



UNIVERSITE D'ABOMEY- CALAVI
(UAC)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



FACULTE DES LETTRES, ARTS ET SCIENCES HUMAINES
(FLASH)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE "ESPACES, CULTURES ET DEVELOPPEMENT"
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Option : Géographie et Gestion de l'Environnement

Spécialité : Géo-Sciences de l'Environnement et Aménagement du Territoire

**STRATEGIES D'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE
AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE
HOLLIDJE**

Réalisé par :

Waidi SEYDOU

Sous la Direction de :

Dr. Euloge OGOUWALE

Maître de Conférences (DGAT/FLASH/UAC)

Soutenu, le 26 /05 / 2016

Sommaire

Sommaire	2
Dédicace	3
Sigles et acronymes	4
Remerciements	5
Résumé	6
Abstract	6
Introduction	7

CHAPITRE I :

ETAT DES CONNAISSANCES, CLARIFICATION DES CONCEPTS, PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE	9
1.1.Etat des connaissances	9
1.2.Clarification des concepts	13
1.3. Problématique	15
1.4.Démarche méthodologique	19

CHAPITRE II :

PERCEPTIONS PAYSANNES SUR LES MANIFESTATIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET NIVEAU DE VULNERABILITE DU SYSTEME AGRICOLE	36
2.1. Situations géographique et administrative de Hollidjé	36
2.2. Fondements physiques du Hollidjé	38
2.3. Indicateurs des changements climatiques dans le Hollidjé	42
2.4. Perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques dans le Hollidjé	49
2.5. Vulnérabilité de la production agricole aux effets des changements climatiques.....	52

CHAPITRE III :

STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES ET MESURES DE RENFORCEMENT POUR REDUIRE LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE HOLLIDJE	59
3.1. Adaptation paysanne aux effets des changements climatiques	59
3.2. Relation entre stratégies d'adaptation développées et catégories de producteurs.....	67
3.3. Mesures de renforcement des stratégies d'adaptation.....	71
Discussion	80
Conclusion.....	82
Bibliographie.....	84
Liste des figures	92
Liste des photos et des planches.....	92
Liste des encadrés	92
Liste des tableaux	93
Annexes.....	94
Table des matières	99

Dédicace

A :

- mon père Soumanou SEIDOU, pour les efforts consentis pour assurer mon éducation ;
- ma mère Véronique AOGA, pour son amour et son soutien.

Sigles et acronymes

ABE	: Agence Béninoise pour l'Environnement
AEA	: Adduction d'Eau et Assainissement
AEP	: Approvisionnement en Eau Potable
AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances
ASECNA	: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CeCPA	: Centre Communal pour la Promotion Agricole
CeRPA	: Centre Régional pour la Promotion Agricole
CCNUCC	: Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques
CRAPP	: Centre de Recherche Agricoles des Plantes Pérennes
DGE	: Direction Générale de l'Eau
DGH	: Direction Générale de l'Hydraulique
DPGE	: Directeur de la Planification et de la Gestion de l'Eau
FAO	: Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organization of United-Nations)
GIRE	: Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GIEC	: Groupe International d'Experts sur l'Evolution du Climat
IGN	: Institut Géographique National
INSAE	: Institut National de la Statistique et d'Analyse Economique
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
RCSR	: Risques, Contraintes, Stratégies, Résultats
SCDA	: Secteur Communal pour le Développement Agricole
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SRPH	: Station de Recherche sur le Palmier à Huile

Remerciements

Le présent travail a connu son aboutissement grâce à certaines personnes que je tiens à remercier.

Je remercie Monsieur Euloge OGOUWALE, Maître de Conférences au Département de Géographie et Aménagement du Territoire à l'UAC qui, en dépit de ses multiples occupations, a pu diriger ce travail. Je lui manifeste toute ma gratitude pour sa disponibilité.

Que Dr. Ibouraima YABI, Maître-Assistant au Département de Géographie et Aménagement du Territoire à l'UAC, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour ses conseils, suggestions et aides pour l'amélioration de la qualité scientifique du présent mémoire. J'adresse mes remerciements à l'endroit de tous les enseignants du Département de Géographie et Aménagement du Territoire pour m'avoir assuré une formation académique adéquate.

