée au cours de la deuxième période. Cette dynamique pluviométrique enregistrée a des conséquences sur le développement agricole car les pluies sont l'un

des facteurs importants de la mise en valeur agricole dans la dépression médiane. Cette baisse des hauteurs pluviométriques entraîne un mauvais rendement agricole. La baisse des précipitations augmente le stress hydrique au niveau des cultures. La baisse des hauteurs de pluie enregistrée dans la dépression médiane est un facteur d'accroissement de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques.

4.1.1.2. Evolution des températures dans la dépression médiane sur les périodes 1951-1980 et 1981-2017

Cette partie analyse la variation interannuelle et celle intermensuelle des températures dans la dépression médiane.

✓ Variation interannuelle des températures

La figure 24 présente la variabilité interannuelle des températures maximales sur les deux sous périodes (1951-1980 et 1981-2017).

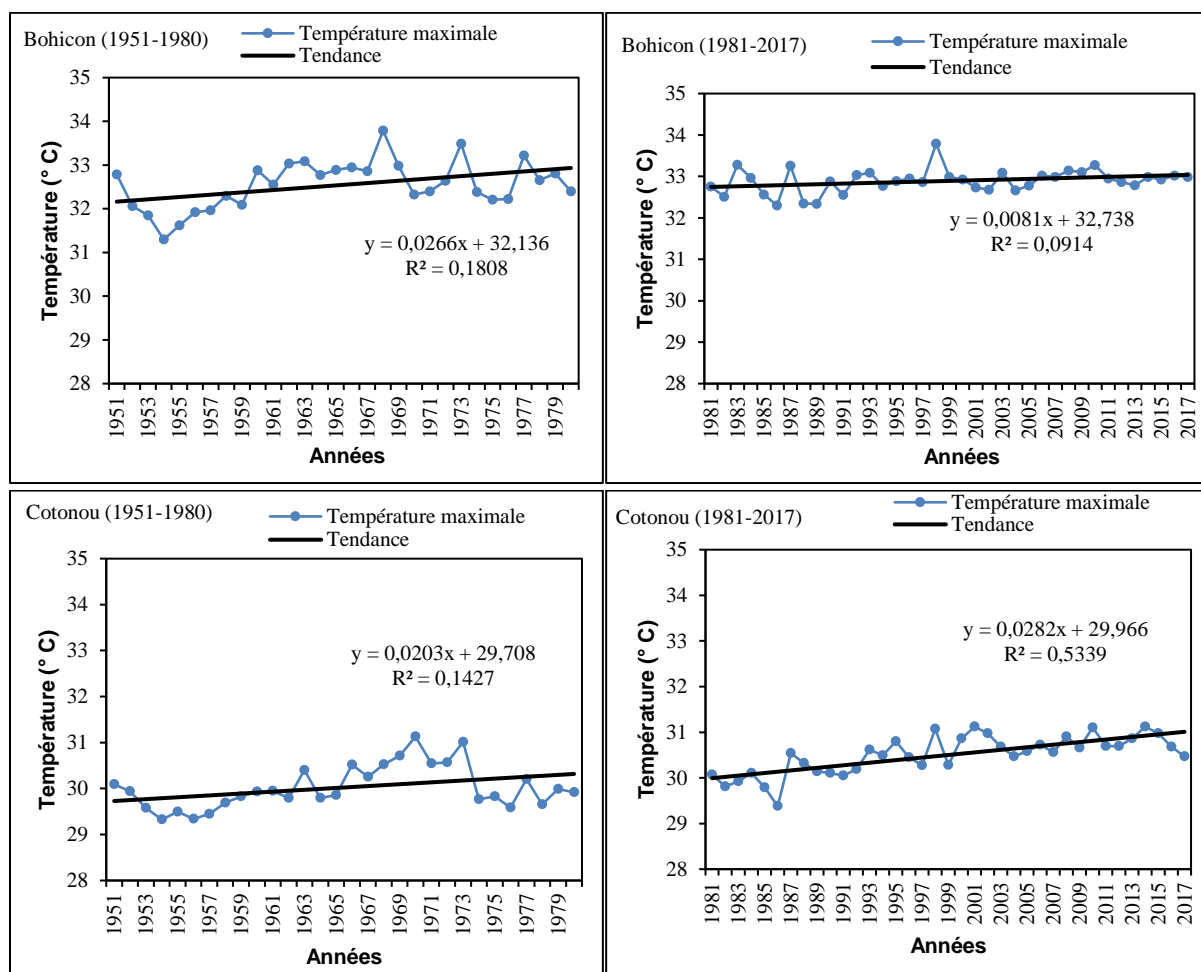


Figure 24 : Variabilité interannuelle des températures maximales de 1951 à 1980 et de 1981 à 2017

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse de la figure 24 montre que la température maximale varie entre 31,29 °C et 33,79 °C sur la sous-période (1951-1980) et entre 32,29 °C et 33,79 °C. Quant à la station de Cotonou, elle oscille entre 29,32°C et 31,12°C sur la sous-période (1951-1980) et entre 29,38°C et 31,12°C sur la sous-période (1981-2017). Il ressort que les températures maximales ont augmenté au cours des cinquante-cinq dernières années, soit une hausse de 1° C et 0,1° C respectivement au niveau des stations de Bohicon et Cotonou. De 1951 à 2017, la dépression médiane a connu de fortes variabilités interannuelles des températures maximales. En effet, les températures les plus élevées des sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017) ont été enregistrées en 1968 et en 1998 avec une température moyenne annuelle égale à 33,79 °C au niveau de la station de Bohicon.

Quant à la station de Cotonou, les températures les plus élevées des deux sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017) ont été enregistrées en 1970 et en 2001 avec une température moyenne annuelle égale à 31,12 °C. Ce qui traduit relativement un réchauffement climatique. Les moyennes annuelles de températures maximales avant la rupture (32,2°C) et après la rupture (33,2°C) avec un écart de 1°C, sont très significativement différentes selon le test de Student.

Le test de Mann Kendall à 5 % a permis de tester la tendance thermométrique maximale interannuelle au cours de la période étudiée (tableau XVI).

Tableau XVI : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall

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

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse du tableau XVI montre que les valeurs de α_1 (0,0001 et 0,0008) respectivement des stations de Bohicon et de Cotonou sont très inférieures à la valeur $\alpha_0 = 0,05$. Ce qui entraîne une tendance thermométrique à la hausse significative dans la dépression médiane. Selon 89 % des personnes interviewées, la tendance thermométrique est à la hausse. Cette hausse de température influence les activités agricoles. La figure 25 présente les températures minimales.

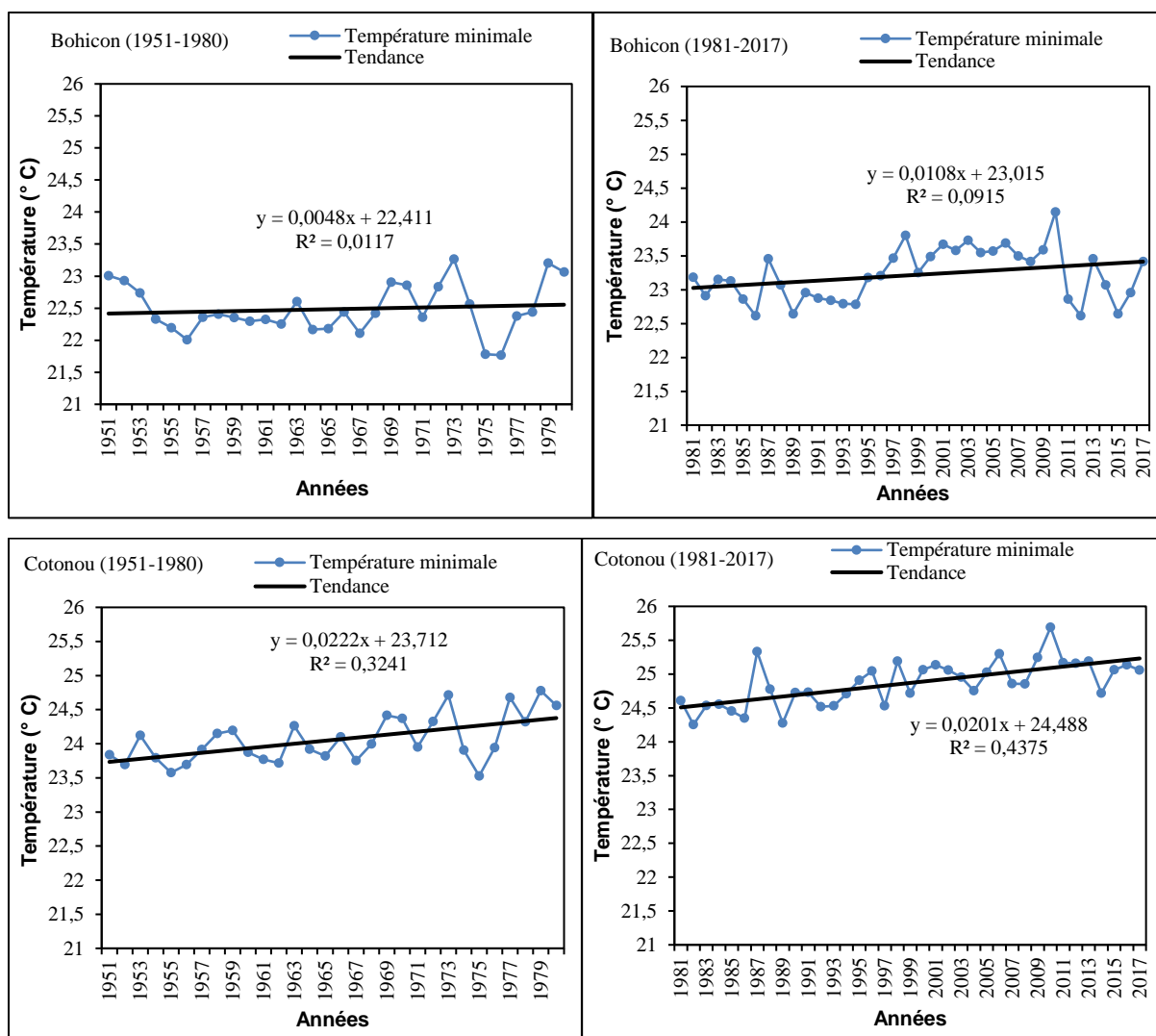


Figure 25 : Variabilité interannuelle des températures minimales de 1950 à 1980 et de 1981 à 2017

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse de la figure 25 montre que la température minimale est passée de 21,76 °C (1976) à 23,27 °C (1973) sur la sous-période (1951-1980) et de 22,61 °C (2012) à 24,14 °C (2010) sur la sous-période (1981-2017) au niveau de la station synoptique de Bohicon. Les coefficients de régression positif et les coefficients de détermination sont respectivement ($R^2 = 0,01$ et $R^2 = 0,009$) sur les sous-périodes 1950-1980 et 1981-2017. Il en ressort une alternance de hausse des températures minimales. Quant à la station de Cotonou, la température minimale est passée de 23,52 °C (1975) à 24,78 °C (1979) sur la sous-période (1951-1980) et de 24,25 °C (1989) à 25,69 °C (2010) sur la sous-période (1981-2017). Les coefficients de régression positif et les coefficients de détermination sont respectivement ($R^2 = 0,324$ et $R^2 = 0,437$) sur les sous-périodes 1950-1980 et 1981-2017.

Il est observé, au même titre que les températures maximales, une tendance plus marquée à la hausse des températures minimales.

L'étude sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017 a révélé une variation au niveau de la précipitation et de la température sur les deux sous-périodes considérées. L'augmentation des températures enregistrée dans la dépression médiane accroît la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques.

✓ Régime thermique intermensuel

La figure 26 présente la variabilité intermensuelle des températures sur les deux sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017).

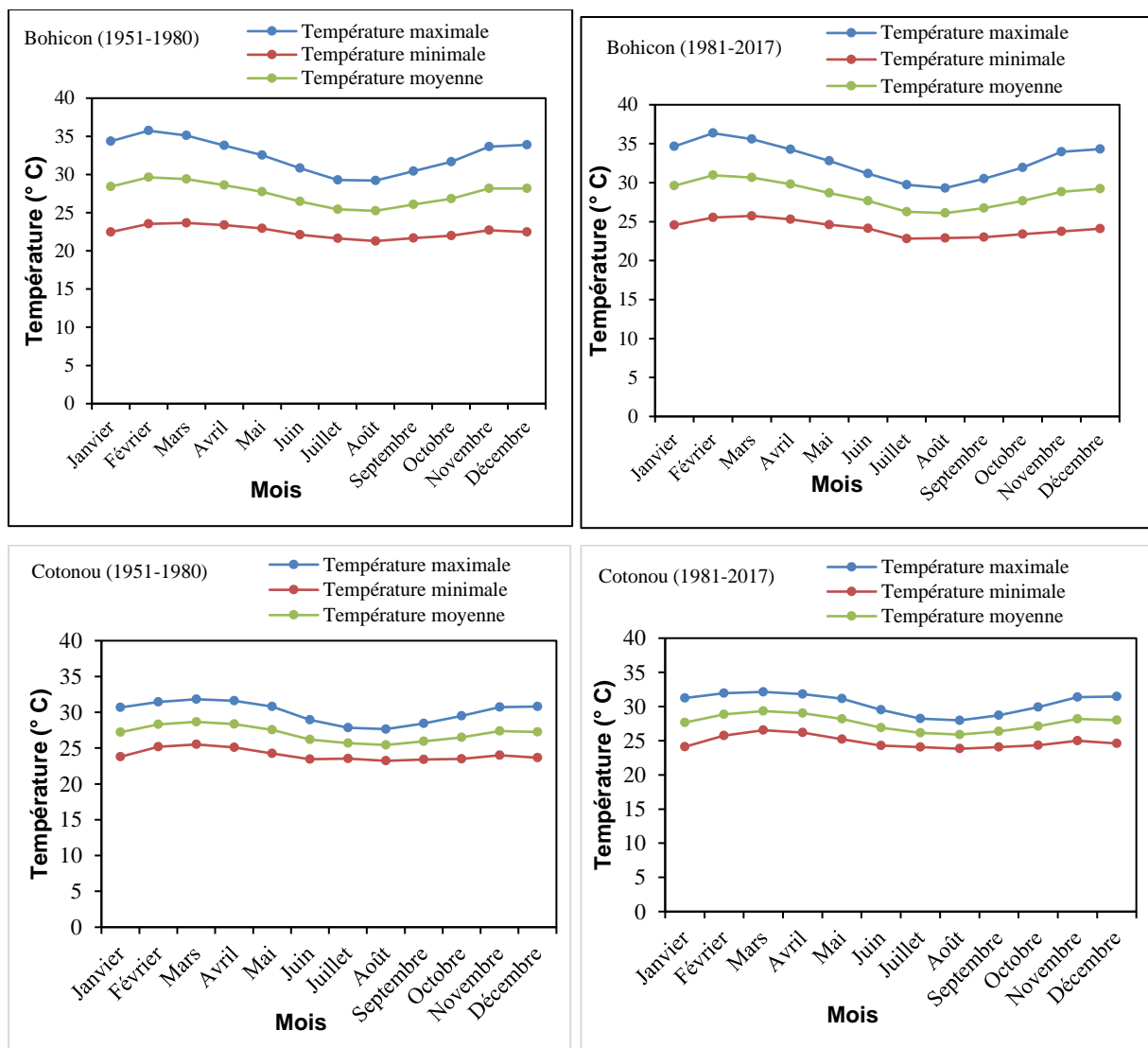


Figure 26 : Variation inter-mensuelle des températures entre 1951-1980 et entre 1981-2017

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse de la figure 26 révèle quelques mois de l'année (Janvier, février, mars, novembre et décembre) ont connu une nette augmentation des températures minimale et moyenne au cours de la deuxième sous-période. A Cotonou, les augmentations enregistrées varient entre 0,58 °C (août) et 1,05 °C (avril) alors qu'à Bohicon, elles sont comprises entre 1,2 °C (juillet) et 1,93 °C (avril) en ce qui concerne les températures minimales. Ainsi, à Cotonou et à Bohicon, le mois d'avril a connu la plus importante augmentation des températures minimales.

En ce qui concerne la température maximale, à Cotonou, tous les autres mois de l'année ont enregistré une augmentation de la température maximale comprise entre 0,29 °C (septembre) et 0,56 °C (avril). A Bohicon, l'augmentation est observée sur tous les mois et est comprise entre 0,32 °C (mars) et 1,13 °C (avril). Que ce soit à Cotonou ou à Bohicon, le mois ayant enregistré une augmentation remarquable des températures maximales est le mois d'avril. Ainsi, l'augmentation des températures maximales a été révélée par M. Lanokou (2016, p.137) dans la dépression médiane au Bénin. Cette analyse est faite en comparant les données de Météo-Bénin des sous périodes 1951-1980 et 1981-2017 (tableau XVII).

Tableau XVII : Ecart mensuel des températures maximales, moyennes et minimales entre les sous période 1951-1980 et 1981-2017 (Bohicon et Cotonou)

| stations | Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|----------|---------|---------|---------|------|-------|------|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| Bohicon | T° maxi | 0,27 | 0,61 | 0,46 | 0,46 | 0,23 | 0,31 | 0,43 | 0,10 | 0,06 | 0,29 | 0,31 | 0,44 |
| | T° mini | 0,41 | 0,70 | 1,01 | 1,03 | 0,83 | 0,89 | 0,70 | 0,77 | 0,71 | 0,77 | 0,87 | 0,70 |
| | T° moy | 0,83 | 0,93 | 0,89 | 0,84 | 0,66 | 0,82 | 0,57 | 0,60 | 0,48 | 0,60 | 0,47 | 0,73 |
| Cotonou | T° maxi | 0,55 | 0,53 | 0,31 | 0,21 | 0,34 | 0,55 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,43 | 0,61 | 0,64 |
| | T° mini | 0,33 | 0,56 | 1,01 | 1,08 | 0,93 | 0,81 | 0,50 | 0,59 | 0,62 | 0,82 | 0,99 | 0,91 |
| | T° moy | 0,31 | 0,38 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,48 | 0,30 | 0,32 | 0,32 | 0,44 | 0,56 | 0,54 |

Source des données : Enquêtes de terrain et Météo-Bénin, 2018

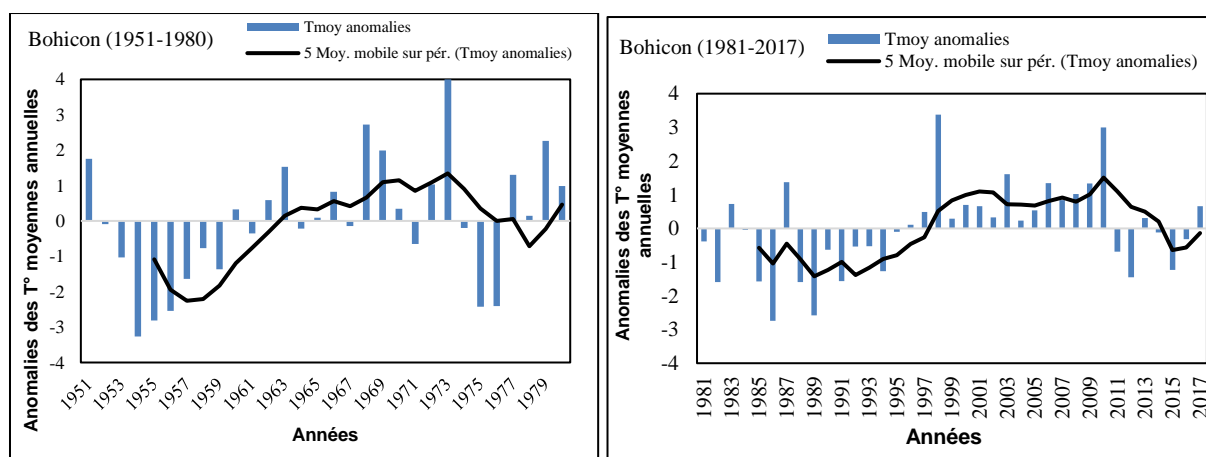
L'examen des données du tableau XVII montre que les températures maximales ont augmenté sur tous les mois. Cette augmentation est comprise entre 0,06 °C et 0,61

°C au niveau de la station de Bohicon et entre 0,21 °C et 0,64 °C au niveau de la station de Cotonou. Les écarts de la température maximale les plus élevés, sont enregistrés en février (0,61 °C) et en décembre (0,64 °C) respectivement à Bohicon et à Cotonou. Ce qui n'est pas favorable à la production agricole dans le secteur de recherche.

En outre tous les mois ont connu une augmentation des températures minimales et moyennes entre 1951-1980 et 1981-2017. La plus forte augmentation de températures minimales a été enregistrée en avril (1,03 °C et 1,08 °C) au niveau des deux stations (Bohicon et Cotonou) et la plus faible augmentation de températures minimales a été enregistrée en janvier (0,33° C et 0,41 ° C). Ainsi, cette variation thermique est vulnérable à la production agricole. De plus, la plus forte augmentation de températures moyennes a été enregistrée en février (0,93 °C) et en novembre (0,56 °C) respectivement à Bohicon et à Cotonou et la plus faible augmentation de températures moyennes a été enregistrée en novembre et en juillet.

Les températures ont augmenté pour la sous période 1981-2017 par rapport à la sous période 1951-1980. Pour les mois culturaux, les écarts sont plus élevés pour les températures minimales que pour les températures maximales au cours de la sous-période 1981-2017 et surpassent les préférences thermiques des plantes cultivées. Ces observations permettent d'affirmer l'existence d'un réchauffement climatique dans la dépression médiane.

Globalement, les tendances thermiques sont à la hausse d'une manière générale pour le Bénin (H. Koumassi, 2014, p. 106). Ce réchauffement climatique est davantage illustré par les anomalies thermométriques depuis les années 1981 (figure 27).



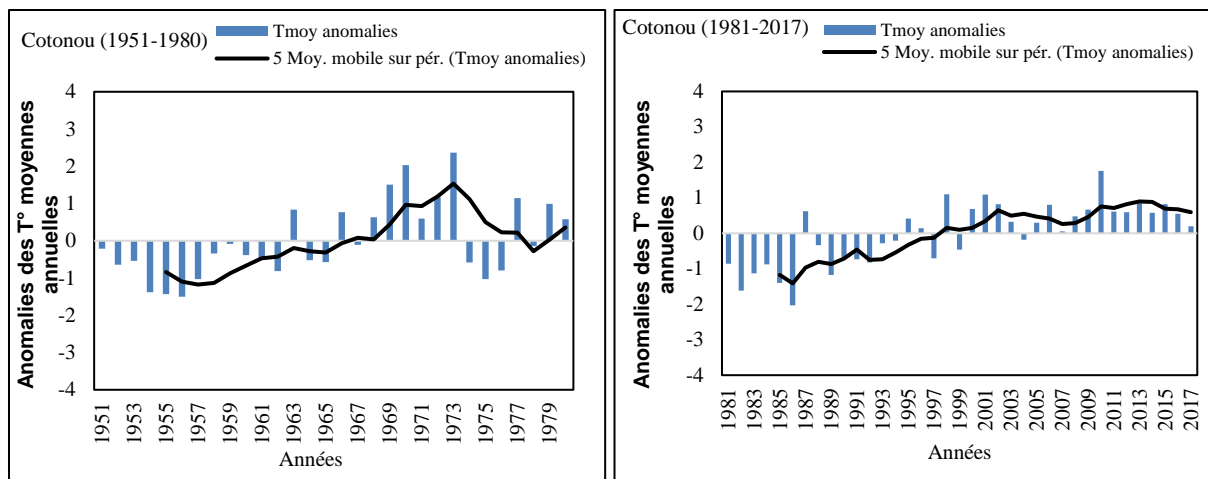
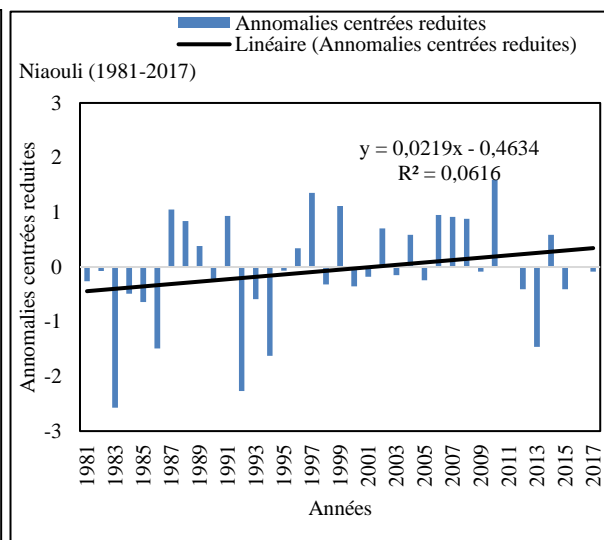
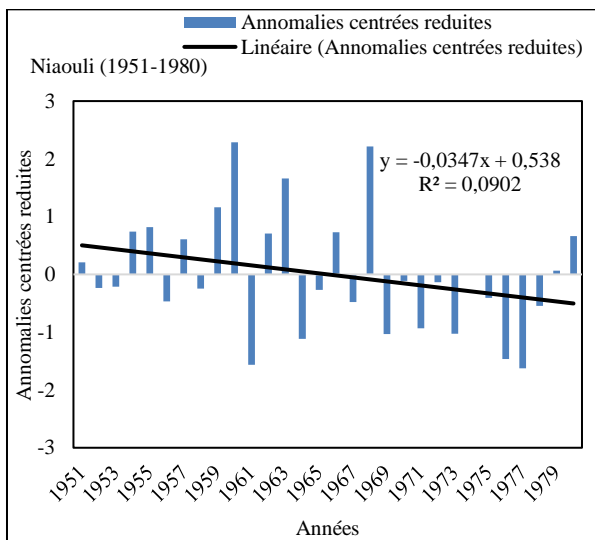
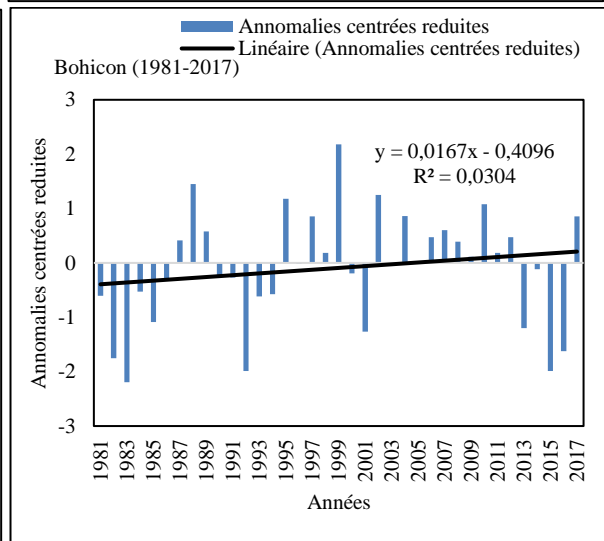
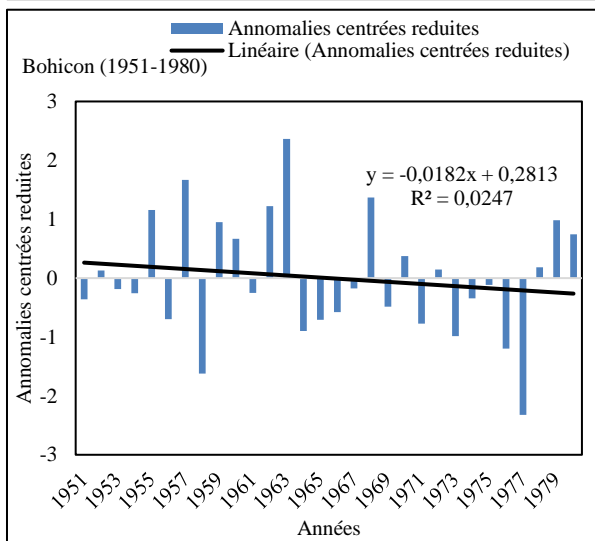
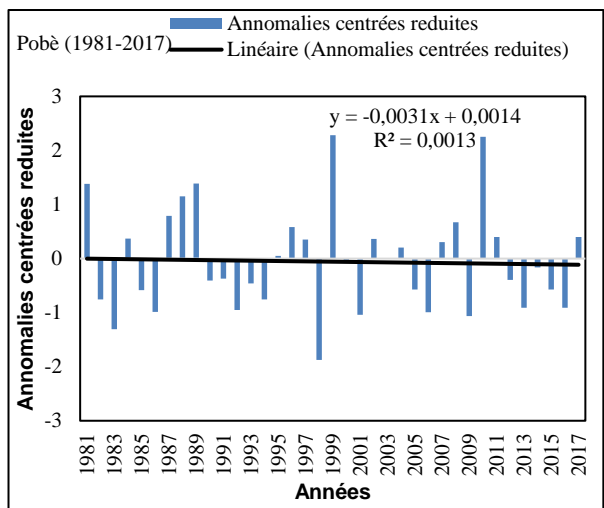
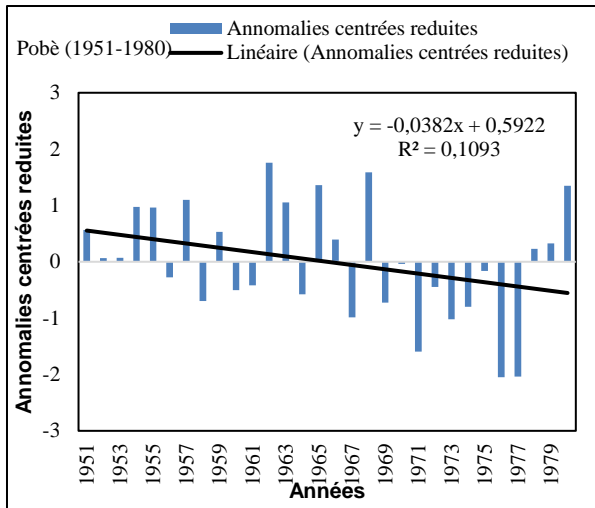
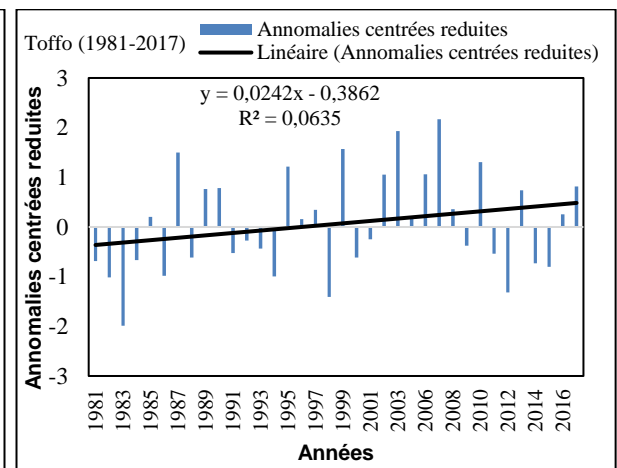
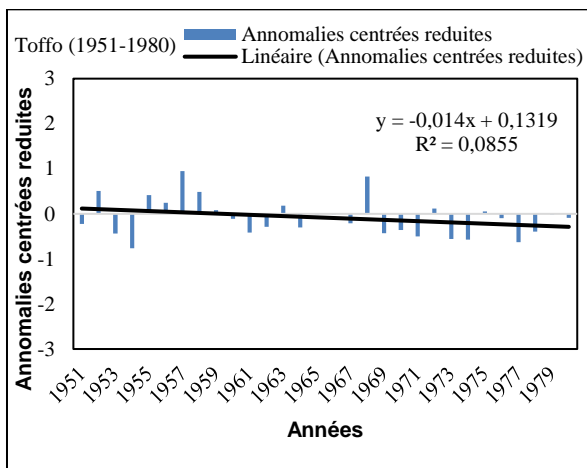
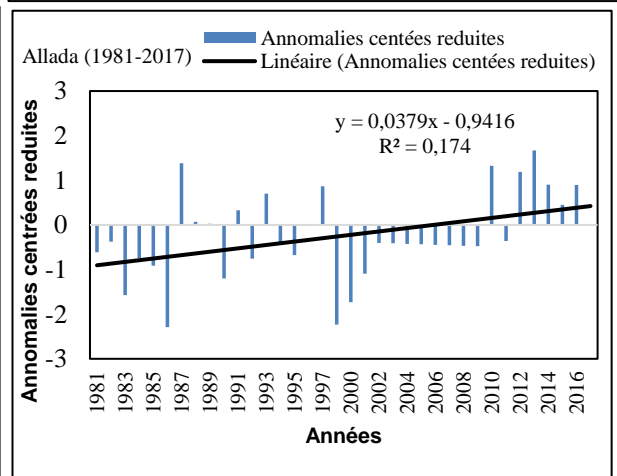
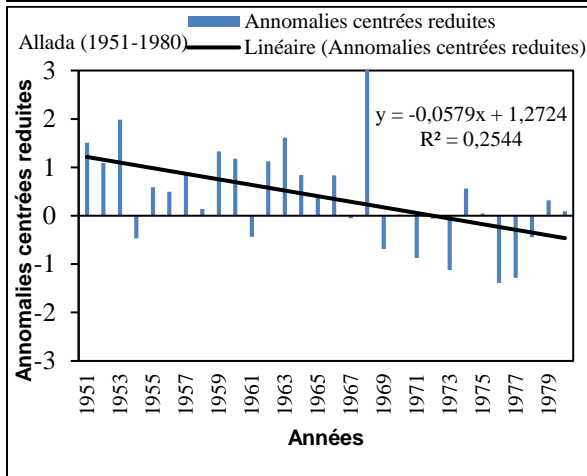
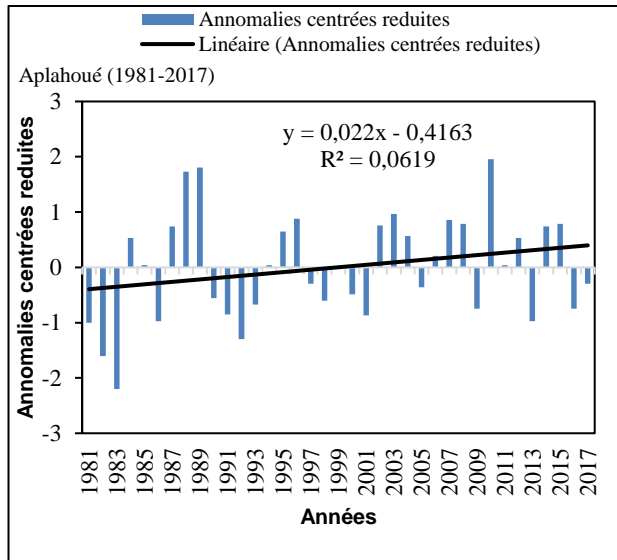
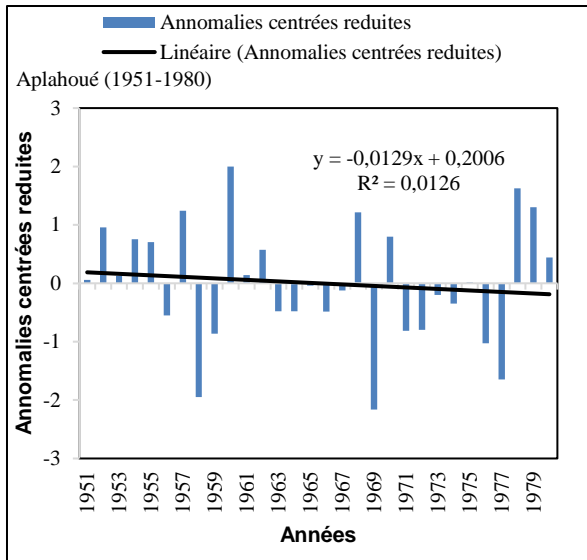


Figure 27 : Anomalies thermométriques dans la dépression médiane entre 1951-1980 et 1981-2017

Source des données : *Météo-Bénin*, 2018

L'analyse de la figure 27 montre que dans la dépression médiane, la variation des anomalies de température moyenne est de $-3,26\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+3,99\text{ }^{\circ}\text{C}$ sur la sous période (1951-1980) et de $-2,73\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+3,37\text{ }^{\circ}\text{C}$ sur la sous-période (1981-2017) pour la station de Bohicon. En ce qui concerne la station de Cotonou, elle est de $-1,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+2,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ sur la sous période (1951-1980) et de $-2,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+1,76\text{ }^{\circ}\text{C}$ sur la sous période (1981-2017). Les valeurs maximales de la température sont atteintes en 1973, avec $+3,99\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+2,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivement dans les stations de Bohicon et Cotonou. Ces valeurs sont supérieures à celle de $+0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$ calculée à l'échelle mondiale (GIEC, 2014, p. 7). Ce phénomène montre une certaine concordance des faits climatiques (la chaleur, l'effet de la température sur les cultures de maïs) dans le temps et dans l'espace. Cela explique les contraintes climatiques majeures que subissent les écosystèmes (H. Totin, 2010, p. 14) dans la dépression de la Lama. Les changements climatiques peuvent être mieux observés dans le secteur de recherche à travers l'indice pluviométrique interannuel (figure 28).





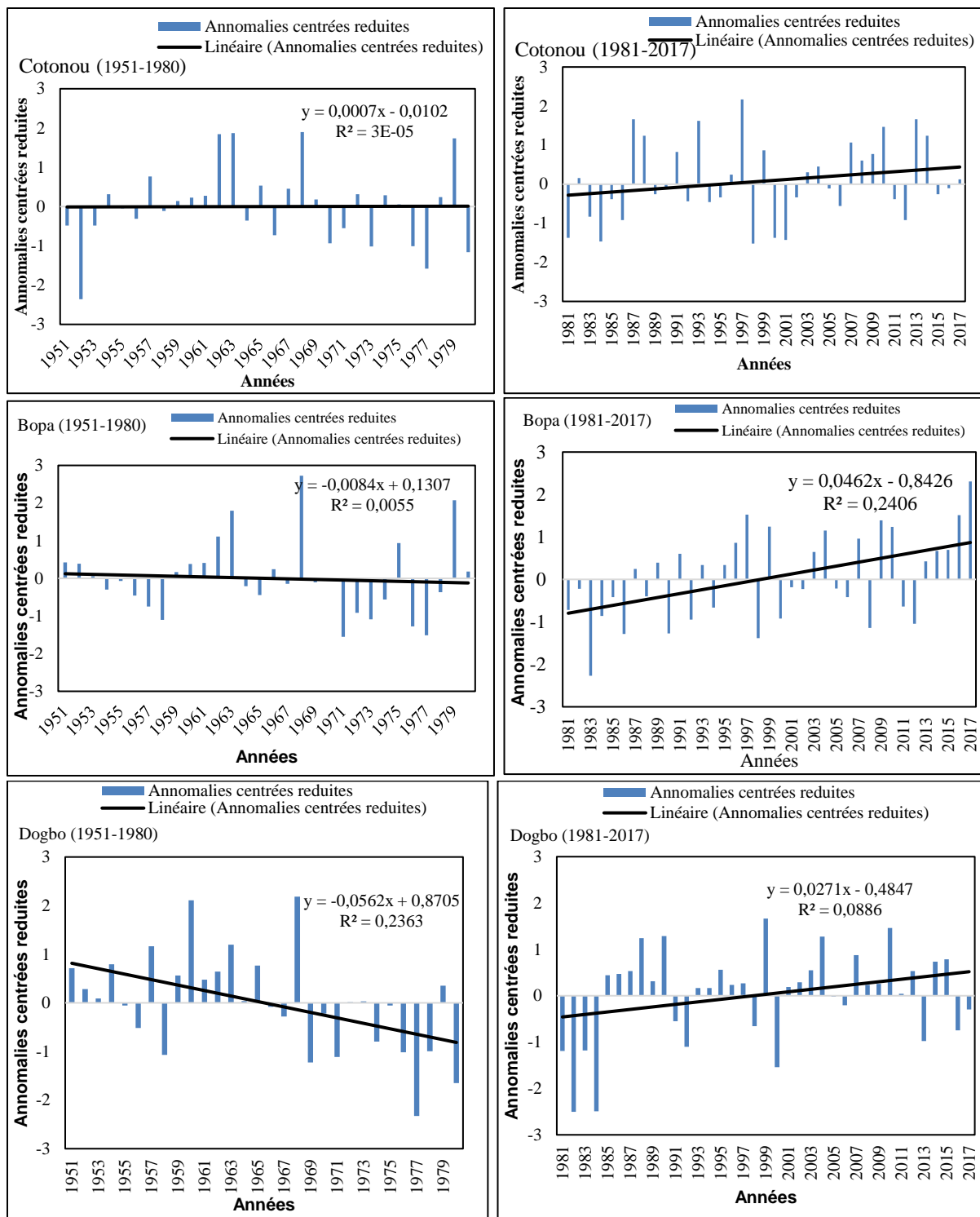


Figure 28 : Indice pluviométrique interannuel de 1951 à 1980 de 1981 à 2017

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse de la figure 28 permet de constater que la dépression médiane est marquée par une forte variabilité pluviométrique qui se présente sous la forme d'une alternance d'années déficitaires, moyennes et excédentaires.

- des années déficitaires ou sèches caractérisées par des valeurs négatives et inférieures à -1 ;

- des années moyennes ou normales où les valeurs des anomalies centrées se trouvent entre - 1 et 1 ;
- des années excédentaires ou humides marquées par des valeurs positives et supérieures à 1.

En somme, dans toutes les stations, le coefficient de régression est inférieur à zéro (0) sur la sous-période (1951-1980) et supérieur à zéro (0) sur la sous-période (1981-2017) à l'exception de la station de Pobè. La tendance pluviométrique reflète bien la grande variabilité pluviométrique dans la dépression médiane entre 1951 et 2017. La proportion des années excédentaires, moyennes et déficitaires est mise en évidence par le tableau XVIII.