Que Dr. Akibou AKINDELE, Dr. Fidèle MEDEOU, Dr. Mathieu LANOKOU et Mr. Thierry CODJO trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude pour leurs conseils, suggestions et aides, pour l'amélioration de la qualité scientifique du présent mémoire.

J'exprime toute ma reconnaissance aux Messieurs Hervé CHABI et Hervé YABI pour leurs contributions qui ont été d'une importance capitale dans la réalisation de ce mémoire. Je remercie mon oncle Antoine AOGA pour ses conseils et son soutien.

J'adresse mes remerciements à l'endroit de mes frères et sœurs. Je veux nommer Dr. Eric ALAMOU, Mounirou, Moukadamou, Farouk et Sophiatou SEIDOU. Que ce mémoire représente pour vous tout l'amour et la fraternité qui nous lient.

Résumé

Les changements climatiques bouleversent et rendent inopérables le calendrier agricole. De ce fait, le système de production est vulnérable et conséquemment des paysans. Face à cette situation, les paysans développent des stratégies d'adaptation. La présente recherche contribue à l'étude des stratégies d'adaptation à la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé.

L'analyse des données pluviométriques et thermométriques sur la série 1951-2013 (ASECNA) et les statistiques des rendements agricoles de la période 1995-2013 (MAEP) ont permis de déterminer les implications des changements climatiques sur le rendement agricole dans le Hollidjé. Cette démarche a été complétée par les investigations socio-anthropologiques qui ont permis d'appréhender les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et leurs implications sur le rendement agricole. Le traitement et l'analyse des résultats se sont basés sur l'analyse des tendances par la méthode de la régression linéaire, les tests de corrélation sur rang de Spearman et de Kendall réalisés par le logiciel IBM SPSS Statistics 21, l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) réalisée dans le logiciel XLSTAT 2008 et le modèle RCSR (Risque, Contraintes, Stratégies, Résultats) a été utilisé pour l'analyse des résultats.

Les résultats ont révélé que, selon 95 % des enquêtés, la baisse des hauteurs de pluies et la hausse des températures engendrées par les changements climatiques entraînent la baisse des rendements agricoles. Les stratégies d'adaptation développées par les producteurs pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques sont diverses. Il s'agit, entre autres, de l'utilisation des fertilisants (68 % des enquêtés), de l'augmentation des emblavures (19,17 % des interviewés), des cultures en billon (70 %), de l'abandon des variétés à cycle long pour l'utilisation des variétés à cycle court (selon 75 %) et de l'installation des systèmes d'irrigation (61 % des enquêtés). Pour renforcer ces stratégies d'adaptation, les aménagements hydro-agricoles sont proposés pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques.

Mots clés : Hollidjé, changements climatiques, Agriculture, Stratégie d'adaptation, aménagement hydro-agricole.

Abstract

Climate change upsets and render inoperative the agricultural calendar. Thus, the production system is vulnerable and consequently peasants. Faced with this situation, farmers develop coping strategies. This research contributes to the study of the strategies for adapting to the vulnerability of agriculture to climate change in the Hollidje.

Analysis of rainfall and temperature data on the series 1951-2013 (ASECNA) and statistics of crop yields for the period 1995-2013 (MAEP) helped to determine the implications of climate change on agricultural yield in the Hollidje. This approach was complemented by anthropological investigations which helped apprehend peasant perceptions about the manifestations of climate change and their implications for the agricultural yield. Treatment and analysis of the results were based on analysis of trends by the method of linear regression, the test of rank Spearman and Kendall correlation performed by software IBM SPSS Statistics 21, the analysis factorial correspondences (AFC) conducted in the XLSTAT 2008 software and the RCSR (risk, constraints, Strategies, results) model was used for the analysis of the results.

The results revealed that 95% of those surveyed, the drop heights of rain and rising temperatures caused by changes in climate cause downward agricultural yields. Adaptation strategies developed by producers to reduce the vulnerability of agriculture to climate change are diverse. It is, among other things, the use of fertilizers (68% of respondents), the increase in seeded area (19.17% of those interviewed), crops in billon (70%), of the abandonment of varieties with long cycle for the use of varieties with short cycle (according to 75%) and installation of irrigation systems (61% of respondents). To strengthen these coping strategies, irrigation schemes are proposed to reduce the vulnerability of agriculture to climate change.

Key words: Hollidje, climate change, Agriculture, coping strategy, irrigation.

Introduction

Le système climatique ouest africain dans lequel s'intègre le Bénin connaît depuis plus de trois décennies des perturbations climatiques sans précédent, qui 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 (Bokonon-Ganta, 1987 ; Boko, 1988 ; Afouda, 1990 ; Issa, 1995; Houndénou, 1999 ; Ogouwalé, 2001 ; Yabi, 2002 et Ogouwalé, 2006). Cette situation climatique affecte négativement la production agricole. Ainsi, les changements climatiques constituent le problème critique du développement humain pour la génération actuelle (Houssou-goé, 2008). Au Bénin, l'accroissement des phénomènes climatiques extrêmes telles 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 (Dimon, 2008).

Selon GIEC (2007), les paysans seront les plus vulnérables du fait de leurs capacités d'adaptation limitées et leur grande dépendance des ressources à forte sensibilité climatique telles que les ressources en eau et les systèmes de production agricole. 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 (MEPN, 2008).

Au Bénin, plus spécifiquement dans le département de l'Atacora, la récession pluviométrique entre les années 1985-1994 a compromis le bon rendement agricole et a assujéti la sécurité alimentaire (Odjo, 1997). Dans la Commune d'Adjohoun lorsqu'il y a déficit pluviométrique au cours d'une campagne agricole les rendements annuels baissent et lorsque les hauteurs pluviométriques augmentent, ceci se répercute sur les rendements annuels (Codjo, 2014). Pour améliorer les rendements, les populations locales ont développé plusieurs

stratégies d'adaptation, notamment l'adoption de nouvelles pratiques culturales et la modification du calendrier agricole dans de nombreuses localités du Bénin (Ogouwalé, 2001 ; Akindélé, 2009 ; Lanokou, 2010). Ces réponses quoique nombreuses restent encore peu efficaces au regard de la fréquence des phénomènes pluviométriques extrêmes (inondations, sécheresses) enregistrés au cours de ces dernières années. Et l'insuffisance de ces stratégies paysannes serait essentiellement 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 rendement agricole et les stratégies actuelles d'adaptation aux changements climatiques développées par les paysans de Hollidjé. C'est dans cette optique que ce mémoire, structuré en trois (3) chapitres, a été conduit.

Le premier chapitre porte sur la revue de littérature, la problématique et la démarche méthodologique. Le deuxième chapitre quant à lui, aborde les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et le niveau de vulnérabilité du système agricole (paysans et activités) dans le Hollidjé. Le troisième chapitre présente les stratégies actuelles d'adaptations développées par les paysans aux changements climatiques et les mesures de renforcement des stratégies d'adaptations dans le Hollidjé.

CHAPITRE I :

ETAT DES CONNAISSANCES, CLARIFICATION DES CONCEPTS, PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Le présent chapitre aborde l'état des connaissances sur le sujet, la clarification des concepts, la problématique et la démarche méthodologique adoptée.

1.1. Etat des connaissances

Plusieurs travaux scientifiques ont montré le lien entre le climat et la production agricole dans les différentes régions de la terre. Les facteurs naturels explicatifs des rendements sont pour la plupart tributaires des paramètres climatiques (hauteurs de pluies, température, humidité relative, vent, etc.) que d'autres facteurs environnementaux (sols, rayonnement, etc.). 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. Pour Lanokou (2013), la gestion des ressources en eau et le développement agricole font partie des problèmes qui requièrent une grande attention et des actions dans le HOLLIDJÉ.

Selon Mendy (2010), les déficits pluviométriques sévères enregistrés entre 1968 et 1999 ont entraîné la baisse remarquable de la production agricole et des revenus des paysans au Sénégal. En effet, l'agriculture essentiellement pluviale, est donc sensible aux aléas pluviométriques. C'est dans ce contexte climatique que des aménagements hydro-agricoles ont été réalisés dans les vallées humides de la Néma et de Médina Djikoyé en vue de développer une agriculture irriguée intensive et diversifiée.