Tableau XVIII : Caractéristiques des années pluviométriques de la série 1951-2017

| Séries | Années déficitaires | Années moyennes | Années excédentaires |
|--------------------|--|--|------------------------------------|
| Bohicon | | | |
| 1951 – 1980 | 1958, 1964, 1976, 1977 | 1951, 1952, 1953, 1954, 1956, 1959, 1960, 1961, 1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1978, 1980 | 1955, 1957, 1962, 1963, 1968, 1979 |
| Pourcentage | 13 % | 67 % | 20 % |
| 1981 – 2017 | 1982, 1983, 1985, 2001, 2013, 2015, 2016 | 1981, 1984, 1986, 1987, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2017 | 1988, 1995, 1997, 1999, 2002, 2010 |
| Pourcentage | 19 % | 65 % | 16 % |
| Niaouli | | | |
| 1951 – 1980 | 1961, 1964, 1969, 1971, 1973, 1976, 1977 | 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1965, 1966, 1967, 1970, 1972, 1974, 1975, 1978, 1979, 1980 | 1959, 1960, 1962, 1963, 1968 |
| Pourcentage | 23 % | 60 % | 17 % |
| 1981 – 2017 | 1983, 1986, 1992, 1994, 2013 | 1981, 1982, 1984, 1985, 1989, 1990, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 | 1987, 1988, 1991, 1997, 1999, 2010 |
| Pourcentage | 14 % | 70 % | 16 % |
| Aplahoué | | | |
| 1951 – 1980 | 1958, 1969, 1976, 1977 | 1951, 1953, 1954, 1955, 1956, 1959, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1978, 1980 | 1952, 1957, 1960, 1968, 1978, 1979 |
| Pourcentage | 13 % | 70 % | 20 % |
| 1981 – 2017 | 1981, 1982, 1983, 1986, 1992, 2013 | 1984, 1985, 1987, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 | 1988, 1989, 2003, 2010 |
| Pourcentage | 16 % | 73 % | 11 % |
| Dogbo | | | |

| Séries | Années déficitaires | Années moyennes | Années excédentaires |
|--------------------|--|--|---|
| 1951 – 1980 | 1958, 1969, 1971, 1976, 1977, 1978, 1980 | 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1959, 1961, 1962, 1964, 1965, 1966, 1967, 1970, 1972, 1973, 1974, 1975, 1979 | 1957, 1960, 1963 ; 1968 |
| Pourcentage | 23 % | 64 % | 13 % |
| 1981 – 2017 | 1981, 1982, 1983, 1984, 2000, 2013 | 1985, 1986, 1987, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 | 1988, 1990, 1999 ; 2004, 2010 |
| Pourcentage | 16 % | 70 % | 14 % |
| Allada | | | |
| 1951 – 1980 | 1971, 1973, 1976, 1977, | 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1961, 1964, 1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1974, 1975, 1978, 1979, 1980 | 1951, 1952, 1953, 1959, 1960, 1962, 1963, 1968, |
| Pourcentage | 13 % | 61 % | 26 % |
| 1981 – 2017 | 1983, 1986, 1990, 1998, 2000, 2001, | 1981, 1982, 1984, 1985, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2014, 2015, 2016, 2017 | 1987, 1999, 2010, 2012, 2013 |
| Pourcentage | 16 % | 70 % | 14 % |
| Toffo | | | |
| 1951 – 1980 | 1971, 1973, 1976, 1977 | 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1958, 1959, 1960, 1961, 1964, 1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1972, 1974, 1975, 1978, 1979, 1980 | 1957, 1962, 1963, 1968, |
| Pourcentage | 13 % | 74 % | 13 % |
| 1981 – 2017 | 1982, 1983, 1998, 2012 | 1981, 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001, 2004, 2005, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 | 1987, 1995, 1999, 2002, 2003, 2006, 2007, 2010 |
| Pourcentage | 10 % | 69 % | 21 % |
| Cotonou | | | |
| 1951 – 1980 | 1952, 1973, 1976, 1977, 1980 | 1951, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1964, 1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1974, 1975, 1978 | 1962, 1963, 1968, 1979 |
| Pourcentage | 17 % | 70 % | 13 % |
| 1981 – 2017 | 1981, 1984, 1998, 2000, 2001 | 1982, 1983, 1985, 1986, 1989, 1990, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012, 2015, 2016, 2017 | 1987, 1988, 1993, 2007, 2010, 2013, 2014 |
| Pourcentage | 14 % | 68 % | 18 % |
| Bopa | | | |
| 1951 – 1980 | 1958, 1971, 1973, 1976, 1977, 1978 | 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1959, 1960, 1961, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1972, 1974, 1975, 1980 | 1962, 1963, 1968, 1979 |
| Pourcentage | 20 % | 67 % | 13 % |
| 1981 – 2017 | 1983, 1986, 1990, 1998, 2008, 2011, 2012 | 1981, 1982, 1984, 1985, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2013, 2014, 2015, | 1997, 1999, 2004, 2009, 2010, 2016, 2017 |

| Séries | Années déficitaires | Années moyennes | Années excédentaires |
|--------------------|--|--|--|
| Pourcentage | 18 % | 64 % | 18 % |
| Pobè | | | |
| 1951 – 1980 | 1967, 1971, 1973, 1976 | 1951, 1952, 1953, 1956, 1958, 1959, 1960, 1961, 1964, 1966, 1969, 1970, 1972, 1974, 1975, 1977, 1978, 1979 | 1954, 1955, 1957, 1962, 1963, 1965, 1968, 1980 |
| Pourcentage | 13 % | 60 % | 27 % |
| 1981 – 2017 | 1983, 1986, 1992, 1998, 2001, 2006, 2009, 2013, 2016 | 1982, 1984, 1985, 1987, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2011, 2012, 2014, 2015, 2017 | 1981, 1988, 1989 ; 1999, 2010 |
| Pourcentage | 24 % | 62 % | 14 % |

Source des données : Résultats des travaux de terrain, 2018

L'examen des données du tableau XVIII montre l'atténuation des années excédentaires, moyennes et déficitaires sur la période 1951- 2017. L'analyse des données du tableau XVIII révèle que la sous-période (1951-1980) a enregistré les années déficitaires dont la proportion des années est presque constante sur les stations de Bohicon, Aplahoué, Allada, Toffo et Pobè, soit 13 % du nombre total des années de cette série climatologique et constante aussi sur les stations de Niaouli, Dogbo, Bopa et Cotonou, soit une proportion de 23 %, 20 % et 17 %. Contre les années excédentaires, soit respectivement Bohicon (20 %), Niaouli (17 %), Aplahoué (20 %), Dogbo, Toffo, Cotonou (13 %), Bopa (13 %), Allada (26 %) et Pobè (27 %).

Sur la sous-période (1981-2017), la proportion des années déficitaires enregistrée au niveau des stations est de 19 % à Bohicon, 14 % à Niaouli, 16 % à Aplahoué, 14 % à Cotonou, 16 % à Dogbo et 24 % à Pobè du nombre total des années de cette série climatologique. Par contre la proportion des années excédentaires est à Bohicon (16 %), Niaouli (16 %), Aplahoué (11 %), Dogbo (14 %), Allada (16 %), Toffo (10 %), Cotonou (18 %), Bopa (18 %) et Pobè (14 %).

L'analyse des données du tableau XVIII montre que la proportion des années moyennes enregistrée sur les deux sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017) est supérieure ou égale à 60 %. La modification du régime pluviométrique et des totaux annuels observés attestent déjà les changements climatiques dans le secteur d'étude. Les déficits et les excédents pluviométriques prononcés posent d'énormes difficultés à l'agriculture. En effet, les années 1977, 1983 et 1998 ont été très déficitaires tandis que les années 1963, 1968, 1999 et 2010 ont été très excédentaires.

La figure 29 indique une succession des différents types d'années pluviométriques sur la période (1951-2017).

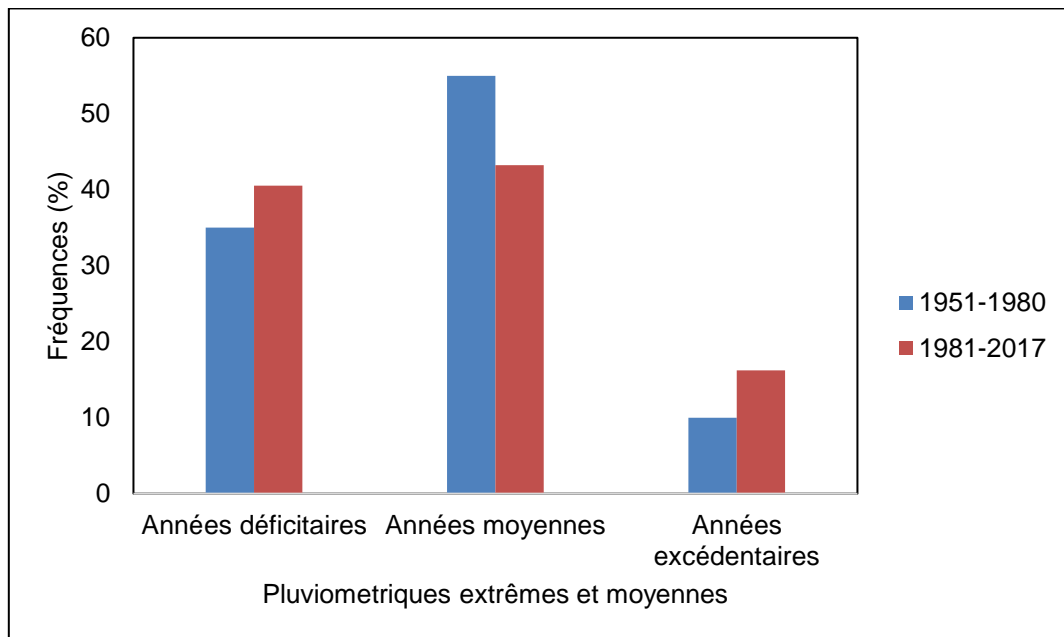


Figure 29 : Fréquence des années pluviométriques déficitaires, excédentaires et moyennes dans la dépression médiane sur les sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017)

Source des données : Météo-Bénin, 2018

L'analyse de la figure 29 montre que les années pluviométriques moyennes ont connu respectivement une fréquence de 55 % et 43,24 % sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017, contre 35 % et 40,54 % d'années déficitaires sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017. Pour les années excédentaires 10 % et 16,22 % sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017. Par ailleurs, toutes les stations n'ont pas simultanément connu des années excédentaires, même si, certaines années paraissent exceptionnellement sèches ou exceptionnellement pluvieuses dans la dépression médiane. Les années 1963, 1968, 1997, 1999 et 2010 ont été humides au niveau de toutes les stations de la dépression médiane. Ces années pluviométriques humides sont certainement à l'origine des inondations qu'a connues la dépression médiane dans les années 1997, 1999 et 2010.

Les années sèches communes à toutes les stations sont 1976, 1977, 1983 et 2013.

Les paysans perçoivent de plusieurs manières les manifestations des changements climatiques dans la dépression médiane.

4.2. Perceptions paysannes des indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin

Les perceptions paysannes des changements climatiques indiquent les paramètres agro-météorologiques qui constituent des facteurs clés ou d'échec des activités agricoles. Plusieurs facteurs (évolution des températures, baisse des précipitations, diminution de nombre de jours de pluies, etc.) descriptifs des changements climatiques ont été identifiés par les enquêtés dans la dépression médiane.

4.2.1. Perception de l'évolution des températures

Dans la dépression médiane, une hausse de température diurne et au cours de la nuit est confirmée par 98 % de la population locale. La figure 30 présente la perception de l'évolution de la température par les populations.

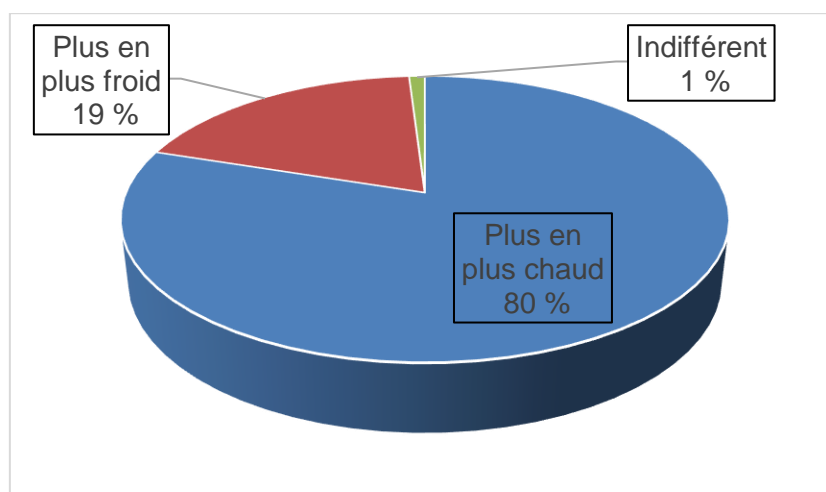


Figure 30 : Perception de l'évolution de la température par les populations

Source des données : Enquêtes de terrain, novembre 2018

Il ressort de l'analyse de la figure 30 que 80 % des populations enquêtées attestent qu'il fait de plus en plus chaud dans la dépression médiane, 19 % des enquêtés affirment qu'il fait de plus en plus froid et 1 % reste indifférent. Selon 87 % des personnes interrogées, il s'agit d'une augmentation de la température ces 10 dernières années. Cette perception confirme l'observation des chroniques climatologiques sur la période 1951-2017 qui atteste que la température est à la hausse dans la dépression médiane.

4.2.2. Perception sur les dates de début et dates de fin de la saison des pluies

Les pluies sont devenues moins abondantes qu'auparavant selon 98 % des enquêtés. La figure 31 présente la perception des populations sur l'évolution des Dates de Début (DD) et Dates de Fin (DF) de la saison des pluies.

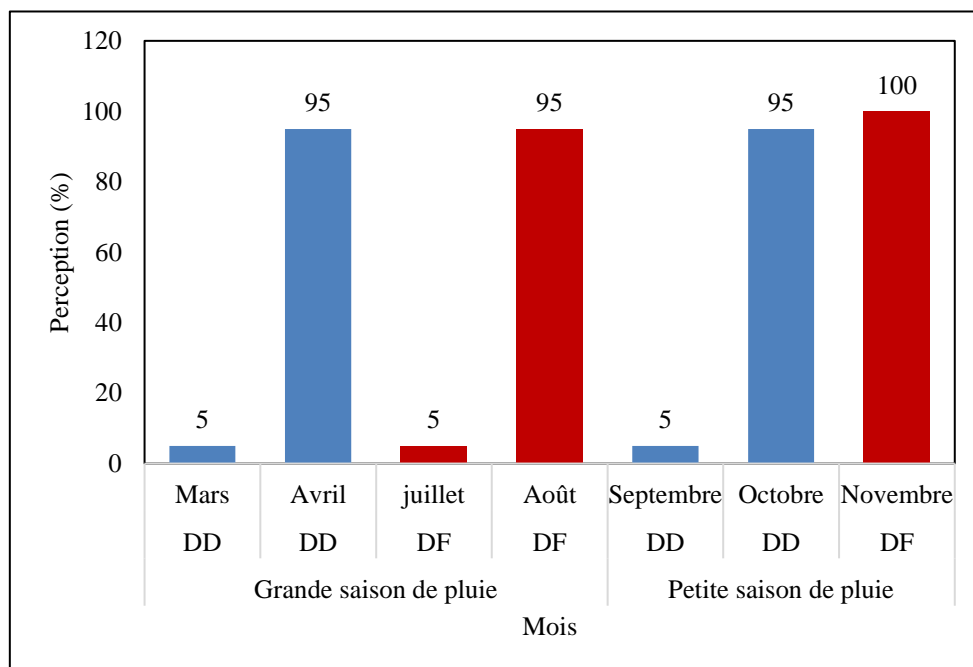


Figure 31 : Perception des populations sur les dates de début (DD) et de fin (DF) de la saison des pluies

Source des données : Enquêtes de terrain, 2018

De l'analyse de la figure 31, il ressort que 5 % des producteurs interrogés ont affirmé que la Date de Début (DD) de la saison des pluies commence en mars voire avril pour 95 % et la Date de Fin (DF) de la saison des pluies en août selon 95 % des interrogés voire juillet (5 %). Quatre-vingt-dix-sept pourcent (97 %) des producteurs interrogés ont affirmé qu'il y a un retard dans le démarrage des saisons agricoles. Ce qui réduit la disponibilité en eau dans le sol et rend le calendrier agricole traditionnel non opérationnel.

En ce qui concerne la petite saison pluvieuse, 5 % des producteurs interrogés atteste que la pluie commence en septembre voire octobre (95 %) et la date de fin de la petite saison pluvieuse en novembre.

Dans la première moitié du mois de septembre, des éclairs zèbrent le ciel et le tonnerre gronde durant un bon moment. Les orages surviennent régulièrement. Vers la fin de la première moitié du mois de septembre, un fort ensoleillement survient dans la

dépression médiane au sud-Bénin (A. Akindélé, 2014, p. 77). Cet ensoleillement est annonciateur de la petite saison pluvieuse selon 73 % des paysans enquêtés. Dans cet espace, lorsque le tonnerre gronde fort, cela est indicateur d'une bonne saison agricole. L'absence de grondement provoque des inquiétudes chez les paysans.

D'une manière générale, selon 99 % des enquêtés, «aujourd'hui les pluies commencent plus tard et elles finissent plutôt que dans le passé (trois dernières décennies)». De même, ils reconnaissent l'existence d'une plus grande variabilité spatio-temporelle de ces pluies de nos jours que par le passé.

Les paysans interrogés (95 %) affirment qu'au cours de ces trente dernières années, les précipitations ont baissé et la saison pluvieuse (en pays nagot, on dit *lasiko ojo lawa aman kpanu ile gberin*, qui veut dire nous sommes en saison pluvieuse mais les toitures des maisons sont encore sales) s'est rétrécie. L'encadré 1, qui rapporte de façon synthétique les perceptions des paysans, illustre cette assertion.

Encadré 1 : Perceptions populaires sur la baisse des précipitations

Les pluies sont devenues moins abondantes qu'auparavant. Avant, dans les années 1970 voire même 1980, on n'avait 5 à 6 mois de pluies mais, maintenant on n'a que 3 à 4 mois. Pire encore, les pluies sont mal réparties et on enregistre de plus en plus des cas de fortes pluies en une ou deux journées accompagnées parfois de vents violents. Les rivières et les marigots tarissent plus vite (...).

Source des informations : Enquêtes de terrain, novembre 2018

L'analyse du discours de l'encadré 1 montre que les paysans ont la mémoire d'une modification pluviométrique dans la localité. Cette modification est caractérisée par une baisse des hauteurs de pluies et un raccourcissement de la durée de la saison des pluies. De plus, il est noté une mauvaise répartition des hauteurs de pluies et une multiplication des événements pluvieux extrêmes. Aujourd'hui, selon 76 % des paysans interviewés, les cultures locales ayant généralement un long cycle ne résistent plus face à cette nouvelle donnée en matière de durée de saison.

La baisse des pluies annuelles ne saurait cependant engendrer une contrainte majeure si elle n'était pas doublée d'une mauvaise répartition.

Les paysans âgés au moins de 30 ans gardent en mémoire les repères permettant de connaître les débuts de saisons et constatent que les indices d'appréciation anticipée

des saisons ne sont plus fiables car leurs prévisions ne concordent plus avec ce qui se passe actuellement.

4.2.3. Perception de la longueur de la saison agricole dans la dépression médiane

La saison agricole de l'année 2010, a connu un prolongement du fait de l'abondante pluie observée pendant le mois d'octobre selon 96 % des personnes interrogées. La figure 32 présente la perception des populations sur l'évolution de la longueur de la saison des pluies dans la dépression médiane.

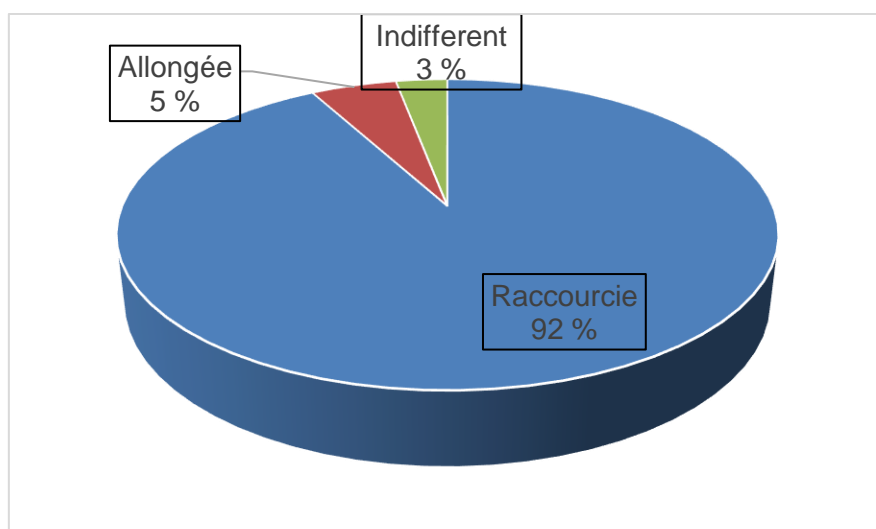


Figure 32 : Perception des populations sur la diminution de la longueur de la saison des pluies dans la dépression médiane

Source des données : Enquêtes de terrain, décembre 2018

Il ressort de l'analyse de la figure 32 que 92 % affirment que la longueur de la saison des pluies s'est raccourcie, 5 % estime qu'elle s'est prolongée et 3 % sont indifférents. De même, selon 96 % des interrogés, l'année 2010 a connu un prolongement de la saison agricole du fait des abondantes pluies observées tout au long du mois d'octobre 2010. Quant à la petite saison des pluies, elle est passée de 73 jours avant la rupture à 61 jours après la rupture. Dans le sud-Bénin, les saisons pluvieuses enregistrent donc une diminution du nombre de jours de pluies.

4.2.4. Perception du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies

Quatre-vingt-huit pour cent (88 %) des paysans interrogés ont déclaré que les vingt dernières années ont été marquées par une mauvaise répartition des pluies et une réduction du nombre de jours pluvieux. En exprimant la mauvaise répartition des pluies, les paysans (94 %), lors des focus groups, ont affirmé ceci : «en pays nagot : *ojo rosi laboule, bêni laboule kedji ojo okan*, qui veut dire : *de plus en plus, il pleut dans*

un village sans que le village voisin ne reçoive même une gouttelette de pluie». La figure 33 présente la perception des populations sur l'évolution du nombre de jours de pluie pendant la saison de pluie dans la dépression médiane.

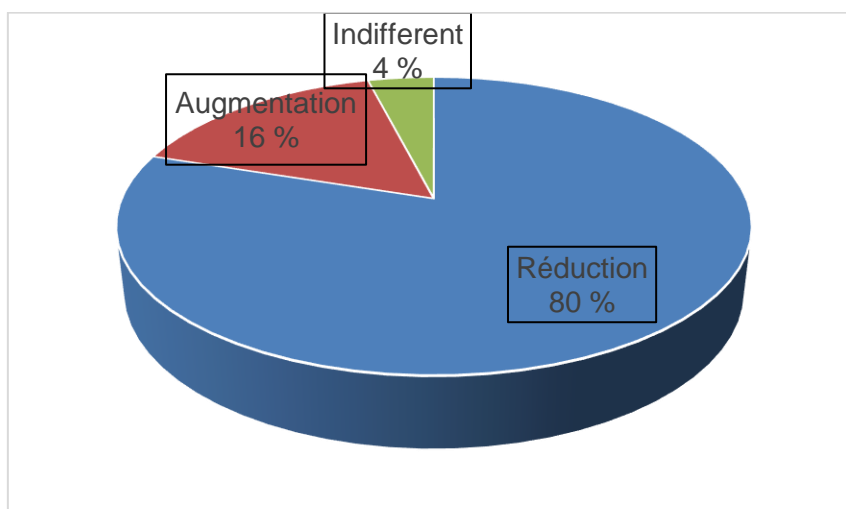


Figure 33 : Perception des populations sur la régression du nombre de jours de pluie pendant la saison de pluie

Source des données : Enquêtes de terrain, décembre 2018

Il était difficile pour les enquêtés de préciser le nombre exact de jours de pluie au cours d'une saison. Toutefois, 80 % estiment qu'il y avait plus de jours pluvieux dans le passé (les années 1960) qu'aujourd'hui, 16 % estiment le contraire et les 4 % restants n'en estiment ni une réduction, ni une augmentation.

4.2.5. Perception de séquence sèche dans saisons pluvieuses

Les ruptures de pluie au cours de la saison pluvieuse, de plus en plus nombreuses, perturbent le bon développement des cultures et induisent des pertes de récolte selon 93 % des personnes interrogées. Pour 96 % des paysans, les poches de sécheresses récurrentes sont des événements climatiques qui, à part les vents forts, sont les plus préjudiciables à leurs activités. Ce phénomène est observé le plus souvent après les premières pluies et au moment de la floraison/fructification du maïs. Ainsi, quatre-vingt pourcent (80 %) des enquêtés considèrent que les séquences sèches au cours des saisons pluvieuses sont plus fréquentes et plus persistantes, 20 % estiment le contraire. Les séquences sèches sont donc de plus en plus longues dans la dépression médiane.

4.2.6. Perception des populations sur la recrudescence des inondations

La figure 34 présente la perception des populations sur la recrudescence des inondations dans la dépression médiane.

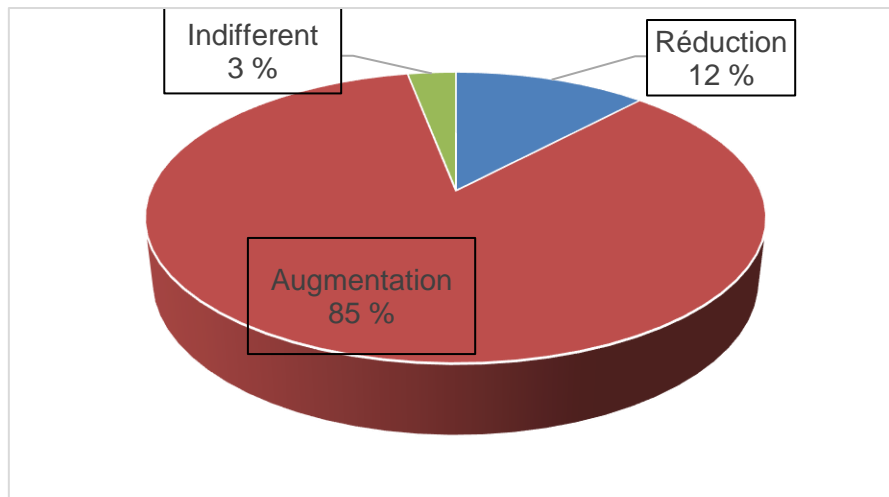


Figure 34 : Perception des populations sur la recrudescence des inondations dans la dépression médiane

Source des données : Enquêtes de terrain, décembre 2018

De l'analyse de la figure 34, il ressort que 85 % des enquêtés confirment que les inondations sont devenues plus fréquentes ces dernières années, 12 % affirment le contraire et 3 % sont indifférents. Sur la période (1981-2017), précisément les années 1999 et 2010, les inondations sont causées par une pluie abondante dans la dépression médiane, ce qui engendre une montée très rapide des eaux dans les cours d'eau et un ruissellement important en raison de la faiblesse de l'infiltration. Avec seulement une pluie abondante, les rivières et les marigots débordent de leurs lits et inondent les champs et parfois les agglomérations. Ainsi, les inondations sont, donc, un risque qui affecte les ressources en eau par le transport de produits nocifs et le développement de germes nuisibles. En somme, les inondations ont des incidences qui menacent de plusieurs manières les ressources en eau et, donc, les activités agricoles.

4.2.7. Perception de la nature des vents dans la dépression médiane

Les populations ont remarqué une manifestation plus accrue du vent en affirmant qu'il y a plus de vents violents et destructeurs (87 %). Le vent, après la pluie, est l'un des facteurs climatiques dont les manifestations retiennent la mémoire collective des populations à cause de ces nombreux dégâts sur les cultures, les producteurs et leurs habitations. La figure 35 présente la perception des populations sur l'évolution de la force du vent dans la dépression médiane.

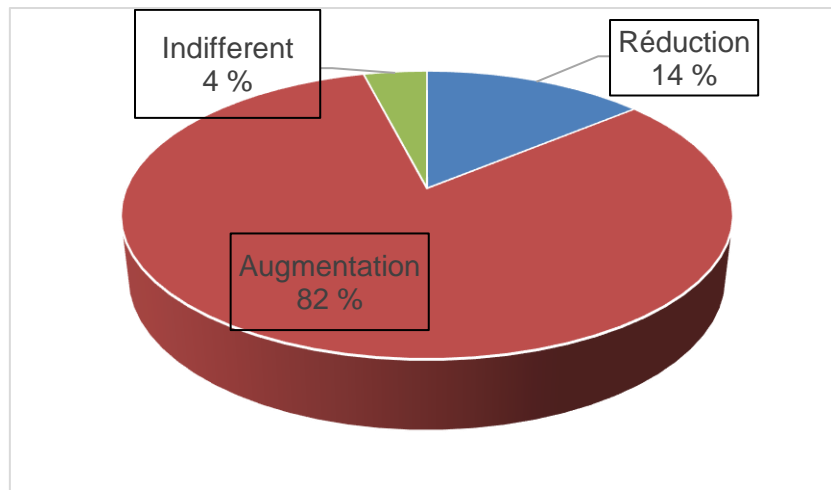


Figure 35 : Perception des populations sur l'augmentation de la force du vent
Source des données : Enquêtes de terrain, décembre 2018

L'analyse de la figure 35 montre que 82 % des personnes interrogées considèrent que les vents deviennent de plus en plus forts. Cependant, quelque fois, les plus âgés mentionnent l'occurrence dans le passé des épisodes de vent fort qui ont causé des dégâts sur leurs cultures et leurs habitations. Selon les 82 % des personnes interrogées, les années ayant enregistré ces vents forts sont : 1968, 1977, 2010, 2013, 2014 et 2015. Quatorze pourcent (14 %) des personnes interrogées estiment une réduction de la force du vent, 4 % sont indifférents. Plusieurs périodes ont été citées durant lesquelles les vents violents et destructeurs sont enregistrés :

- ✓ au début de la grande saison des pluies : les vents très violents font suite aux formations de nuages sensés donner la pluie, les premières pluies de la saison ;
- ✓ au cours de la grande saison des pluies, les vents impactent moins mais détruisent plus la culture du maïs ;
- ✓ la fin de la petite saison des pluies est aussi manquée par ce phénomène où l'on enregistre plus de vents que de pluies. Cette période coïncide avec celle de l'épiaison des poncees sauvages qui, pour la plupart, connaissent la verse en cette période, présentant un paysage d'herbes couchées en bande entre les arbres et arbustes.

Les perceptions générales des paysans sur les indicateurs des changements climatiques ont été analysées selon les catégories de producteurs. Les catégories de producteurs sont :

- les Petits Producteurs (PP) : Ce sont des producteurs qui disposent d'une petite superficie variant de 20 m² à 0,5 ha. Ces producteurs sont, dans leur majorité, ceux

qui ont peu d'outils de production et qui, parfois, associent d'autres activités à l'activité agricole : (conduite de taxi moto, l'élevage, artisanat...) pour subvenir à leurs besoins et faire face aux dépenses de production.

- les Producteurs Moyens (PM) : Ce sont des producteurs qui disposent d'une superficie variant de 0,5 ha à 1 ha. Ces producteurs disposent un peu plus de moyens matériels (houe, coupe-coupe, main-d'œuvre, etc.) et se consacrent plus aux activités de production que les petits producteurs. Ces derniers ont pour la plupart des ouvriers (3 au plus) qui les aident dans leurs activités.

- les Grands Producteurs (GP) : Ce sont des producteurs qui disposent de plus d'espace que les deux catégories précédentes c'est-à-dire qui ont une superficie supérieure à 1 ha. Ces producteurs disposent de plus de moyens matériels (machine de production). Ils ont assez d'ouvriers (4 au moins) qui travaillent de façon permanente.

Pour étudier la dépendance ou non entre les perceptions paysannes sur les indicateurs des changements climatiques et les producteurs, le test d'indépendance de Chi-square (χ^2) a été réalisé. Les résultats de l'application du test χ^2 de Pearson sur les deux variables « perceptions paysannes » et « catégories de producteurs » sont présentés dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Résultats du test χ^2 de Pearson sur « perceptions paysannes » et « catégories de producteurs »

| | |
|------------------------------------|----------|
| Khi ² (Valeur observée) | 165,496 |
| Khi ² (Valeur critique) | 21,026 |
| DDL | 12 |
| p-value | < 0,0001 |
| Alpha | 0,05 |

Source : Enquête du terrain, novembre 2019

L'analyse du tableau XIX montre que la probabilité associée à ce test est inférieure à 5 % (P-value < 0,05). Par conséquent, l'hypothèse H_0 a été rejetée. Ainsi, il existe un lien entre « perceptions paysannes » et « catégories de producteurs » (P-value < 0,0001). Dès lors que le test révèle qu'il existe un lien de dépendance c'est-à-dire rejet de H_0 , le résultat de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) a mis en relation, le niveau de perception des indicateurs des changements climatiques et la catégorie des producteurs dans le secteur d'étude (figure 36).

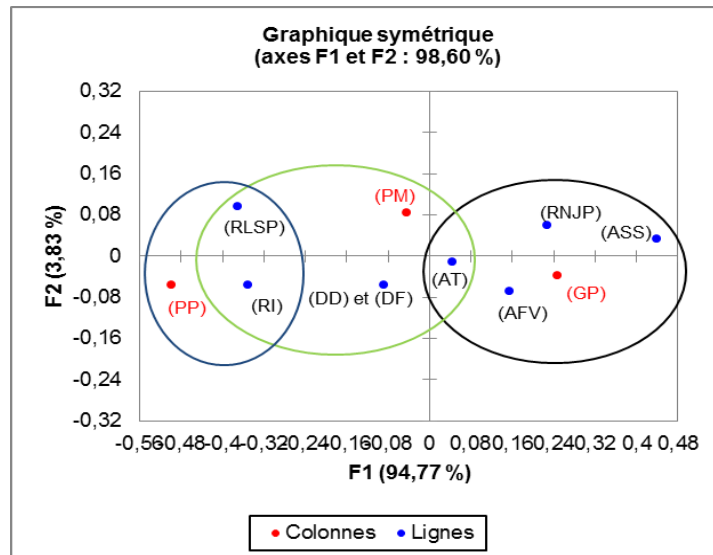


Figure 36 : Positionnement des perceptions paysannes et des catégories de producteurs dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances

Source des données : Enquêtes de terrain, décembre 2018

Augmentation de la température (AT), Dates de début (DD) et de fin (DF) de la saison des pluies, Réduction de la longueur de la saison des pluies (RLSP), Régression du nombre de jours de pluie (RNJP), Augmentation des séquences sèches (ASS), Recrudescence des inondations (RI), Augmentation de la force du vent (AFV)

L'analyse de la matrice d'AFC montre une inertie totale de 98,60 % dont 94,77 % pour le facteur F1 et 3,83 % pour le facteur F2. Cette forte proportion est largement suffisante pour tirer une conclusion relative entre les variables étudiées. En reliant les perceptions et les catégories de producteurs ayant le plus contribué à la formation des deux axes, selon les valeurs de cosinus carrés (voir annexes), les variables grands et petits producteurs (GP et PP) contribuent à la formation de l'axe F1. De plus, les GP et PP se trouvent dans deux zones opposées de l'axe F1. Alors, il se dégage deux grands groupes. De même, un troisième groupe se dégage (PM) qui contribue à la formation de l'axe F2 selon les valeurs de cosinus carrés (annexes). De l'analyse de la figure 36, il se dégage trois groupes (PP, PM et GP). Ainsi, les grands producteurs exprimaient différemment les perceptions sur les indicateurs des changements climatiques par l'augmentation de la température (AT), la régression du nombre de jours de pluie (RNJP), l'augmentation des séquences sèches (ASS) et l'augmentation de la force du vent (AFV). Les petits producteurs exprimaient leurs perceptions par la réduction de la longueur de la saison des pluies (RLSP) et la recrudescence des inondations (RI) et les producteurs moyens exprimaient leurs perceptions par l'évolution des dates de début (DD) et de fin (DF) de la saison des pluies, la réduction de la longueur de la saison des pluies (RLSP) et la recrudescence des inondations

(RI), les deux dernières perceptions qu'ils partagent en commun avec petits producteurs et par l'augmentation de la température (AT) qu'ils partagent en commun avec les grands producteurs. En somme, dans la dépression médiane, les indicateurs des changements climatiques se perçoivent en fonction des catégories de producteurs.

4.3. Projection climatique dans la dépression médiane à horizon 2050

La simulation climatique (température et hauteurs de pluie) a été faite grâce au modèle REMO dans le cadre de cette recherche. En effet, compte tenu de la non disponibilité des données, les stations suivantes : Pobè, Bopa, Niaouli, Aplahoué et Bohicon ont été retenus selon leur repartition dans les trois dépressions (Issaba, Tchis et Lama) de la dépression médiane.

4.3.1. Projection des précipitations dans la dépression médiane à horizon 2050

Au Bénin, selon la projection des précipitations, dans la région sud, on pourrait assister jusqu'à l'horizon 2050 à une pluviométrie annuelle pratiquement invariable, par rapport à la période de référence 1981 à 2017. A l'échelle mensuelle, une diminution des pluies pourrait atteindre 21 % à l'horizon 2050 au mois d'avril dans le sud du Bénin. La figure 37 présente la projection des hauteurs de pluies dans la dépression médiane avec les modèles CCLM, RACMO et REMO suivant les scénarii considérés.

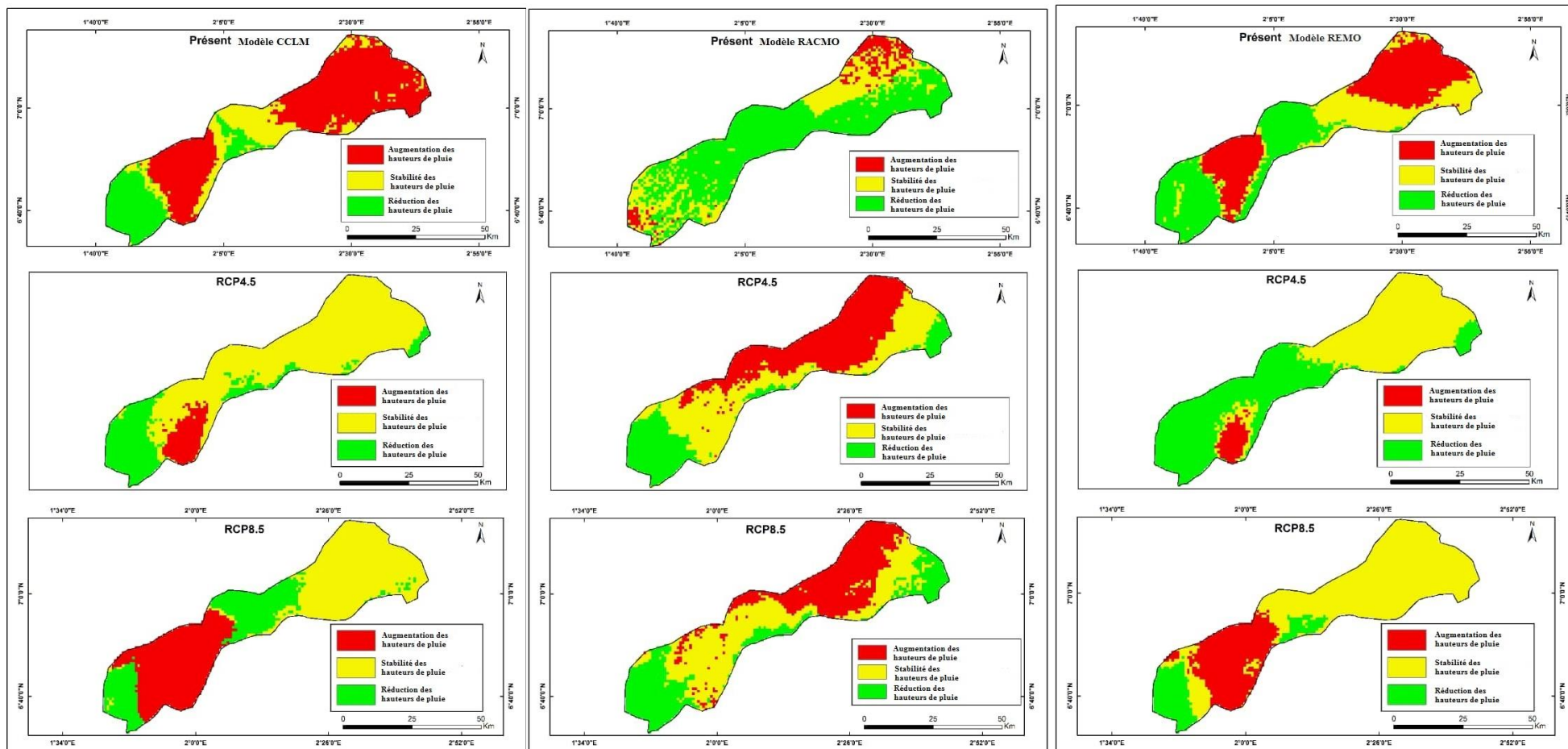


Figure 37 : Projection des hauteurs de pluies avec les modèles CCLM, RACMO et REMO
Source des données : Météo-Bénin, avril 2019

L'analyse de la figure 37 montre que les tendances prédites par les modèles CCLM, RACMO et REMO sont ici plus variées. On observe, tout d'abord, une forte variabilité dans les prédictions, due à la dispersion des prédictions des différents modèles.

Dans la dépression médiane, les précipitations des modèles CCLM et REMO se rapprochent plus de l'observation où c'est le modèle REMO qui se rapproche plus de la réalité. Ce constat amène à dire que les Modèles de Circulation Régionaux (MCR) reproduisent différemment la variabilité interannuelle de la précipitation au sein d'un même secteur (J. Kodja, 2018, p. 209). Certains modèles sous-estiment les observations alors que d'autres modèles les surestiment. En effet, se basant sur le principe du modèle qui surestime le moins et un autre qui sous-estime le moins (F. Taïbi, 2016, p. 81), il convient de déduire que les modèles CCLM et REMO donnent les résultats les moins biaisés.

De l'analyse de la figure 32, il ressort que les pluies futures des scénarii RCP 4.5, RCP 8.5 et la pluie de la période de référence présentent une variabilité sur la période de 2018 à l'horizon 2050. Il est observé que les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 sous-estiment la pluie de référence avec les modèles CCLM et REMO. Par contre sur le modèle RACMO, les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 surestiment la pluie de la période de référence.

Les pluies futures des scénarii RCP 4.5 sont plus proches de la pluie de référence du modèle REMO que les scénarii RCP 8.5 dans la dépression médiane. Aussi, faut-il noter que les RCP 8.5 surestiment les RCP 4.5. En plus, avec le modèle CCLM, il est remarqué que les scénarii RCP 8.5 sont plus rapprochés de la pluie de référence que les RCP 4.5. En effet, le modèle régional REMO est performant et plus adapté pour l'évolution interannuelle des pluies futures pour la région de l'Afrique de l'Ouest et fournit des données considérées comme fiables des caractéristiques observées du climat du Bénin.