Nombreux sont les pays africains qui ont récemment fait face à des sécheresses exceptionnelles. Pour MEPN (2008), après l'élaboration du Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA), les

impacts directs des changements climatiques sur l'agriculture portent sur les comportements des cultures, les modifications pédologiques et les baisses de rendements. Ainsi une stratégie de développement agricole pour la valorisation des ressources en eau au Bénin a été mise en œuvre grâce au soutien de l'Etat dans le cadre du Projet « d'Inventaire, d'Etudes et d'Aménagement de Bas-fonds » depuis 1986. L'orientation de ce projet était portée vers les microréalisations, avec une démarche participative plus forte.

La diminution et la mauvaise répartition des précipitations influencent la production agricole. C'est ainsi que Patinvoh (1993) a montré l'impact de la chronologie des variations pluviométriques sur les activités agricoles dans la Commune d'Adjohoun. Selon l'auteur, la diminution et la mauvaise répartition des précipitations sont des risques majeurs qui affectent de manière négative la production agricole des populations. Dans sa recherche, l'auteur a manqué de répertorier les stratégies développées par les populations pour endiguer ces effets négatifs.

Aïfan (1993) a étudié la récession pluviométrique et a évalué les rendements agricoles en l'occurrence pour les cultures vivrières dans le centre du Bénin. Il met ainsi en relation l'eau et l'agriculture et a montré une forte fluctuation des rendements agricoles et une désorganisation des activités agricoles. La stratégie développée par les paysans est selon lui, la modification des techniques agricoles. Des travaux similaires à ceux de Aïfan (1993) et réalisés par Dakossi (1994) font un bilan de l'eau et identifient ces conséquences sur la production agricole dans la dépression de la Lama. Cette recherche identifie la mise en valeur des bas-fonds comme stratégie développée par les paysans.

Les fréquentes catastrophes naturelles telles que la sécheresse et les inondations, et la forte dépendance de l'agriculture aux pluies rendent vulnérables les producteurs au Bénin. C'est ainsi que Ogouwalé (2001) a montré que pour

s'adapter aux effets des changements climatiques qui entraînent la baisse de la production vivrière et à l'instabilité du calendrier agricole dans le Département des Collines, les populations procèdent à la mise en valeur des bas-fonds, des semis échelonnées et répétés ; au changement des techniques culturales et à l'utilisation d'intrants.

Les travaux de Boukari (2004) évaluent, 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. Selon l'auteur, face à cette vulnérabilité aux changements climatiques et à la diminution des ressources en eau, les populations de la Donga ont développé des stratégies d'adaptation. Il s'agit entre autres, de la réhabilitation des points d'eau, le surcreusement des puits et marigots, l'aménagement de barrages et retenus d'eau pour le développement agricole.

Boko (1988), Afouda (1990) et Houndénou (1999) ont montré que la baisse des hauteurs de pluies, associée au réchauffement thermique ont induit une dégradation du milieu écologique et se sont soldés par des impacts négatifs sur la production agricole. De plus, Vignigbé (1992) cité par Ogouwalé (2001) a aussi montré que les dérèglements et surtout les déficits pluviométriques saisonniers enregistrés ont perturbé les cycles culturaux, bouleversé le calendrier agricole paysan et rendu non opérationnelles les normes culturales en vigueur chez les populations paysannes. Pour Issa (1995 et 2012); Ogouwalé (2001 et 2002) et Hounkponou *et al.* (2011), dans les différentes régions du Bénin, l'indigence pluviométrique, la réduction des saisons agricoles, le réchauffement thermique et la péjoration pluviométrique ont provoqué la détérioration des rendements et causé d'énormes pertes de récoltes.

La nécessité de bâtir une politique de valorisation des eaux pluviales et de ruissellement pour les cultures de la production de contre saison. Mondja (2011) a montré dans son document, l'apport de l'irrigation pour le développement agricole dans la Commune de Natitingou et ce pour l'intérêt que porte cette technique pour compenser le déficit hydrique des cultures au moment des poches de sécheresse afin de sécuriser la production agricole. L'auteur a aussi montré que lorsqu'il pleut suffisamment, l'eau pluviale s'accumule dans les creux artificiels ou naturels du terrain : que sont les mares, étangs ou lacs selon leurs dimensions. Ce sont alors les eaux pluviales et de ruissellement qui alimentent les eaux de surface. Ces accumulations peuvent être provisoires ou permanentes. Pour l'auteur, ces eaux peuvent servir à la production agricole pour un bon rendement des cultures.

Selon Climator (2007-2010), concernant l'impact du changement climatique sur les systèmes de culture, il faut s'attendre à un raccourcissement des périodes de végétation et, malgré cela, à une augmentation sensible de l'évaporation transpiration des cultures dans un futur proche (2020-2050). Cette évolution, combinée à la diminution des précipitations, induira un besoin accru en irrigation et affectera particulièrement la culture du maïs dans le sud Bénin.

Les études ainsi réalisées par différents auteurs ont permis de mieux appréhender les différentes stratégies d'adaptation de l'agriculture aux effets des changements climatiques. Ces auteurs ont abordé la question de la variabilité climatique en lien avec la production agricole. De même, les conséquences de la variation du climat sur les rendements agricoles et les stratégies d'adaptation ont été abordées. Par ailleurs, aucun de ces ouvrages n'a abordé de façon précise la question de stratégies d'adaptation pour le développement agricole dans le contexte des changements climatiques. Même si l'aménagement hydro-agricole pour le développement agricole a fait l'objet d'investigations approfondies à l'échelle nationale, elle n'est pas encore perçue dans le Holidjé.

1.2. Clarification des concepts

Pour faciliter la compréhension de la présente étude, les concepts clés utilisés ont été élucidés.

Stratégie d'adaptation : système d'auto-défense contre tout ce qui semble menacer une image positive de soi, se traduisant par une surestimation de soi (Gnitona, 2000 cité par Akindélé, 2009). Selon Akindélé (2009), 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. Dans le cadre de cette étude, les stratégies d'adaptation sont des ajustements des systèmes cultureux et autres mesures développées par les paysans pouvant réduire les effets des changements climatiques.

Aménagement hydro-agricole : Selon Sorbi (2012), un aménagement hydro-agricole est un ensemble d'infrastructures modifiant les flux hydriques. Les aménagements ont pour objectifs de retenir les différents apports d'eau (pluie, ruissellement, nappe), d'étaler et de laminer les crues dévastatrices ou de favoriser le drainage des eaux excédentaires (Lamodi, 2013). Pour le même auteur, il faut distinguer deux types d'aménagement :

- les aménagements traditionnels qui sont l'ensemble des techniques développées par les paysans pour la gestion de l'espace agraire, de l'eau et des différentes productions dans le cadre de la mise en valeur des bas-fonds ;
- les aménagements modernes qui sont les techniques mises en place par les personnes averties du domaine de l'hydraulique agricole et pastorale en vue d'aider les paysans à obtenir de meilleurs rendements. Ce type d'aménagement doit être rigoureusement adapté à la fois aux motivations exprimées par les paysans et à leur degré d'évolution agricole.

Dans le cadre de cette étude, l'aménagement hydro-agricole est l'organisation, la modification ou l'adaptation de l'espace, pour le rendre plus adéquat à la

mobilisation des ressources en eaux, pour leur utilisation efficiente à des fins agricoles.

Vulnérabilité : Selon CARE (2010), la vulnérabilité est une indication de l'exposition des personnes à des risques, des pressions et des chocs extérieurs, et de leur capacité à faire face à leurs effets et à s'en rétablir. La vulnérabilité peut varier selon la saison ou les différents moments de la vie des personnes (FAO, 2004). 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 (Dupont, 2004). Selon Amouzou (2007), 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.

Agriculture : Selon Houssou-Goé (2008), 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 (Codjo, 2014). Dans la présente étude, l'agriculture se rapporte à la production végétale et surtout aux cultures vivrières dans le Hollidjé.

Changements climatiques : Selon (CCNUCC, 1992), 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 viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. 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, 1996). Pour Ogouwalé (2001), les changements climatiques sont une modification des statuts de précipitations et une augmentation prononcée des températures au cours du temps. Cette dernière définition ne prend en compte que les précipitations et la température. En effet, les deux paramètres du climat les plus déterminants dans la zone intertropicale sont les températures et les précipitations (Boko, 1988; Afouda, 1990 et Ogouwalé, 2006).