La figure 38 présente la projection des hauteurs de pluies mensuelles dans la dépression médiane suivant les scénarii considérés.

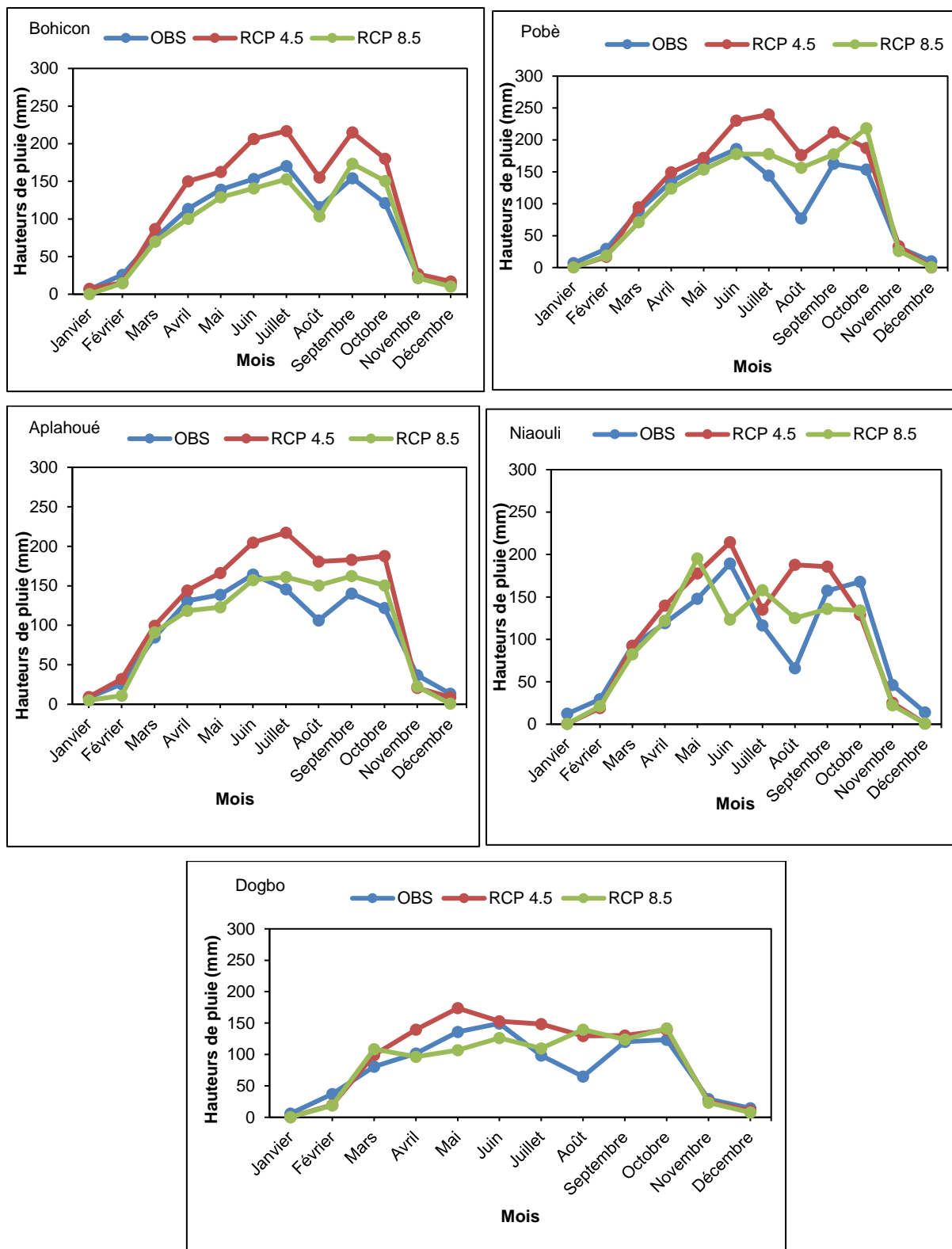
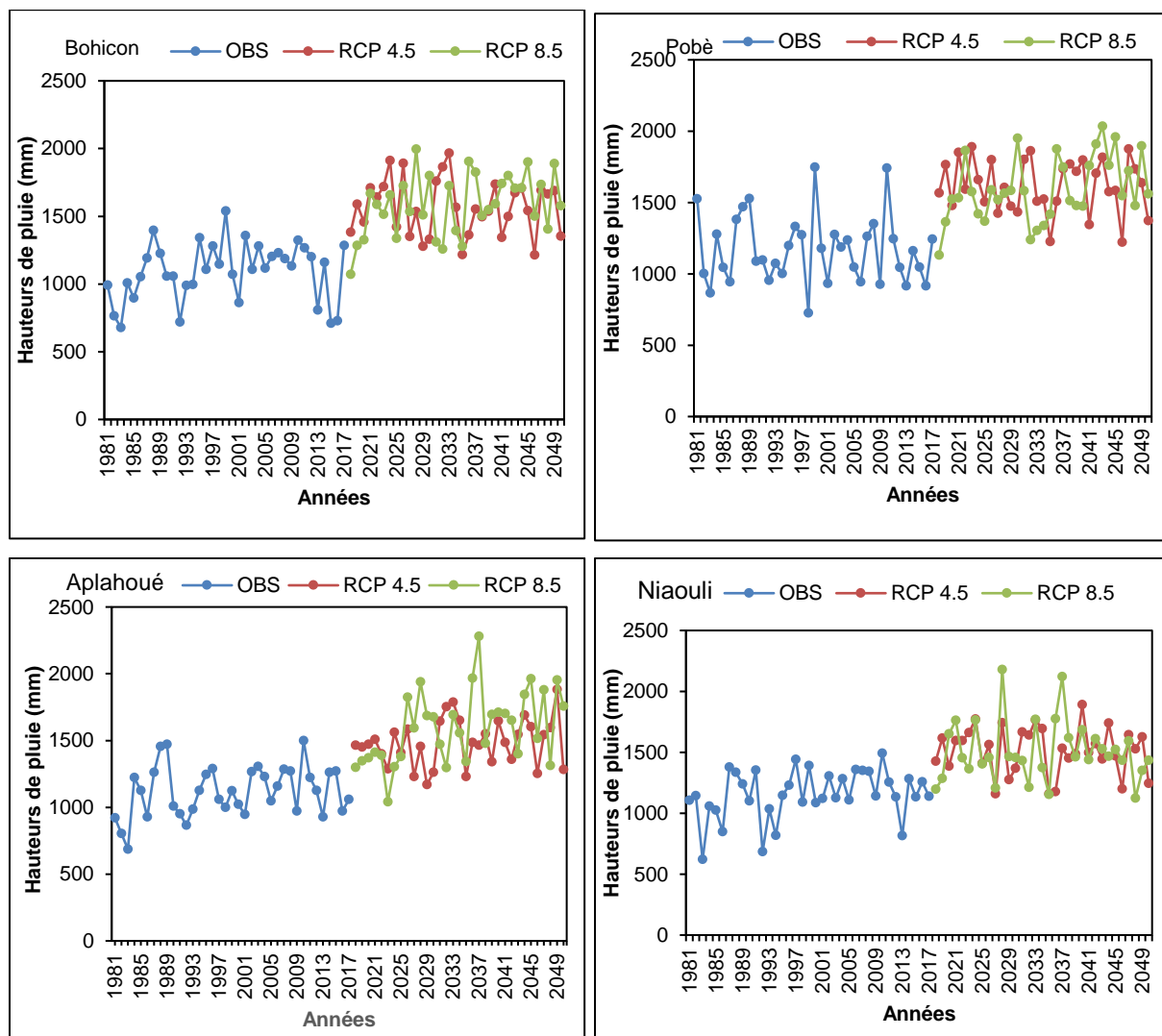


Figure 38 : Projection des hauteurs de pluies mensuelles dans la dépression médiane
Source des données : Météo-Bénin, avril 2019

L'analyse de la figure 38 montre que suivant les scénarii RCP 4.5 et 8.5, les hauteurs pluviométriques mensuelles dans la dépression médiane connaîtront des variations assez importantes. Dans tous les cas, les hauteurs de pluies des mois de la saison

agricole connaîtront une augmentation avec RCP 4.5 et une baisse avec RCP 8.5. En effet, selon le scénario RCP 8.5, la pluviométrie de ces mois pourrait décroître de 3,43 % par rapport à la période de référence (1981-2017). Autrement dit, les pluies pourraient diminuer de hauteur aux phases sensibles du calendrier agricole (début et fin). Le scénario RCP 4.5 prévoit une augmentation des pluies de 39,56 à 60,74 mm (5,17 %) en août-septembre lorsque la saison de croissance tend vers sa fin. Dans ces conditions, cette augmentation peut provoquer également des pourrissements des récoltes de la grande saison ou des inondations nuisibles pour les cultures.

La figure 39 présente la projection des hauteurs de pluies annuelles dans la dépression médiane suivant les scénarii RCP 4.5 et 8.5.



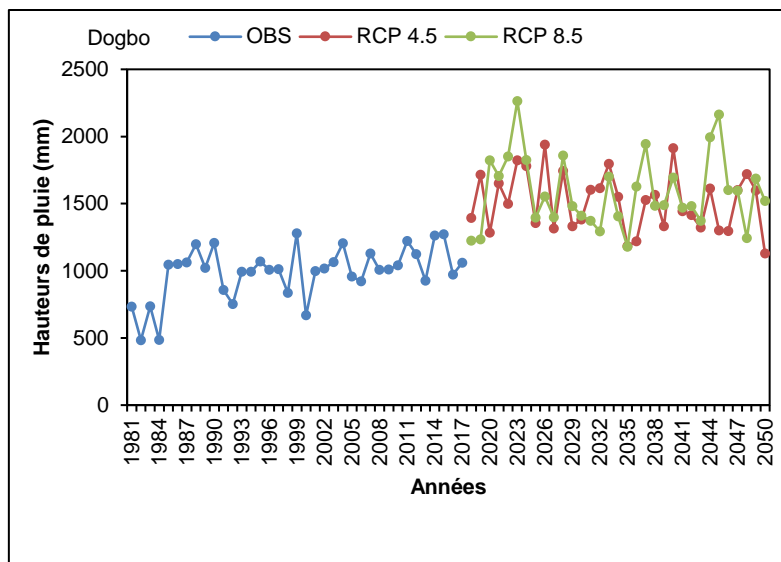


Figure 39 : Projection des hauteurs de pluies annuelles dans la dépression médiane
Source des données : Météo-Bénin, avril 2019

Les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 font apparaitre une augmentation respective de 14,85 % et 25,5 % des précipitations à l'horizon 2050 par rapport à la période de référence 1981-2017. De l'analyse de la figure 39, il ressort que les pluies pourraient être plus intenses entre 2018 et 2050 par rapport à la période de référence (1981-2017) quel que soit le scénario. Par contre, la période 2040-2050 pourrait enregistrer plus d'années déficitaires qu'excédentaires. Ainsi, les scénarii montrent qu'à l'horizon 2050, la dépression médiane pourrait être marquée par des modifications mensuelles, saisonnières et annuelles dans le contexte des changements climatiques prévus.

Les résultats issus de trois modèles régionaux sous les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 montrent une tendance générale à la baisse de la pluviométrie moyenne vers l'horizon 2035 en Afrique de l'Ouest.

4.3.2. Projection des températures dans la dépression médiane à l'horizon 2050

Suivant les scénarii considérés, les valeurs des températures mensuelles obtenues ont permis d'illustrer la figure 40.

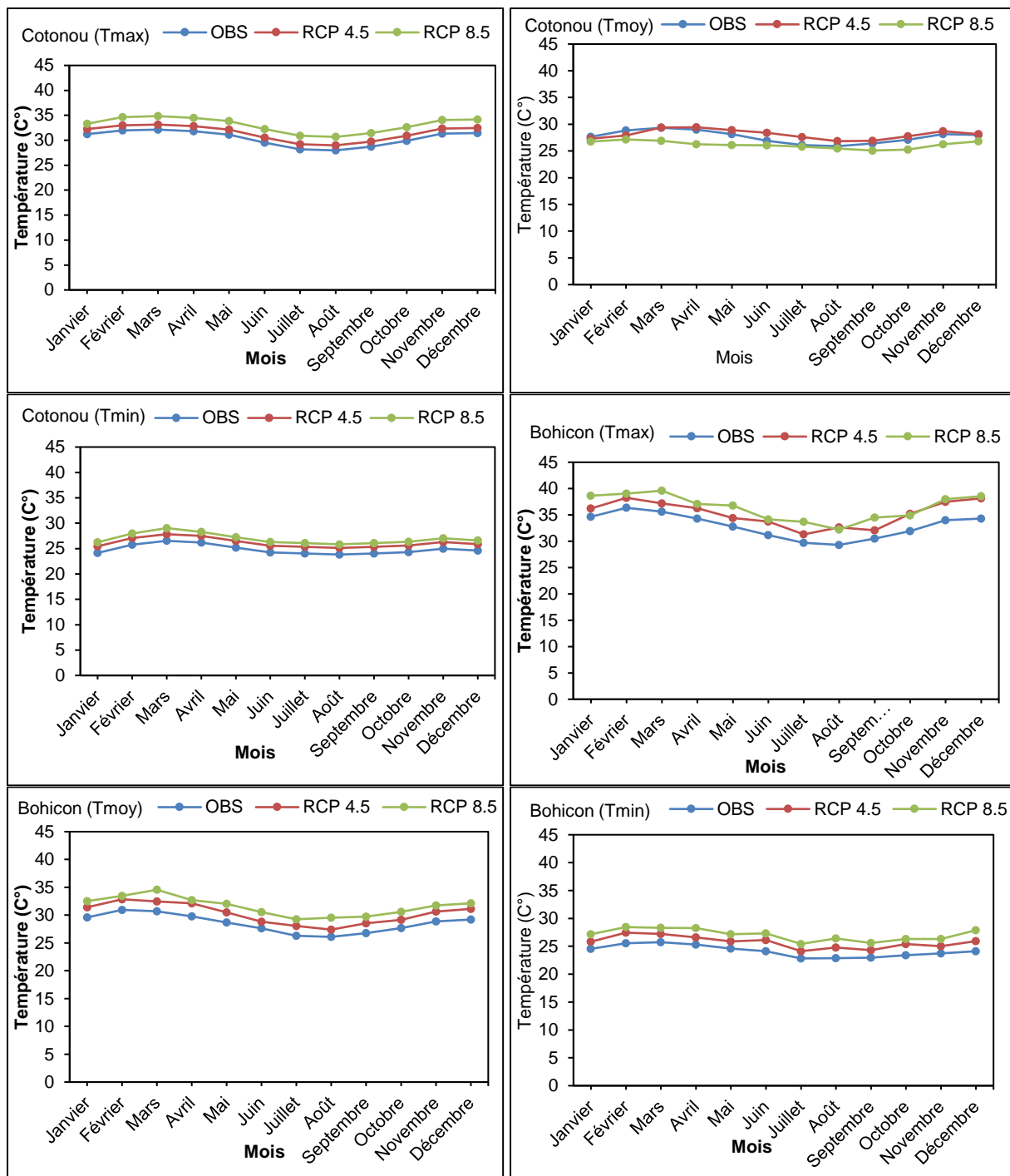


Figure 40: Projection des températures mensuelles dans la dépression médiane
Source des données : Météo-Bénin, avril 2019

L'examen de la figure 40 montre que les régimes des températures dans la dépression médiane seront identiques dans les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5. Mais les valeurs thermiques connaîtront une augmentation comprise entre 1 et 4 °C en référence aux valeurs de la période 1981-2017. En effet, une augmentation thermique est source de stress supplémentaire pour les plantes et les sols, pouvant réduire significativement

les rendements agricoles dans la dépression médiane. La figure 41 présente les températures annuelles dans la dépression médiane suivant les scénarii RCP 4.5 et 8.5 à l'horizon 2050.

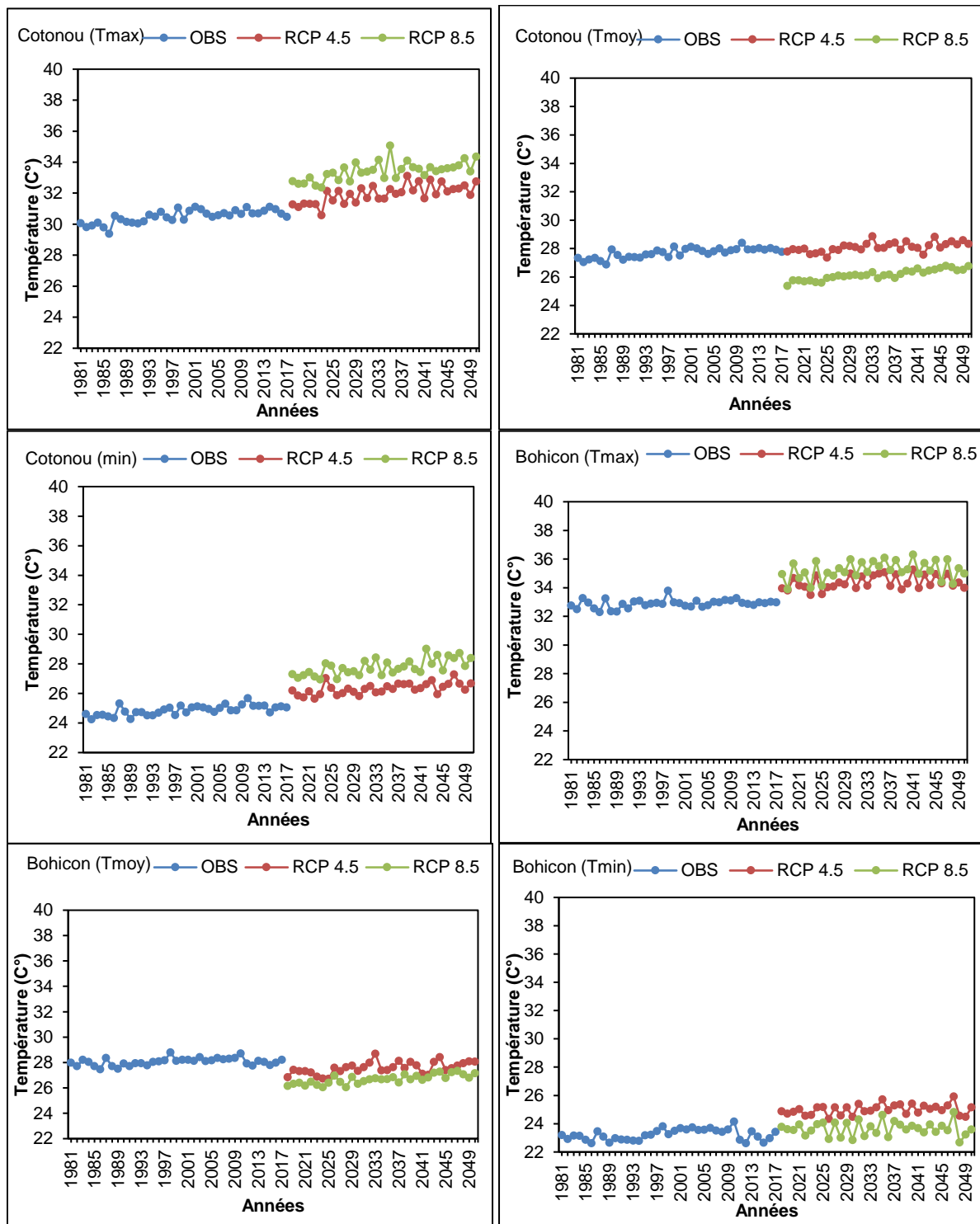


Figure 41 : Projection des températures annuelles dans la dépression médiane
Source des données : Météo-Bénin, avril 2019

De l'analyse de la figure 41, une augmentation considérable du nombre de jours par an est attendue avec des températures maximales supérieures à 30 ° C et un nombre de jours avec une température minimale supérieure à 22 ° C, plus prononcée à l'horizon 2050 et compte tenu du scénario le plus pessimiste RCP 4.5. En effet, une augmentation des températures générales est attendue avec une intensité croissante à l'horizon 2050 et supérieur si l'on considère le scénario RCP 8.5. Compte tenu des deux scénarii (RCP 4.5 et 8.5), la plus forte augmentation est attendue par rapport à la période de référence (1981-2017). En particulier, avec le scénario RCP 8.5, dans la décennie 2040, une augmentation des températures supérieures à 3 ° C pourrait être atteinte en moyenne.

En conclusion partielle, dans ce chapitre, l'analyse des données statistiques à savoir les données pluviométriques et thermométriques complétées par les différentes perceptions des paysans ont permis de caractériser les indicateurs des changements climatiques dans le secteur d'étude. Dans la dépression médiane, les hauteurs de pluies ont connu une diminution suivie d'une élévation de la fréquence et de l'intensité des précipitations, ce qui entraîne une tendance pluviométrique à la baisse sur la période 1951-2017. Les températures ont augmenté au cours des cinquante-cinq dernières années sur la période 1951-2017 soit une hausse de 1 °C. D'où une tendance thermométrique à la hausse sur la période 1951-2017 dans la dépression médiane. Ainsi, les paysans de la dépression médiane perçoivent les changements climatiques par une modification, un changement dans les manifestations de la pluie, la baisse de la pluviométrie, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, l'augmentation de la chaleur et de la température, le retard des dates de début et dates de fin de la saison des pluies, l'augmentation des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses, la recrudescence des inondations et l'augmentation de la force du vent.

Le scénario RCP 4.5 affiche globalement des taux de variation plus élevés que le scénario RCP 8.5. A l'horizon 2050, les hauteurs de pluies vont probablement connaître un accroissement avec des pics pouvant atteindre 14,85 % sous le scénario RCP 4.5 et 25,5 % sous le scénario RCP 8.5. Les risques climatiques futurs seront ainsi semblables à ceux observés actuellement même si les inondations pourraient connaître une récurrence sous le scénario RCP 8.5. Une augmentation des températures générales est attendue avec une intensité croissante à l'horizon 2050

compte tenu des deux scénarii considérés (RCP 4.5 et 8.5). La première hypothèse émise dans la présente recherche est donc confirmée. La forte fréquence de ces événements entraîne des conséquences agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin (chapitre V).

CHAPITRE V

VULNERABILITE DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN

Le chapitre V présente les analyses relatives à la vulnérabilité de la production agricole et socio-économique aux changements climatiques dans la dépression médiane. Les manifestations des changements climatiques telles qu'elles ont été présentées dans le chapitre IV laissent inévitablement des conséquences sur le paysannat.

5.1. Vulnérabilité de la production agricole aux effets des changements climatiques

Le degré de vulnérabilité du système agricole aux risques climatiques dans la dépression médiane est abordé.

5.1.1. Vulnérabilité du système agricole aux aléas climatiques dans la dépression médiane

La figure 42 présente le degré de vulnérabilité des cultures aux risques climatiques dans la dépression médiane.

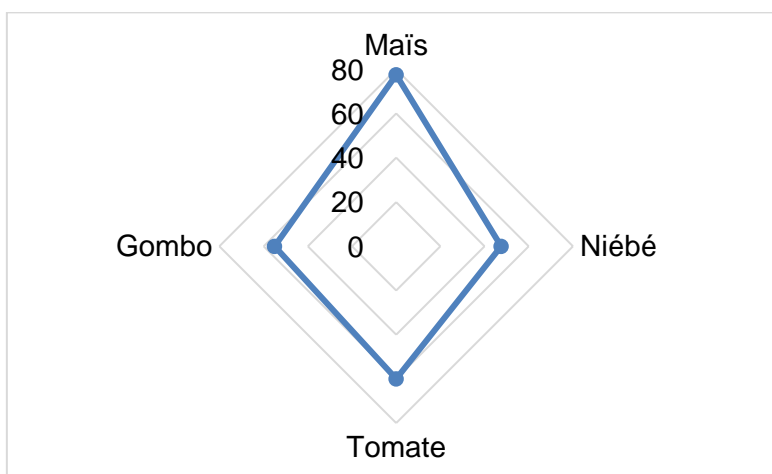


Figure 42 : Diagramme de vulnérabilité des cultures aux risques climatiques dans la dépression médiane

Source des données : *Enquêtes de terrain, 2018*

L'analyse de la figure 42 permet de retenir que l'indice d'exposition de chaque système agricole est plus de 50 %. Ainsi, les cultures de maïs et tomate sont les plus vulnérables avec un indice d'exposition respectif de 77,5 % et 60 % que les cultures de niébé et de gombo. Le système agricole n'est donc pas à l'abri des effets pervers des risques climatiques dans la dépression médiane. En plus de l'analyse des

diagrammes de vulnérabilité aux aléas climatiques s'ajoute, l'analyse de la matrice de sensibilité (tableau XX).

Tableau XX : Matrice de sensibilité aux aléas climatiques dans la dépression médiane

| Unités d' exposition | Risques climatiques | | | | | | | | Indice d' exposition (%) | Rang |
|----------------------------|---------------------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------------|--------------------------|------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage/ date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison de pluie | Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Augmentation de la force du vent | | |
| Culture de maïs | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 77,5 | 1 |
| Culture de niébé | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 47,5 | 4 |
| Culture de la tomate | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 60 | 2 |
| Culture de gombo | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 55 | 3 |
| Indice d'impact (%) | 70 | 80 | 55 | 40 | 50 | 55 | 55 | 45 | | |

Source : Traitement des données, 2018

Il ressort de l'analyse du tableau XX que les risques climatiques majeurs sont les inondations (70 %) et la sécheresse (80 %) et que les cultures de maïs et de la tomate sont les plus exposées (77,5 % et 60 %). A cet effet, le système agricole est vulnérable aux risques climatiques qui constituent un handicap pour le développement local dans la dépression médiane. La planche 7 présente l'inondation d'un champ de maïs et celle de niébé dans la dépression médiane.



Planche 7 : Inondation des cultures de maïs à Lalo (7.1), à Toffo (7.2) et de niébé associé à maïs à Issaba (7.3) dans la dépression médiane

Prise de vues : Seydou, juin 2018

De l'observation de la planche 7, les photos (7.1) et (7.2) montrent respectivement un champ de maïs inondé à Lalo dans la dépression de Tchis et à Toffo dans la dépression de la Lama. La photo (7.3) montre l'inondation d'un champ de niébé en association avec le maïs à Issaba. Selon 99 % des enquêtés, l'inondation des champs empêche le développement des cultures. En effet, le maïs et le niébé sont les cultures les plus inondées dans la dépression médiane. Cette situation s'explique par le fait que ces cultures sont les plus pratiquées dans la dépression médiane, donc offrant plus d'espace susceptible d'être inondé.

Les inondations se manifestent par l'abondance de pluie et la sécheresse par l'absence prolongée de pluie dans la dépression médiane. En effet, les impacts des changements climatiques sur la production agricole dans la dépression médiane sont

de plusieurs ordres : perte de semis, perte de production et perte des récoltes. Selon 80 % des personnes interrogées, ces pertes ont souvent cours au début de la première saison agricole dans le mois d'avril. Quant aux pertes de production, elles s'observent lors des inondations des champs provoquées par la grande quantité de pluie. Dans les mois de juin, de juillet et d'août, les eaux de ruissellement envahissent les champs et détruisent les cultures.

Les inondations sont très dévastatrices et occasionnent de nombreux dégâts matériels. En effet, les inondations enregistrées dans le secteur de recherche ont causé la destruction des cultures. C'est au regard de ces impacts que les populations ont formulé l'adage *erun san ju ikun omi* « la sécheresse est mieux que les inondations. Selon 89 % des enquêtés, les cultures sont aussi souvent détruites par les vents forts, ou des averses. Les producteurs agricoles sont très affectés par les inondations. Car la dévastation de leurs cultures les plonge dans la ruine puisque ces cultures représentent la quasi-totalité de leurs revenus annuels. L'inondation des cultures vivrières dans la dépression médiane entraîne la perte de récolte, la baisse ou le manque de revenus, de la famine, etc.

Un paysan interrogé à Issaba explique que les pluies de 2010 ont créé particulièrement des manques à gagner en raison de l'importance des dégâts (Encadré 2).

Encadré 2 : Effet des pluies de 2010 dans la dépression médiane

Au cours de l'année 2010, la première saison agricole a connu de retard pour commencer mais à son installation, elle s'est poursuivie au-delà de son temps d'arrêt habituel. Ainsi, beaucoup de champs ont été envahis par les eaux. Les tubercules de manioc même ont pourri, les plantes de maïs et de niébé ont jauni. Les récoltes ont été difficiles sous les pluies et, les pertes étaient aussi inévitables. Sur un champ où l'on pouvait avoir quinze (15) sacs de cent kilogrammes (100 kg), en cette année-là, près de six (6) sacs à huit (8) sacs se trouvent gâtés par excès de pluie. Dans ces conditions, nous manquons à la première saison de vivres et d'argent à donner à nos enfants qui étudient dans les grandes villes. Par contre, certaines années donnent moins de pluie mais répartie peu à peu sur toute la période et nos rendements sont meilleurs.

Source des informations : Enquêtes de terrain, novembre 2018

De l'analyse du discours de l'encadré 2, Il est constaté, à travers ces propos, que ce n'est pas l'abondance de pluie qui conduit au meilleur rendement ; ce qui paraît important c'est la bonne répartition. Mieux, ces propos indiquent aussi que certains producteurs, vivant hors de la localité, ressentent aussi directement ou indirectement

les effets des baisses des rendements dus aux contraintes climatiques. Ainsi, les paysans sont potentiellement vulnérables en raison de la baisse du rendement des cultures liée à l'irrégularité des pluies.

L'une des conséquences des changements climatiques, qu'elle soit liée aux excès pluviométriques ou aux déficits, est la destruction des cultures. En cas de fortes pluies, les eaux envahissent et déciment les cultures. Les paysans voient le fruit de leurs travaux champêtres emporté et détruit par les eaux. En outre, les pluies ou les vents forts occasionnent la verse des cultures (photo 3).



Photo 3 : Plants de maïs en verse à Ahoyéyé
Prise de vue : Seydou, septembre 2018

La photo 3 montre des plants de maïs presque couchés à terre après le passage d'un vent fort. Selon 43 % des paysans interrogés, la verse des cultures ralentit leur croissance et bouleverse les autres stades de développement. Ce risque accompagne les fortes pluies. Il s'agit en fait de vents qui dévastent tout sur leur passage et qui provoquent des dégâts aussi bien sur les cultures, les arbres, les animaux que sur les habitations. Pour 37 % des paysans, les cultures sont dévastées par des vents forts parfois fréquents qui provoquent la verse des cultures de maïs, de niébé et de gombo. Ils affirment que les vents qui soufflent maintenant veulent ressembler à ceux du Niger. Ça emporte tout et renverse les cultures et fait tomber les jeunes épis de maïs. Mais, ceux qui protègent un peu leurs champs par la mise en place de quelques arbres à l'alentour n'ont pas trop de problèmes. La planche 8 présente l'effet de la température sur le maïs dans la dépression médiane.



Planche 8 : Fanage des feuilles du maïs à Dasso (8.1) et à Toffo (8.2)

Prise de vue : Seydou, octobre 2018

L'observation de la planche 8 montre des feuilles du maïs fanées à Dasso dans la dépression d'Issaba (8.1) et à Toffo dans la dépression de la Lama (8.2) sous l'effet de la température. Selon 63,5 % des personnes interrogées, la hausse de la température se traduit par l'état de flétrissement dans lequel se trouvent ces plantes de maïs. Ce qui entrainera un bon rendement de la production. Si cette hausse de la température persiste, la déshydratation de la culture peut provoquer un retard de sa croissance avant la floraison. Les années 1973 et 2010 présentent les caractéristiques analogues de la hausse de température reconnues par 69,8 % des producteurs interrogés dans la dépression médiane. L'encadré 3 présente la synthèse des propos des enquêtés dans la dépression médiane par rapport à ce sujet.

Encadré 3 : Effet de la température sur la production agricole

Depuis près de quinze à vingt ans, nous ne comprenons plus ce que le ciel nous réserve car de plus en plus, au lieu d'avoir une température normale dans l'année, nous assistons à une augmentation de la température et la pluie ne vient pas à un moment précis. Tantôt, c'est la première saison qui est humide ou la deuxième dans certains cas. Le soleil accablant et la chaleur durcissent la terre qui rythme avec cette imprécision de pluie, si bien qu'on a les feuilles du maïs et de la tomate fanées. Quant au niébé, trop d'insolation fait éclater les gousses si bien qu'on perd beaucoup. Parfois c'est la lutte que l'on fait avec les animaux surtout pour ce qui concerne le maïs. Aussi, c'est pendant la période de mauvaises récoltes que ces animaux font surtout des ravages. Alors, une partie des récoltes fait partie des moins perçus.

Source des informations : Enquêtes de terrain, novembre 2018

En plus de la hausse de la température qui est un évènement climatique observé dans la dépression médiane, il existe les inondations causées par l'abondance de pluie. Il est également enregistré à l'instar des autres localités du pays, le phénomène des vents forts.

5.1.2. Vulnérabilité inhérente aux outils de production

Les outils utilisés pour la production agricole dans la dépression médiane sont rudimentaires. Il s'agit, entre autres : de la houe, du coupe-coupe, de la daba etc. (photo 4).



Photo 4 : Outils de production agricole utilisés dans la dépression médiane
Prise de vue : Seydou, septembre 2018

La photo 4 indique plusieurs types d'instruments utilisés dans la production agricole par les paysans dans les champs. Le coupe-coupe sert à défricher les champs, il est souvent utilisé avec le bois crochet qui permet non seulement de garder le bas des plantes à couper mais aussi de rabattre derrière la plante coupée. La daba est utilisée pour la réalisation des buttes. Quant au sarclage et au défrichage, ils sont réalisés avec la houe. Ainsi, l'observation de la photo 4 révèle que les outils agricoles utilisés dans la dépression médiane restent encore très rudimentaires. Ce qui ne permet pas aux producteurs d'emblaver de grands espaces selon 97 % des personnes interrogées. En effet, 57 % des paysans interrogés estiment que les coûts des machines mises à leur disposition par l'intermédiaire des SCDA (Secteur Communal pour le Développement Agricole) sont trop élevés. Cette situation réduit l'ambition de cultiver une grande superficie et augmente la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane.

5.1.3. Vulnérabilité inhérente aux techniques de conservation des produits

Dans la dépression médiane, selon 96 % des personnes interrogées, les modes de conservation des récoltes constituent un facteur important de la vulnérabilité agricole.

Le grenier traditionnel représente le mode de conservation des récoltes le plus utilisé. La planche 9 présente les types de greniers utilisés dans la dépression médiane.



Planche 9 : Types de greniers de conservation des récoltes dans la dépression médiane
Prise de vues : Seydou, octobre 2018

A l'observation de la planche 9, la photo (9.1) montre le type de grenier utilisé pour la conservation des récoltes à Sagon dans le Hollidjé, la photo (9.2) montre le type de grenier pour la conservation des récoltes à Lalo dans la dépression des Tchis et la photo (9.3) montre le type de grenier utilisé à Toffo dans la dépression de la Lama. Selon 99 % des personnes interrogées, ces types de greniers utilisés n'empêchent pas les eaux de pluie, surtout quand il s'agit des grandes quantités, de mouiller une grande partie des récoltes conservées. Ainsi, cela entraîne une perte importante pour les producteurs.

En somme, les matériaux de fabrication de ces greniers sont traditionnels et ne permettent pas une bonne protection des récoltes contre les aléas climatiques notamment les inondations.

L'augmentation de la température et la pluie sont des éléments de manifestation des changements climatiques qui impactent la production agricole. Ainsi, le besoin en eau des cultures a été effectué au niveau des stades de développement comme sur tout le cycle végétatif de chaque espèce (tableau XXI).

Tableau XXI : Besoin d'eau des cultures par phase de culture

| Cultures | | Phase (1) semis et levée | Phase (2) floraison | Phase (3) Epiaison | Phase (4) Maturité | Total |
|----------|---------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Maïs | Eau | 12,8 mm | 120,73 mm | 603 mm | 37,6 mm | 774,13 mm |
| | Décades | (1) | (2) | (4,5) | (2) | 9,5 |
| Niébé | Eau | 22,2 mm | 142 mm | 127,3 mm | 57,5 mm | 349 mm |
| | Décades | (1) | (2) | (2) | (1,5) | 6,5 |
| Tomate | Eau | 60 mm | 516,6 mm | 603,7 mm | 87 mm | 1267,3 mm |
| | Décades | (2) | (5) | (9) | (11) | 27 |
| Gombo | Eau | 37 mm | 336 mm | 153 mm | 87 mm | 468 mm |
| | Décades | (1) | (2) | (2) | (1,5) | 9,5 |

Source : *Mémento de l'agronome (2002)*

L'analyse des données du tableau XXI révèle que le maïs a besoin de 774,13 mm de pluies pour assurer sa croissance. Ce besoin est de 349 mm pour le niébé et la tomate, son exigence en eau est 1267,3 mm. En effet, le maïs et la tomate sont plus vulnérables que le niébé en besoin d'eau soit 349 mm. Selon 47 % des personnes interrogées, le niébé est moins vulnérable en saison sèche que les autres cultures dans la dépression médiane.

5.1.4. Impacts des changements climatiques sur la production agricole dans la dépression médiane

La matrice d'impacts des changements climatiques sur l'agriculture est réalisée à partir des indicateurs des changements climatiques, qui constituent des risques pour la production agricole dans la dépression médiane. En effet, le risque est caractérisé par une probabilité d'occurrence. Les termes utilisés pour définir la probabilité d'occurrence d'un risque lorsque celui-ci peut être évalué de manière probabiliste sont résumés dans le tableau XXII (GIEC, 2007).

Tableau XXII : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques

| Risques climatiques | Probabilité d'occurrence (%) | Terminologie de probabilité | Couleur |
|---|------------------------------|-----------------------------|---------|
| Sécheresse | 96 | Extrêmement probable | Rouge |
| Inondation | 97 | Extrêmement probable | Rouge |
| Augmentation de la température | 94 | Très probable | Jaune |
| Retard date démarrage/ date semis | 93 | Très probable | Jaune |
| Raccourcissement de la saison | 92 | Très probable | Jaune |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | 91 | Très probable | Jaune |
| Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | 74 | Probable | Vert |
| Augmentation de la force du vent | 68 | Probable | Vert |

Source des données: Recherche documentaire et résultats d'enquêtes de terrain, octobre 2018

L'analyse du tableau XXII montre que les risques climatiques majeurs affectant l'agriculture dans la dépression médiane sont l'inondation et la sécheresse avec une probabilité d'occurrence respective de 97 % et 96 %. Il faut noter aussi les risques de l'augmentation de la température, le retard date démarrage/ date semis, le raccourcissement de la saison des pluies et diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison de pluie qui sont très probables respectivement avec des probabilités d'occurrence (94 %, 93 %, 92 % et 91 %), probables pour les risques climatiques, la répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses et l'augmentation de la force du vent avec une probabilité d'occurrence (74 % et 68 %). En effet, les terminologies de probabilité (Extrêmement probable, très probable et probable) sont caractérisées respectivement par des couleurs (rouge, chocolat et rose). Cette analyse est faite en s'appuyant sur les indications du GIEC. Le tableau

XXIII présente les impacts de la manifestation des changements climatiques sur les variables agricoles.

Tableau XXIII : Impacts de la manifestation des changements climatiques sur les variables agricoles

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|--|---|--|---|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | stress hydrique des plantes accru, accroissement des feux de brousse, mortalité du couvert végétal | Augmentation des besoins en eau, stress hydrique et thermique au niveau des cultures, et baisse sévère des rendements | Diminution de l'humidité du sol pour la croissance de plantes, augmentation de la dégradation des terres | Réduction de la quantité d'eau disponible, baisse de rendement |
| Inondation | Destruction du couvert végétal | Destruction des cultures, cultures emportées, baisse de rendement. | Dégradation des sols, décapage de la partie superficielle très fertile du sol par l'eau | Pollution de l'eau de surface et souterraine, manque d'eau potable |
| Augmentation de la température | Stress hydrique et thermique des plantes, augmentation de l'évapotranspiration et perte de couverture végétale | Augmentation des besoins en eau, stress hydrique et thermique au niveau des cultures et baisse des rendements | Diminution de la température du sol, réduction de l'eau du sol disponible pour les plantes, perte de la fertilité du sol | Réduction de la quantité d'eau disponible, évaporation élevée, dégradation de la qualité de l'eau |
| Retard date démarrage/ date semis | Réduction de couverture végétale, risque de mauvaise production augmenté | Modification du calendrier cultural, perte de la productivité, baisse des rendements | Baisse de l'humidité du sol | Réduction de la quantité d'eau disponible, baisse du potentiel hydrique, baisse de rendement |
| Raccourcissement de la saison | Réduction de la couverture végétale | Coût de production élevé, baisse de rendement, baisse de revenu, | Baisse de l'humidité du sol, dégradation des sols, baisse de rendement | Baisse du potentiel hydrique, baisse de rendement |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Stress hydrique des plantes, réduction de la couverture végétale | Manque d'eau aux cultures et baisse des rendements | Réduction de l'eau du sol disponible pour les plantes | Disponibilité en eau réduite |
| Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Perte de la biodiversité, diminution de l'humidité du sol pour la croissance de plantes | Baisse sévère des rendements, stress hydrique accentué | Baisse sensible de l'humidité du sol, dégradation des terres | Diminution d'eau disponible |
| Augmentation de la force du vent | Augmentation de verse des plantes, augmentation de l'évapotranspiration | Augmentation de verse des cultures, baisse de rendement | Diminution de l'humidité du sol | Diminution d'eau disponible |

Source des données: Résultats d'enquêtes de terrain, octobre 2018

Légende

| | |
|----------------------|--|
| Extrêmement probable | |
| Très probable | |
| Probable | |

La valeur du risque (ou degré d'impact) est obtenue en croisant le niveau ou degré de sévérité de la conséquence (mineur, modéré, majeur ou sévère) à la probabilité d'occurrence du risque. Cette valeur du risque peut être faible, modérée, élevée ou extrême (tableau XXIV).