Dans le cadre de la présente recherche, les précipitations et les températures sont les éléments du climat utilisés pour traiter des changements climatiques. Le choix de ce paramètre climatique est fait par rapport à son importance dans l'agriculture pluviale qui caractérise le Bénin et particulièrement le secteur d'étude.

1.3. Problématique

Cette rubrique présente la justification du sujet, les hypothèses de travail et les objectifs de recherche.

1.3.1. Justification du sujet

L'Afrique est soumise à un climat fortement variable et imprévisible. Déjà beaucoup de systèmes africains ne répondent plus aux pressions actuelles du climat (MEPN, 2008). Le continent africain est vulnérable aux changements climatiques en raison d'une forte dépendance agricole et d'une capacité d'adaptation limitée (Ominde et Juma, 1991).

Les dernières décennies de la fin du deuxième millénaire ont été marquées par une évolution rapide des climats (Nicholson, 1980 cité par Ogouwalé, 2006). Les fréquences catastrophes naturelles telles que la sécheresse et les inondations, et la forte dépendance de l'agriculture aux pluies rendent vulnérables les producteurs africains, puisqu'elles induisent des répercussions sur la sécurité alimentaire et accentuent la malnutrition, compromettant ainsi l'économie des pays. Le Bénin n'échappe pas à cette réalité (Djenontin, 2003). En effet, depuis les années 1960, le Bénin est affecté par les modifications des paramètres climatiques qui se traduisent par un déficit pluviométrique et une hausse des températures (Boko, 1988 ; Afouda, 1990 ; Houndénou, 1999 ; Ogouwalé, 2006). Ces modifications ont pour conséquences sur l'agriculture, les perturbations des cycles cultureux, le bouleversement du calendrier agricole traditionnel en vigueur chez les paysans (Vignigbé, 1992 ; Houndénou, 1999 ; Ogouwalé, 2006). Ainsi, sous l'effet répété des récessions et perturbations pluviométriques, les rendements agricoles sont gravement affectés (Ogouwalé, 2001).

L'agriculture joue un rôle important au plan social et économique dans la vie de la population béninoise. Pour le cas spécifique des pays en développement, la plupart des producteurs pratiquent l'activité agricole le long des cours d'eau, autour des retenues d'eau ou à partir de puits traditionnels (Bognini, 2010). L'aménagement spécifique des ressources en eau à des fins agricoles par de petits producteurs. Avec les perturbations climatiques en cours et celles du futur, la problématique de l'accès à l'eau se pose avec acuité au fil des ans (Faton, 2013).

Pour de nombreux pays tropicaux, les perturbations climatiques se traduisent par la baisse des hauteurs pluviométriques, la hausse de la température, la baisse des régimes des cours d'eau, la baisse du niveau des nappes phréatiques, etc. Une telle situation a irrémédiablement des répercussions sur la production agricole

(Codjia, 2009). En effet, l'analyse des tendances pluviométriques et thermométriques et l'analyse de la vulnérabilité des ressources en eau a permis l'évaluation de la disponibilité des ressources en eau dans le contexte d'un changement climatique. Ce qui préconise une meilleure gestion des ressources pluviales par les populations des plateaux du Sud Bénin (Allada, Sakété, Pobè, et Comè) pour atténuer les problèmes d'approvisionnement en eau et du développement agricole (Totin, 2005).

Pourtant les ressources en eau sont capitales pour la production alimentaire (végétale et animale) en particulier au Bénin qui est un pays à économie essentiellement basée sur l'agriculture. En effet, l'agriculture constitue la principale source de subsistance pour la plupart des ruraux pauvres, mais il est également l'activité humaine la plus directement touchée par les changements climatiques (FIDA, 2008).

Dans le Hollidjé, l'eau devient rare pour la production agricole en saison sèche et une mauvaise répartition des pluies en saison pluvieuse avec de nombreuses répercussions sur la population. Face à ces situations, les populations de Hollidjé prennent des initiatives, sur la base de leurs connaissances, de leur savoir-faire pour l'aménagement hydro-agricole au profit de l'agriculture dans le contexte des changements climatiques. Ces constats soulèvent trois questions essentielles :

- comment les paysans perçoivent les manifestations des changements climatiques et le niveau de vulnérabilité du système agricole (paysans et activités) dans le Hollidjé?
- quelles sont les stratégies actuelles d'adaptation aux changements climatiques développées par les paysans dans le secteur d'étude ?
- quelles sont les mesures de renforcement des stratégies d'adaptation paysannes dans le Hollidjé ?