Tableau XXIV : Matrice de sévérité des risques induits par les changements sur les variables agricoles

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|------------|----------|---------|----------------------|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | Majeure | Majeure | Majeure | Majeure |
| Inondation | Majeure | Majeure | Majeure | Majeure |
| Augmentation de la température | Modérée | Majeure | Mineure | Majeure |
| Retard date démarrage/ date semis | Modérée | Majeure | Mineure | Majeure |
| Raccourcissement de la saison | Modérée | Majeure | Mineure | Majeure |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Modérée | Majeure | Mineure | Majeure |
| Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Majeure | Majeure | Majeure | Majeure |
| Augmentation de la force du vent | Modérée | Modérée | Mineure | Modérée |

Source des données : Résultats d'enquêtes de terrain, octobre 2018

L'examen du tableau XXIV montre la sévérité de la sécheresse et l'inondation induite par les changements climatiques sur les variables qui est majeure. A la suite de la détermination des conséquences des risques, il a été déterminé les degrés des impacts des risques dans le tableau XXV.

Tableau XXV : Degrés des impacts des risques agricoles induits par les changements sur les variables

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|------------|----------|---------|----------------------|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | Elevée | Elevée | Elevée | Elevée |
| Inondation | Elevée | Elevée | Elevée | Elevée |
| Augmentation de la température | Moyenne | Elevée | Moyenne | Elevée |
| Retard date démarrage/ date semis | Moyenne | Elevée | Faible | Elevée |
| Raccourcissement de la saison | Moyenne | Elevée | Faible | Elevée |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Moyenne | Elevée | Faible | Elevée |
| Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Elevée | Elevée | Elevée | Elevée |
| Augmentation de la force du vent | Moyenne | Moyenne | Faible | Moyenne |

Source des données: Résultats d'enquêtes de terrain, octobre 2018

Le tableau XXV montre les degrés des impacts des risques agricoles induits par les changements sur les variables. Pour mieux illustrer le niveau d'impact de chaque facteur climatique sur les ressources, une coloration a été attribuée au tableau, en tenant compte à la fois de la probabilité d'occurrence de ce facteur climatique (très probable et probable) et le niveau de sévérité causée (faible, moyen, élevé, extrême) lorsque ce facteur apparaît. Ainsi, il a été réalisé la matrice des impacts dans le tableau XXVI dans lequel sont superposés aux impacts, les fonds de couleurs correspondant aux degrés des impacts de chaque risque sur chacune des variables.

Tableau XXVI : Matrice des impacts des risques climatiques sur les variables

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|--|---|---|--|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | stress hydrique des plantes accru, accroissement des feux de brousse, mortalité du couvert végétal | Augmentation des besoins en eau, stress hydrique et thermique au niveau des cultures, et baisse sévère des rendements | Diminution de l'humidité du sol pour la croissance de plantes, augmentation de la dégradation des terres | Disponibilité en eau réduite, baisse de rendement |
| Inondation | Destruction du couvert végétal | Destruction des cultures, cultures emportées, baisse de rendement. | Dégradation des sols, décapage de la partie superficielle très fertile du sol par l'eau | Pollution de l'eau de surface et souterraine, manque d'eau potable |
| Augmentation de la température | Stress hydrique et thermique des plantes, augmentation de l'évapotranspiration et perte de couverture végétale | Augmentation des besoins en eau, stress hydrique et thermique au niveau des cultures et baisse des rendements | Température du sol diminué, réduction de l'eau du sol disponible pour les plantes, perte de la fertilité du sol | Disponibilité en eau réduite, évaporation élevée, dégradation de la qualité de l'eau |
| Retard date démarrage/ date semis | Réduction de couverture végétale, risque de mauvaise production augmenté | Calendrier cultural modifié, baisse de la productivité, baisse des rendements | Baisse de l'humidité du sol | Disponibilité en eau réduite, baisse du potentiel hydrique, baisse de rendement |
| Raccourcissement de la saison | Réduction de la couverture végétale | Coût de production élevé, baisse de rendement, baisse de revenu, | Baisse de l'humidité du sol, dégradation des sols, baisse de rendement | Baisse du potentiel hydrique, baisse de rendement |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Stress hydrique des plantes, réduction de la couverture végétale | Manque d'eau aux cultures et baisse des rendements | Réduction de l'eau du sol disponible pour les plantes | Disponibilité en eau réduite |
| Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Perte de la biodiversité, diminution de l'humidité du sol pour la croissance de plantes | Baisse sévère des rendements, stress hydrique accentué | Baisse sensible de l'humidité du sol, dégradation des terres | Diminution d'eau disponible |
| Augmentation de la force du vent | Verse des plantes augmentée, évapotranspiration Augmentée | Verse des cultures augmentées, baisse de rendement | Baisse de l'humidité | Disponibilité en eau réduite |

Source des données: Résultats d'enquêtes de terrain, octobre 2018

Légende

| | |
|--------|--|
| Elevé | |
| Moyen | |
| Faible | |

Le tableau XXVI a permis de lire les impacts potentiels des risques climatiques identifiés sur les ressources locales. Ainsi, le degré des impacts des risques de sécheresse et d'inondation (avec la probabilité d'occurrence, extrêmement probable) sur toutes les variables est élevé. Il faut noter que sur les variables cultures et disponibilités en eau, le niveau d'impact des risques climatiques sauf l'augmentation de la force du vent est élevé.

5.1.5. Corrélation entre les hauteurs pluviométriques et les rendements

Le sol (fertilité) associé à la variabilité climatique impacte le rendement agricole dans la dépression médiane. La figure 43 présente la corrélation entre la pluie et le rendement du maïs, du niébé, de la tomate et du gombo.

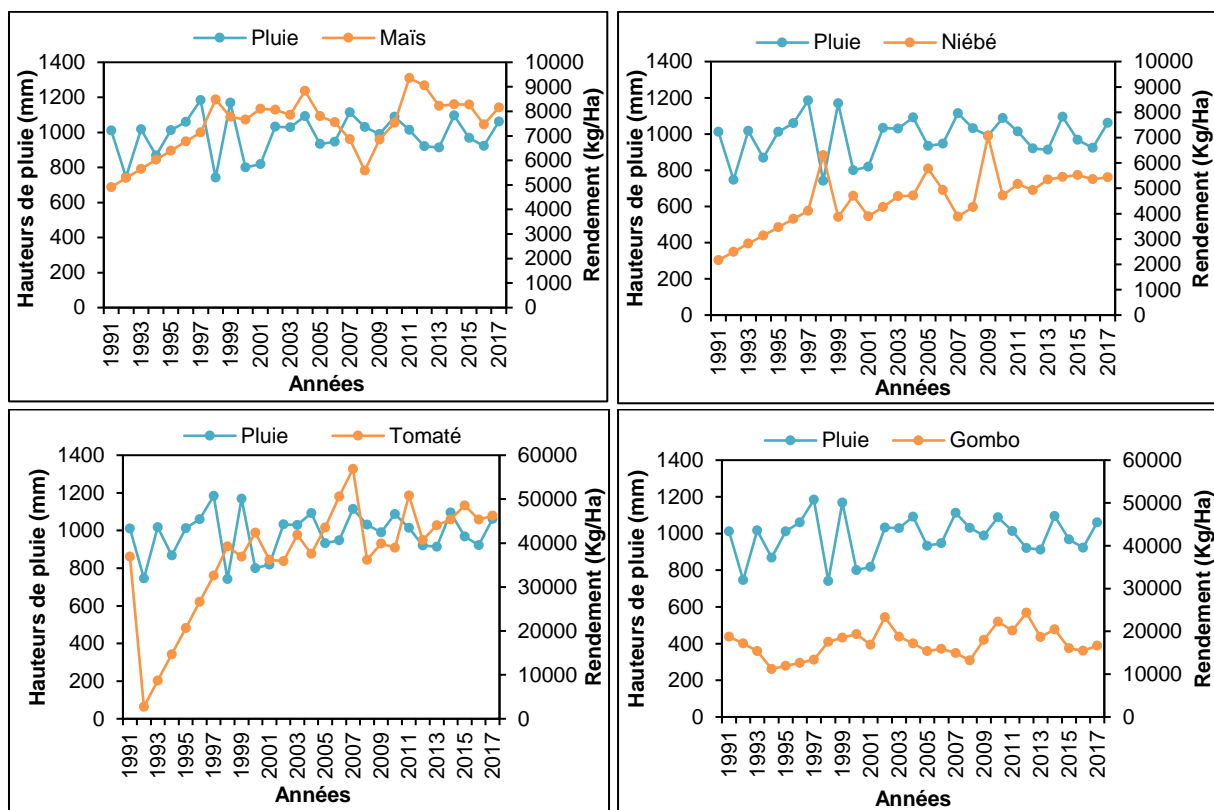


Figure 43 : Corrélation entre la pluie et le rendement du maïs, niébé, tomate et gombo
Source des données : Météo-Bénin et MAEP novembre 2018

L'analyse de la figure 43 montre que les rendements des cultures de maïs, de niébé, tomate et gombo ont connu une progression en fonction des hauteurs de pluies entre 1991 et 2017. De 1991 à 1997, les rendements des cultures du maïs, du niébé et de

la tomate ont connu une croissance de 4911,471 Kg/Ha à 7142,01 Kg/Ha (maïs) et de 2168,42 Kg/Ha à 4112,77 Kg/Ha (niébé) avec des hauteurs de pluie qui passent de 746,12 mm à 1184,22 mm. Le rendement de la culture de gombo se présente en dents de scie sur la période. En effet, Les cultures du maïs, niébé, tomate et gombo ont connu une baisse de rendement sur la période 2007-2010 à cause des phénomènes (déficit d'eau et inondation) observés au cours de ces années. Selon 89 % des personnes enquêtées, la baisse des rendements agricoles est liée au démarrage tardif des pluies et/ou à la fin précoce de la saison pluvieuse ainsi qu'aux déficits ou excès pluviométriques.

Des tests de corrélation ont été effectués entre les hauteurs de pluie et les rendements pour vérifier si les rendements des cultures sont fonctions des hauteurs de pluie. Le test de Kendall a permis d'évaluer la signification de la corrélation pluie-rendements sur la période 1991-2017 (tableau XXVII).

Tableau XXVII : Coefficient de corrélation entre pluie et rendement de Kendall

| Cultures | Coefficient de corrélation | Test de Kendall |
|---------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Maïs | $r = 0,145$ | P – value = 0,288 ; $\alpha = 0,05$ |
| Niébé | $r = - 0,017$ | P – value = 0,900 ; $\alpha = 0,05$ |
| Tomate | $r = 0,014$ | P – value = 0,917 ; $\alpha = 0,05$ |
| Gombo | $r = 0,114$ | P – value = 0,404 ; $\alpha = 0,05$ |

Source des données : Résultats de calcul, janvier 2019

L'examen des données du tableau XXVII montre que la corrélation entre les hauteurs de pluie et le rendement des cultures est inférieure à 0,5 pour le maïs ($r = 0,145$), le niébé ($r = - 0,017$), la tomate ($r = - 0,014$) et le gombo ($r = 0,114$). Au seuil de significativité $\alpha = 0,05$; l'hypothèse nulle d'absence de corrélation ne peut pas être rejetée. Autrement dit, la corrélation n'est pas significative. Ce qui est justifié par le test de Kendall où la p-value, est supérieure à $\alpha (= 0,05)$ pour ces cultures. Les rendements des cultures dans la dépression médiane ne dépendent pas seulement des précipitations et sont influencés par d'autres facteurs physiques (la fertilité du sol) et les facteurs humains (itinéraire technique des activités agricoles). En effet, les relations fonctionnelles entre les hauteurs de pluie maximales et les rendements des cultures au sud-Bénin sont faibles. De ce constat, il ressort que les pluies et rendements de cultures ne dépendent seulement des variations des hauteurs de pluie.

5.2. Vulnérabilité socio-économique des paysans aux changements climatiques

L'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes associés aux effets socio-économiques de la perte des récoltes se manifestent par la baisse des revenus et l'augmentation des prix des produits agricoles. L'aggravation des pertes agricoles entraîne une diminution des revenus issus de la production agricole. Selon les paysans (98 %), les années de fortes pluies et d'inondation (1962, 1963, 1988, 1999, 2010) ont entraîné une grande perte des productions agricoles et de revenus économiques. Pour 83 % des paysans de la dépression médiane, la production agricole constitue la principale source de revenus.

Dans la dépression médiane, les paysans n'ont pas profité des prix élevés pour investir dans leurs moyens de production et accroître leur productivité parce que ces prix ne leur ont pas été répercutés.

Par ailleurs, l'augmentation des prix des denrées alimentaires contribue au taux d'inflation global. Les variations de ces prix constituent une moyenne pondérée des variations des prix d'un panier fixe de biens, notamment les denrées alimentaires, et dont les pondérations reflètent l'importance de chaque bien dans le budget global d'un ménage. De ce fait, l'explosion des prix, engendrée par les changements climatiques, renchérit énormément le coût de la vie. La situation pourrait pas connaître une amélioration à l'horizon 2050 d'autant plus que les extrêmes climatiques, source de pauvreté s'amplifieront par l'augmentation de leur fréquence d'occurrence avec leurs corollaires.

Au sud-Bénin, dans une situation de pénurie accrue et de fortes fréquences d'événements climatiques extrêmes, les produits agricoles connaîtront une augmentation de prix. Une inflation économique généralisée pourrait en découler, et le bien-être socio-économique de toute la population sera fortement menacé par l'accentuation de la pauvreté. Déjà en juin 2008, les prix des produits alimentaires de base sur les marchés internationaux ont atteint leurs plus hauts niveaux depuis 30 ans, menaçant la sécurité alimentaire des pauvres du monde entier. En 2007 et en 2008, principalement à cause de la flambée des prix des denrées alimentaires, 115 millions de personnes supplémentaires ont été plongées dans la faim chronique (FAO, 2013).

Les effets socio-économiques des changements climatiques ne se ressentent pas de la même façon chez les différentes classes sociales (petits producteurs, moyens et

grands producteurs agricoles) dans la dépression médaine. La figure 44 présente le positionnement des classes d'effets socio-économiques des changements climatiques dans l'axe factoriel.

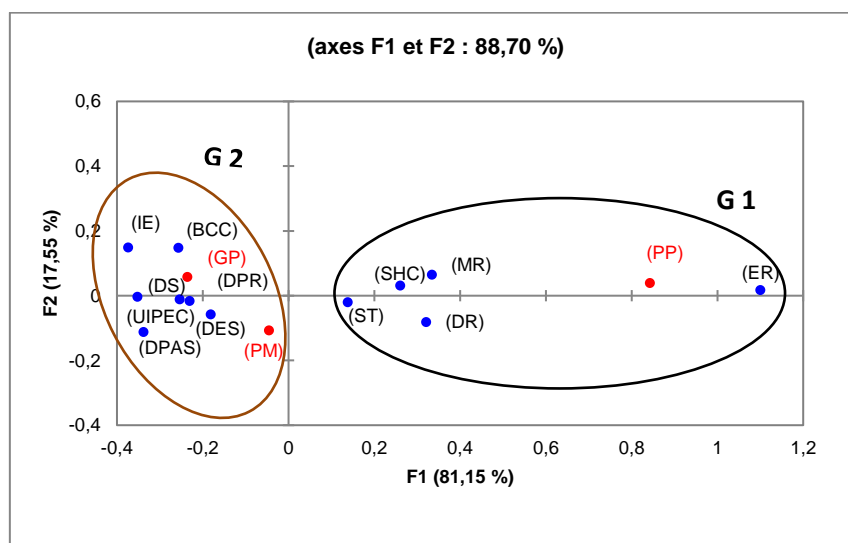


Figure 44 : Positionnement des classes d'effets socio-économiques des changements climatiques dans l'axe factoriel

Dégradation des pistes rurales (DPR), Semis tardif (ST), Diminution des superficies emblavées (DES), mauvais rendements (MR), Bouleversement du calendrier culturel (BCC), Impayés pour les engrais (IE), Destruction des cultures (DS), Diminution du Revenu (DR), Exode rural (ER), Stress hydrique des plants (SHC), Décomposition des Produits Agricoles Stockés (DPAS), Utilisation Intensive des Pesticides et Engrais Chimiques (UIPEC).

Source des données : Enquêtes de terrain, décembre 2018

L'analyse de la figure 44 montre une inertie totale de 88,7 % dont 81, 15 % pour le facteur F1 et 17,55 % pour le facteur F2. Cette forte proportion est largement suffisante pour tirer une conclusion relative entre variables étudiées et les observations. Selon les valeurs de cosinus carré (voir annexes), les variables petits producteurs (PP) et grands producteurs (GP) contribuent à la formation de l'axe F1. De plus les variables (PP) et (PM et GP) se trouvent dans deux zones opposées de l'axe F1. Ainsi, il ressort de l'analyse de la figure 44 deux groupes :

- le groupe 1 est composé des effets socio-économiques les plus remarquables chez les petits producteurs tels que : le semis tardif, le mauvais rendement, la diminution du revenu, l'exode rural et le stress hydrique des plants ;
- le groupe 2 ressort les effets socio-économiques chez les moyens et grands producteurs tels que : la dégradation des pistes rurales, la diminution des superficies emblavées, le bouleversement du calendrier culturel, les impayés pour les engrais, la destruction des cultures, la décomposition des produits agricoles stockés, l'utilisation intensive des pesticides et engrais chimiques ;

Cette classification permet de conclure que les différents acteurs sont exposés aux effets socio-économiques des changements climatiques dans la dépression médiane ; mais le niveau d'exposition varie d'un acteur à un autre.

Les changements climatiques participent considérablement à la réduction des atouts et des moyens d'existence des populations locales dans la dépression médiane. En impactant les services rendus par les écosystèmes, les changements climatiques changent l'évolution économique, compte tenu de l'influence climatique sur les populations et leurs activités. En effet, les effets des changements climatiques sont les modifications du climat à travers la pourriture des récoltes de la campagne agricole précédente, la chute des fleurs et des fruits non mûrs, les semis tardifs, la diminution des superficies emblavées, la baisse des rendements, la verse des cultures, la destruction des cultures, l'appauvrissement des sols, le bouleversement du calendrier cultural, la diminution des revenus, etc. Les différents sous-indicateurs socio-économiques ont été notés suivant le barème préalablement établi (tableau XXVIII).

Tableau XXVIII : Notation des indicateurs socio-économiques

| Indicateurs | Sous-indicateurs | Cotes | Moyennes des cotes |
|--------------------|--|--------------|---------------------------|
| CAPITAL HUMAIN | Main-d'œuvre permanente | 1 | 1,66 |
| | Main-d'œuvre occasionnelle | 1 | |
| | Scolarisation | 1 | |
| | Nombre de personnes qualifiées professionnellement | 2 | |
| | Accès aux soins de santé | 2 | |
| | Sécurité de personne et bien | 3 | |
| CAPITAL SOCIAL | Appartenance à une organisation paysanne | 2 | 1,20 |
| | Entraide | 1 | |
| | Participation aux prises de décisions | 1 | |
| | Aides de l'Etat | 1 | |
| | Aides des ONG | 1 | |
| CAPITAL PHYSIQUE | Infrastructures marchandes | 2 | 1,20 |
| | Route | 1 | |
| | Intrants | 1 | |
| | Matériels agricoles | 1 | |

| | | | |
|----------------------|---|---|-------------|
| | Banque céréalière | 1 | |
| CAPITAL NATUREL | Disponibilité des terres agricoles | 2 | 2 |
| | Végétation | 2 | |
| | Disponibilité de l'eau | 2 | |
| | Progrès vers la gestion durable des terres | 2 | |
| CAPITAL FINANCIER | Revenus des travaux agricoles | 3 | 1,75 |
| | Revenus d'autres activités | 1 | |
| | Apports membres de la famille à l'extérieur | 1 | |
| | Accès aux crédits | 2 | |

Source des données: Résultats d'enquêtes de terrain, novembre 2018

L'examen des données du tableau XXVIII montre que la cote d'un indicateur socio-économique étant la moyenne des cotes des sous-indicateurs qui le constituent, alors la moyenne des différentes cotes des indicateurs socio-économiques cités plus haut donne la capacité d'adaptation de la communauté des agriculteurs. Ici, cette moyenne est 1,56 inférieure à 2 ; ce qui traduit une capacité d'adaptation faible (figure 45).

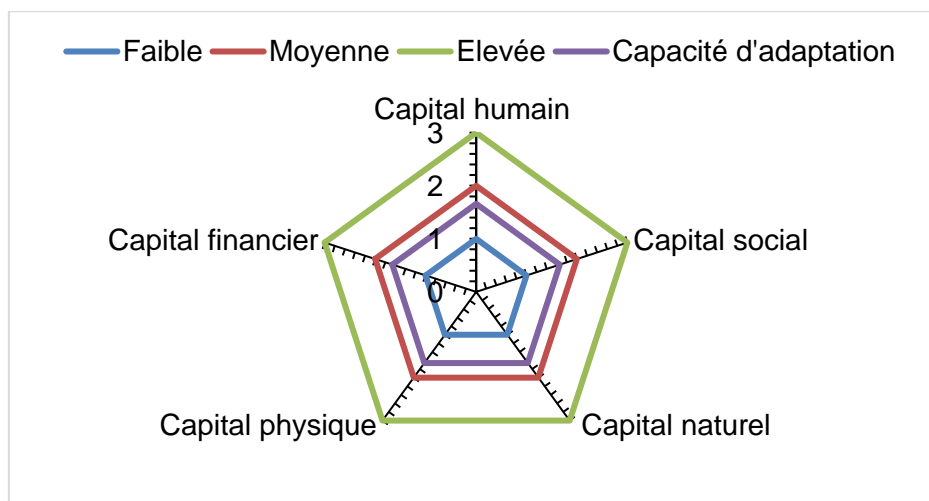


Figure 45 : Diagramme de vulnérabilité socio-économique des agriculteurs de la dépression médiane

Source des données: Résultats d'enquêtes de terrain, novembre 2018

La figure 45 montre le diagramme de vulnérabilité socio-économique des agriculteurs de la dépression médiane. De cette capacité d'adaptation, la matrice de vulnérabilité a été déterminée (tableau XXIX).

Tableau XXIX : Matrice de vulnérabilité socio-économique des paysans

| Impacts potentiels (degré d'impact) | Capacité d'adaptation |
|-------------------------------------|-----------------------|
| | Faible |
| Extrême | Elevé |
| Elevé | Elevé |
| Modéré | Modéré |
| Faible | Faible |

Source des données: Résultats d'enquêtes de terrain, novembre 2018

L'examen du tableau XXIX montre que le degré des impacts des changements climatiques sur l'agriculture est élevé et les paysans ont une capacité d'adaptation faible. En conclusion, le paysannat impliqué dans la production agricole dans la dépression médiane a donc un niveau de vulnérabilité élevé face aux changements climatiques et une capacité d'adaptation faible.

Pour réduire les effets des changements climatiques sur le paysannat, les options d'adaptation sont identifiées au vu des impacts et de la capacité d'adaptation des paysans. Le tableau XXX présente la matrice d'adaptation aux changements climatiques dans la dépression médiane.

Tableau XXX : Matrice d'adaptation dans la dépression médiane

| Risques climatiques | Variables | | | |
|---|--|--|--|---|
| | Végétation | Cultures | Sol | Disponibilité en eau |
| Sécheresse | Mise en défens des forêts, technique de maintien de l'humidité du sol, agroforesterie, reboisement | Mise en place de technique durable d'irrigation, mise en place des espèces et variétés résistantes à la sécheresse | Techniques de récupération des terres, technique de maintien du couvert du sol | Mise en oeuvre des techniques de conservation des eaux ; gestion efficiente de l'utilisation de l'eau |
| Inondation | Mise en défens des forêts, mise en place des espèces et plantes résistantes à l'excès d'eau, mise en place de technique durable d'évacuation d'eau | mise en place des espèces et variétés résistantes à l'excès d'eau ; abandon de certaines variétés, changement alimentaires et achat des motos-pompes ; mise en place de technique durable d'évacuation d'eau | Utilisation des billons dans les bas-fonds, techniques de récupération des terres et du maintien du couvert du sol | Traitement de l'eau polluée avant consommation (utilisation de l'eau de javel) ; adduction d'eau potable en milieu rural (forages, puits). |
| Augmentation de la température | Mise en défens des forêts, technique de maintien de l'humidité du sol | Création des variétés résistantes au stress thermique; Modifier dates de semis; Ajuster la population plantes pour minimiser le stress hydrique ; Exploitation des bas-fonds ; | Développement des techniques de réduction de la température du sol; abris pour agir sur le micro climat | Amélioration des techniques de conservation de l'eau (construction de digues ou diguettes), améliorer l'efficience de l'utilisation de l'eau, |
| Retard date démarrage/ date semis | Mise en place de technique durable d'irrigation ; utiliser des espèces/variétés précoces ; | Utilisation les espèces/ variétés précoces; Mise en œuvre techniques conservation de l'eau à des fins agricoles ; exploitation des bas-fonds, | Technique de conservation de l'humidité du sol, Technique de restauration des sols (billonnage, sillonnage) | Mise en place de technique durable d'irrigation ; Amélioration des techniques de conservation de l'eau (construction de digues ou diguettes) |
| Raccourcissement de la saison | Promotion de la petite irrigation, amélioration des pratiques agroforestières | mise en place des espèces et variétés améliorées à cycle court ou extra- précoce, utilisation des bas-fonds, développement des techniques d'irrigation et du maraîchage | Technique de conservation de l'humidité du sol ; | Promotion des techniques de production, réalisation des retenus d'eau à des fins agricoles |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Promotion de la petite irrigation, amélioration des pratiques agroforestières | mise en place des espèces et variétés améliorées à cycle court ou extra- précoce, utilisation des bas-fonds, développement des techniques d'irrigation et du maraîchage | Technique de conservation de l'humidité du sol ; | Promotion des techniques de production, réalisation des retenus d'eau à des fins agricoles |
| Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Mise en place de technique durable d'irrigation ; utilisation des espèces/variétés précoces ; | Mise en place de technique durable d'irrigation, mise en place des espèces et variétés résistantes à la sécheresse | Technique de conservation de l'humidité du sol ; | Mise en œuvre des techniques de conservation des eaux ; |
| Augmentation de la force du vent | Utilisation des espèces /variétés à faible développement vertical | Utilisation des variétés résistantes à la verse | Maintenir la couverture du sol pour réduire l'érosion éolienne | Promotion de l'agroforesterie; Prévoir des couvertures pour les puits |

Source des données: Enquêtes de terrain, novembre 2018

Légende

| | | |
|----------------------|--|--------|
| Extrêmement probable | | Elevé |
| Très probable | | Modéré |
| Probable | | Faible |

Le tableau XXX montre la matrice d'adaptation dans la dépression médiane. Ainsi, face aux risques tels que l'inondation, la sécheresse, l'augmentation de la température, le retard de date de démarrage et date de semis, raccourcissement de la saison et diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison pluvieuse, la vulnérabilité étant élevée sur la production agricole et la disponibilité en eau, les paysans développent une capacité d'adaptation faible.

5.3. Impacts futurs des changements climatiques sur la production agricole

Les événements extrêmes s'observent déjà au Bénin (cas des inondations de l'année 2010) et affecteront davantage de nombreux secteurs économiques vitaux et les populations. La vulnérabilité future aux impacts des changements climatiques sera traitée ici pour le secteur agricole dans la dépression médiane, suivant le scénario RCP 4.5 et 8.5 issu du modèle climatique REMO (figure 46).

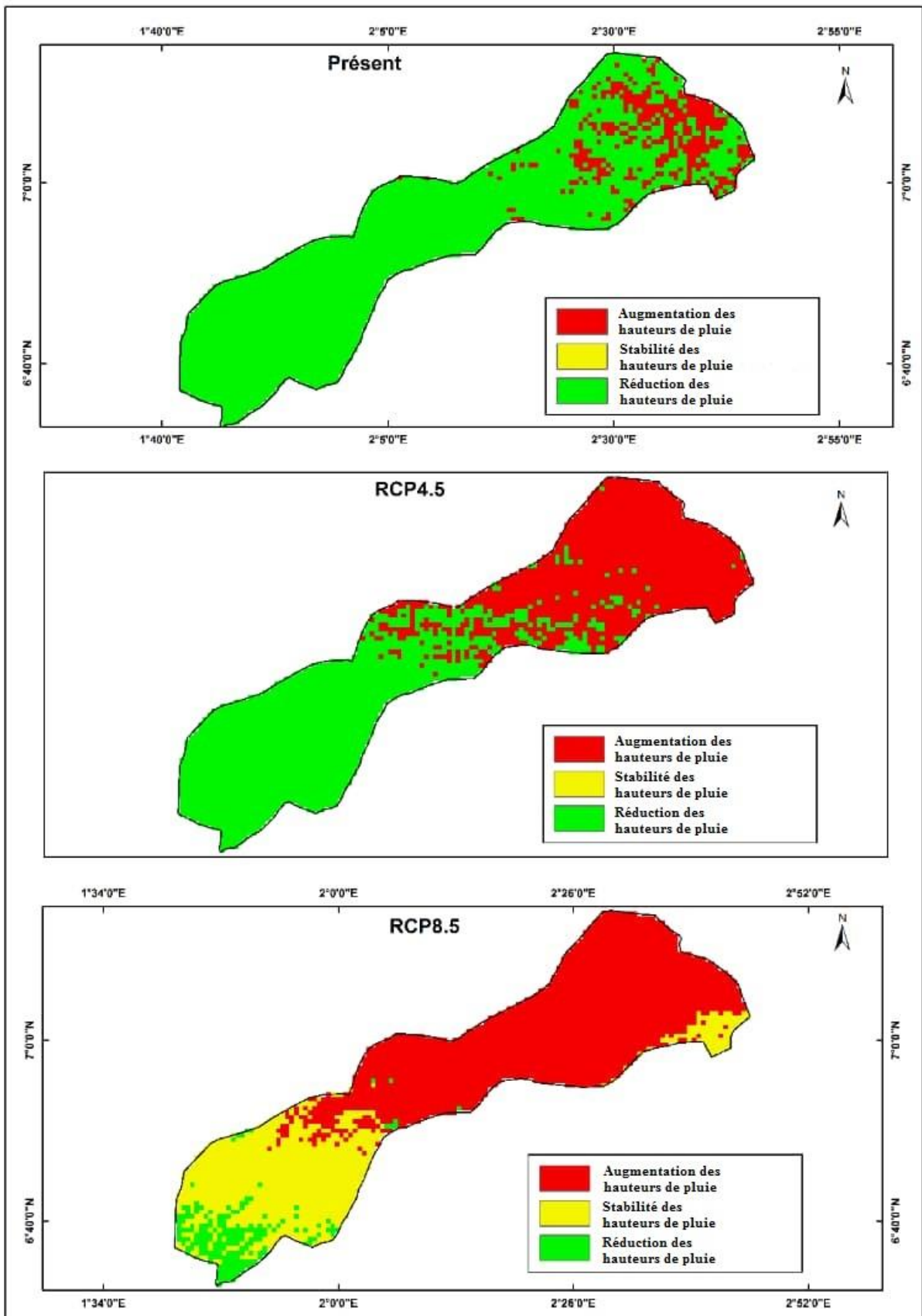


Figure 46 : Degré d'impact potentiel des pluies dans la dépression médiane
Source : Traitement des données, 2019

L'analyse de la figure 46 montre que les projections climatiques pour la période 2018-2050, notamment celles des précipitations indiquent une recrudescence des extrêmes pluviométriques avec le scénario RCP 8.5 sur 80 % de la dépression médiane. Le modèle régional REMO s'accorde sur la prépondérance des aléas pluviométriques dans les dépressions d'Issaba et de la Lama et une réduction des extrêmes pluviométriques dans la dépression des Tchis avec le scénario RCP 8.5.

En ce qui concerne le scénario RCP 4.5, les dépressions des Tchis et de la Lama sont favorables au développement des cultures à l'horizon 2050 et la dépression d'Issaba est défavorable. Ainsi, selon les scénarii RCP 4.5 et 8.5, la dépression d'Issaba seraient sujets aux impacts des inondations pluviales suivant les sorties du modèle REMO. Ces résultats sont à prendre avec précaution car tel qu'indiqué au niveau de l'exposition future, beaucoup d'incertitudes sont liées à la projection future notamment celle des extrêmes pluviométriques. Plus de 50 % de la dépression médiane connaîtrait une augmentation de leur vulnérabilité à l'horizon 2050, c'est-à-dire, leur situation par rapport aux pluies extrêmes devrait s'empirer si des mesures adéquates ne sont pas prises.

L'analyse de la variabilité pluviométrique future a permis d'apprécier les rendements futurs des cultures considérées (maïs, niébé, tomate et gombo) dans la présente recherche avec le logiciel XLSTAT. Seules les précipitations de 2050 en fonction des deux scénarii (RCP 4.5 et 8.5) ont été considérées (figure 47).

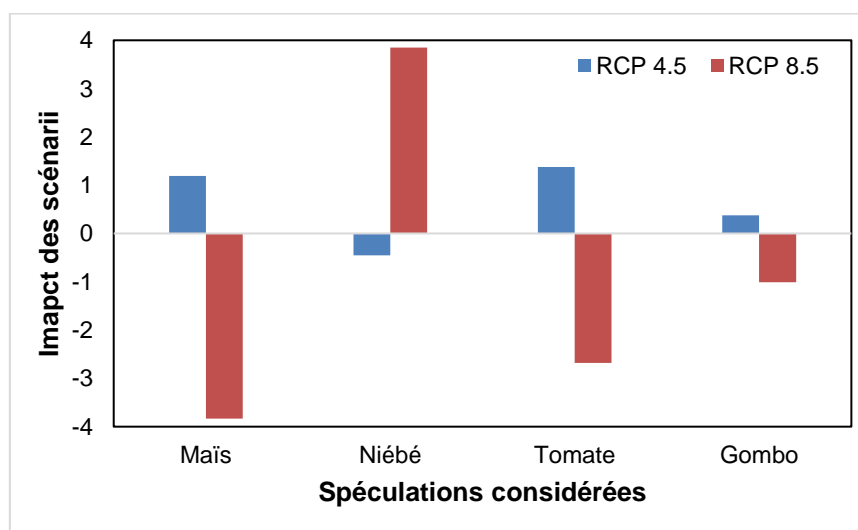


Figure 47 : Incidence des variations pluviométriques futures sur la production agricole
Source : Traitement des données, 2019

L'analyse de la figure 47 montre qu'à l'horizon 2050 et selon les scénarii RCP 4.5 et 8.5, les cultures telles que le maïs, le niébé, la tomate et le gombo seront différemment impactées. Les changements pluviométriques selon chaque scénario indiquent une augmentation de hauteurs de pluie annuelle par rapport à l'année 2017 pour RCP 4.5 et une diminution pour RCP 8.5. Dans ces conditions, les cultures de maïs, tomate et gombo pourraient connaître respectivement une réduction de 3,83 %, 2,68 % et 1,01 % sous le scénario RCP 8.5, mais un accroissement respectif de 1,19 %, 1,38 % et 0,37 % sous le scénario RCP 4.5 par rapport à la période de référence 1981-2017. Il en est de même pour la culture du niébé, dont la production pourrait être régressée sous le scénario RCP 4.5, mais pourrait être augmentée de 3,85 % sous RCP 8.5. Ainsi, l'augmentation des hauteurs de pluie par rapport à l'année pluviométrique humide de 2010 constitue un risque pour la plupart des cultures pratiquées par les paysans dans la dépression médiane en dehors du niébé et du gombo. Cette situation amplifiera la vulnérabilité des paysans et entraînera d'autres conséquences socio-économiques.

Les changements climatiques constituent une source de risque supplémentaire aux facteurs de vulnérabilité de la dépression médiane, qui induisent des impacts négatifs sur le paysannat. Ainsi, le démarrage tardif des saisons, l'augmentation de la température, le raccourcissement des saisons, l'inondation et la sécheresse sont, entre autres, des risques climatiques bien perçus par les paysans. Les risques ont été confirmés par l'analyse des données. Les impacts de ces risques sur la disponibilité en eau, la végétation, le sol et les cultures, plus globalement sur l'agriculture sont bien perçus par 98 % des paysans et les impacts futurs des changements climatiques sur la production agricole ont été appréciés par les scénarii RCP 4.5 et 8.5. Devant une baisse croissante des rendements, les paysans de la dépression médiane multiplient des stratégies pour réduire les effets néfastes des changements climatiques (chapitre VI).

TROISIEME PARTIE
EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DU PAYSANNAT AUX EFFETS
DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET MESURES DE RESILIENCE DES
PAYSANS DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN

La troisième partie de cette recherche comporte deux (2) chapitres, le chapitre VI et VII. Le chapitre VI aborde les stratégies d'adaptation du paysannat aux effets des changements climatiques et leur efficacité dans la dépression médiane. Le chapitre VII traite les mesures de renforcement des stratégies développées par les paysans dans la dépression médiane au sud-Bénin pour réduire les effets des changements climatiques.

CHAPITRE VI

EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DEVELOPPEES PAR LES PAYSANS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Dans la dépression médiane, les paysans sont victimes des effets des changements climatiques. Les différentes stratégies mises en œuvre par les producteurs agricoles pour contrecarrer les déficits et excès hydriques qu'éprouvent leurs cultures ont été examinées.

6.1. Analyse de l'efficacité des stratégies d'adaptation paysannes

Les études menées dans le domaine des stratégies d'adaptation impliquent généralement la prise en compte de variables non quantifiables, mais qui sont néanmoins des facteurs déterminants dans la prise de décision. Il faut alors élargir les outils d'analyse aux techniques qualitatives afin d'incorporer toutes les variables et paramètres essentiels à une étude complète, ceci grâce à l'analyse multicritère.

6.1.1. Critères et justification de la pondération

Les critères d'évaluation et de pondération utilisés répondent aux objectifs des différentes stratégies d'adaptation énumérées. Cette analyse permet de voir, si les stratégies d'adaptation développées par les paysans sont efficaces pour réduire les effets néfastes des changements climatiques. Le tableau XXXI présente le niveau de satisfaction et la pondération des critères d'évaluation.

Tableau XXXI : Niveau de satisfaction et pondération des critères d'évaluation

| Paramètres Critères | Coefficient de pondération (Total= 100%) | Niveau de satisfaction | Critère économique | Critère environnemental |
|---|---|---|--|-------------------------|
| Sécheresse | 25 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Inondation | 25 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Augmentation de la température | 25 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Retard date démarrage/ date semis | 15 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Raccourcissement de la saison | 15 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | 15 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Répétition de séquence sèche | 15 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Augmentation de la force du vent | 5 % | 0=Aucun 1=Faible 2=Moyenne 3=Bonne | 1= Très moins coûteux 2= Peu coûteux 3= Coûteux 4= Très coûteux | 1= Non 2= Oui |
| Total | 100 % | | | |

Source des données : Enquêtes de terrain, octobre 2018

L'examen des données du tableau XXXI montre que l'inondation, la sécheresse et l'augmentation des températures ont plus d'impacts sur la production agricole selon les producteurs. C'est pour cela que ces trois (3) critères ont les plus grands coefficients de pondération, soit 25 % chacun.

La diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies, la répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses et le retard de la date de démarrage/ date de semis sont des critères qui nécessitent aussi d'attention pour assurer une disponibilité de l'eau pour les cultures. Ces critères ont un même coefficient (15 %). L'augmentation de la force du vent a un impact faible sur la production agricole selon les paysans. Ce critère a donc le plus faible coefficient, soit 5 %. En effet, les différents niveaux de satisfaction ont été affectés en fonction de ce que chaque stratégie permet de faire. Cette affectation des scores a été réalisée avec les paysans pendant les enquêtes de terrain et les discussions de focus group de manière participative. A partir des différents niveaux de satisfaction et des coefficients de pondération, une stratégie apparaît efficace lorsqu'elle a :

- un score linéaire ≥ 7 et/ou ;
- un score pondéré $\geq 1,5$.

Les critères environnementaux et économiques ont été pris en compte. Pour le critère environnemental, l'impact ou pas, que la réalisation aura sur l'environnement a été considéré. En ce qui concerne le critère économique, le prix de réalisation du bien, soit très moins coûteux, peu coûteux, coûteux et très coûteux a été considéré.

6.1.2. Adaptation paysanne aux effets des changements climatiques

Pour réduire leur vulnérabilité aux déficits d'eau en période sèche soit en réajustant le calendrier agricole soit en apportant de l'eau par irrigation ou aux excès hydriques en période d'inondation, les populations paysannes agricoles de la dépression médiane adoptent plusieurs stratégies.

6.1.2.1. Récolte précoce des cultures

La récolte précoce des cultures (RPC) est une pratique très utilisée dans la dépression médiane selon 76 % des paysans interrogés. En effet, lorsque les cultures atteignent déjà la maturité avant que ne surviennent les inondations, les paysans précipitent la récolte. Dans ce cas, ils parviennent à récupérer une partie de leur production. Quelques épis de maïs qui tombent dans l'eau sont ramassés et servent à nourrir des animaux. Les cultures qui ont la chance de boucler leur cycle végétatif avant l'arrivée dudit phénomène (inondations) sont stockées dans les greniers à maïs connus en vocabulaire nago sous le nom « *Aka* ». Celles qui sont encore fraîches, à défaut de techniques de conservation des produits, sont bradées aussitôt après les récoltes.

Cette pratique permet aux paysans d'éviter le pourrissement des produits et de satisfaire les besoins de circonstance. Le tableau XXXII présente la matrice de l'analyse de la stratégie récolte précoce des cultures pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane.

Tableau XXXII : Matrice de l'analyse de la stratégie, récolte précoce des cultures pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Critères Stratégie | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Récolte Précoce des Cultures (RPC) | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 1,10 | 1 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'analyse du tableau XXXII montre que la stratégie, récolte précoce des cultures a un score linéaire égal à 6 et un score pondéré égal à 1,10 respectivement inférieur à 7 et 1,5. La stratégie, récolte précoce des cultures est peu efficace. Cette stratégie est efficace sur le plan socio-économique, car elle n'impacte pas l'environnement et sa mise en œuvre est très moins coûteux. Cette stratégie permet de réduire l'effet des inondations sur la production agricole dans la dépression médiane.