C'est pour répondre à ces questions que le sujet intitulé « *Stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé* » a été choisi.

Cette recherche est fondée sur les hypothèses et objectifs suivants.

1.3.2. Hypothèses de travail

Les hypothèses qui sous-tendent la présente étude sont les suivantes :

- les paysans de Hollidjé perçoivent les manifestations des changements climatiques qui déterminent la vulnérabilité du système agricole (activités et paysans) ;
- les paysans de Hollidjé développent plusieurs stratégies d'adaptation face à la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques;
- les aménagements hydro-agricoles peuvent permettre de réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé.

Pour vérifier ces hypothèses, des objectifs de recherche ont été fixés.

1.3.3. Objectifs de recherche

L'objectif global de cette recherche est d'étudier les stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé.

Spécifiquement, il s'agit de :

- examiner les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et le niveau de vulnérabilité du système agricole (paysans et activités) dans le secteur d'étude ;
- analyser les stratégies d'adaptation actuelles aux changements climatiques dans le Hollidjé ;
- proposer des mesures de renforcement pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture et d'améliorer l'adaptation paysanne aux changements climatiques dans le Hollidjé.

Pour atteindre ces objectifs une démarche méthodologique a été adoptée.

1.4. Démarche méthodologique

La démarche méthodologique présente la collecte des informations, le traitement des données et l'analyse des résultats.

1.4.1. Données utilisées

Les données collectées sont pour l'essentiel des données quantitatives et qualitatives. Il s'agit des :

- statistiques climatologiques des stations de Pobè pour les précipitations et de Bohicon pour les températures (sur la période 1951-2013) car une période de 60 ans au moins permet de bien apprécier la variabilité des paramètres climatiques, les données climatologiques ont été extraites des répertoires de l'ASECNA. Elles ont été utilisées pour caractériser les facteurs climatiques du secteur d'étude en relation avec les besoins écologiques des plantes cultivées.
- statistiques des productions agricoles de la période 1995 à 2013 disponibles au Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) pour bien analyser l'évolution des rendements agricoles ;
- statistiques démographiques qui ont été collectées à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE). Grâce à ces données, l'échantillonnage et la dynamique des ménages agricoles ont été étudiés ;
- informations qualitatives et quantitatives qui ont été obtenues à partir des questionnaires adressés aux paysans et autres acteurs intervenant dans le domaine agricole dans Hollidjé. Les informations collectées ont permis d'appréhender les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et les stratégies d'adaptation dans le Hollidjé.

1.4.2. 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 le Hollidjé.

1.4.2.1. Recherche documentaire

De nombreux ouvrages et travaux scientifiques ont été consultés dans différents centres de documentation. Il s'agit pour l'essentiel d'aller rechercher des documents scientifiques généraux et spécifiques aux centres de documentation de la FSA, de la FLASH, du LACEEDE, etc., des données statistiques à l'ASECNA, des informations générales sur le système agricole au centre de documentation de l'IITA, des statistiques agricoles (superficie, production et rendement) au MAEP, etc. Cette recherche 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 site Web dont les plus consultés sont www.google.com, www.ask.com, https://www.google.bj/?gws_rd, et www.afidol.org.

La recherche documentaire a permis de mieux cerner le sujet et de recueillir des informations sur les statistiques agricoles, les composantes biophysiques et socioéconomiques dans le Hollidjé. Ces différentes données, ont été complétées par celles recueillies dans les localités du secteur de recherche où l'aménagement hydro-agricole est pratiqué.

1.4.2.2. Enquêtes de terrain

Les enquêtes en milieu réel ont été précédées de la détermination des localités d'enquête et des groupes cibles. Elles ont été réalisées à l'aide des techniques et outils de collecte des données.