6.1.2.2. Pratiques occultes d'adaptation

La mise en œuvre des pratiques occultes d'adaptation (POA) est liée à la perception qu'ont les paysans des causes des changements climatiques (retard dans le démarrage des pluies, faux départs pluviométriques, ruptures pluviométriques au cœur de la saison agricole). Du fait déjà qu'ils perçoivent les changements climatiques relève de l'ordre de la nature et de Dieu, il s'en suit que l'homme ne pourra grande chose, que d'invoquer la clémence de Dieu et des mânes des ancêtres. C'est ainsi qu'en situations climatiques difficiles (retard de la saison pluvieuse, faux départ, etc.), certains paysans (67 % des interrogés) de la dépression médiane font recours aux "météorologues traditionnels" (les appels de pluie) qui sont des personnes célèbres ayant des aptitudes paranormales leur permettant d'attirer la pluie ; elle pourrait également "bloquer la pluie en temp donné" en cas d'une grande quantité, même si

cette dernière pratique est reconnue par l'ensemble des personnes interrogées (100 %). Le tableau XXXIII présente la matrice de l'analyse de la stratégie, pratiques occultes d'adaptation pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane.

Tableau XXXIII : Matrice de l'analyse de la stratégie, pratiques occultes d'adaptation pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Stratégie | Critères | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Pratiques Occultes d'Adaptation (POA) | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 7 | 1,45 | 1 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'analyse du tableau XXXIII montre que les pratiques occultes d'adaptation ont un score linéaire égal à 7 et un score pondéré égal à 1,45. Ce qui permet de conclure que cette stratégie est efficace. Dans la dépression médiane, les paysans pensent, en effet, qu'il est plus facile de provoquer la pluie que de l'arrêter. Cette pratique est néanmoins mentionnée comme crédible et efficace par 80 % des personnes interviewées. Les producteurs s'en remettent aux divinités pour résoudre leurs problèmes à travers les sacrifices. Il s'agit, entre autres :

- de l'organisation des cérémonies traditionnelles pour conjurer le sort et limiter les dégâts des inondations. Lors de ces cérémonies, des sacrifices sont offerts à la divinité *Olouwèri* et la divinité *Dan* "dieu de l'eau" pour implorer sa clémence et sa protection surtout dans la dépression d'issaba. Mais, selon 53 % des populations interviewées, l'efficacité de ces cérémonies n'est plus la même que par le passé en raison des nombreuses violations des interdits et de la diminution des pratiquants du fait de la présence des religions importées (christianisme et islam) ;
- de l'organisation des prières dans les églises et mosquées pour implorer la protection de Dieu contre les effets néfastes des risques climatiques pour 57 % des paysans interrogés. Ces résultats confirment ceux de A. Akindélé (2014, p. 104) qui a montré que les paysans pour s'adapter aux modifications climatiques qui

s'imposent à eux, organisent les prières collectives, consultent les météorologues traditionnels pour provoquer l'arrivée à temps des pluies.

6.1.2.3. Utilisation des intrants

Selon 98 % des paysans enquêtés, il est difficile d'obtenir un bon rendement sans l'utilisation des engrais (UI) ou sans faire bénéficier aux plants des pesticides. Les changements climatiques constituent un effet additif aux problèmes de baisse de fertilité qui se posent au monde paysan. Et pour permettre la fertilisation des sols afin de faciliter la croissance des plants et d'en tirer une récolte acceptable avant l'interruption des pluies, les producteurs font usage le plus souvent de l'urée et des engrais organiques selon 89 % des producteurs interrogés. La prolifération des adventices et la forte attaque des plants par les ravageurs ont conduit à la forte utilisation des pesticides (planche 10).



Planche 10 : Types de pesticides utilisés dans la dépression médiane
Prise de vues : Seydou, octobre 2018

A l'observation de la planche 10, la photo (10.1) montre un pesticide (Glyphader) utilisé dans la dépression d'Issaba. La photo (10.2) montre le RidOver utilisé dans la dépression des Tchis. Selon 99 % des enquêtés, ces produits sont utilisés pour avoir un bon rendement des cultures. Les types de produits utilisés sont fonction de la capacité financière du producteur. Mais le recours à l'utilisation des intrants se justifie en milieu paysan (60 % des paysans interrogés) par le souci de limiter la baisse de rendement consécutive aux aléas climatiques. Le tableau XXXIV présente la matrice de l'analyse de la stratégie, utilisation des intrants pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane.

Tableau XXXIV : Matrice de l'analyse de la stratégie, utilisation des intrants pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Critères Stratégie | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
|-----------------------|-------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Utilisation des Intrants (UI) | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | 1,2 | 2 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

Avec un score linéaire égal à 6 et un score pondéré égal à 1,20 respectivement inférieurs à 7 et 1,50, l'analyse du tableau XXXIV montre que l'utilisation des intrants est une stratégie peu efficace. De plus la mise en place de cette stratégie est peu coûteuse et impacte l'environnement. Alors elle est peu efficace sur le plan socio-économique et environnemental. Cette stratégie est utilisée selon 89 % des personnes enquêtées, pour accélérer le développement de la culture en cas du raccourcissement de la saison dans la dépression médiane.

6.1.2.4. Abandon des parcelles submersibles

L'abandon des parcelles submersibles (APS) consiste à abandonner les parcelles très submersibles au profit de celles qui sont par conséquent moins submersibles. L'abandon des parcelles submersibles est adopté par 68 % des producteurs interrogés, surtout ceux situés dans les milieux très souvent inondés (la dépression d'Issaba et des Tchis). Pour ces producteurs, cette stratégie permet de contourner les inondations et d'éviter ainsi les pertes de récoltes induites par les changements climatiques.

L'abandon des parcelles submersibles est très contraignant et ne peut être mis en œuvre que par des paysans ayant de vastes terres cultivables. Mieux, elle ne permet pas de résoudre le problème de manque d'eau au niveau des cultures et contribue à la destruction de la biodiversité. Le tableau XXXV présente la matrice de l'analyse de la stratégie, abandon des parcelles submersibles pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane.

Tableau XXXV : Matrice de l'analyse de la stratégie, abandon des parcelles submersibles pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Stratégie | Critères | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Abandon des Parcelles Submersibles (APS) | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1,2 | 1 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'analyse du tableau XXXV montre que l'abandon des parcelles submersibles est une stratégie peu efficace, avec un score linéaire égal à 6 inférieur à 7 et un score pondéré égal à 1,20 inférieur à 1,50. De plus très moins coûteuse et n'impacte pas l'environnement. Selon 83 % des personnes enquêtées, cette stratégie est utilisée pour réduire les effets des inondations dans la dépression médiane.

6.1.2.5. Augmentation des emblavures

L'extension des emblavures (AE) reste et demeure une stratégie développée par les producteurs agricoles du secteur d'étude pour s'adapter aux phénomènes climatiques. Pour 89,17 % des enquêtés, l'accroissement des emblavures est un moyen pour maintenir à un niveau acceptable la production agricole annuelle en raison de la baisse chronique des rendements. En effet, plus de 85 % des producteurs enquêtés ont augmenté leur superficie de culture (environ 25 ha d'augmentation). Cette réaction adaptative paysanne est confirmée par les statistiques sur les emblavures des cultures dans la dépression médiane. Cet état des choses pose le problème de l'irrigation et de suivi de toutes les superficies. L'évolution de la superficie du maïs (*Zea mays*), niébé (*Vigna inguiculata*), tomate (*Lycopersicum esculentum*) et du gombo (*Hibiscus esculentus*) amélioré a connu de réelle progression entre 1991 et 2017 (figure 48).

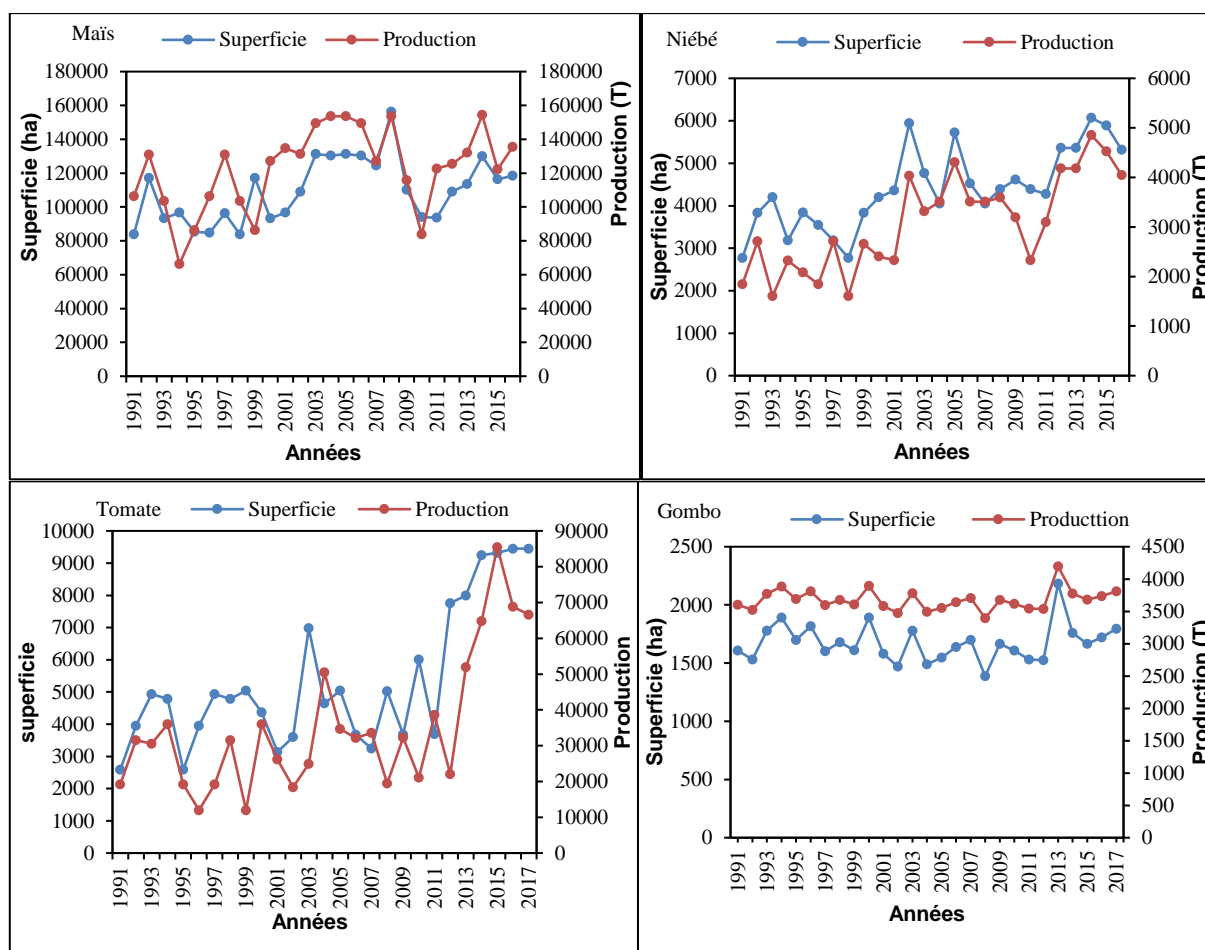


Figure 48 : Evolution des emblavures du maïs, du niébé, de la tomate et du gombo dans la dépression médiane de 1991 à 2017

Source des données : MAEP, novembre 2018

De l'analyse de la figure 48, il ressort l'intensification ou l'extension des surfaces préparées et de la production des cultures du maïs, du niébé, de la tomate et du gombo dans la dépression médiane entre 1991 et 2017.

Les productions et les superficies ont connu globalement une évolution croissante en dehors de quelques années où des différenciations ont été notées. En effet, l'évolution de la production du maïs, du niébé et de la tomate est la même que les superficies emblavées en dehors des années 1999, 2007 et 2010. Au cours de ces années, une baisse de la production a été constatée alors que les superficies emblavées sont demeurées élevées. Cette situation peut s'expliquer par la prévalence des extrêmes pluviométriques au cours de ces années. Si les années 1999 et 2010 ont été humides et sources d'inondation ayant entraîné la perte de cultures, celle de 2007 a plus connu des déficits pluviométriques et elle fut globalement sèche pour la culture du maïs. La

situation est identique pour le niébé, la tomate et gombo où en 2010, une baisse de la production a été observée alors que les superficies sont élevées. Cette augmentation de superficies emblavées constitue une source de dégradation des écosystèmes naturels ainsi la vulnérabilité des populations en période d'inondation ou de sécheresse.

L'évolution croissante de la production et de la superficie des différentes cultures dans la dépression médiane après l'année 2010 se justifie par le fait que les paysans ont commencé à comprendre que la mise en valeur des retenues d'eau donne un rendement meilleur. L'augmentation des emblavures permet d'augmenter la production. Cette stratégie ne permet pas de satisfaire les besoins en eau des cultures. Ainsi, l'augmentation des productions agricoles est due plus à un accroissement des emblavures moins qu'à une amélioration des rendements.

Tableau XXXVI : Matrice de l'analyse de la stratégie, augmentation des emblavures pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Critères Stratégie | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Augmentation des Emblavures (AE) | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 14 | 2,6 | 3 | 2 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

Il ressort de l'analyse du tableau XXXVI que l'augmentation des emblavures est une stratégie efficace avec, un score linéaire égal à 14 supérieur à 7 et un score pondéré égal à 2,6 supérieur à 1,5. Selon 87 % des personnes enquêtées, cette stratégie permet d'améliorer le rendement agricole en cas d'inondation.

6.1.2.6. Abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court

Dans le but de répondre au contexte climatique actuel et de satisfaire la demande, les producteurs ont adopté de nouvelles variétés de culture. En conséquence, certaines variétés de cultures qui pour l'essentiel ont un cycle long (AVCL) sont en cours d'abandon. Les variétés à cycle court (UVCC) comme le maïs de 75 jours et de 65

jours (en expérimentation) ont l'avantage d'atteindre le terme de leur cycle de développement avant la survenance des phénomènes climatiques.

La planche 11 présente un champ de maïs de 90 jours et 120 jours à Issaba dans la dépression médiane.

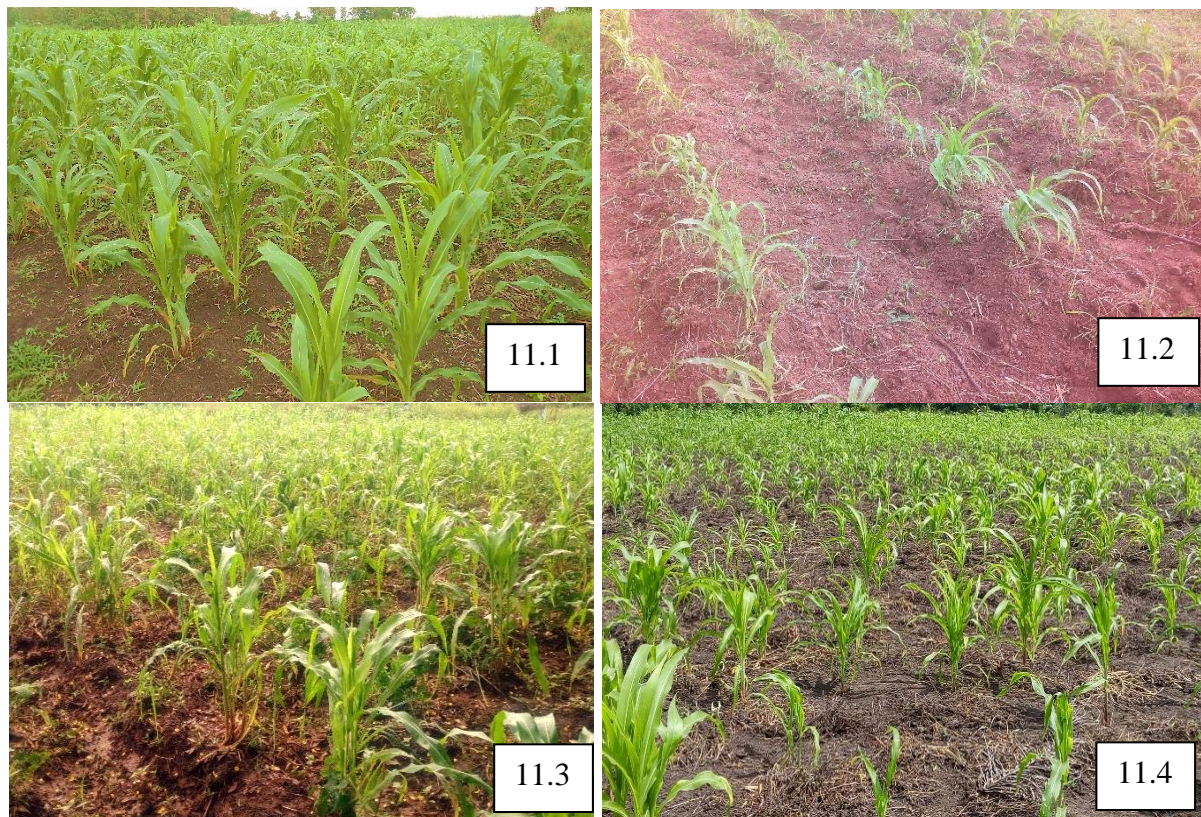


Planche 11 : Champ de maïs de 90 jours à Issaba (11.1) et maïs de 120 jours à Ahoyéyé (11.2), à Toffo (11.3) et à Bopa (11.4) dans la dépression médiane

Prise de vues : Seydou, septembre 2018

De l'observation de la planche 11, la photo (11.1) montre un champ de maïs de 90 jours à Issaba et la photo (11.2) montre un champ de maïs de 120 jours à Ahoyéyé dans la dépression d'Issaba et les photos (11.3) et (11.4) montrent respectivement un champ de maïs de 90 jours à Toffo dans la dépression de la Lama et à Bopa dans la dépression de Tchis. Ces champs comportent les maïs de 23 jours. Selon 79 % des interviewés, l'abandon des variétés à cycle long est dû aux péjorations pluviométriques enregistrées depuis au moins deux décennies. En effet, ces variétés de cycle long sont exigeantes en eau et une bonne répartition des pluies. Ces variétés ont été remplacées par les variétés de culture à cycle court et à haut rendement, par exemple la variété de la tomate « cerise » par la tomate « rama ».

Le tableau XXXVII présente la matrice de l'analyse de la stratégie, abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane.

Tableau XXXVII : Matrice d'analyse de la stratégie, abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court

| Critères Stratégie | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Abandon des Variétés à Cycle Long (AVCL) et Utilisation des Variétés à Cycle Court (UVCC) | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 0 | 17 | 3,35 | 2 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'analyse du tableau XXXVII montre que la stratégie, abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court a un score linéaire égal à 17 et un score pondéré égal à 3,35 qui sont supérieurs respectivement à 7 et 1,5. Selon les enquêtes de terrain, cette stratégie est efficace. De plus cette stratégie n'impacte pas l'environnement, mais un peu coûteux. Toutefois, l'utilisation des variétés à cycle court nécessite un appui extérieur car elles sont en général diffusées dans le cadre de projet de développement, par le SCDA ou par l'INRAB. Elles impliquent un accompagnement quant à leur utilisation. Mais, la limite majeure de cette stratégie, est la faible disponibilité des semences ; et cette stratégie ne permet pas de répondre efficacement au problème d'insuffisance d'eau aux cultures, puisque les cultures à cycle végétatif ne peuvent pas se développer en l'absence des pluies.

6.1.2.7. Cultures en billons

Les paysans développent des stratégies à travers la réalisation d'un cordon de sable servant à raccorder les extrémités des billons pour favoriser l'infiltration des eaux avant leur ruissellement et faire profiter aux cultures le peu d'eau issue des précipitations. En effet, le fort ruissellement des eaux sur les parcelles après les pluies a amené les producteurs à procéder au raccordement des extrémités des billons sur les parcelles pour rendre disponible l'eau sur ces parcelles et provoquer l'engorgement temporaire

des champs. Cette stratégie permet d'éviter les inondations dans les parcelles (planche 12).



Planche 12 : Billon d'un champ de maïs à Dasso (12.1), à Igana (12.2), à Lalo (12.3) et à Toffo (12.4) dans la dépression médiane

Prise de vues: Seydou, mai 2018

L'observation de la planche 12 montre les billons d'un champ de maïs à Dasso sur la photo (12.1) et à Igana sur la photo (12.2) dans la dépression d'Issaba. Les photos (12.3) et (12.4) montrent respectivement les billons d'un champ de maïs à Lalo dans la dépression de Tchis et à Toffo dans la dépression de la Lama. Les billons sont souvent utilisés en raison de leur aptitude à conserver plus longtemps l'humidité des sols (pendant deux mois) jusqu'à la germination des plantes (82 % des paysans interrogés).

Tableau XXXVIII : Matrice de l'analyse de la stratégie, culture en billons pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Stratégie | Critères | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Cultures en Billons (CB) | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 | 2,5 | 1 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

Avec un score linéaire égal à 12 et un score pondéré égal 2,50, l'analyse du tableau XXXVIII montre que la stratégie, culture en billons dans la dépression médiane est une stratégie efficace selon 82 % des personnes enquêtées. Cette stratégie permet la conservation de l'eau dans le sol pour les cultures. Mais cette stratégie a des limites, car elle ne règle pas le problème de déficit hydrique. En cas d'excès d'eau dans le champ, les billons permettent d'évacuer l'eau du champ.

6.1.2.8. Amélioration des techniques de semis

Le semis se fait le deuxième jour après une pluie utile au mois de février. Selon 95 % des enquêtés sur le vertisol, c'est impossible de faire des trous à semis et de semer simultanément en début de saison compte tenu de l'aspect des terres en saison sèche. Ainsi, les producteurs préparent les trous à semis avant les premières pluies du mois de mars. Tandis que, sur les autres types de sols, le semis se fait simultanément le même jour avec les trous à semis.

Le **semis échelonné** (SE) consiste à semer la même culture sur la même parcelle à des dates différentes (photo 5).



Photo 5 : Semis échelonnés dans un champ de maïs à Toffo
Prise de vue : Seydou, juillet 2018

L'observation de la photo 5 permet de distinguer trois strates du maïs sur la même parcelle caractérisant trois différentes phases de semis. La pratique du semis échelonné permet aux paysans en cas de rupture de pluie que l'une des cultures corresponde au rythme pluviométrique. Elle est pratiquée par 79 % des paysans. L'objectif est de pallier les rythmes pluviométriques selon les exigences phénologiques de la culture et aussi d'avoir un bon rendement. Mais, les mauvais choix de dates rendent inefficaces cette stratégie comme le cas de la 3^{ème} génération de culture (ces plants de maïs souffrent du manque d'eau).

Quant au **semis répété** (SR), c'est une stratégie développée par les populations paysannes dans la dépression médiane, pour l'adaptation des activités agricoles aux péjorations pluviométriques. Cette stratégie consiste à reprendre le semis d'une culture plusieurs fois au cours de la même saison culturale. En effet, lorsque les précipitations connaissent un arrêt à la levée en phase de croissance, ces cultures jaunissent surtout lorsque la rupture des pluies se prolonge. A la reprise normale des pluies le paysan procède au « resemis » qui consiste à un remplacement des plantes fanées ou grillées par d'autres semences.

En ce qui concerne l'**association culturale** (AC), en réponse au manque d'espace de culture, les populations développent la technique visant à vouloir s'enrichir et se nourrir au même moment en mettant en association différentes cultures sur un même espace. L'association culturale constitue une pratique très répandue dans la dépression médiane. Ses bénéfices, trop longtemps méconnus, sont nombreux. Concernant l'alimentation en eau des cultures, elle permet d'atténuer l'effet d'un stress hydrique

en cours de cycle grâce aux possibilités de compensation d'eau entre les espèces associées sur la même parcelle (planche 13).

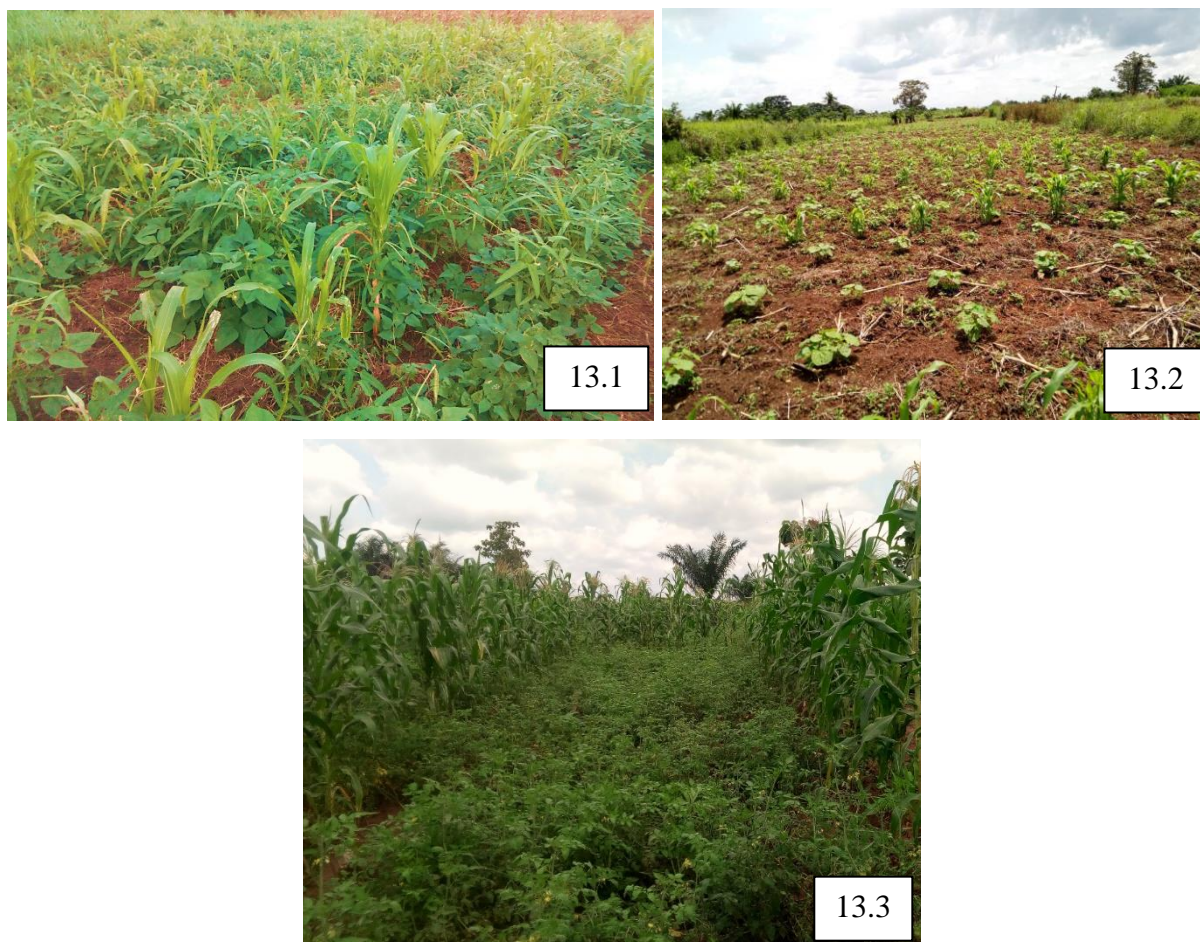


Planche 13 : Association de cultures dans la dépression médiane au Sud-Bénin
Prise de vues: Seydou, juillet et octobre 2018

A l'observation de la planche 13, la photo (13.1) montre l'association du maïs et du niébé à Lalo dans la dépression des Tchis, les photos (13.2) et (13.3) montrent respectivement l'association de cultures (maïs-gombo) à Issaba dans le Hollidjé et (maïs-tomate) à Toffo dans la dépression de la Lama. Selon 97 % des enquêtés, l'association culturale permet d'occuper le sol avec plusieurs plantes à cycles végétatifs et à exigences hydriques différents. Ce système de polyculture permet de combiner jusqu'à deux (2) cultures ou plus (céréales, légumineuses, plantes à tubercules). Le principe consiste à optimiser toute la durée de la saison humide. Aussi, en cas de retard pluviométrique ou de rupture de la saison des pluies, les plantes ayant les exigences hydriques les plus faibles donneront-elles quand même un rendement acceptable.

Tableau XXXIX : Matrice de l'analyse des techniques de semis pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane

| Stratégies | Critères | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Semis Echelonné (SE) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 1,2 | 1 | 1 |
| Semis Répété (SR) | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 1,3 | 1 | 1 |
| Association culturale (AC) | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 | 1,1 | 1 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'analyse du tableau XXXIX montre les techniques de semis telles que le semis échelonné et le semis répété qui ont un score linéaire inférieur à 7 et un score pondéré inférieur à 1,50. L'association culturale a un score linéaire supérieur à 7 et un score pondéré inférieur à 1,50. Selon 79 % des personnes enquêtées, ces techniques de semis sont peu efficaces de façon dispersée.

6.1.2.9. Installation des systèmes d'irrigation

L'installation des systèmes d'irrigation (ISI) permet la maîtrise de l'eau. Grâce aux systèmes d'irrigation, l'eau est livrée soit goutte à goutte ou par aspersion. Dans le système goutte à goutte, les gouttelettes d'eau s'infiltrent dans le sol en humectant la zone racinaire. Quant au système d'irrigation par aspersion, l'eau est arrosée par épandage sous forme de pluie par un mouvement de rotation. Le système fixé, est alimenté à partir d'une source d'eau via le tuyau d'alimentation, le porte-rampes, les rampes et les asperseurs (planche 14).





Planche 14 : Systèmes d'irrigation dans la dépression médiane
Prise de vues : Seydou, septembre 2018

L'observation de la planche 14 montre les systèmes d'irrigation goutte à goutte (14.1) et aspersion (14.2) à Ahoyéyé dans la dépression d'Issaba et la photo (14.3) montre le système d'irrigation à Bopa dans la dépression des Tchis. Ainsi, 2 % des producteurs interrogés utilise cette stratégie. Selon 61 % des producteurs interrogés, ces mesures développées par les producteurs pour faire face à la faible disponibilité de l'eau sont fonction des moyens (technique et financier) des producteurs.

Cette stratégie est utilisée par le CRAPP. En effet, cette solution tient à son coût un peu élevé. Par ailleurs, 2 % des producteurs moins nantis en profitent grâce au soutien de certains partenaires techniques et financiers et, à travers les projets.

Le tableau XL présente la matrice de l'analyse de la stratégie.

Tableau XL : Matrice de l'analyse de la stratégie, installation des systèmes d'irrigation pour la production agricole de l'AMC

| Critères Stratégie | Critères | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Installation des Systèmes d'Irrigation (ISI) | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 15 | 2,85 | 4 | 2 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'analyse du tableau XL montre que la stratégie, installation des systèmes d'irrigation est efficace, avec un score linéaire égal à 15 et un score pondéré égal à 2,85 supérieur à 1,5. De plus cette stratégie est coûteuse et impacte l'environnement, alors elle n'est pas à 100 % efficace. Selon 61 % des personnes enquêtées, cette stratégie permet de gérer les risques de sécheresse, de raccourcissement de la saison et de la répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses. En effet, le déficit et l'excès hydrique ont conduit les producteurs à développer une diversité de stratégies adaptatives telles que la diversification et la multiplication des dispositifs d'irrigation. L'irrigation gravitaire et le système d'irrigation par pompage sont développés dans le secteur de recherche.

6.1.2.10. Aménagements hydro-agricoles pour l'irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire (AIG) consiste à faire des drains en pente pour apporter de l'eau sur un terrain cultivé en vue de compenser le déficit hydrique. Lorsque le champ est inondé, l'irrigation gravitaire sert aussi à évacuer l'eau autant que faire se peut, pour un bon rendement des cultures. Ce type d'aménagement se base sur la disponibilité en eau de surface et les systèmes de pentes pour faciliter le drainage de l'eau (photo 6).



Photo 6 : Système d'évacuation d'eau dans un champ à Issaba
Prise de vue : Seydou, juillet 2018

L'observation de la photo 6 montre un canal d'évacuation d'eau dans un champ de maïs. En effet, en période d'excès de pluie, le drainage des terres réduit le ruissellement de surface et augmente corrélativement l'infiltration de l'eau de pluie mais, il arrive que ces drains servent de lieu de passage des eaux de la rivière vers les champs en période de crue, pour prévenir le stress hydrique au niveau des

cultures, afin d'améliorer les rendements agricoles. Cette stratégie est pratiquée par 2 % des personnes interrogées. Selon 89 % des personnes interrogées, ce système est peu développé dans la dépression médiane. Ainsi, ce système est recommandé pour un bon rendement agricole au sud-Bénin. Le tableau XLI présente la matrice de l'analyse de la stratégie, aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire pour la production agricole de l'AMC.

Tableau XLI : matrice de l'analyse de la stratégie, aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire pour la production agricole de l'AMC

| Critères Stratégie | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
|--|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| Aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire (AIG) | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 18 | 3,5 | 4 | 2 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

Avec un score linéaire égal à 18 et un score pondéré égal à 3,50 respectivement supérieur à 7 et 1,50. L'analyse du tableau XLI montre que l'aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire est une stratégie efficace selon 89 % des personnes interrogées. En effet, la mise en place de cette stratégie est très coûteuse et impacte l'environnement. Alors elle n'est pas efficace sur le plan socio-économique. Cette stratégie permet de gérer le risque de sécheresse en cas de déficit et d'évacuer l'eau en cas d'inondation.

6.1.2.11. Aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage

L'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage (AIP) consiste à organiser l'espace pour apporter de l'eau d'une source souterraine à un champ qui en manque. Ceci se fait pour les cultures en cas de déficit d'eau.

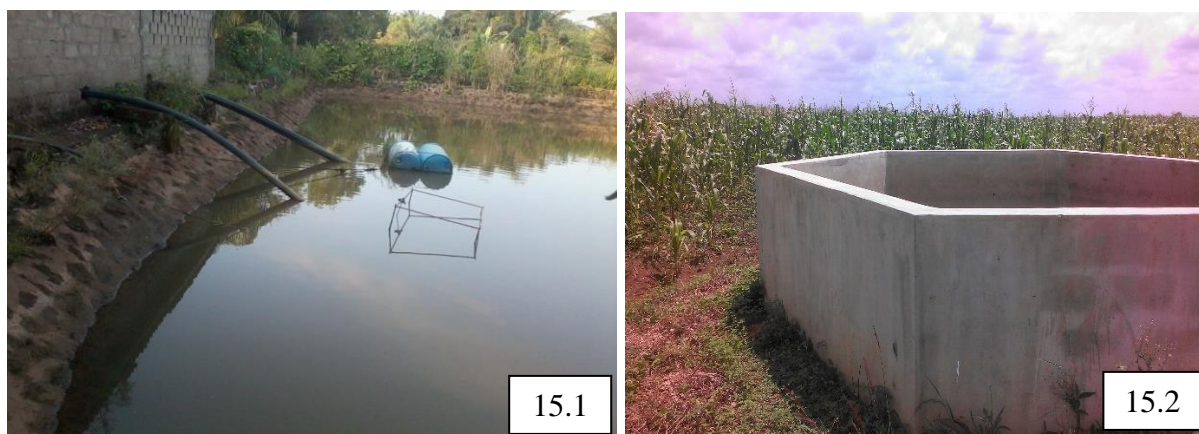


Planche 15 : Bassin de stockage d’eau du CRAPP à Ahoyéyé (15.1) et Bassin de stockage d’eau à Kpoulou (15.2)

Prise de vues : Seydou, juillet 2018

Le tableau XLII présente la matrice de l’analyse de la stratégie, aménagement hydro-agricole pour l’irrigation par pompage pour la production agricole de l’AMC.

Tableau XLII : Matrice de l’analyse de la stratégie, aménagement hydro-agricole pour l’irrigation par pompage pour la production agricole de l’AMC

| Critères Stratégie | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
|-----------------------|--|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Aménagement hydro-agricole pour l’irrigation par pompage (AIP) | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 18 | 3,3 | 4 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L’analyse du tableau XLII montre que la stratégie, aménagement hydro-agricole pour l’irrigation par pompage est une stratégie efficace avec un score linéaire égal à 18 et un score pondéré égal à 3,30. La mise en place de cette stratégie est très coûteuse et impacte l’environnement. Alors elle n’est pas efficace sur le plan socio-économique. Selon 87 % des personnes enquêtées, cette stratégie permet de gérer les risques de sécheresse et de répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses. Le système d’irrigation gravitaire et celui de l’irrigation par pompage permettent une maîtrise partielle ou totale de l’eau, à des fins agricoles. Les aménagements hydro-agricoles basés sur ces systèmes d’irrigation représentent donc une excellente

stratégie de réduction de la vulnérabilité et d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans la dépression médiane.

6.1.2.12. Réaménagement du calendrier agricole

Les sécheresses récurrentes survenues depuis les années 1970 et la variabilité spatio-temporelle de la quantité des pluies ont rendu difficile l'utilisation du calendrier agricole traditionnel. Ayant acquis le savoir que la grande saison des pluies commence véritablement dans la période de février à mai, les paysans ont dans leur totalité abandonné le calendrier agricole empirique qui s'est révélé non opérationnel face aux changements climatiques pour un nouveau calendrier cultural (RCA).

Quand un retard dans le démarrage des pluies est présenté, les paysans affirment mettre du retard dans la mise en place des cultures. En effet, 93 % des paysans interrogés font les semis à partir de la deuxième décennie du mois d'avril (alors qu'il se faisait fin mars autrefois) tandis que les 7 % restants s'adonnent à des semis allant de la dernière décennie du mois de mars à la deuxième décennie du mois d'avril. Ces derniers qualifient eux-mêmes leur semis de « semis à risque » du fait que les semis du mois d'avril auraient une forte probabilité d'aboutir par rapport à ceux effectués de manière précoce. Cette perception est bien justifiée car le risque de faux départ des précipitations est très élevé durant le mois de mars sur les trente dernières années du fait que ce mois devient de plus en plus sec. Le tableau XLIII présente l'évolution du calendrier agricole dans la dépression médiane.

Tableau XLIII : Evolution du calendrier agricole dans la dépression médiane

| calendrier agricole traditionnel | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------|------|-------|-----|---------------------|-------------------------|------|-------------------------|---------|---------------------|----------|
| Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
| Saisons cultures | Grande saison sèche | Grande saison pluvieuse | | | | | Petite saison sèche | | Petite saison pluvieuse | | Grande saison sèche | |
| Mais | +++++++ | ***** | | | | | ++++*+*+* | | ***** | | ++++ | |
| Tomate | +++++++ | ***** | | | | | +++++++ | | ***** | | ++++ | |
| Niébé | | ***** | | | | | +++++++ | | ***** | | ++++ | |
| Gombo | +++++++ | ***** | | | | | +++++++ | | ***** | | ++++ | |
| Calendrier agricole réaménagé | | | | | | | | | | | | |
| Saisons | Grande saison sèche | Grande saison pluvieuse | | | | Petite saison sèche | Petite saison pluvieuse | | Grande saison sèche | | | |

| Mois Cultures | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier |
|--------------------|---------|------|-------|------|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| Maïs (1ère Saison) | | | **** | **** | oooo | oooo | ++++ | | | | | |
| Maïs (2ème saison) | | | | | | | | ***** | ooo | oo | ++++ | ++++ |
| Tomate | | | ++++ | **** | | | ++++ | **** | ooo | oo | ++++ | **** |
| Niébé | | | | | **** | oooo | ++++ | **** | ooo | oo | ++++ | |
| Gombo | | | ++++ | **** | oooo | oooo | ++++ | **** | ooo | oo | ++++ | **** |

Semis : **** Entretien : oooo Récolte : ++++

Source des données : Enquêtes, 2018

L'analyse du tableau XLIII montre que les paysans font le semis entre mars et mi-juillet pour la grande saison pluvieuse et de mi-septembre à novembre pour la petite saison pluvieuse. Selon 97 % des enquêtés, les paysans font la récolte de mi-juillet à mi-septembre et de décembre à février. Ainsi, le calendrier agricole a été réaménagé à partir de 2010 à cause du retard et de l'irrégularité des pluies. En effet, il ressort de l'analyse du tableau XLIII qu'il y a modification des dates de semis dans la dépression médiane. Pendant la deuxième saison des pluies, les semis ont lieu déjà fin août et au début du mois de septembre pour 97 % des paysans enquêtés. Ceci n'est qu'une bonne lecture de l'évolution du climat car l'intersaison représentée par le mois d'août devient pluvieuse et le mois de septembre est devenu le mois le plus pluvieux de la petite saison.

Le tableau XLIV présente la matrice de l'analyse de la stratégie, réaménagement du calendrier agricole pour la production agricole de l'AMC.

Tableau XLIV : Matrice de l'analyse de la stratégie, réaménagement du calendrier agricole pour la production agricole de l'AMC

| Critères Stratégie | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental |
| Réaménagement du calendrier agricole (RCA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 18 | 3,6 | 1 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

Avec un score linéaire égal à 18 et un score pondéré égal à 3,60 supérieurs respectivement à 7 et 1,50, l'analyse du tableau XLIV montre que la stratégie, réaménagement du calendrier agricole est une stratégie efficace. Selon 97 % des personnes enquêtées, cette stratégie permet de gérer le risque du retard date démarrage / date semis dans la dépression médiane.

Toutes les stratégies d'adaptation développées par les producteurs aux effets des changements climatiques présentent des limites (tableau XLV).

Tableau XLV : Limites des stratégies d'adaptation aux effets des changements climatiques

| Manifestations des changements climatiques | Stratégies d'adaptation | Limites |
|---|---|---|
| Déficits pluviométriques | <ul style="list-style-type: none"> - Abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court (maïs, tomate et gombo) - Installation des systèmes d'irrigation - Augmentation des emblavures - Pratiques occultes d'adaptation - Récolte précoce des cultures - Utilisation des intrants | <ul style="list-style-type: none"> - Non maîtrise de l'itinéraire technique des variétés à cycle court - Dépendance du carburant pour le système d'irrigation - Rareté de la main-d'œuvre - Prix élevé des éléments de sacrifice - Immaturation des cultures avant la récolte - Coût trop élevé et non disponibilité des intrants |
| Inondation | <ul style="list-style-type: none"> - Installation des systèmes d'évacuation - Cultures en billons perpendiculaire à la pente - Abandon des parcelles submersibles; - Association des cultures de maïs avec d'autres cultures - Récolte précoce des cultures | <ul style="list-style-type: none"> - Lenteur dans le processus d'évacuation - Destruction rapide des billons - Baisse de rendement agricole - Immaturation des cultures |
| Température élevée et chaleur excessive | <ul style="list-style-type: none"> - Abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court - Installation des systèmes d'irrigation | <ul style="list-style-type: none"> - Exigences thermiques et hydriques des nouvelles variétés ; - Prix élevé des éléments de sacrifice - Immaturation des cultures avant la récolte - Non maîtrise des conséquences de l'utilisation des intrants |
| Persistance de la sécheresse pendant la période de la grande saison sèche | <ul style="list-style-type: none"> - Abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court ; - Installation des systèmes d'irrigation ; - Augmentation des emblavures ; - Pratiques occultes d'adaptation ; - Utilisation des intrants | <ul style="list-style-type: none"> - Non maîtrise de l'itinéraire technique des variétés à cycle court - Dépendance du carburant pour le système d'irrigation ; - Faible disponibilité de main-d'œuvre - Prix élevé des éléments de sacrifice - Non maîtrise des conséquences de l'utilisation des intrants |

Source des données: Enquête de terrain, janvier 2019

L'examen des informations contenues dans le tableau XLV et relatives aux limites des stratégies d'adaptation paysannes aux changements climatiques montre que celles-ci ne sont que d'éphémères solutions.

Le tableau XLVI présente la synthèse des matrices de l'analyse des stratégies développées pour l'agriculture de l'AMC dans la dépression médiane.

Tableau XLVI : Matrice de l'analyse des stratégies développées pour l'agriculture de l'AMC dans la dépression médiane

| N° | Stratégies | Critères | | | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|------|
| | | Sécheresse | Inondation | Augmentation de la température | Retard date démarrage / date semis | Raccourcissement de la saison | Diminution du nombre de jours pluie pendant la saison de pluie | Répétition de séquence sèche | Augmentation de la force du vent | Score linéaire (sur 24) | Score pondéré (sur 3) | Economique | Environnemental | Rang |
| 1 | Récolte Précoce des Cultures (RPC) | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 1,10 | 1 | 1 | 8 |
| 2 | Pratiques Occultes d'Adaptation (POA) | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 7 | 1,45 | 1 | 1 | 7 |
| 3 | Utilisation des Intrants (UI) | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | 1,20 | 2 | 2 | 8 |
| 4 | Abandon des Parcelles Submersibles (APS) | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1,20 | 1 | 1 | 8 |
| 5 | Augmentation des Emblavures (AE) | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 14 | 2,60 | 3 | 2 | 4 |
| 6 | Abandon des Variétés à Cycle Long (AVCL) et Utilisation des Variétés à Cycle Court (UVCC) | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 0 | 17 | 3,35 | 2 | 1 | 2 |
| 7 | Cultures en Billons (CB) | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 | 2,50 | 1 | 1 | 5 |
| 8 | Semis échelonné (SE) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 1,20 | 1 | 1 | 8 |
| 9 | Semis répété (SR) | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 1,30 | 1 | 1 | 8 |
| 10 | Association culturale (AC) | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 | 1,10 | 1 | 1 | 6 |
| 11 | Installation des Systèmes d'Irrigation (ISI) | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 15 | 2,85 | 4 | 2 | 3 |
| 12 | Réaménagement du calendrier agricole (RCA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 18 | 3,60 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire (AIG) | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 18 | 3,50 | 4 | 2 | 1 |
| 14 | Aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage (AIP) | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 18 | 3,30 | 4 | 2 | 1 |

Source des données : Enquêtes de terrain novembre, 2018

L'examen des données du tableau XLVI montre que les stratégies développées par les paysans ne sont pas toutes efficaces. A partir des différents niveaux de satisfaction et des coefficients de pondération, les stratégies ayant un score pondéré $\geq 1,5$ apparaissent comme efficaces. Il s'agit de l'augmentation des emblavures avec un score pondéré égal à 2,60, l'abandon des variétés à cycle long et l'utilisation des variétés à cycle court (3,35), les cultures en billons (2,50), l'installation des systèmes d'irrigation (2,85), l'aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire (3,50), l'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage (3,30) et le réaménagement du calendrier agricole (3,60). Mais ces mesures ne sont pas à la portée du paysan moyen en raison des coûts financiers qu'elles impliquent. Selon 81 % des personnes interrogées, l'installation des systèmes d'irrigation, l'aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire et l'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage sont des stratégies qui permettent de produire pendant toutes les saisons de l'année. Les stratégies telles que : la récolte précoce des cultures (1,10), l'utilisation des intrants (1,20), l'abandon des parcelles submersibles (1,20), le semis échelonné et répété (1,20 et 1,30) et l'association culturale (1,10) sont peu efficaces.

En ce qui concerne, les critères environnementaux et économiques, ces stratégies impactent l'environnement par, la perte de la biodiversité, la destruction du couvert végétal, la pollution du sol et de l'eau due à l'utilisation des engrais et pesticides. En outre, la réalisation des stratégies telles que : l'augmentation des emblavures, l'installation des systèmes d'irrigation, l'aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire et l'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage nécessitent un coût élevé. En conséquence, ces stratégies ne sont pas à 100 % efficaces.

Les stratégies développées pour réduire la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques participent toutes d'un objectif spécifique de stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Mais, en fonction des critères retenus, elles ne sont pas toutes efficaces lorsqu'elles sont pratiquées de façon isolée. C'est pourquoi les paysans procèdent à leur combinaison selon 83 % des personnes interrogées. En effet, ils essaient de mettre en œuvre simultanément la plupart de ces stratégies dans la réalisation de leurs activités culturales.

6.2. Relation entre stratégies d'adaptation développées et catégories de producteurs

Pour étudier la dépendance ou non entre les stratégies d'adaptation développées et les producteurs, le test d'indépendance de Khi^2 a été réalisé. Les résultats de l'application du test Khi^2 de Pearson sur les deux variables «stratégies d'adaptation» et «catégories de producteurs» sont présentés dans le tableau XLVII.

Avec : H_0 : indépendance entre stratégies d'adaptation et catégories producteurs. L'hypothèse alternative (H_1), il existe un lien entre « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs ».

Tableau XLVII : Résultats du test Khi^2 de Pearson sur «stratégies d'adaptation» et « catégories de producteurs »

| | |
|----------------------------------|----------|
| Khi^2 (Valeur observée) | 385,462 |
| Khi^2 (Valeur critique) | 38,885 |
| DDL | 26 |
| p-value | < 0,0001 |
| Alpha | 0,05 |

Source: *Enquêtes de terrain, décembre 2018*

L'analyse du tableau XLVII montre que la probabilité associée à ce test est inférieure à 5 % (P-value <0,05). Par conséquent, l'hypothèse H_0 a été rejetée. Ainsi, il existe un lien entre « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs » (P-value < 0,0001).

Dès lors que le test révèle qu'il existe un lien de dépendance c'est- à-dire rejet de H_0 , l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée pour projeter dans l'axe factoriel les différentes stratégies d'adaptation et les catégories de producteurs à travers le tableau de contingence. Les résultats de l'application de l'AFC sur les deux variables « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs » sont présentés en annexe. La figure 49 montre le positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation développées par les producteurs sur les deux axes.

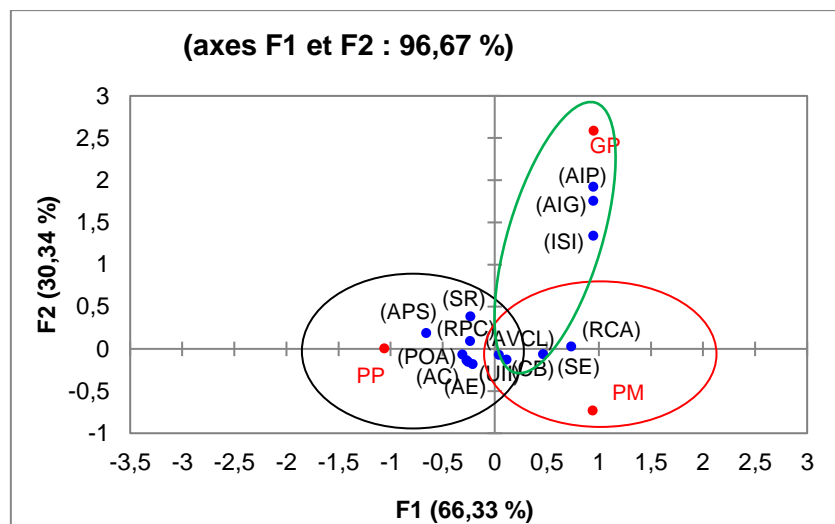


Figure 49 : Positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur les deux axes

Légende : **AE** : Augmentation des Emblavures ; **UII** : Utilisation des Intrants ; **CB** : Cultures en Billons; **AVCL et UVCC** : Abandon des Variétés à Cycle Long et Utilisation des Variétés à Cycle Court; **APS** : Abandon des Parcelles Submersibles; **AC** : Association des Cultures ; **POA** : Pratiques Occultes d'Adaptation; **ISI** : Installation des Systèmes d'Irrigation; **RPC** : Récoltes Précoces des Cultures ; **SE** : Semis échelonné ; **SR** : Semis Répété ; **RCA** : Réaménagement du calendrier agricole ; **AIG** : Aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire; **AIP** : Aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage ; **PP** : Petits Producteurs ; **PM** : Producteurs Moyens ; **GP** : Grands Producteurs

Source des données : *Enquêtes de terrain, décembre 2018*

L'analyse de la figure 49 montre que l'AFC a une inertie de 96,67 %. Avec F1 = 66,33 % et F2 = 30,34 %, la proportion de F1 qui est de 66,33 % permet de faire une analyse entre les observations et les variables. En reliant les stratégies d'adaptation aux changements climatiques et les catégories de producteurs ayant le plus contribué à la formation des deux axes, selon les valeurs de cosinus carrés (voir annexes), les variables petits producteurs et producteurs moyens (PP et PM) contribuent à la formation de l'axe F1 et se trouvent dans deux opposées de l'axe. De plus, la variable grand producteur (GP) contribue à la formation de l'axe F2 selon les valeurs du cosinus carré. Ainsi, il ressort de l'analyse trois groupes.

La figure 49 révèle que pour réduire la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques, les petits producteurs (PP) font recours aux pratiques occultes d'adaptation, à l'abandon des variétés à cycle long et à l'utilisation des variétés à cycle court, aux cultures en billons, au semis répété, aux récoltes précoces des cultures, à l'association culturale et à l'augmentation des emblavures. Il est à remarquer qu'en général, ces stratégies développées par les petits producteurs sont celles qui ne

nécessitent pas assez de moyens financiers ou de grande superficie. Toutefois, l'utilisation intensive des intrants figure parmi les stratégies développées par les petits producteurs malgré leurs moyens. Cela s'explique par le fait que depuis les 10 dernières années, elle est une stratégie dont bénéficient les producteurs à travers les projets qui ne font pas la distinction de la classe sociale des bénéficiaires.

Les producteurs moyens (PM), quant à eux, font recours à l'utilisation intensive des intrants, aux cultures en billons, à l'association des cultures, au semis échelonné, à l'abandon des variétés à cycle long et à l'utilisation des variétés à cycle court. Ainsi, en général, ces stratégies développées par les producteurs moyens sont celles qui nécessitent de moyens financiers ou de grande superficie. Néanmoins, bien que certaines stratégies soient la particularité des petits producteurs, elles sont également développées par les producteurs moyens. Il s'agit de l'utilisation intensive des intrants, les cultures en billons, l'association des cultures et l'abandon des variétés à cycle long et de l'utilisation des variétés à cycle court. Cela s'explique d'une part, par le fait que ces stratégies ne datent pas de nos jours et sont capitales en matière de techniques culturales quel que soit le système de production pratiqué. D'autre part, cela se justifie par le fait que tout système de production, qu'il soit extensif, semi-intensif ou intensif, vise le profit. C'est-à-dire un bon rendement avec un cycle court, d'où l'abandon des variétés à cycle long et l'utilisation des variétés à cycle court.

En ce qui concerne les grands producteurs (GP), ils font recours à l'installation des systèmes d'irrigation, à l'utilisation des intrants, à l'abandon des variétés à cycle long et à l'utilisation des variétés à cycle court, l'aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire et l'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage. Le constat est qu'en général ces stratégies développées par les grands producteurs sont celles qui nécessitent des moyens financiers assez importants et de grandes superficies. Ce sont ceux qui peuvent qui s'y adonnent et non ceux qui veulent. Les grands producteurs sont souvent les producteurs qui emblavent jusqu'à 2 ha au moins. Ils ont assez d'ouvriers (plus de 4) qui travaillent de façon permanente dans le but de rentabiliser l'investissement.

De façon globale, il ressort que ce sont les stratégies visant à rendre l'eau disponible pour l'irrigation ou à installer un aménagement hydro-agricole ou bien à maintenir

pendant longtemps l'humidité de sol qui diffèrent selon les catégories de producteurs interrogés. A cet effet, la troisième hypothèse de travail est acceptée.

Les paysans sont victimes de la non maîtrise de l'eau agricole. Plusieurs stratégies telles que : la récolte précoce des cultures, les pratiques occultes d'adaptation, l'abandon des parcelles submersibles, l'augmentation des emblavures, l'abandon des variétés à cycle long et l'utilisation des variétés à cycle court, les cultures en billons, l'installation des systèmes d'irrigation, l'aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire, l'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage et réaménagement du calendrier agricole mis en œuvre par les producteurs agricoles pour contrecarrer les déficits et excès hydriques que rencontrent leurs cultures dans la dépression médiane ont été examinées.

Les stratégies développées sont nécessaires et apportent leur contribution à la solution du problème posé mais sont peu efficaces de façon isolée. Cela permet de conclure que l'hypothèse à savoir : les stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques dans la dépression médiane sont peu efficaces, est vérifiée. Malgré les stratégies développées par les paysans dans la dépression médiane, un parcours reste encore à faire pour mieux pallier les stress hydriques des cultures ; des mesures de renforcement des stratégies d'adaptation développées par les producteurs ont été proposées (chapitre VII).

CHAPITRE VII
MESURES DE RENFORCEMENT DES STRATEGIES D'ADAPTATION
PAYSANNES AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA
DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Depuis plusieurs années, la population de la dépression médiane fait face aux effets néfastes des changements climatiques. Ainsi, s'il est quasi impossible d'éviter les phénomènes climatiques, il est indispensable de contribuer à la mise en place des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le chapitre VII présente les mesures de renforcement des stratégies d'adaptation des paysans aux effets des changements climatiques.

7.1. Besoins, options prioritaires d'adaptation et indicateurs de suivi

Cette partie présente les besoins d'adaptation exprimés par les populations mais non satisfaits, les options prioritaires d'adaptation et les indicateurs de suivi.

✓ **Besoins d'adaptation exprimés par les populations**

Dans la dépression médiane, en dépit des stratégies paysannes d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques que les populations rurales tentent de développer afin de réduire sa vulnérabilité, des défis restent encore à relever. Les besoins d'adaptation ressentis mais non réalisés faute de ressources sont résumés dans le tableau XLVIII.

Tableau XLVIII : Besoins d'adaptation ressentis par les paysans de la dépression médiane

| N° | Besoins d'adaptation ressentis mais non satisfaits faute de ressources |
|-----------|---|
| 1. | Disposition d'un système d'alerte précoce et d'information sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies |
| 2. | Gestion de la fertilité des sols et fabrication des engrais organiques |
| 3. | Utilisation d'intrants agricoles adéquats (semences de variétés à cycle court de maïs, de niébé et de riz, des produits maraîchers, etc.) |
| 4. | Connaissance des meilleures techniques de valorisation des résidus de récolte |
| 5. | Usage de tracteur et de charrue pour emblaver plus de superficie cultivable |
| 6. | Développement des pratiques de conservation des eaux et des sols |
| 7. | Développement et amélioration des techniques d'assolement et de rotation des cultures |
| 8. | Connaissance et pratique des techniques d'ados végétalisés |
| 9. | Accès aux crédits agricoles adéquats |
| 10. | Connaissance et mise en œuvre des techniques de conservation des produits agricoles |
| 11. | Connaissance et pratique des techniques de compostage |

| | |
|-----|--|
| 12. | Réalisation des ouvrages de rétention d'eau à des fins agro-pastorales |
| 13. | Connaissance et pratique des techniques de mise en valeur ou d'exploitation des bas-fonds |
| 14. | Réalisation des micro-barrages hydro-agricoles et utilisation de matériels d'irrigation |
| 15. | Réalisation de forages pour faciliter l'approvisionnement en eau |
| 16. | Production et utilisation de fientes de volailles, ovins, caprins et porcins dans la production agricole |
| 17. | Réalisation des labours de fin de campagne |
| 18. | Connaissance des techniques de développement de l'agroforesterie |
| 19. | Production de fourrages |
| 20. | Mise en place d'un fonds pour assurer la santé des producteurs |

Source : Adapté de Agodo, 2018 et travaux de terrain, septembre 2018

L'analyse du tableau XLVIII montre que les besoins d'adaptation ressentis par les exploitants agricoles peuvent être catégorisés en plusieurs options d'adaptation.

✓ Options prioritaires d'adaptation dans la dépression médiane

Les options prioritaires d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques découlent des besoins d'adaptation exprimés par les paysans lors des enquêtes sur le terrain. Ainsi, sept (7) options ont été identifiées et résumées dans le tableau XLIX.

Tableau XLIX : Options d'adaptation identifiées dans la dépression médiane

| Options d'adaptation | Actions à mettre en œuvre |
|--|---|
| Option 1 : Mise à disposition des paysans d'un système d'alerte précoce et d'information sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies | Faire un plaidoyer auprès de l'ANPC afin qu'elle accompagne les radios communautaires dans la diffusion des informations sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies |
| | Renforcer les capacités locales sur la gestion de la fertilité des sols et fabrication des engrais organiques |
| | Appuyer les producteurs sur l'utilisation d'intrants agricoles adéquats (semences de variétés à cycle court de maïs, de niébé et de riz, des produits maraîchers, etc.) |
| | Développer les meilleures techniques de valorisation des résidus de récolte |
| | Développer les connaissances des populations locales sur les pratiques de conservation des eaux et des sols |

| Options d'adaptation | Actions à mettre en œuvre |
|--|---|
| Option 2 : Appui et renforcement des capacités des paysans sur le développement des pratiques agricoles de gestion durable des terres | Développer et améliorer les connaissances locales sur les techniques d'assolement et de rotation des cultures |
| | Encourager les populations locales à l'utilisation des techniques d'ados végétalisés, de zaï |
| | Développer les connaissances et pratiques locales sur les techniques de compostage |
| | Appuyer les populations locales dans la production et l'utilisation de fientes de volaille, ovins, caprins et porcins pour la production agricole |
| | Encourager les populations locales dans la réalisation des labours de fin de campagne |
| | Développer les techniques d'agroforesterie |
| Option 3 : Mise à disposition des agriculteurs des outils de production agricole et de conservation des produits agricoles adéquats | Appuyer les agriculteurs pour l'utilisation de tracteur et de charrue en vue d'emblaver plus de superficie cultivable |
| | Développer les techniques de conservation des produits agricoles |
| Option 4 : Promotion des aménagements et ouvrages hydroagricoles au profit des paysans | Réaliser des ouvrages de rétention d'eau à des fins agro-pastorales |
| | Réaliser des micro-barrages hydro-agricoles |
| | Réaliser des forages pour faciliter l'approvisionnement en eau |
| Option 5 : Développement des infrastructures d'écoulement des produits vivriers | Appui à l'aménagement des pistes de desserte rurale |
| | Appui à la création d'un marché d'écoulement des produits agricoles dans les trois sous dépressions (Issaba, Tchis, Lama) |
| Option 6 : Financement des activités agricoles | Appui à la facilitation de l'accès aux crédits agricoles adéquats |
| Option 7 : Prise en charge sanitaire des producteurs | Mise en place d'un fonds pour assurer la santé des producteurs |

Source : Adapté de Agodo, 2018 et travaux de terrain, septembre 2018

L'examen du tableau XLIX montre les options d'adaptation identifiées dans la dépression médiane. Il ressort que les 20 besoins d'adaptation exprimés par les populations ont été regroupés en 7 options d'adaptation. Le tableau L présente les options prioritaires d'adaptation dans la dépression médiane.

Tableau L : Options prioritaires d'adaptation dans la dépression médiane

| Options prioritaires | Options d'adaptation |
|-----------------------------|--|
| 1^{er} | Option 2 : Appui et renforcement des capacités des paysans sur le développement des pratiques agricoles de gestion durable des terres |
| 2^{ème} | Option 4 : Promotion des aménagements et ouvrages hydroagricoles au profit des paysans |
| 3^{ème} | Option 1 : Mise à disposition des paysans d'un système d'alerte précoce et d'information sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies |
| 4^{ème} | Option 6 : Financement des activités agricoles |
| 5^{ème} | Option 3 : Mise à disposition des agriculteurs des outils de production agricole et de conservation des produits agricoles adéquats |
| 6^{ème} | Option 5 : Développement des infrastructures d'écoulement des produits vivriers |
| 7^{ème} | Option 7 : Prise en charge sanitaire des producteurs |

Source : *Enquêtes de terrain, 2018*

L'analyse du tableau L montre que l'option 1 prioritaire des paysans est l'appui et le renforcement des capacités des paysans sur le développement des pratiques agricoles de gestion durable des terres et la dernière option prioritaire des paysans est la prise en charge sanitaire des producteurs. Si toutes ces options sont capitalisées et valorisées et que les paysans bénéficient véritablement du renforcement de capacités et d'appuis techniques conséquents, ces options contribueront davantage à l'amélioration de la résilience des populations rurales aux changements climatiques dans la dépression médiane. C'est pourquoi la présente thèse propose un projet de résilience du paysannat dans la dépression médiane.

7.2. Mesures de renforcement des stratégies d'adaptation

Plusieurs mesures sont proposées pour renforcer les stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans la dépression médiane.

7.2.1. Utilisation de *Mucuna* ou *Aeschynomene* comme plantes fertilisantes

Le *Mucuna* ou *Aeschynomene* associé avec d'autres cultures permet une bonne fertilité du sol. L'humidité est donc maintenue sous la plante cultivée.

7.2.2. Cultures des plantes tolérantes à la sécheresse : pois d'angole et manioc

Les producteurs et productrices du Bénin ont adopté largement le maïs comme la

culture qui est la denrée de base de l'alimentation. Avec les changements climatiques marqués par des pluies irrégulières et de longues poches de sécheresse, le maïs est devenu la culture la plus sensible qui ne donne pas un seul grain quand sa montaison vient coïncider avec une longue sécheresse. Au même moment où la culture du maïs devient de plus en plus délicate, les cultures comme le pois d'angole et le manioc supportent mieux le manque d'eau lorsque la germination est amorcée (Prosol-Bénin, 2017). De plus, le pois d'angole et le manioc ont un port arbustif et, grâce à cette caractéristique, une fois la plante germée ou levée, elle supporte mieux les poches de sécheresse. Le pois d'angole est une légumineuse très nourrissante et sa bonne cuisson donne un repas de qualité ignoré par plusieurs personnes.

Le manioc offre plusieurs types de transformation et les variétés améliorées diffusées par l'IITA ont plusieurs qualités pour faire du gari, du manioc, pilé, *d'attièkè* et rentrer dans la farine pour la panification. Le mode de mise en place du pois d'angole et du manioc est classique et connu des producteurs. Le pois d'angole peut être associé au maïs. Le pois d'angole et le manioc sont des plantes alimentaires souvent présentes dans les champs tout au long de la saison sèche.

La promotion des cultures tolérantes à la sécheresse est strictement liée à une évolution à opérer au niveau des champs paysans pour aller vers l'adoption à grande échelle des haies vives. Il faut aujourd'hui que les agricultures béninoise et africaine opèrent cette révolution. Elle conditionne l'établissement durable des technologies à mettre en œuvre dans la restauration et la protection des sols agricoles (Prosol-Bénin, 2017).

7.2.3. Semis précoces dans les bas-fonds

Dans les régions à relief, on rencontre des bas-fonds qui étaient avant, rarement exploités par les producteurs. Les pluies jadis étaient suffisantes pour permettre de réussir les cultures sur les terrains exondés ou de plateau. Mais depuis environ trois décennies, les situations agricoles changent. Semer sur les sols de plateau comporte de plus en plus de risques pour plusieurs cultures qui manquent de l'eau en pleine phase critique de végétation et, donnent en fin de cycle peu ou pas de récolte. Cette nouvelle réalité conduit aujourd'hui des producteurs qui avaient des bas-fonds non exploités à progresser dans des zones marginales en vue de les remettre en valeur. Aujourd'hui, les pluies sont rares et insuffisantes, les champs

en zone de plateau sont mal arrosés et s'assèchent rapidement. Si en haut de pente, il n'est pas possible de semer à des périodes données, en bas de pente, on peut observer un champ qui conserve encore une bonne humidité. Grâce du transport des éléments nutritifs par l'érosion hydrique, les sols des bas-fonds sont souvent plus riches que les sols de plateau. Dans ces deux conditions de richesse en éléments nutritifs et de disponibilité en eau dans le sol, le producteur qui a un bas-fond peut les cultiver et avoir de bonnes récoltes.

En dehors du riz de bas-fond qui était la culture traditionnelle de bas-fond, on cultive aujourd'hui le maïs et l'igname dans les bas-fonds. Pour l'igname, la pratique consiste à faire des buttes géantes pour les planter ; ce sont les « buttes-garçons ». La bonne valorisation des bas-fonds permet d'obtenir des récoltes précoces ou sûres pour une meilleure sécurité alimentaire.

Le producteur prépare le terrain du bas-fond à l'avance et dès que les conditions agricoles le permettent (pluies suffisantes), il sème son maïs. Au cours de l'année, il est possible d'associer des cultures dans ce système pour en tirer plus de profits. La culture dans les bas-fonds comporte toujours un risque : les situations exceptionnelles d'inondation. Dans les conditions actuelles des changements climatiques, il y a des inondations qui peuvent arriver et même emporter tout un champ. Mais, reconnaissons que les situations d'inondation sont moins fréquentes que les sécheresses rudes et longues.

7.2.4. Diversification des sources de revenu

Face à une baisse constante du rendement des cultures et l'évolution sans cesse croissante des incertitudes et risques climatiques, il est proposé que les producteurs exercent d'autres activités pour diversifier et sécuriser leurs sources de revenus. Il s'agit d'activités agricoles telles que l'élevage, la transformation du bois en charbon, les transformations agroalimentaires; et d'activités non agricoles comme le commerce, l'artisanat et surtout les activités de taxi moto communément appelé "zémidjan".

7.2.5. Agroforesterie

Dans la dépression médiane, il est proposé que les producteurs reprennent la plantation des arbres dans les champs pour contrer le phénomène de verse des cultures qui devient récurrent du fait de la violence des vents. Les pieds d'essences

forestières seront plantés sur les périmètres des parcelles de culture (clôture) et à l'intérieur. Les espèces mises en terre sont : *Tectona grandis*, *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus sp.* Cette pratique aurait plus d'un intérêt à i) servir de brise vent, ii) constituer une réserve de bois pour la construction des habitations et la reconstruction de celles ayant fait objet de destruction et iii) constituer un recours en cas de difficultés financières (dépenses de scolarisation, de santé, etc.).

7.3. Mesures institutionnelles d'adaptation aux changements climatiques

Pour mieux réagir aux effets néfastes des changements climatiques, les différents gouvernements du Bénin ont mis en place un mécanisme institutionnel et réglementaire.

7.3.1. Cadre législatif et réglementaire favorables au développement des initiatives de lutte contre les changements climatiques

La modification du climat étant une question d'ordre environnemental, le Bénin dispose de plusieurs documents législatifs favorables à la prise en compte des aspects liés aux changements climatiques dans les projets et programmes de développement.

L'article 27 de la Constitution du Bénin fait déjà d'un environnement durable un droit constitutionnel depuis 1990 qui a été modifié par la loi 2019-40 du 07 novembre 2019. Il dispose que « Toute personne a droit à un environnement sain, satisfaisant et durable et a le devoir de le défendre.

La loi n° 97-029 du 15 janvier 1999 portant sur l'organisation des Communes en République du Bénin dispose en son article 82 que les autorités locales ont une compétence partagée avec l'Etat en matière de gestion et de la protection de l'environnement. De plus, le Bénin possède une « charte nationale de gouvernance environnementale ». Cette charte définit les rôles et responsabilités de l'Etat, des élus locaux et de la société civile dans la gouvernance environnementale. D'après la charte, l'État est tenu d'apporter, via une structure décentralisée, son soutien et ses conseils aux municipalités pour le développement et la mise en œuvre de projets environnementaux.

7.3.2. Cadre institutionnel favorable au développement des initiatives de lutte contre les changements climatiques

Pour faciliter la promotion des dispositions constitutionnelles et législatives mentionnées supra, le Bénin a créé en 1992, le Ministère en charge de

l'Environnement. Ce ministère a connu plusieurs dénominations, en passant par le Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme (MEHU) de 1992 à 2006, le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN), le Ministère de l'Environnement Chargé de la Gestion des Changements Climatiques, du Reboisement et de la Protection des Ressources Naturelles et Forestières (MEGCCRPRNF) et depuis avril 2016, le Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable (MCVDD). Dans le domaine spécifique des changements climatiques, le Bénin dispose de plusieurs structures dont les responsabilités favorisent la mise en œuvre des politiques d'atténuation et d'adaptation, telles que : la Direction Générale des Changements Climatiques (DGCC), le Fonds National pour l'Environnement et le Climat (FNEC), la mise en place du Programme National de Gestion des Changements Climatiques (PNGCC), la mise en place du Comité National sur les Changements Climatiques (CNCC).

Dans le cadre de son Programme d'Action National d'Adaptation (PANA), le Bénin a également mis en place une équipe de coordination nationale et des groupes thématiques d'experts pour différents secteurs (agriculture, ressources en eau, énergie, zone côtière, exploitation forestière et santé). Ce cadre institutionnel a été renforcé par le processus de la décentralisation qui a consacré en 1999, la création de 77 Communes dirigées par une administration locale d'élus.

7.3.3. Cadre Politique favorable au développement des initiatives de lutte contre les changements climatiques

Sur le plan national, plusieurs documents de politiques et programmes ont un potentiel important à faire avancer le développement durable et l'adaptation aux changements climatiques.

L'étude nationale des perspectives à long terme « Bénin Alafia 2025 » est un des instruments les plus importants pour l'élaboration d'une politique de lutte contre les changements climatiques. En soutenant plusieurs stratégies et programmes, elle vise à faire du Bénin un pays économiquement prospère et compétitif tout en assurant le bien-être de la population. La Stratégie Nationale de Mise en œuvre de la CCNUCC élaborée en 2003 contient des mesures sectorielles pour l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de ses effets.

Énoncé en 2008, le PANA identifie les activités prioritaires qui répondent à des besoins urgents d'adaptation aux changements climatiques et a conduit, entre autres, au projet du FEM-FPMA intitulé Programme intégré d'adaptation pour combattre les effets des changements climatiques sur la production agricole et la sécurité alimentaire au Bénin.

Par ailleurs, le Programme d'Action du Gouvernement (PAG) 2016-2021 offre des orientations au profit de l'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques. Plusieurs axes prioritaires d'intervention de ce programme sont relatifs aux secteurs de l'agriculture et des ressources en eau. Le PAG se concentre sur la dynamisation des pôles de croissance et de compétitivité par l'amélioration du système de l'agriculture; la promotion des filières agricoles et pastorales (ananas, anacarde, cultures maraîchères, maïs, riz, manioc, lait, viande, œufs, poissons); la création de sept pôles de développement agricole; la promotion de la recherche et de l'innovation technologique.

La modernisation des outils et méthodes de production au profit de la promotion des filières agricoles porteuses constitue aussi un axe stratégique d'intervention. A cet effet, le Gouvernement entend non seulement poursuivre la modernisation de l'agriculture par une mécanisation adaptée aux différentes conditions agro écologiques et la maîtrise de l'eau mais également faire la promotion de la recherche et des semences améliorées ainsi que la spécialisation de l'encadrement et la vulgarisation des itinéraires techniques les plus appropriés pour l'obtention de meilleurs rendements.

Dans le secteur des ressources en eau, le PAG se focalise sur la modernisation des infrastructures hydrauliques et l'amélioration de l'accès à l'eau potable à travers la gestion intégrée des ressources en eau, la coordination et la régulation du secteur de l'eau, la réalisation des sources d'eau potable en milieux rural et urbain.

- le Programme d'Action National de Lutte contre la Désertification vise à identifier les facteurs contribuant à la désertification et les mesures pratiques nécessaires pour la combattre et atténuer les effets de la sécheresse.

- la Politique Forestière Nationale vise la conservation et la gestion des forêts avec la participation des communautés locales.

Par ailleurs, il faut souligner l'existence d'autres projets au niveau du Ministère de l'Agriculture dont les activités contribuent à la réduction de la vulnérabilité agricole au Bénin. C'est le cas du Projet d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire (PUASA) devenu Projet d'Appui à la Diversification Agricole (PADA), développé pour renforcer les stratégies d'adaptation des populations face à l'insécurité alimentaire très souvent consécutive aux inondations. En effet, ce programme aide les populations à aménager des systèmes hydroagricoles sommaires et à adopter des variétés à cycle court. En dehors de ce projet spécifique, les autres projets et programmes de développement agricole mis en œuvre par le Ministère sont résumés dans le tableau LI.

Tableau LI : Synthèse des programmes/projets de développement agricole du MAEP

| N° | Programmes/projets | Objectifs/activités |
|----|--|--|
| 1 | Programme de Promotion de l'Agriculture (Pro-agri) | <ul style="list-style-type: none"> - Promotion de la mise en œuvre d'une agriculture durable - Renforcement des capacités des producteurs à l'utilisation des technologies agricoles protectrice de l'environnement - Amélioration des processus de mise en œuvre des projets de développement agricole |
| 2 | Appui au Développement des zones Agropastorales dans la Vallée de l'Ouémé (PADAVO) | <ul style="list-style-type: none"> - Etude de pré faisabilité |
| 3 | Projet d'Appui au Développement de la Filière Semences au Bénin | <ul style="list-style-type: none"> - Actions conduisant au vote de la loi portant production, contrôle et commercialisation des semences au Bénin Elaboration des décrets d'application - Prise de contacts avec les groupements de semenciers existants - Identification des sites ayant abrité les anciennes fermes semencières |
| 4 | PAIMAF | <ul style="list-style-type: none"> - Appuyer les organisations paysannes (OP) pour l'élaboration de leurs projets de développement agricole - Organiser les producteurs pour bénéficier des appuis du projet |

| | | |
|----|---|--|
| 5 | Projet d'Appui à la Sécurisation des Revenus des exploitants Agricoles | <ul style="list-style-type: none"> - Elaboration et validation des règles de soutien et de stabilisation pour la filière ananas - Elaboration et validation des règles de soutien et de stabilisation pour la filière anacarde - Elaboration et adoption des outils de gestion de l'Assurance Mutuelle Agricole du Bénin (AMAB) |
| 6 | Projet de Sécurité alimentaire par l'aménagement des bas- fonds et le renforcement des capacités de stockage au Bénin (PSAIB) | <ul style="list-style-type: none"> - Appui à l'aménagement des bas-fonds - Construction d'infrastructures de stockage - Appui aux producteurs de riz |
| 7 | Programme de Développement des plantes à Racines et tubercules (PDRT) | <ul style="list-style-type: none"> - Appui aux structures de recherche comme la FAST/UAC et l'IITA pour la production de 1000 vitro plants de manioc - Appui et formation des producteurs du manioc |
| 8 | Aménagement de la Vallée de l'Ouémé | Aucune action pour le moment |
| 9 | Appui aux Programmes de Recherches Agricoles de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (APRA/INRAB) | Tests multi locaux des NERICA de bas-fond |
| 10 | Programme d'Appui au Développement des Filières Agricoles (PADFA) phase I et II | <ul style="list-style-type: none"> - Promotion et renforcement de la filière anacarde - Développement de la filière ananas - Développement de la filière riz |
| 11 | Projet d'Appui au Développement Rural de l'Ouémé (PADRO) | <ul style="list-style-type: none"> - Poursuite de l'actualisation et de l'élaboration des plans de développement dans les villages APNV - Actualisation du plan de gestion des terroirs dans le village de Dannou à Adjohoun |
| 12 | Appui à la Mise en Œuvre des Conseils Agricoles (PACA) | <ul style="list-style-type: none"> - Appui à la mise en œuvre des outils et méthodes de conseil agricole - Renforcement des capacités des acteurs |

| | | |
|----|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Elaboration des supports techniques de base pour la Stratégie Nationale du Conseil Agricole |
| 13 | Amélioration de l'Accès aux Informations sur les Marchés Agricoles du Bénin (PAIMAB) | <ul style="list-style-type: none"> - Edition de 8 bulletins de la lettre d'information sur la sécurité alimentaire - Suivi des prix de 30 produits et les flux sur 64 marchés - Réalisation d'une base de données |
| 14 | Programme d'Appui au Développement Rural (PADER) | <ul style="list-style-type: none"> - Aménagement de 70,5 ha de terres pour appuyer la production vivrière dans les bas-fonds et vallées et mise en place d'intrants en quantité suffisante - Formation des OP en techniques de production vivrière dans les bas-fonds et les vallées - Mise en place de financement rural (FR) - Renforcement des capacités et appui aux institutions de base |
| 15 | Programme d'Appui à la Croissance Economique Rural (PACER) | <ul style="list-style-type: none"> - Aménagement de bas fond - Appui micro projet de développement agricole |
| 16 | Gestion Fertilité de Sols | <ul style="list-style-type: none"> - Reboisement des espaces dégradés - Réalisation des aménagements de lutte contre l'érosion des terres - Formation des producteurs sur les techniques de restauration des sols |
| 17 | Programme d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire (PUASA) devenu Projet d'Appui à la Diversification Agricole (PADA) | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place des semences et des intrants pour la production du riz et du maïs - Appui à l'aménagement sommaire de 11.284 ha sur 15.000 ha prévus - Construction des aires de séchage de récolte - Construction de magasin de stockage des récoltes - Construction de petites unités de rizerie |
| 18 | Aménagement des Petits Périmètres Irrigués (PAPPI) | Identification, caractérisation et validation de 496 ha de bas-fonds, 281 ha de petits périmètres irrigués et 240 ha de sites anti-érosifs |

| | | |
|----|--|--|
| 19 | Projet d'Appui aux Infrastructures Agricoles dans la Vallée de l'Ouémé (PAIA-VO) | Contribution à l'accroissement durable de la productivité et des productions végétales par la promotion des filières porteuses. |
| 20 | Projet de développement agricole des Commune du Bénin | Renforcement du système de vulgarisation agricole local |
| 21 | Facilité d'Appui aux investissements Agricoles (FAIA) | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place des semences et des intrants - Promotion des innovations agricoles |
| 22 | Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place des semences et des intrants - Transformation de la technologie - Amélioration de la productibilité |
| 23 | Projet de Sécurité Alimentaire par l'Intensification Agricole au Bénin (PSAIA) | <ul style="list-style-type: none"> - Acquisition et distribution de 240 kg de semences du riz NERICA, des semences de maïs et soja et de 27 tonnes d'engrais spécifiques - Formation de producteurs multiplicateurs de semences NERICA |
| 24 | Projet Multinational de Diffusion du riz NERICA (PDRN) | <ul style="list-style-type: none"> - Installation et suivi des parcelles de PVS-R à Coby et de la collection à Glazoué (90%) - Installation et entretien des parcelles pour la production en quantités suffisantes des semences de pré base et de base des variétés de NERICA sélectionnées par les bénéficiaires et celles en vulgarisation |
| 25 | Programme National de Promotion de l'Irrigation Privée au Bénin (PNPIP) | Mise au point d'un projet de fiche pour l'inventaire et la caractérisation des exploitations sous irrigation et le recensement des irrigants privés |
| 26 | Programme de Promotion de la Mécanisation Agricole au Bénin (PPMA) | <ul style="list-style-type: none"> - Amélioration des services d'appui technique de mécanisation agricole - Promotion de l'offre en mécanisation agricole - Amélioration de l'accès des producteurs et transformateurs aux matériels agricoles appropriés |

Source : Donou, 2015 et DPP/MAEP, mars 2017

L'examen du tableau LI montre qu'au total 26 programmes/projets sont mis en œuvre (d'autres en cours d'exécution) par le Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche avec des similitudes et différences d'un projet à un autre. Leur analyse permet de constater que leur domaine d'intervention couvre pour l'essentiel des secteurs de développement agricole, mais pas de l'adaptation aux changements et aux risques climatiques alors que l'agriculture au Bénin et dans le bassin inférieur de l'Ouémé demeure essentiellement pluviale selon B. Donou (2015, p. 169). Les secteurs les plus concernés par ces projets sont, entre autres : l'aménagement des bas-fonds, le développement des filières riz, ananas et anacarde, la production de semences, la mise à disposition d'intrants, le financement des projets agricoles, le développement des zones agropastorales, la lutte contre la dégradation et l'érosion des sols, la mise en œuvre du conseil agricole, l'appui aux programmes de recherches agricoles et l'assurance mutuelle agricole.

Mais, l'analyse de ces projets montre que plusieurs d'entre eux interviennent dans l'aménagement des bas-fonds pour la production du riz. Ainsi, 8 projets sur 26 y sont consacrés ; ce qui limite la coordination des actions d'aménagement pour le développement de la filière riz. En effet, chaque projet nécessite une unité de coordination ayant besoin des frais de fonctionnement et des moyens matériels. Ce qui réduit les financements qui parviennent réellement aux producteurs, la plus grande partie étant utilisée dans ces frais de fonctionnement. Aussi, la participation effective des producteurs dans ces projets, que ce soit à l'élaboration que dans leur mise en œuvre est très faible. La grande majorité d'entre eux étant analphabète, se contente de l'information et des financements envoyés par les coordinations de ces projets. Par ailleurs, la présence des projets avec des financements sur le terrain limite les activités des agents de développement rural des centres de promotion agricole qui ne les utilisent pas. Le paysan étant habitué aux ressources financières des projets n'accorde plus d'importance aux conseils de ces agents. L'autre insuffisance majeure des projets du MAEP est qu'il n'existe aucun critère pertinent pour l'identification des secteurs d'intervention des projets. C'est le cas, par exemple, du programme de mécanisation agricole (PPMA) qui attribue des tracteurs plus charrue à des groupements de producteurs de bas-fonds de la plaine d'inondation du fleuve Ouémé. Or, seuls les motoculteurs sont adaptés pour le labour dans des bas-fonds. Il en est de même pour la plupart des projets qui sont souvent mis en œuvre sans la

réalisation d'étude de faisabilité et d'état de référence. Ce qui ne facilite pas l'évaluation et encourage la multiplication des projets consacrés au même domaine, mais sans résultats concrets sur le terrain si ce n'est rendre les producteurs dépendants de leur financement au lieu de les amener à leur autonomisation.

7.4. Projet de recherche pour la mise en application des options d'adaptation dans la dépression médiane

Dans la dépression médiane, pour faciliter une meilleure mise en œuvre des différentes options prioritaires d'adaptation identifiées, il est important de présenter un mini projet pour la prise en compte fondamentale.

Titre du projet : Projet d'Appui à la Mise en Œuvre des Activités d'Adaptation aux Changements Climatiques dans le Secteur de la Production Agricole dans la Dépression Médiane (PAMOAACC-SPADM).

Contexte

Les changements climatiques constituent des menaces à l'agriculture, y compris la réduction de la productivité agricole, de la stabilité de la production et des revenus dans les régions du monde. Ces régions ont déjà des niveaux élevés d'insécurité alimentaire et des moyens limités de faire face à des conditions météorologiques défavorables.

Etre capable de transformer l'agriculture pour nourrir une population croissante dans le contexte des changements climatiques sans nuire à la base de ressources naturelles est aider à atténuer les effets négatifs du changement climatique. Une agriculture plus productive et résistante a besoin d'une meilleure gestion des ressources naturelles, telles que la terre, l'eau, le sol et les ressources génétiques à travers des pratiques telles que l'agriculture de conservation, la gestion intégrée des ravageurs, l'agroforesterie et l'alimentation durable.

Le secteur agricole est l'une des priorités nationales qui répond au besoin de réduction de la pauvreté dans les zones rurales et caractérisées par une faiblesse des investissements et la persistance des pratiques traditionnelles (pluvial et extensif). L'agriculture pluviale occupe environ 95% des terres arables dans la région et constitue la principale activité économique. Les populations locales sont exposées à une baisse de production et de productivité des sols due aux perturbations du régime pluviométrique. Face à cette situation, les paysans ont développé et adopté des stratégies agricoles apportées par

les autorités pour une meilleure production agricole dans le contexte des changements climatiques. Mais pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques, l'idée d'initier le Projet d'Appui à la Mise en Œuvre des Activités d'Adaptation aux Changements Climatiques dans le Secteur de la Production Agricole dans la Dépression Médiane (PAMOAACC-SPADM) est née.

Objectif global

L'objectif général est d'accroître la capacité des paysans pour des activités d'adaptation aux changements climatiques à travers une approche de recherche participative.

Objectifs spécifiques

Spécifiquement, ce projet vise à :

- mettre à la disposition des paysans un système d'alerte précoce et d'information sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies ;
- renforcer les capacités des paysans sur le développement des pratiques agricoles de gestion durable des terres ;
- accompagner les agriculteurs dans la mise en place des outils de production agricole et de conservation des produits agricoles adéquats ;
- construire des retenues d'eau à des fins agricoles au profit des paysans ;
- faciliter le financement des producteurs dans les activités agricoles.

Bénéficiaire du projet

Les bénéficiaires de ce projet sont les paysans de la dépression médiane. Il regroupe les agriculteurs, les éleveurs et les groupements de femmes intervenant dans le secteur agricole.

Partenaires potentiels

Plusieurs partenaires seront contactés pour le financement du présent projet. Tel que : le Fonds Mondial pour l'Environnement, le Fonds National pour l'Environnement et le Climat et des ONGs Internationales à vocation agricole et environnementale.

Activités du projet

- réalisation des études diagnostiques et identification des villages d'intervention du projet en fonction des zones à forte vulnérabilité ;
- réalisation d'un plaidoyer auprès de l'ANPC afin qu'elle accompagne les radios communautaires dans la diffusion des informations sur la prévision des dates de

- début et de fin de saison des pluies ;
- renforcement des capacités locales sur la gestion de la fertilité des sols et fabrication des engrais organiques ;
 - appui aux producteurs sur l'utilisation d'intrants agricoles adéquats (semences de variétés à cycle court de maïs, de niébé, du riz et de produits maraîchers etc.) ;
 - développement des meilleures techniques de valorisation des résidus de récolte ;
 - développement des connaissances des paysans sur les pratiques de conservation des eaux et des sols ;
 - développement et amélioration des connaissances locales sur les techniques d'assolement et de rotation des cultures ;
 - organisation des ateliers de renforcement des capacités sur l'utilisation des techniques d'ados végétalisés, de zaï, les techniques de compostage, la réalisation des labours de fin de campagne et le développement des techniques d'agroforesterie ;
 - appui aux paysans dans la production et l'utilisation de fientes de volaille, ovins, caprins et porcins pour la production agricole ;

Résultats escomptés

Le présent projet vise plusieurs résultats à savoir :

- le système d'alerte précoce et d'information sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies est mis à la disposition des paysans de la dépression médiane ;
- les capacités des paysans sur le développement des pratiques agricoles de gestion durable des terres sont renforcées et ces paysans sont accompagnés dans la mise en pratique de ces techniques dans la dépression médiane ;
- les agriculteurs sont accompagnés et formés dans la mise en place des outils de production agricole et de conservation des produits agricoles adéquats dans la dépression médiane ;
- les retenues d'eau à des fins agricoles sont réalisées au profit des paysans dans la dépression médiane ;
- les producteurs et productrices bénéficient de plusieurs sources de financement pour les travaux agricoles.

Durée et chronogramme de mise en œuvre du projet

Le présent projet est prévu pour durer cinq (05) ans et suivra le chronogramme décrit infra.

| Activités du projet | Année 1 | | Année 2 | | Année 3 | | Année 4 | | Année 5 | |
|---|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|-----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 |
| Réalisation des études diagnostiques et identification des villages d'intervention du projet | | | | | | | | | | |
| Réalisation d'un plaidoyer auprès de l'ANPC afin qu'elle accompagne les radios communautaires dans la diffusion des informations sur la prévision des dates de début et de fin de saison des pluies | | | | | | | | | | |
| Renforcement des capacités locales sur la gestion de la fertilité des sols et la fabrication des engrais organiques | | | | | | | | | | |
| Appui aux producteurs sur l'utilisation d'intrants agricoles adéquats (semences de variétés à cycle court de maïs, de niébé et de riz et des produits maraîchers etc.) | | | | | | | | | | |
| Développement des meilleures techniques de valorisation des résidus de récolte | | | | | | | | | | |
| Développement des connaissances des paysans sur les pratiques de conservation des eaux et des sols | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Développement et amélioration des connaissances locales sur les techniques d'assolement et de rotation des cultures | | | | | | | | | | |
| Organisation des ateliers de renforcement des capacités sur l'utilisation des techniques d'ados végétalisés, de zaï, les techniques de compostage, la réalisation des labours de fin de campagne et le développement des techniques d'agroforesterie | | | | | | | | | | |
| Appui aux paysans dans la production et l'utilisation de fientes de volaille, ovins, caprins et porcins pour la production agricole | | | | | | | | | | |
| Appui aux agriculteurs pour l'utilisation de tracteur et de charrue en vue d'emblaver plus de superficie cultivable | | | | | | | | | | |
| Renforcement des capacités sur les techniques de conservation des produits agricoles | | | | | | | | | | |
| Réalisation des ouvrages de rétention d'eau à des fins agro-pastorales | | | | | | | | | | |
| Réalisation des retenues d'eau à des fins agricoles | | | | | | | | | | |
| Réalisation des forages pour faciliter l'approvisionnement en eau | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Appui aux producteurs à la facilitation de l'accès aux crédits agricoles adéquats | | | | | | | | | |
| Réalisation du suivi-évaluation | | | | | | | | | |

Estimation du coût du projet

| Activités du projet | Coût prévisionnel (F CFA) |
|--|---------------------------|
| Réalisation des études diagnostiques et identification des villages d'intervention du projet | 5 000 000 |
| Réalisation d'un plaidoyer auprès de l'ANPC afin qu'elle accompagne les radios communautaires dans la diffusion des informations sur la prévision des dates de début et de fin de la saison des pluies | 3 000 000 |
| Renforcement des capacités locales sur la gestion de la fertilité des sols et fabrication des engrais organiques | 5 000 000 |
| Appui aux producteurs sur l'utilisation d'intrants agricoles adéquats (semences de variétés à cycle court de maïs, de niébé et des produits maraîchers, etc.) | 5 000 000 |
| Développement des meilleures techniques de valorisation des résidus de récolte | 10 000 000 |
| Développement des connaissances des paysans sur les pratiques de conservation des eaux et des sols | 10 000 000 |
| Développement et amélioration des connaissances locales sur les techniques d'assolement et de rotation des cultures | 10 000 000 |
| Organisation des ateliers de renforcement des capacités sur l'utilisation des techniques d'ados végétalisés, de zaï, les | 10 000 000 |

| | |
|---|--------------------|
| techniques de compostage, la réalisation des labours de fin de campagne et le développement des techniques d'agroforesterie | |
| Appui aux paysans dans la production et l'utilisation de fientes de volaille, ovins, caprins et porcins pour la production agricole | 15 000 000 |
| Appui aux agriculteurs pour l'utilisation de tracteur et de charrue en vue d'emblaver plus de superficie cultivable | 70 000 000 |
| Renforcement des capacités sur les techniques de conservation des produits agricoles | 13 000 000 |
| Réalisation des ouvrages de rétention d'eau à des fins agro-pastorales | 75 000 000 |
| Mettre en place des systèmes d'eau pour l'agriculture | 250 000 000 |
| Réalisation des forages pour faciliter l'approvisionnement en eau | 160 000 000 |
| Appui aux producteurs à la facilitation de l'accès aux crédits agricoles adéquats | 50 000 000 |
| Réalisation du suivi-évaluation | 15 000 000 |
| Total | 706 000 000 |

Le modèle d'analyse RIVSR (Risques, Impact, Vulnérabilité, Stratégies, Résultats) utilisé dans cette étude pour l'analyse des résultats a permis de faire la synthèse des différents aboutissements de cette recherche (figure 50).

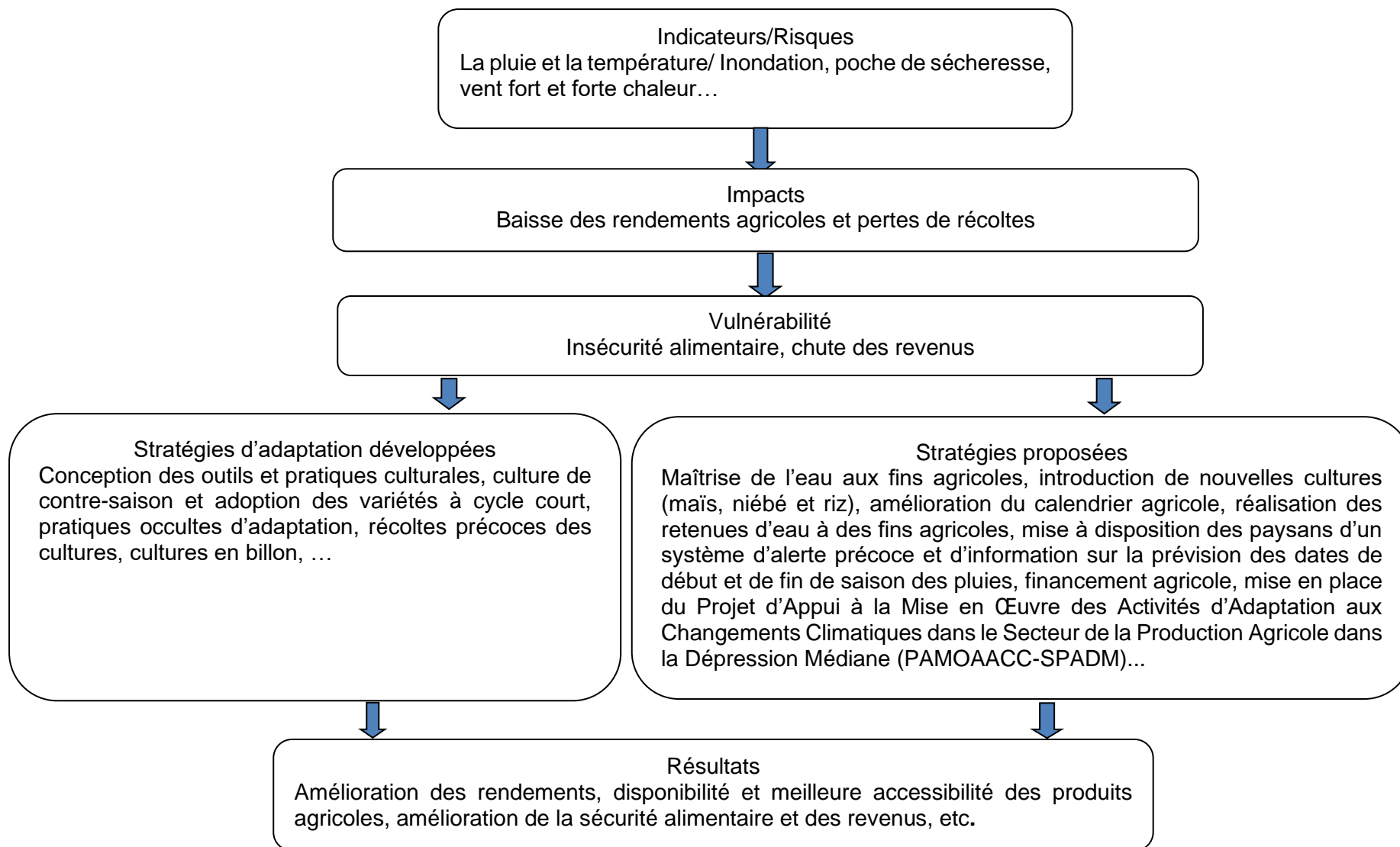


Figure 50 : Modèle d'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane
Source des données : Conception Seydou, 2018

Il ressort de l'analyse de la figure 50 que le modèle RIVSR a permis de caractériser les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane et d'examiner les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et d'évaluer les impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Le modèle a permis aussi d'analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques et de mettre en place un projet d'insertion professionnelle pour atténuer la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane.

7.5. Discussion des résultats

➤ Objectif 1 : caractériser les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin

La présente thèse a permis de caractériser les indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane. En effet, les changements climatiques se traduisent par le démarrage tardif des pluies, la baisse des précipitations, la mauvaise répartition spatio-temporelle des hauteurs de pluies et la poche de sécheresse entre les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017. Ce qui est conforme avec les résultats des travaux de E. Ogouwalé (2006, p. 144), T. Codjo *et al.* (2013, p. 166). Pour eux l'augmentation de la température, la baisse des hauteurs de pluies, la fin précoce des saisons des pluies sont les indicateurs des changements climatiques au Bénin. Les départs précoces ou attardés des pluies, une diminution des hauteurs annuelles de pluies et un accroissement des températures sont les manifestations des changements climatiques selon B. Donou (2015, p. 89) et T. Codjo (2017, p. 132).

L'étude comparée des données entre les sous-périodes 1951-1980 et 1981-2017 montre globalement que la tendance pluviométrique est à la baisse dans la dépression médiane de 1 % à 35 %. Au niveau des stations de Cotonou et de Bohicon, il est constaté une augmentation de la température minimale supérieure à 0,33 °C et inférieure à 1,08 °C. Ces résultats confirment celui de E. Amouzou (2007, p. 43) dans le département du Couffo, de T. Codjo *et al.* (2015, p. 315) dans la Commune d'Adjohoun qui stipulent que sur la période 1951-2017, il y a eu une augmentation de la température et une baisse des précipitations.

Les changements climatiques se manifestent dans la dépression médiane par les inondations, la sécheresse et l'augmentation de la température. Selon M. Boko (1988, p. 17), les recherches sur la variabilité climatique au Bénin ont connu un regain d'intérêt notamment après les séries de péjorations pluviométriques des années 1970 et 1980. Ainsi, pour H. Totin (2003, p. 32), l'évolution du climat se manifeste par une augmentation des températures. Elle est caractérisée par les vagues de chaleur, le réchauffement de la terre et toutes les formes de sécheresse. Une augmentation de 1,5 à 3 °C de température, pourrait fait assister à une diminution de 15 à 18 % des précipitations en zones intertropicales africaines (N. Aho et M. Ouassa Kouaro, 2006, p. 57).

Dans la dépression médiane, il est observé, au même titre que les températures maximales, une tendance plus marquée à la hausse des températures minimales. Cette hausse est plus remarquable pour certaines années, notamment les années 1973, 1977, 1979, 2010 et 2011. Ces résultats confirment les résultats de E. Ogouwalé (2006, p. 121) ; F. Chédé (2012, p. 32) ; M. Lanokou (2016, p. 128) et W. Seydou (2016, p. 57) qui ont montré que les températures ont une tendance à la hausse.

Les résultats d'analyse pluviométrique, montrent une rupture en 1980 pour l'ensemble des stations étudiées. Ce résultat est en conformité avec celui de H. Koumassi (2014, p. 86) et confirmé aussi par les travaux de A. Akognongbè (2014, p. 112) qui a montré les impacts de la dynamique climatique et des activités humaine sur les ressources en eau au Nord-Bénin. De même, H. Totin (2010, p. 53) affirme que les années 1970 marquent ainsi ce qui est communément appelé la rupture climatique dans la dépression de la Lama et, qu'un tel comportement pluviométrique n'a été observé dans aucune autre région.

Les résultats de cette recherche ont permis de montrer que les paysans de la dépression médiane perçoivent les changements climatiques par une modification, un changement dans les manifestations de la pluie, la baisse de la pluviométrie, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, l'augmentation de la chaleur et de la température, la réduction des dates de début et dates de fin de la saison des pluies, l'augmentation des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses, des inondations et de la force du vent. Des études menées dans de nombreux pays en Afrique (B. Doukpolo, 2014, p. 127) à l'Ouest de la République Centrafricaine et dans le sud-Togo (L. Issaou, 2014, p. 105) avaient déjà conduit à des résultats similaires.

Les changements climatiques majeurs signalés par les paysans enquêtés ont été l'augmentation de la température et la diminution de la quantité des pluies.

Quant aux changements futurs des précipitations, on note clairement qu'il y a plus de variations dans les modes de changements pluviométriques, par rapport à ceux pour les températures. Il est aussi évident que ces changements de précipitation ne sont pas les estimations de la variabilité naturelle calculées à partir de la simulation de contrôle du GIEC (2014, p. 9).

D'après les projections climatiques futures, la température moyenne dans la dépression médiane peut augmenter jusqu'à 1,1 °C avec le scénario RCP 4.5 et jusqu'à 3 °C avec le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2050 et les scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 font apparaître probablement une légère augmentation des précipitations à l'horizon 2050 par rapport à la période de référence 1981-2017. Cela aura comme conséquence des risques hydriques beaucoup plus fréquents dans l'avenir, qui associés aux stress thermiques vont, sans changement dans les pratiques agricoles, fortement réduire les rendements des cultures et accentuer leur variabilité, ayant pour conséquence l'insécurité alimentaire des populations. Si les options d'adaptation proposées sont respectées, les paysans pourront voir, dans un futur proche, une amélioration nette des conditions de vie. Ces résultats concordent avec ceux des travaux de E. Ogouwalé (2006, p. 162), M. Issa (2012, p. 128), A. Akognongbé (2014, p. 89). Ainsi que J. Kodja (2018, p. 125) qui ont montré que les pluies futures des scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 présentent une allure qui converge vers les pluies de référence avec une tendance montrant que les pluies futures de ces scénarii semblent être supérieures à la pluie de référence.

➤ **Objectif 2 : évaluer les impacts agricoles et socio-économiques de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques**

Les résultats de la présente thèse permettent aussi d'évaluer les impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au Bénin, notamment la réduction sensible des rendements agricoles découlant du stress hydrique imposé aux cultures par la baisse des hauteurs de pluies et l'augmentation des températures. Ces résultats concordent avec ceux des travaux de E. Ogouwalé (2006, p. 59) et T. Codjo *et al.* (2013, p. 166) ont montré que les situations climatiques préjudiciables à la production agricole ont des impacts sur les paysans impliqués dans l'agriculture pluviale. Elles entraînent une augmentation du

stress hydrique et thermique au niveau des plantes et ont pour conséquences, une baisse des rendements des principales cultures (maïs, niébé, manioc, patate douce et riz). Ceci engendre de lourdes pertes agricoles et d'énormes manques à gagner pour les paysans impliqués dans l'agriculture pluviale. Ces résultats sont semblables aux résultats de M. Lanokou (2016, p. 59) qui revelent que les inondations occasionnent d'énormes pertes de récoltes dans le secteur d'étude.

Pour B. Saré (2018, p. 101), le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007) indique que l'augmentation de la fréquence des inondations devrait, selon les projections, affecter la production agricole locale, en particulier les cultures de subsistance. Les inondations se manifestent par de fortes pluies, causant des dégâts agricoles (destruction des cultures, pertes de récolte et destructions des plantations). Quant à B. Donou (2015, p. 117), la conséquence des inondations est la destruction des cultures et les difficultés de conservation des produits agricoles, créant ainsi, un manque à gagner pour les paysans au sud-Bénin.

➤ **Objectif 3 : analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques**

En outre, cette recherche a aussi présenté les stratégies d'adaptation développées par les paysans pour réduire les effets des changements climatiques dans la dépression médiane, telles que : récolte précoce des cultures, pratiques occultes d'adaptation, utilisation des intrants, abandon des parcelles submersibles, augmentation des emblavures, abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court, cultures en billons, semis échelonné, semis répété, association culturale, installation des systèmes d'irrigation et réaménagement du calendrier agricole pour contrecarrer les déficits et excès hydriques que rencontrent leurs cultures. Les résultats obtenus semblent bien correspondre à ceux de F. Lamodi (2013, p. 53), T. Codjo *et al.* (2013, p. 167) et M. Lanokou (2016, p. 162), obtenus respectivement dans les Communes de Pobè et Za-Kpota et dans la dépression médiane. Ainsi, les résultats ont permis d'analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans face aux changements climatiques. Ces résultats concordent avec ceux des travaux de N. Djenontin (2010, p. 53) dans les Communes de Malanville et Karimama et ceux de M. Lanokou (2016, p. 155) dans la dépression médiane.

Enfin, le présent travail a proposé de nouvelles stratégies d'adaptation pour augmenter la résilience des paysans aux effets des changements climatiques en tenant compte des options d'adaptation paysannes mises en place par les populations elles-mêmes et un projet d'insertion professionnelle comme mesure de renforcement des stratégies d'adaptation pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture dans la dépression médiane. Ce qui semble concorder avec les résultats de I. Yabi et F. Afouda (2007, p. 319), E. Vissin (2013, p. 98), T. Codjo (2017, p. 123) et L. Agodo (2018, p. 130). En effet, selon T. Codjo (2017, p. 165), les systèmes d'irrigation par pompage peuvent être installés dans la plaine inondable. Or, les résultats du présent travail ont montré que les inondations rendraient ces systèmes d'irrigation non opérationnels, en bouchant les tuyaux de refoulement par la boue et autres matières solides.

Cela corrobore les conclusions d'une étude de la FAO (2008, p. 17) qui souligne que le système d'irrigation goutte-à-goutte est doublement rentable que celui des jardins traditionnels irrigués et que les rendements du travail sont environ trois fois plus élevés que pour le système traditionnel. C'est pourquoi le système d'irrigation gravitaire est proposé dans ce travail pour les parcelles inondables.

Dans la dépression médiane, pour réduire les effets néfastes des changements climatiques sur le paysannat et s'il est quasi impossible d'éviter les phénomènes climatiques, il est indispensable de contribuer à des politiques d'adaptation aux modifications climatiques. Pour augmenter la résilience des paysans aux effets des changements climatiques en tenant compte des options d'adaptation paysannes mises en place par les populations elles-mêmes, l'Etat central développe avec les populations, les réponses réactives et des stratégies d'adaptation. C'est le fondement de la mise en place de l'Agence Nationale de Protection Civile par l'Etat béninois par décret 2012- 426 du 06 novembre 2012. Mais, les réponses réactives et les stratégies développées ne permettent pas aux populations d'être à l'abri des dégâts, d'où il est nécessaire d'exposer leurs limites. C'est pourquoi, il est urgent de mettre en place un dispositif efficace de recherche-action de concert avec l'Etat central et ses partenaires techniques et financiers, les populations et les autorités locales pour réduire les conséquences des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

Limites de la recherche

Cette thèse s'inscrit dans l'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin. Cette partie permet d'énumérer quelques limites et de dégager des perspectives pour les recherches futures.

Les données climatologiques, à tous les pas de temps, dans la dépression médiane comme sur l'ensemble du territoire, sont discontinues en qualité et en longueur de séries. La non disponibilité des données projetées de quelques stations dans la dépression médiane doit être également mentionnée. Cette insuffisance rend difficile l'atteinte des résultats escomptés notamment l'étude d'impacts des changements climatiques et l'évaluation de la vulnérabilité des cultures. Bien qu'il puisse être possible d'établir une évaluation basée sur les sorties des modèles climatiques globaux, cette démarche présente des limites inhérentes aux capacités imparfaites de tous les modèles climatiques à simuler des détails régionaux et temporels de manière bien précise.

Pour ce qui concerne le modèle statistique utilisé pour la projection, il faut indiquer que l'insuffisance majeure est la nature des données utilisées. Mais, elles ne sont disponibles qu'à l'échelle annuelle. En effet, dans le souci d'aligner les données sur la même échelle, l'année a été retenue pour l'analyse. Or, l'impact des déficits pluviométriques est saisonnier et les saisons agricoles durent d'une année à une autre. Ainsi, les productions agricoles annuelles utilisées peuvent cacher d'autres variations saisonnières. Il peut arriver qu'une année de bonnes productions agricoles soit de mauvaises productions saisonnières.

Les limites des MCG dans leur capacité à retranscrire le climat de l'Afrique de l'ouest et du Centre notamment, les périodes simulées de démarrage de la saison des pluies apparaissent un à deux mois avant les dates observées et ont été montrées par les recherches scientifiques récentes, conduites par « African Centre of Meteorological Applications for Development ». En effet, le couplage des modèles présente un certain nombre de difficultés notamment dans la différence d'échelle entre la maille du modèle de circulation générale et l'échelle fine du modèle agronomique. Ces limites feront l'objet d'autres études dans le cadre de la poursuite des travaux de recherche au laboratoire Pierre Pagney Climats Eau, Ecosystèmes et Développement.

Conclusion

Le sud-Bénin est sujet, de plus en plus, aux changements climatiques qui affectent négativement la production agricole. Ainsi, la présente thèse a étudié la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin.

L'analyse des données climatologiques dans la dépression médiane à travers les hauteurs de pluies et les températures issues de météo-Bénin, ont permis d'apprécier, l'augmentation de la température (1° C et 0,1° C respectivement au niveau des stations de Bohicon et Cotonou), la baisse des précipitations (de 5,94 % à 6,23 %), la mauvaise répartition spatio-temporelle des hauteurs de pluies et la poche de sécheresse. En effet, l'évolution des paramètres climatiques dans la dépression médiane au cours de la période de 1951-2017 montre une modification significative des hauteurs de pluies et des températures. Ce qui caractérise les changements climatiques au cours de cette période.

Les paysans de la dépression médiane perçoivent les changements climatiques par la baisse de la pluviométrie, l'augmentation de la chaleur et de la température, la réduction des dates de début et dates de fin de la saison des pluies, l'augmentation des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses, des inondations et de la force du vent. La forte fréquence de ces événements entraîne des conséquences agricoles et socio-économiques sur le paysannat.

Par ailleurs, à l'horizon 2050, les hauteurs de pluies vont probablement connaître un accroissement avec des pics pouvant atteindre 14,85 % sous le scénario RCP 4.5 et 25,5 % sous le scénario RCP 8.5. Une augmentation des températures de 1° C avec RCP 4.5 et de 3° C avec RCP 8.5 est attendue avec une intensité croissante à l'horizon 2050 selon les deux scénarii considérés.

Dans la dépression médiane, l'agriculture est liée aux caractéristiques de la saison des pluies telles que : le démarrage tardif des saisons, l'augmentation de la température, le raccourcissement des saisons, l'inondation et la sécheresse qui ont des impacts négatifs sur le paysannat. En effet, les impacts de ces risques sur la disponibilité en eau, la végétation, le sol et les cultures, plus globalement sur l'agriculture sont bien perçus par 98 % des paysans. Plus de 50 % de la dépression médiane connaîtrait une

augmentation de leur vulnérabilité à l'horizon 2050 par rapport aux pluies extrêmes qui devraient s'empirer si des mesures adéquates ne sont pas prises. Devant une baisse croissante des rendements, ces derniers multiplient des stratégies pour réduire les effets néfastes des changements climatiques tels que : récolte précoce des cultures, pratiques occultes d'adaptation, utilisation des intrants, abandon des parcelles submersibles, augmentation des emblavures, abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court, cultures en billons, association culturale, installation des systèmes d'irrigation et réaménagement du calendrier agricole mis en œuvre par les producteurs agricoles pour contrecarrer les déficits et excès hydriques que rencontrent leurs cultures dans la dépression médiane.

Pour augmenter la résilience des paysans aux effets des changements climatiques, les stratégies telles que : l'utilisation de *Mucuna* ou *Aeschinomenae* comme plantes de couverture, la culture des plantes tolérantes à la sécheresse (pois d'angle et manioc), le semis précoce dans les bas-fonds, la diversification des sources de revenu et l'agroforesterie sont proposés. Il est urgent de mettre en place un dispositif efficace de recherche-action de concert avec l'Etat central et ses partenaires, les populations et les autorités locales pour réduire les conséquences des changements climatiques dans la dépression médiane. Pour une meilleure gestion des externalités des changements climatiques, les recherches futures porteront sur la thématique **”Utilisation de *Mucuna* (*Aeschinomenae*) comme plantes fertilisantes pour la valorisation agricole et l'atténuation des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin”**.

Bibliographie

ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement) (2001) : Guide général de réalisation d'une étude d'impacts sur l'environnement. Cotonou, 76 p.

Adidehou Antoine (2005) : Contraintes climatiques et développement agricole dans la commune de Glazoué. Mémoire de maîtrise de Géographie, FLASH/DGAT/UAC, 117 p.

Adjovi Charles (1991) : Analyse statistique des précipitations dans le bas-Bénin : Etude de la tendance et de persistance. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH, UAC, 94 pages.

Affo-dogo Abalo (2007) : Analyse de la variabilité de la saison des pluies au sud Togo et son impact sur les conditions d'alimentation hydrique du maïs, Mémoire d'ingénieur agro-météorologique, Niamey, p 88.

Akindélé Akibou (2009) : Interprétation socio-anthropologique des indicateurs environnementaux de la dynamique du climat dans le département du Plateau. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 65 p.

Akindélé Akibou (2014) : Savoirs ethno-climatologiques en pays wémè et hôte : fondements et implications économiques et socio- culturelle. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH, UAC, 234 p.

Amoussou Ernest (2005) : Variabilité hydro-climatique et dynamique des états de surface dans le bassin versant du Couffo. Mémoire de DEA, EDP/FLASH-UAC.104 p.

Amoussou Ernest (2010) : Variabilité hydro-climatique et dynamique des états de surface dans le bassin versant du Couffo. Mémoire de DEA, EDP/FLASH-UAC.104 p.

Amoussouga Laurel Hervé (2008) : Dynamique des plantations riveraines de la forêt classée de la lama. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 82 p.

ASECNA (2018) : Données de la station météorologique de Cotonou, Section climatologique, Cotonou, 38 p.

Ashley, Caroline et Carney Diana (1999) : « Sustainable livelihoods: Lessons from early experience ». London: Department for International Development DFID. (Available at <http://livelihoods.org/info/docs/nrcadc.pdf>)

Atiyé Emille (2018) : Gestion des risques hydro-climatiques dans le bassin béninois du fleuve mono a l'exutoire d'athieme. Thèse de Doctorat en Gestion de l'environnement, EDP/UAC, 188 p.

Bognini Sylvain (2010) : Impacts des changements climatiques sur les cultures maraîchères au nord du Burkina Faso : cas de Ouahigouya, 38 p.

Boko Michel (2005) : Environnement naturel et développement durable en Afrique, DGAT/FLASH/UAC, 42 p.

Boko Michel et Ogouwalé Euloge (2007) : Eléments d'approche méthodologique en géographie et sciences de l'environnement et structure de rédaction des travaux de l'étude et de recherche. FLASH/DGAT/UAC. Version 1, 104 p.

Boko Michel et Houssou Christophe (2006) : Pluviométrie exceptionnelle et vulnérabilité des établissements humains dans le Bénin méridional ; Article. UAC/FLASH/DGAT/LECREDE. 9 p.

Boko Michel, Ogouwalé Euloge (2006) : Eléments d'approche méthodologie en géographie et science de l'environnement et structure de rédaction ; support de cours. UAC/ FLASH / DGAT /LECREDE. 50 p.

Bokonon-Ganta Eutache (1987) : Les climats de la région du Golfe du Bénin. Thèse de doctorat du 3^{ème} cycle. Institut de Géographie, Université de Paris IV-Sorbonne. Paris, 248 p.

Bokonon-Ganta Eutache (1992) : Contrainte climatique et développement dans le golf du Bénin (Ghana, Togo, Bénin). Laboratoire de climatologie, Université d'Abomey-Calavi, Publication de l'Association Internationale de Climatologie. 8p inédit.

Bokonon-ganta Eutache (1990) : Contraintes climatiques et croyances en Afrique tropicale : Essai d'ethnoclimatologie. Publication de l'Association Internationale de Climatologie. Vol 3, pp163-171.

Bokonon-Ganta Eutache. B. (1999) : Changement climatique, vulnérabilité et stratégies d'adaptation au Bénin. UNB/FLASH/DGAT, 45 p.

Boukari Sadj (2004) : Vulnérabilité/adaptation des ressources en eau de surface aux changements climatiques dans le département de la Donga. Mémoire de maîtrise, DGAT/UAC. 81p.

Brisson Nestor (2004): Questionnements sur l'impact du changement climatique sur les grandes cultures. Séminaire, INRA, Avignon 7 p.

CARE (2010) : Note de position de Care sur le changement climatique : Adaptation, genre et autonomisation des femmes, 6 p.

Carney Diana (1999): Approach to sustainable livelihoods for the poor. ODI. Poverty briefings. Web: www.oneworld.org/odi/briefings/pov2.html

Carney Diana, Michael Drinkwater and Tamara Rusinow, Koos Neefjes., Samir Wanmali et Naresh Singh (1999) : Livelihoods approaches compared, London: Department for International Development

CCNUCC (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques). (1992) : <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf>.

Chaffa Hermione Founmilayo (2017) : Stratégies d'adaptation de l'agriculture a la variabilite climatique dans la commune de Toffo. Mémoire de maîtrise de Géographie. DGAT/UAC. 70 p.

Chédé Felicien (2007) : Analyse de la variabilité des saisons des pluies dans le Sud du Bénin et son impact sur l'alimentation hydrique du maïs. Mémoire de fin d'études d'ingénieur en agro-météorologie, Centre Régional Agrhymet, Niamey, 75 p.

Chédé Félicien (2012) : Vulnérabilité et stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans du Département des Collines au Bénin : cas de la Commune de Savè. Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 86 p.

Codjo Thierry. (2013) : Aménagement hydro-agricole pour la réduction de la vulnérabilité et l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans la

commune d'Adjohoun. Mémoire de Master II de Gestion des Risques et Catastrophes. MIRD/FLASH, UAC, 96 p.

FAO (2013) : Situation des forêts du monde. Food and agriculture Organisation Rome, 200 p.

FAO. (2004) : www.fao.org, consulté le 15 Mars 2017 à 17 h 27mm.

Faton Blaise (2013) : Impacts de la variabilité climatique sur les cultures maraîchères dans la Commune d'Abomey-Calavi au sud du Bénin. Mémoire de Master, UAC, FSA, 120 p.

GIEC (2001) : Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.

GIEC (2007) : Changements climatiques : Impacts, Adaptation et Vulnérabilité, Résumé à l'intention des décideurs, GIEC Cambridge, 22 p.

GIEC (2007) : Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse, GIEC, Genève, 114 p.

GIEC (2013) : Changements climatiques. Les éléments scientifiques, Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Résumé à l'intention des décideurs, 34 p.

GIEC (2018) : Rapport spécial du Giec sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C. 34 p.

Gnitona Pierre (2000) : Stratégies d'adaptation aux contraintes hydriques et climatiques chez les Bètèmmariba de l'Atacora. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT. 88 p.

Herbst Lynette et Rautenbach Hannes (2016) : Climate change impacts on South African wind energy resources. Africa Insight, 45(4), 1-31

Houèningbo Christophe (2008) : Activités agricoles et sécurité alimentaire dans la Commune de Djidja : problèmes et perspectives. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH, UAC, 73 p.

Houndénou Constant, Boko Michel et Agossou Noukpo. (2006): Péjoration climatique en milieux maïsicultures au sud du Bénin en Afrique de l'ouest. In Publication de LECREDE, 2 numéros, pp 26-35.

Houndénou Constant, Hernandez (1998) : Modification de la saison pluvieuse dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin (Afrique occidentale). Sécheresse., 9 (1) : 23-34.

Houndénou Constant, Vissin Expédit et Pérard Jean (2005) : Mise en évidence du poids des " mois humides " dans la péjoration pluviométrique du bassin de la Sota (Bénin, Afrique de l'Ouest). In Climatologie, vol 18, pp 333-336.

Houkanrin Barnabé (2015) : Mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou : diagnostic et trajectoire. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 275 p.

Hulme Mike (1996) : Climate change and Southern Africa : An exploration of some impacts and implications in SADC region. Climatic Research Unit. University of East Anglia, Norwich, UK and WWF International, Gland, Switzerland, 104 p.

Hulme Mike, Centella Abel, Smith S. et Chipanshi A. C. (2000) : Using climate Scenario Generator for vulnerability and adaptation assessments : MAGICC and SCENGEN version 2.4 Workbook. Climatic Unit. Norwich, UK, 52 p.

Igué Sandé (2017) : Gestion des risques climatiques dans la commune de ketou. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC/FLASH/DGAT, 73 p.

Igué Mouinou Attanda (2000) : The use of a soil and terrain databases for land evaluation procedures-case study of central Bénin. Thèse de Doctorat, University Hohenheim. ISSN 0942-0754. 235 p.

IPCC (2001): Incidence de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'évaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press. Washington, 53 p.

IPCC (2007): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of working group II to the fourth Assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, pp 391-431.

Issa Mama Sanni (2012) : Changements climatiques et agro-systèmes dans le moyen Bénin : Impacts et stratégies d'adaptation. Thèse de doctorat unique de géographie, UAC/FLASH/EDP, 278 p.

Issaou Latifou (2014) : Risques climatiques dans le sud-Togo : manifestations, impacts et stratégies d'adaptation. Thèse de doctorat unique de géographie, Université de Lomé, 264 p.

Kendall S. M. et Stuart A. (1943): The advanced theory of statistics. Charles Griffin Londres, 3ème volume, 585 p.

Kodja Japhet (2018) : Indicateurs des événements hydroclimatiques extrêmes dans le bassin versant de l'Ouémé à l'exutoire de Bonou en Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-calavi, 288 p.

Koumassi Hervé (2014) : Risques hydro-climatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la sota à l'exutoire de Coubéri. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 245 p.

Lamodi Félice (2013) : Stratégies paysannes d'adaptation aux risques climatiques dans la Commune de Pobè. Mémoire de Maîtrise de Géographie. UAC/FLASH/DGAT. 100 p.

Lanokou Mathieu (2010) : Mise en valeur des terres dans le Hollidjè. Mémoire de maîtrise de Géographie, DGAT/UAC. 79 p.

Lanokou Mathieu (2016) : Extrêmes climatiques et mise en valeur agricole des terres noires dans la Dépression Médiane au Sud-Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 313 p.

Lavigne Pierre (1996) : Les bas-fonds en Afrique tropicale humide : stratégies paysannes, contraintes agronomiques et aménagements, 20 p.

MAEP (2010) : Annuaire Statistiques 56p.

Ogouwalé Euloge (2004): Changement climatique et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA, UAC/EDP/FLASH, 119p.

Ogouwalé Euloge (2006) : Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarii et perspectives de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 302 p.

Ogouwalé Euloge (2001) : Vulnérabilité/Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département des collines. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC/FLASH/DGAT ; 117 p.

Ogouwalé Romaric (2013) : Changements climatiques, dynamique des états de surface et perspectives sur les ressources en eau dans le bassin versant de l'Okpara a l'exutoire de Kaboua. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 203 p.

Ouorou-Barrè Imorou (2014) : Contraintes climatiques, pédologiques et production agricole dans l'Atacora (Nord-Ouest Bénin). Thèse de doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi ; Bénin. FLASH/ UAC. 241p.

Pereira Antonino (2012) : Analyse de la Vulnérabilité des populations et proposition d'une méthodologie pour l'élaboration d'un PMACC: cas de la municipalité de São Domingos- Cap Vert. Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 126 p.

Pettitt A. N. (1979) : A non-parametric approach to the change-point problem. Applied Statistics, 28, n°2, pp. 126-135.

RGPH 4 (2013) : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation

Schwartz Daniel (1995) : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4è édition (Editions médicales Flammarion), Paris, 314 p.

Seydou Waidi (2013) : Stratégies de gestion des ressources en eau pour le développement agricole face à la variabilité pluviométrique dans la commune de Pobè Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH, 71 p.

Seydou Waidi (2016) : Stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé Mémoire de DEA en géographie, UAC, FLASH, DGAT, 100 p.

Totin Henri (2005) : Tendances hydro climatiques et scénarii de gestion des ressources en eau sur les plateaux du sud-Bénin. Mémoire de DEA EDP/FLASH UAC.80 pages.

Totin Henri (2010) : Sensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : Stratégies de gestion durable. Thèse de Doctorat nouveau régime, EDP/FLASH, 234 p.

Yabi Ibouaïma. (2002) : Particularités de la variabilité pluviométrique entre 7° et 8° de latitude nord au Bénin. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 95 p.

Yabi Ibouaïma (2008) : Etude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 240 p.

Zoungrana Tanga Pierre (2001) : Quelques aspects du risque sanitaire lié à l'aménagement hydro-agricole de Bagré (Burkina Faso). Annales de l'Université de Ouagadougou, Série A, pp. 131-153.

Webographie

<http://om.ciheam.org/om/pdf/c36/CI020482.pdf>, consulté le 29/10/17 à 16h 32 min

<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/amehyag.pdf>, consulté le 29/10/17 à 16h 34 min

http://www.canadianconsultingengineer.com/awards/pdfs/2012/H1_Hydro-agricolesRwanda%28French%29.pdf, consulté le 29/10/18 à 16h 37min

<http://hal-agroparistech.archives-ouvertes.fr/docs/00/36/64/82/PDF/Omari.pdf>, consulté le 29/10/18 à 16h 39 min

http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/15/37/67/PDF/Le_Roy.pdf, consulté le 29/10/18 à 16h 43 min

http://horizon.documentation.ird.fr/exl doc/pleins_textes/divers4/010014334.pdf, consulté le 29/10/18 à 16h 47 min

<http://www.cacg.fr/fichiers/180421gestioninfrastruccacg.pdf>, consulté le 29/10/18 à 16h 51 min

http://www.fig.net/pub/fig2011/ppt/ts01b/ts01b_elbouari_5412_ppt.pdf, consulté le 29/10/18 à 17h 11 min

<http://e-makane.net/laureats/ressources/assemblee/exposes/pmv-general.pdf>, consulté le 29/10/19 à 18 h 31 min

http://www.unep.org/roa/hesa/Portals/66/HESA/Docs/SANA_docs/SANA-Mali.pdf, consulté le 29/10/19 à 18 h 50 min

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Evolution de la température et des précipitations moyennes entre 1986-2005 et 2081-2100 dans les continents des latitudes moyennes et dans les régions tropicales humides..... | 23 |
| Figure 2 : Evolutions de températures moyennes en surface (entre 1986-2005 et 2081-2100) | 25 |
| Figure 3 : Schéma synthétique des impacts climatiques sur la production agricole : augmentation de la température de l'air, du rayonnement solaire, diminution des précipitations et de l'ETP | 27 |
| Figure 4 : Schéma explicatif des concepts associés à la vulnérabilité aux changements climatiques | 30 |
| Figure 5 : Représentation du risque en fonction des aléas (sécheresse et/ou inondation) et de la vulnérabilité | 31 |
| Figure 6 : Répartition spatiale des stations/postes retenus dans le secteur de recherche..... | 39 |
| Figure 7 : Répartition spatiale des localités parcourues et l'effectif des populations enquêtées..... | 45 |
| Figure 8 : Cadre des moyens d'existence..... | 58 |
| Figure 9 : Capacité d'adaptation des paysans..... | 59 |
| Figure 10 : Modèle d'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane..... | 62 |
| Figure 11 : Situations géographique et administrative de la dépression médiane au sud-Bénin | 66 |
| Figure 12 : Cycle de la mousson en Afrique de l'Ouest..... | 68 |
| Figure 13 : Délimitation des périodes climatiques dans la dépression médiane..... | 69 |

| | |
|---|-----|
| Figure 14 : Réseau hydrographique de la dépression médiane | 73 |
| Figure 15 : Types de sols dans la dépression médiane..... | 75 |
| Figure 16 : Evolution de la population totale et de la population agricole de la dépression médiane | 77 |
| Figure 17 : Pourcentage des producteurs utilisant les fumures existantes | 82 |
| Figure 18 : Modes d'accès à la terre dans la dépression médiane..... | 86 |
| Figure 19 : Catégories de main-d'œuvre dans la dépression médiane | 87 |
| Figure 20 : Evolution des hauteurs pluviométriques annuelles dans la dépression médiane entre 1951 et 2017..... | 89 |
| Figure 21 : Test de rupture de stationnarité dans les séries pluviométriques de la dépression médiane | 92 |
| Figure 22 : Evolution interannuelle des précipitations dans la dépression médiane sur les sous-périodes 1951-1980 et 1981-201 | 95 |
| Figure 23 : Variation inter-mensuelle des précipitations entre 1951 et 1980 et entre 1981 et 2017..... | 98 |
| Figure 24 : Variabilité interannuelle des températures maximales de 1951 à 1980 et de 1981 à 2017..... | 101 |
| Figure 25 : Variabilité interannuelle des températures minimales de 1950 à 1980 et de 1981 à 2017..... | 103 |
| Figure 26 : Variation inter-mensuelle des températures entre 1951-1980 et entre 1981-2017 | 104 |
| Figure 27 : Anomalies thermométriques dans la dépression médiane entre 1951-1980 et 1981-2017 | 107 |
| Figure 28 : Indice pluviométrique interannuel de 1951 à 1980 de 1981 à 2017 | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figure 29 : Fréquence des années pluviométriques déficitaires, excédentaires et moyennes dans la dépression médiane sur les sous-périodes (1951-1980 et 1981-2017) | 114 |
| Figure 30 : Perception de l'évolution de la température par les populations | 115 |
| Figure 31 : Perception des populations sur les dates de début (DD) et de fin (DF) de la saison des pluies | 116 |
| Figure 32 : Perception des populations sur la diminution de la longueur de la saison des pluies dans la dépression médiane..... | 118 |
| Figure 33 : Perception des populations sur la régression du nombre de jours de pluie pendant la saison de pluie | 119 |
| Figure 34 : Perception des populations sur la recrudescence des inondations dans la dépression médiane | 120 |
| Figure 35 : Perception des populations sur l'augmentation de la force du vent..... | 121 |
| Figure 36 : Positionnement des perceptions paysannes et des catégories de producteurs dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances | 123 |
| Figure 37 : Projection des hauteurs de pluies avec les modèles CCLM, RACMO et REMO..... | 125 |
| Figure 38 : Projection des hauteurs de pluies mensuelles dans la dépression médiane | 127 |
| Figure 39 : Projection des hauteurs de pluies annuelles dans la dépression médiane | 129 |
| Figure 40: Projection des températures mensuelles dans la dépression médiane . | 130 |
| Figure 41 : Projection des températures annuelles dans la dépression médiane ... | 131 |
| Figure 42 : Diagramme de vulnérabilité des cultures aux risques climatiques dans la dépression médiane | 134 |

| | |
|---|-----|
| Figure 43 : Corrélation entre la pluie et le rendement du maïs, niébé, tomate et gombo | 148 |
| Figure 44 : Positionnement des classes d'effets socio-économiques des changements climatiques dans l'axe factoriel | 151 |
| Figure 45 : Diagramme de vulnérabilité socio-économique des agriculteurs de la dépression médiane | 153 |
| Figure 46 : Degré d'impact potentiel des pluies dans la dépression médiane | 157 |
| Figure 47 : Incidence des variations pluviométriques futures sur la production agricole | 158 |
| Figure 48 : Evolution des emblavures du maïs, du niébé, de la tomate et du gombo dans la dépression médiane de 1991 à 2017 | 169 |
| Figure 49 : Positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur les deux axes | 189 |
| Figure 50 : Modèle d'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane | 213 |

Liste des photos

| | |
|---|-----|
| Photo 1 : Semis du maïs dans un champ à Issaba..... | 80 |
| Photo 2 : Champ de niébé entretenu à Toffo..... | 83 |
| Photo 3 : Plants de maïs en verse à Ahoyéyé..... | 138 |
| Photo 4 : Outils de production agricole utilisés dans la dépression médiane | 140 |
| Photo 5 : Semis échelonnés dans un champ de maïs à Toffo..... | 175 |
| Photo 6 : Système d'évacuation d'eau dans un champ à Issaba..... | 179 |

Liste des planches

| | |
|--|-----|
| Planche 1 : Focus group dans la dépression médiane au sud-Bénin | 48 |
| Planche 2 : Entretien individuel avec un paysan dans la dépression médiane..... | 49 |
| Planche 3 : Brûlure des mauvaises herbes dans la dépression d'Issaba (3.1), (3.2) à Toffo et Billon d'un champ du niébé à Bopa (3.3)..... | 79 |
| Planche 4 : Pépinière de la tomate dans la dépression médiane | 79 |
| Planche 5 : Récolte de niébé à Lalo (5.1), récolte de tomate à Ahoyéyé (5.2) et tare de maïs récolté à Toffo..... | 84 |
| Planche 6 : Commercialisation des produits agricoles dans la dépression médiane | 85 |
| Planche 7 : Inondation des cultures de maïs à Lalo (7.1), à Toffo (7.2) et de niébé associé à maïs à Issaba (7.3) dans la dépression médiane | 136 |
| Planche 8 : Fanage des feuilles du maïs à Dasso (8.1) et à Toffo (8.2) | 139 |
| Planche 9 : Types de greniers de conservation des récoltes dans la dépression médiane..... | 141 |
| Planche 10 : Types de pesticides utilisés dans la dépression médiane | 166 |
| Planche 11 : Champ de maïs de 90 jours à Issaba (11.1) et maïs de 120 jours à Ahoyéyé (11.2), à Toffo (11.3) et à Bopa (11.4) dans la dépression médiane..... | 171 |
| Planche 12 : Billon d'un champ de maïs à Dasso (12.1), à Igana (12.2), à Lalo (12.3) et à Toffo (12.4) dans la dépression médiane | 173 |
| Planche 13 : Association de cultures dans la dépression médiane au Sud-Bénin.. | 176 |
| Planche 14 : Systèmes d'irrigation dans la dépression médiane | 178 |
| Planche 15 : Bassin de stockage d'eau du CRAPP à Ahoyéyé (15.1) et Bassin de stockage d'eau à Kpoulou (15.2)..... | 181 |

Liste des encadrés

| | |
|---|-----|
| Encadré 1 : Perceptions populaires sur la baisse des précipitations | 117 |
| Encadré 2 : Effet des pluies de 2010 dans la dépression médiane | 137 |
| Encadré 3 : Effet de la température sur la production agricole | 139 |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----|
| Tableau I : Caractéristiques des stations retenues dans la recherche | 38 |
| Tableau II : Exigences écologiques des principales cultures dans la dépression médiane..... | 40 |
| Tableau III : Répartition des ménages interrogés | 46 |
| Tableau IV : Barème d'évaluation des risques climatiques..... | 54 |
| Tableau V : Présentation formelle d'une matrice de sensibilité | 55 |
| Tableau VI : Typologie de la matrice d'impacts | 56 |
| Tableau VII : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques | 56 |
| Tableau VIII : Couleurs associées aux probabilités d'occurrence..... | 57 |
| Tableau IX : Différentes valeurs du risque..... | 57 |
| Tableau X : Barème de notation des indicateurs socio-économiques | 59 |
| Tableau XI : Matrice de vulnérabilité (identification des degrés de vulnérabilité)..... | 60 |
| Tableau XII : Identification des options d'adaptation | 60 |
| Tableau XIII : Fertilisation des plants de tomate par périodes..... | 81 |
| Tableau XIV : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall..... | 96 |
| Tableau XV : Synthèse du résultat du test de Spearman et de Kendall | 100 |

| | |
|---|-----|
| Tableau XVI : Synthèse du résultat du test de Mann Kendall..... | 102 |
| Tableau XVII : Ecart mensuel des températures maximales, moyennes et minimales entre les sous période 1951-1980 et 1981-2017 (Bohicon et Cotonou) | 105 |
| Tableau XVIII : Caractéristiques des années pluviométriques de la série 1951-2017 | 111 |
| Tableau XIX : Résultats du test χ^2 de Pearson sur «perceptions paysannes» et « catégories de producteurs » | 122 |
| Tableau XX : Matrice de sensibilité aux aléas climatiques dans la dépression médiane..... | 135 |
| Tableau XXI : Besoin d'eau des cultures par phase de culture | 142 |
| Tableau XXII : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques | 143 |
| Tableau XXIII : Impacts de la manifestation des changements climatiques sur les variables agricoles..... | 144 |
| Tableau XXIV : Matrice de sévérité des risques induits par les changements sur les variables agricoles..... | 145 |
| Tableau XXV : Degrés des impacts des risques agricoles induits par les changements sur les variables..... | 146 |
| Tableau XXVI : Matrice des impacts des risques climatiques sur les variables..... | 147 |
| Tableau XXVII : Coefficient de corrélation entre pluie et rendement de Kendall | 149 |
| Tableau XXVIII : Notation des indicateurs socio-économiques | 152 |
| Tableau XXIX : Matrice de vulnérabilité socio-économique des paysans..... | 154 |
| Tableau XXX : Matrice d'adaptation dans la dépression médiane..... | 155 |
| Tableau XXXI : Niveau de satisfaction et pondération des critères d'évaluation | 162 |

| | |
|--|-----|
| Tableau XXXII : Matrice de l'analyse de la stratégie, récolte précoce des cultures pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane | 164 |
| Tableau XXXIII : Matrice de l'analyse de la stratégie, pratiques occultes d'adaptation pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane | 165 |
| Tableau XXXIV : Matrice de l'analyse de la stratégie, utilisation des intrants pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane | 167 |
| Tableau XXXV : Matrice de l'analyse de la stratégie, abandon des parcelles submersibles pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane .. | 168 |
| Tableau XXXVI : Matrice de l'analyse de la stratégie, augmentation des emblavures pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane | 170 |
| Tableau XXXVII : Matrice d'analyse de la stratégie, abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court | 172 |
| Tableau XXXVIII : Matrice de l'analyse de la stratégie, culture en billons pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane | 174 |
| Tableau XXXIX : Matrice de l'analyse des techniques de semis pour la production agricole de l'AMC dans la dépression médiane..... | 177 |
| Tableau XL : Matrice de l'analyse de la stratégie, installation des systèmes d'irrigation pour la production agricole de l'AMC..... | 178 |
| Tableau XLI : matrice de l'analyse de la stratégie, aménagement hydro-agricole par irrigation gravitaire pour la production agricole de l'AMC..... | 180 |
| Tableau XLII : Matrice de l'analyse de la stratégie, aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage pour la production agricole de l'AMC..... | 181 |
| Tableau XLIII : Evolution du calendrier agricole dans la dépression médiane..... | 182 |
| Tableau XLIV : Matrice de l'analyse de la stratégie, réaménagement du calendrier agricole pour la production agricole de l'AMC | 183 |

| | |
|---|-----|
| Tableau XLV : Limites des stratégies d'adaptation aux effets des changements climatiques..... | 184 |
| Tableau XLVI : Matrice de l'analyse des stratégies développées pour l'agriculture de l'AMC dans la dépression médiane | 186 |
| Tableau XLVII : Résultats du test χ^2 de Pearson sur «stratégies d'adaptation» et « catégories de producteurs » | 188 |
| Tableau XLVIII : Besoins d'adaptation ressentis par les paysans de la dépression médiane..... | 192 |
| Tableau XLIX : Options d'adaptation identifiées dans la dépression médiane | 193 |
| Tableau L : Options prioritaires d'adaptation dans la dépression médiane | 195 |
| Tableau LI : Synthèse des programmes/projets de développement agricole du MAEP | 201 |

Annexes

Annexe 1 : Valorisation des résultats

1- Titre : PERCEPTIONS PAYSANNES DES MANIFESTATIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE (SUD-BENIN)

Auteurs : SEYDOU Waidi, AKINDELE Akibou et OGOUWALE Euloge

Revue et référence : Revue de Sciences géographiques, d'environnement et d'aménagement. Publiée par le Laboratoire Géographie, Environnement, Aménagement (LAGEA) Université Marien NGOUABI Congo Bazzaville. Baluki, Juin 2019 (3ème année), n°5, Vol. III ISSN ID (2620748)

2- Titre : STRATEGIES D'ADAPTATION DEVELOPPEES PAR LES PAYSANS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Auteurs : SEYDOU Waidi, AKINDELE Akibou, SOULEY Kabirou, OGOUWALE Euloge

Revue et référence : Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou, Numéro 008, Octobre 2019. Volume 01. N°ISSN, édition numérique : 2424 – 7375.

3- Titre : IMPACTS AGRICOLES ET SOCIO-ECONOMIQUES DES VARIABILITES CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN

Auteurs : SEYDOU Waidi, AKINDELE Akibou, HOUNKANRIN Barnabé, SOULEY Kabirou, OGOUWALE Euloge

Revue et référence : Cahiers de l'ENS-Bongor, Vol. 1(1), ISSN 2708-2342

Annexe 2 : Participations et communications aux colloques

- 1- Septembre 2019 : Participation au VII^{ème} Colloque des Sciences, Cultures et Technologie de l'Université d'Abomey-Calavi
- 2- Octobre 2018 : Participation au colloque scientifique en hommage aux Professeurs Cossi Jean Houndagba et Sègbè Christophe HOUSSOU à l'UAC en qualité de communicateur
- 3- Octobre 2017 : Participation au Colloque de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS) : Journées portes ouvertes 2017
- 4- Septembre 2017 : Participation au II^{ème} Colloque des sciences, cultures, et technologies à l'Université de Kara en qualité de communicateur
- 5- Septembre 2016 : Participation au colloque scientifique en hommage aux Professeurs Michel BOKO et Fulgence AFFOUDA à l'UAC en qualité de communicateur
- 6- Septembre 2015 : Participation au V^{ème} Colloque des sciences, cultures, et technologies de l'UAC en qualité de communicateur

Annexe 3 : Questionnaire d'enquête

VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN

Objectif 1: Caractériser les indicateurs du changement climatique dans le secteur d'étude

| N° | Questions | Réponses | Code |
|-----|---|---|------------------|
| Q00 | Numéro Du Questionnaire | | |
| Q01 | Depuis quand pratiquez-vous l'agriculture? | | |
| Q02 | Avez-vous remarqué une modification au niveau des paramètres climatiques ces trois dernières décennies? | Oui Non | 1 0 |
| Q03 | Si oui, quelles sont les paramètres climatiques concernés? | Pluies Température Humidité Autres à préciser | 0 1 2 3 |
| Q04 | Comment appréciez-vous cette évolution au niveau des précipitations par exemple? | Baisse Augmentation Stagnation | 0 1 2 |
| Q05 | Depuis combien de temps avez-vous commencé par noter ces perturbations? | Trois dernières décennies Deux dernières décennies Cette décennie | 1 2 3 |

| | | | |
|---|---|---------------------------|---|
| Q06 | Quelle est la fréquence de ces perturbations? | Tous les trois ans | 1 |
| | | Tous les deux ans | 2 |
| | | Tous les ans | 3 |
| Q07 | Sur le plan thermique, comment se manifestent ces perturbations? | Baisse de la température | 1 |
| | | Hausse de la température | 2 |
| | | Autres à préciser | 3 |
| Q08 | Au plan pluviométrique, comment se manifestent-elles? | Baisse | 0 |
| | | Hausse | 1 |
| | | Autres à préciser | 2 |
| Q09 | Depuis quand avez-vous commencé par observer ces modifications au niveau de la température? | Trois dernières décennies | 1 |
| | | Deux dernières décennies | 2 |
| | | Cette décennie | 3 |
| perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques | | | |
| A- Saison des pluies (GS=Grande saison, PS= Petite saison) | | | |
| Q10 | Quelles sont les différentes saisons observées dans votre localité dans le passé ? | Grande saison sèche | 1 |
| | | Grande saison des pluies | 2 |
| | | Petite saison sèche | 3 |
| | | Petite saison des pluies | 4 |
| Q11 | Quelles sont les différentes saisons observées dans votre localité actuellement ? | Grande saison sèche | 1 |
| | | Grande saison des pluies | 2 |
| | | Petite saison sèche | 3 |

| | | | |
|------------------------|--|---|------------|
| | | Petite saison des pluies | 4 |
| Q11 | En quel mois la saison des pluies démarrerait-elle dans le passé ? | Grande saison des pluies () Petite saison sèche () | |
| Q12 | En quel mois démarre-t-elle actuellement ? | Grande saison des pluies () Petite saison sèche () | |
| Q13 | Les saisons des pluies sont-elles de plus en plus longues ? | Oui GS /...../ PS /...../ Non GS /...../ PS /...../ | 1 0 |
| Q14 | Les saisons des pluies sont-elles de plus en plus pluvieuses ? | Oui GS /...../ PS /...../ Non GS /...../ PS /...../ | 1 0 |
| Q15 | Les nombres de jours de pluies fortes augmentent-ils ? | Oui GS /...../ PS /...../ Non GS /...../ PS /...../ | 1 0 |
| Q16 | Les séquences sèches sont-elles de plus en plus longues ? | Oui GS /...../ PS /...../ Non GS /...../ PS /...../ | 1 0 |
| Q17 | Les vents violents sont-ils de plus en plus fréquents pendant la saison des pluies ? | | |
| B. SAISON SECHE | | | |
| Q18 | La saison sèche est-elle de plus en plus longue ? | Oui GS /...../ PS /...../ Non GS /...../ PS /...../ | 1 0 |

| | | |
|------|--|--|
| Q19 | Fait-il de plus en plus chaud dans la journée pendant la saison sèche ? | Oui GS /...../ PS /...../ 1 Non GS /...../ PS /...../ 0 |
| Q20 | Fait-il de plus en plus froid la nuit au début de la saison sèche? | Oui GS /...../ PS /...../ 1 Non GS /...../ PS /...../ 0 |
| Q21 | Aviez-vous dans le passé des indicateurs de l'arrivée proche de la saison des pluies ? | Oui GS /...../ PS /...../ 1 Non GS /...../ PS /...../ 0 |
| Q21a | Si oui lesquels ? | Astres 1 Oiseaux 2 Arbres 3 Autres 4 |
| Q22 | Ces indicateurs sont-ils encore valables actuellement ? | Oui GS /...../ PS /...../ 1 Non GS /...../ PS /...../ 0 |
| Q23 | Aviez-vous dans le passé des indicateurs d'une bonne saison des pluies? | Oui GS /...../ PS /...../ 1 Non GS /...../ PS /...../ 0 |
| Q23a | Si oui lesquels ? | Astres Oiseaux Arbres Autres |
| Q24 | Ces indicateurs sont-ils encore valables actuellement ? | Oui GS /...../ PS /...../ 1 Non GS /...../ PS /...../ 0 |

Objectif 2 : Evaluer les impacts agricoles et socio-économiques des changements climatiques sur le paysannat dans la dépression médiane au Bénin

| | | |
|-----|---|--|
| Q25 | Quelles est les principales cultures que vous pratiquez par ordre de priorité ? | <p style="text-align: right;">Maïs 1</p> <p style="text-align: right;">Niébé 2</p> <p style="text-align: right;">Manioc 3</p> <p style="text-align: right;">Arachide 4</p> <p style="text-align: right;">Gombo 5</p> <p style="text-align: right;">Piment 6</p> <p style="text-align: right;">Tomate 7</p> <p style="text-align: right;">Légumes feuilles 8</p> <p style="text-align: right;">Autres 9</p> |
| Q26 | Quelles sont les types de variétés que vous avez abandonnées ? | <p style="text-align: right;">cycle long 1</p> <p style="text-align: right;">peu résistant à la sécheresse 2</p> <p style="text-align: right;">Mauvais rendement 3</p> |
| Q27 | Quelles sont les nouvelles cultures que vous pratiquez ? | <p style="text-align: right;">Maïs 1</p> <p style="text-align: right;">Niébé 2</p> <p style="text-align: right;">Manioc 3</p> <p style="text-align: right;">Arachide 4</p> <p style="text-align: right;">Gombo 5</p> <p style="text-align: right;">Piment 6</p> |

| | | | |
|------|--|--------------------|---|
| | | Tomate | 7 |
| | | Légumes feuilles | 8 |
| | | Autres | 9 |
| Q27a | Pourquoi ? | Cycle court | 1 |
| | | Meilleur rendement | 2 |
| | | Autres | 3 |
| Q28 | Votre période de semis a-t-elle changé par rapport au passé ? | Semis tardif | 1 |
| | | Semis précoce | 2 |
| | | Sans changement | 3 |
| Q29 | Conservez-vous la même densité de semis que dans le passé ? | Réduction | 1 |
| | | Augmentation | 2 |
| | | Sans changement | 3 |
| Q30 | Vos cultures sont-elles plus attaquées par les parasites/prédateurs que par le passé ? | Plus | 1 |
| | | Moins | 2 |
| | | Sans changement | 3 |
| Q31 | Comment trouvez-vous les rendements de vos cultures par rapport au passé ? | Réduction | 1 |
| | | Augmentation | 2 |
| | | Sans changement | 3 |
| Q32 | Superficie cultivée par rapport au passé | Réduction | 1 |
| | | Augmentation | 2 |
| | | Sans changement | 3 |

| | | | |
|-----|---|---|------------------|
| Q33 | Avez-vous plus de personnes qui vous aident dans vos travaux par rapport au passé ? | Oui Non | 1 0 |
| Q34 | Durée de la jachère actuellement par rapport au passé ? | Augmentation Diminution Sans changement Pas de jachère | 1 2 3 4 |
| Q35 | Comment les perturbations pluviométriques se manifestent-elles sur les cultures? | Manque d'eau pour la croissance des plantes Inondations des champs par l'excès d'eau Autres | 1 2 3 |
| Q36 | Comment les perturbations Thermométriques se manifestent-elles sur les cultures? | Manque d'eau pour la croissance des plantes Autres | 1 2 |
| Q37 | Quelles sont les cultures les plus vulnérables à ces perturbations? | Céréales Tubercules Légumineuses | 1 2 3 |
| Q38 | Quels sont les impacts de ces perturbations climatiques sur les rendements? | Baisse des rendements Hausse des rendements Autres | 1 2 3 |

| | | | |
|------|--|----------------------|---|
| Q39 | Parvenez-vous à couvrir vos besoins avec les revenus de votre activité ? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q39a | Si non quelles sont les conséquences ? | Difficulté soins | 1 |
| | | Difficulté Education | 2 |
| | | Exode rurale | 3 |
| | | Autres | 4 |
| Q40 | Avez-vous d'autres sources de revenus ? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q40a | Si oui lesquels ? | Commerce | |
| | | Diaspora | |
| | | Autres | |
| Q41 | Quelles sont vos modes d'acquisition des terres ? | Héritage | |
| | | Don | |
| | | Achat | |
| | | Location | |
| | | Emprunt | |
| Q42 | Disposez- vous d'assez de terres pour l'agriculture ? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q43 | Si non quelles sont les conséquences ? | Réduction de jachère | 1 |
| | | Baisse de revenu | 2 |
| | | Autres | 3 |

| | | | |
|------|---|---|------------------|
| Q44 | Recevez-vous des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes du changement climatique ? | Oui Non | 1 0 |
| Q44a | Si oui quelles sont les natures de ces aides ? | Subvention engrais ou intrants Don de matériels agricoles Don de semences Autres | 1 2 3 4 |
| Q45 | Quelles sont les impacts de ces aides sur vos activités socioéconomiques ? | Augmentation des revenus Autres | 1 2 |
| Q46 | Les jeunes déscolarisés s'intéressent-ils à l'agriculture ? | Oui Non | 1 0 |
| Q47 | Les prix de vente de vos produits vous conviennent-ils? | Oui Non | 1 0 |
| Q48 | Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans votre vécu quotidien ? | | |

| Q49 | Indicateurs | Sous-indicateurs | Cote |
|------|----------------------------|---|------|
| Q49a | Quel est capital | Main d'œuvre permanente | 1 |
| | | Main d'œuvre occasionnelle | 2 |
| | | Scolarisation | 3 |
| | | Nombre de personnes qualifiées | 4 |
| | | Accès aux soins de santé | 5 |
| | | Sécurité des personnes et des biens | 6 |
| Q49b | Quel est capital social | Appartenance à une organisation paysanne | 1 |
| | | Entraide | 2 |
| | | Participation aux prises de décisions | 3 |
| | | Aides de l'Etat | 4 |
| | | Aides des ONG | 5 |
| | Quel est capital physique | Marchés | 1 |
| | | Route | 2 |
| | | Accès aux intrants | 3 |
| | | Accès aux matériels agricoles | 4 |
| | | Banque céréalière | 5 |
| | Quel est capital naturel | Disponibilité des terres agricoles | 1 |
| | | Végétation | 2 |
| | | Disponibilité de l'eau | 3 |
| | | Progrès vers la gestion durable des terres | 4 |
| | quel est capital financier | Revenus des travaux agricoles | 1 |
| | | Revenus d'autres activités | 2 |
| | | Apports membres de la famille à l'extérieur | 3 |
| | | Accès aux crédits | 4 |

Objectif 3 : Analyser l'efficacité des stratégies d'adaptation développées par les paysans
face aux changements climatiques

| N° | Questions | Réponses | Code |
|------|---|--|-----------------------|
| Q50 | Quelle a été votre attitude face aux perturbations climatiques? | Développement de nouvelles stratégies d'adaptation Prières dans les lieux de culte Autres à préciser | 0 1 2 |
| Q50a | Si vous avez eu à développer de nouvelles stratégies, énumérez-les? | Augmentation des superficies emblavées Modification du calendrier cultural Utilisation des semences améliorées Utilisation de la technique de paillage Autres à préciser | 0 1 2 3 4 |
| Q50b | Laquelle (lesquelles) d'entre elles semble (nt) plus efficace (s)? | Augmentation des superficies emblavées Modification du calendrier cultural Utilisation des semences améliorées Utilisation de la technique de paillage Autres à préciser | 0 1 2 3 4 |
| Q51 | Quelles pratiques culturales adoptez-vous ? | Variétés améliorées Variétés précoces | 1 2 |

| | | | |
|------|--|---|---|
| | | Autres | 3 |
| Q52 | Quels types d'amendement faites-vous pour enrichir vos sols ? | Fumure organique | 1 |
| | | Engrais chimique | 2 |
| | | Autres | 3 |
| Q53 | Comment lutez-vous contre les ennemis des cultures ? | Traitements phytosanitaires | 1 |
| | | Autres | 2 |
| | | | |
| Q54 | Y a-t-il des stratégies d'adaptation propres à chaque perturbation? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q54a | Si oui, énumérez celles relatives aux perturbations pluviométriques | | |
| Q54b | Si oui, énumérez celles relatives aux perturbations thermométriques | | |
| Q55 | Quels sont les éléments qui vous permettent d'apprécier leur efficacité? | Amélioration de la fertilité des terres | 0 |
| | | Augmentation du rendement | 1 |
| | | Autres | 2 |
| Q56 | Depuis quand adoptez-vous commencé par adopter ces différentes stratégies? | Trois dernières décennies | 1 |
| | | Deux dernières décennies | 2 |
| | | Cette décennie | 3 |
| Q57 | Comment appréciez-vous la productivité de votre champ depuis l'adoption de ces stratégies? | Meilleure | 0 |
| | | Moyenne | 1 |

| | | | |
|-----|--|--------|---|
| | | Autres | 2 |
| Q58 | Vos revenus se sont-ils améliorés depuis l'adoption de ces nouvelles stratégies? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |

Proposer des aménagements hydro-agricoles et un projet d'insertion professionnelle pour atténuer la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques

| | | | |
|------|---|---|---|
| Q59a | Quelles autres options vous permettraient une meilleure adaptation aux tendances climatiques ? | Mécanisation agricole | 1 |
| | | Irrigation | 2 |
| | | Système intégré | 3 |
| Q60b | Pensez-vous qu'une stratégie vous permettant de maîtriser l'eau afin de produire sans attendre la pluie améliorerait significativement vos rendements ? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q61 | y-a-t-il au moins un fleuve, un lac, une rivière ou un marigot qui traverse votre champ ou la localité ? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q62a | Pensez-vous que l'eau de ce fleuve, lac, rivière ou un marigot pourrait vous servir dans votre champ en cas de rareté des pluies ? | Oui | 1 |
| | | Non | 0 |
| Q62b | Si non, pourquoi ? | Contraintes d'ordre socio-culturel | 1 |
| | | Contraintes d'ordres financières | 2 |
| | | Autres | 3 |
| Q62c | Si oui, comment ? | Pour l'irrigation des champs | 1 |
| | | Boisson au cours des travaux champêtres | 2 |

| | | | |
|--|--|--------|---|
| | | Autres | 3 |
|--|--|--------|---|

Guide d'entretien

| | | | |
|-----|--|--|--|
| Q63 | Caractéristique et perception des changements climatiques sur l'agriculture par les paysans | | |
| Q64 | Connaissance des effets du changement climatique sur la production agricole | | |
| Q65 | Stratégie d'adaptation développée pour faire face plus efficacement aux effets des changements climatiques | | |
| Q66 | Depuis quand votre organisation existe elle et quelles sont les raisons qui motivent votre choix sur les questions des changements climatiques | | |
| Q67 | Quelles sont les actions concrètes que vous menez pour la lutte contre les changements climatiques | | |
| Q68 | Comment aidez-vous la population paysanne pour assurer l'adaptation et lutter de ce fait contre la pauvreté | | |

Tableau de contingence : Perceptions paysannes et des catégories de producteurs dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances

| Perceptions | Petit producteur (PP) | Producteur moyen (PM) | Grand producteur (GP) |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Augmentation de la température (AT) | 50 | 90 | 130 |
| Dates de début (DD) et de fin (DF) de la saison des pluies | 60 | 80 | 110 |
| Réduction de la longueur de la saison des pluies (RLSP) | 100 | 130 | 90 |
| Régression du nombre de jours de pluie (RNJP) | 30 | 100 | 150 |
| Augmentation des séquences sèches (ASS) | 10 | 90 | 170 |
| Recrudescence des inondations (RI) | 100 | 100 | 100 |
| Augmentation de la force du vent (AFV) | 52 | 100 | 180 |

Table des matières

| | |
|---|----|
| Sommaire | 1 |
| Dédicace..... | 2 |
| Sigles, acronymes et abréviations | 5 |
| Avant-propos | 6 |
| Résumé..... | 9 |
| Abstract | 10 |
| Introduction..... | 11 |

PREMIERE PARTIE

| | |
|---|-----------|
| CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DE LA RECHERCHE..... | 14 |
|---|-----------|

CHAPITRE I

| | |
|--|-----------|
| ETAT DES CONNAISSANCES, CLARIFICATION DES CONCEPTS ET PROBLEMATIQUE | 15 |
| 1.1. Etat des connaissances..... | 15 |
| 1.1.1. Indicateurs des changements climatiques | 15 |
| 1.1.2. Changements climatiques et vulnérabilité du paysannat | 17 |
| 1.1.3. Changements climatiques et stratégies d'adaptation..... | 19 |
| 1.1.4. Scénarii climatiques..... | 21 |
| 1.2. Clarification des concepts..... | 26 |
| 1.3. Problématique | 33 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1.3.1. Justification du sujet | 33 |
| 1.3.2. Hypothèses de travail | 35 |
| 1.3.3. Objectifs de recherche..... | 35 |

CHAPITRE II

| | |
|---|-----------|
| APPROCHE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE DE LA VULNERABILITE DU PAYSANNAT AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN | 37 |
| 2.1. Nature et sources des données utilisées | 37 |
| 2.1.1. Données climatiques | 37 |
| 2.1.2. Statistiques agricoles et choix des spéculations | 40 |
| 2.1.3. Données pédologiques | 41 |
| 2.1.4. Statistiques démographiques et informations socio-économiques | 41 |
| 2.2. Collecte des données | 42 |
| 2.2.1. Recherche documentaire..... | 42 |
| 2.2.2. Enquêtes de terrain | 43 |
| 2.2.2.1. Echantillonnage | 43 |
| 2.2.2.2. Outils de collecte des données | 47 |
| 2.2.2.3. Matériel de collecte des données | 47 |
| 2.2.2.4. Techniques de collecte des données..... | 47 |
| 2.3. Traitement des données et analyse des résultats..... | 50 |
| 2.3.1. Méthode de caractérisation des indicateurs des changemets cliamtiques | 50 |
| 2.3.1.1. Identification des indicateurs des changemets cliamtiques | 50 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1.2. Comblement des données climatologiques manquantes..... | 50 |
| 2.3.1.3. Méthode de détermination de la moyenne arithmétique | 51 |
| 2.3.1.4. Méthode d'analyse des ruptures de stationnarité et de comparaison des moyennes à partir du test de Pettitt..... | 51 |
| 2.3.1.4. Détermination des années excédentaires et des années déficitaires | 52 |
| 2.3.1.5. Analyse des séquences sèches..... | 53 |
| 2.3.1.6. Simulation de l'évolution future des indicateurs climatiques | 53 |
| 2.3.1.7. Méthode d'analyse de la vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane | 54 |
| 2.3.2 Méthode d'Analyse de l'efficacité des stratégies d'adaptation..... | 61 |
| 2.3.3. Analyse des résultats..... | 62 |

DEUXIEME PARTIE

| | |
|--|-----------|
| FONDEMENTS GEOGRAPHIQUES, INDICATEURS ET CONSEQUENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN..... | 64 |
|--|-----------|

CHAPITRE III

| | |
|--|-----------|
| FONDEMENTS GEOGRAPHIQUES DU PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN | 65 |
| 3.1. Situations géographique et administrative de la dépression médiane | 65 |
| 3.2. Composantes naturelles dans la dépression médiane | 67 |
| 3.2.1. Contexte climatique moyen dans la dépression médiane | 67 |

| | |
|---|----|
| 3.2.2. Aspects géomorphologiques | 70 |
| 3.2.3. Aspects hydrographiques de la dépression médiane | 71 |
| 3.2.4. Caractéristiques pédologiques de la dépression médiane..... | 74 |
| 3.3. Caractéristiques du paysannat dans la dépression médiane au sud-Bénin..... | 77 |
| 3.3.1. Dynamique de la population | 77 |
| 3.3.2. Activités agricoles dans la dépression médiane | 78 |
| 3.3.3. Mode et niveau de vie des paysans dans la dépression médiane..... | 85 |

CHAPITRE IV

| | |
|---|-----------|
| INDICATEURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIAME AU SUD-BENIN..... | 89 |
| 4.1. Manifestations des changements climatiques de la dépression médiane..... | 89 |
| 4.1.1. Variabilité climatique dans la dépression médiane | 89 |
| 4.1.1.1. Evolution pluviométrique dans la dépression médiane sur les périodes 1951-1980 et 1981-2017 | 93 |
| 4.1.1.2. Evolution des températures dans la dépression médiane sur les périodes 1951- 1980 et 1981-2017 | 101 |
| 4.2. Perceptions paysannes des indicateurs des changements climatiques dans la dépression médiane au sud-Bénin | 115 |
| 4.2.1. Perception de l'évolution des températures..... | 115 |
| 4.2.2. Perception sur les dates de début et dates de fin de la saison des pluies | 116 |
| 4.2.3. Perception de la longueur de la saison agricole dans la dépression médiane..... | 118 |
| 4.2.4. Perception du nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies | 118 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.5. Perception des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses..... | 119 |
| 4.2.6. Perception des populations sur la recrudescence des inondations | 119 |
| 4.2.7. Perception de la nature des vents dans la dépression médiane..... | 120 |
| 4.3. Projection climatique dans la dépression médiane à horizon 2050 | 124 |
| 4.3.1. Projection des précipitations dans la dépression médiane à horizon 2050..... | 124 |
| 4.3.2. Projection des températures dans la dépression médiane à l'horizon 2050 | 129 |

CHAPITRE V

| | |
|--|------------|
| VULNERABILITE DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PAYSANNAT DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN | 134 |
| 5.1. Vulnérabilité de la production agricole aux effets des changements climatiques ... | 134 |
| 5.1.1. Vulnérabilité du système agricole aux aléas climatiques dans la dépression médiane | 134 |
| 5.1.2. Vulnérabilité inhérente aux outils de production | 140 |
| 5.1.3. Vulnérabilité inhérente aux techniques de conservation des produits | 140 |
| 5.1.4. Impacts des changements climatiques sur la production agricole dans la dépression médiane..... | 142 |
| 5.1.5. Corrélation entre les hauteurs pluviométriques et les rendements | 148 |
| 5.2. Vulnérabilité socio-économiques des paysans aux changements climatiques | 150 |
| 5.3. Impacts futurs des changements climatiques sur la production agricole | 156 |

TROISIEME PARTIE

| | |
|--|------------|
| EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DU PAYSANNAT AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET MESURES DE RESILIENCE DES PAYSANS DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU BENIN | 160 |
|--|------------|

CHAPITRE VI

| | |
|--|------------|
| EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DEVELOPPEES PAR LES PAYSANS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN | 161 |
| 6.1. Analyse de l'efficacité des stratégies d'adaptation paysannes | 161 |
| 6.1.1. Critères et justification de la pondération..... | 161 |
| 6.1.2. Adaptation paysanne aux effets des changements climatiques | 163 |
| 6.1.2.1. Récolte précoce des cultures | 163 |
| 6.1.2.2. Pratiques occultes d'adaptation | 164 |
| 6.1.2.3. Utilisation des intrants..... | 166 |
| 6.1.2.4. Abandon des parcelles submersibles | 167 |
| 6.1.2.5. Augmentation des emblavures | 168 |
| 6.1.2.6. Abandon des variétés à cycle long et utilisation des variétés à cycle court | 170 |
| 6.1.2.7. Cultures en billons | 172 |
| 6.1.2.8. Amélioration des techniques de semis | 174 |
| 6.1.2.9. Installation des systèmes d'irrigation | 177 |
| 6.1.2.10. Aménagements hydro-agricoles pour l'irrigation gravitaire | 179 |
| 6.1.2.11. Aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage | 180 |
| 6.1.2.12. Réaménagement du calendrier agricole | 182 |

6.2. Relation entre stratégies d'adaptation développées et catégories de producteurs. 188

CHAPITRE VII

| | |
|---|-----|
| MESURES DE RENFORCEMENT DES STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA DEPRESSION MEDIANE AU SUD-BENIN | 192 |
| 7.1. Besoins, options prioritaires d'adaptation et indicateurs de suivi | 192 |
| 7.2. Mesures de renforcement des stratégies d'adaptation | 195 |
| 7.2.1. Utilisation de <i>Mucuna</i> ou <i>Aeschinomenae</i> comme plantes fertilisantes..... | 195 |
| 7.2.2. Cultures des plantes tolérantes à la sécheresse : pois d'angole et manioc..... | 195 |
| 7.2.3. Semis précoces dans les bas-fonds..... | 196 |
| 7.2.4. Diversification des sources de revenu | 197 |
| 7.2.5. Agroforesterie | 197 |
| 7.3. Mesures institutionnelles d'adaptation aux changements climatiques | 198 |
| 7.3.1. Cadre législatif et réglementaire favorables au développement des initiatives de lutte contre les changements climatiques..... | 198 |
| 7.3.2. Cadre institutionnel favorable au développement des initiatives de lutte contre les changements climatiques | 198 |
| 7.3.3. Cadre Politique favorable au développement des initiatives de lutte contre les changements climatiques | 199 |
| 7.4. Projet de recherche pour la mise en application des options d'adaptation dans la dépression médiane | 206 |
| 7.5. Discussion des résultats | 214 |
| Limites de la recherche..... | 219 |

| | |
|-------------------------|-----|
| Conclusion..... | 220 |
| Bibliographie..... | 222 |
| Webographie..... | 230 |
| Liste des figures..... | 230 |
| Liste des photos..... | 234 |
| Liste des planches..... | 235 |
| Liste des encadrés..... | 236 |
| Liste des tableaux..... | 236 |
| Annexes..... | 240 |
| Table des matières..... | 257 |