- **Echantillonnage**

L'identification des arrondissements visités et des personnes enquêtées ont été réalisée sur la base des critères suivants :

- Localité où la production agricole est bien développée ;

- l'existence des aménagements hydro-agricoles ;
- être un paysan emblavant régulièrement au moins 0,5 hectare dans le secteur d'étude, au cours des trente (30) dernières années ;
- avoir régulièrement cultivé les différents produits agricoles choisis dans le cadre de cette recherche, tel que le maïs (*Zea mays*), le niébé (*Vigna unguiculata*) et le manioc (*Manihot esculenta*). Le choix de ces 3 cultures (maïs, niébé, manioc) se justifie par leur importance dans la production agricole du secteur de recherche.

La taille de l'échantillon au niveau de chaque arrondissement a été déterminée suivant la théorie probabiliste de Schwartz (1995) :

$\Omega = Z\alpha^2 \times pq/i^2$ avec Ω = 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 agricoles dans le Hollidjé, n = nombre de ménages agricoles par village, N = nombre total de ménage agricoles dans le dans Hollidjé, $q = 1 - p$ et i = précision désirée égale à 5 %. Ainsi, $p = n/N = 9656/23688 = 0,41$ soit 41 %, avec $n = 9656$ $N = 23\ 688$. $i^2 = \text{taux d'erreur aléatoire} = 5 \% = 0,05$

$X = (1,96)^2 \times 0,41 (1 - 0,41) / 0,05^2 = 371,71$ soit 372 ménages.

En plus de la population cible, les personnes ressources dont les six (6) chefs d'arrondissement et les maires des Communes de Pobè et de Adja-Ouèrè ont été enquêtées. Certaines responsables d'ONG (5), institutions intervenant dans le domaine agricole (5) dans le secteur d'étude ont été également interviewés. A cette liste, s'ajoutent (6) commerçantes spécialisées dans la vente des produits agricoles. Le tableau I fait le point de la répartition des personnes enquêtées.

Tableau I : Répartition des ménages enquêtés

Secteur d'étude	Arrondissements	Villages	Nombre de ménages agricoles	Nombre de ménages enquêtés	Taux (%)
	Ahoyéyé	Ahoyéyé	1708	65	17,47
		Banigbé	665	26	6,99
		Idi-Oro	483	19	5,11
	Adja-Ouéré	Houeligaba	98	4	1,07
		Iba	284	11	2,96
	Igana	Igana	1925	73	19,62
		Eguelou	665	26	6,99
		Illémon	914	35	9,41
Hollidjé	Issaba	Issaba	567	22	5,91
		Itchagba	1166	44	11,83
	Kpoulou	Kpoulou-			
		Itchakpo	714	28	7,53
		Trobossi	186	7	1,88
	Massè	Ichougbo	119	5	1,34
		Oko-djéguède	18	1	0,27
		Ogouro	70	3	0,81
		Massè	74	3	0,81
Total	6	16	9656	372	100

Source des données: Résultats de calculs mars 2015

L'analyse du tableau I montre que trois cent soixante-douze (372) ménages ont été enquêtés dans seize (16) villages parcourus. Il faut noter qu'un ménage est égal à une personne dans le cadre de cette recherche. Le tableau II présente les catégories de personnes enquêtées dans le Hollidjé.

Tableau II : Total de personnes enquêtées par catégories dans le Hollidjé

N°	Groupes cibles	Effectif
1	Ménages agricoles	372
2	Commerçants	06
3	Responsables d'ONG et d'institutions	04
4	Chefs d'arrondissement	06
5	Maires de Pobè et de Adja-Ouèrè	02
Total		390

Source des données : Enquête de terrain, mars 2015

Le tableau II présente le nombre total des personnes enquêtées au cours de cette recherche. Au total, 390 personnes ont été enquêtées et sont réparties de la

manière suivante : 372 ménages agricoles, 6 commerçants, 4 responsables d'ONG et d'institutions et 2 Maires (Pobè et Adja-Ouèrè).

La réalisation des investigations en milieu réel a nécessité l'utilisation de différentes techniques et de divers outils de collecte des données.

- **Outils et techniques de collecte des données**

Pour réaliser les enquêtes, différentes techniques et outils ont été utilisés.

Les outils de collecte des données sont : les guides d'entretien et d'observation, des questionnaires, un GPS, un appareil photographique numérique et l'enregistreur de son.

Le guide d'entretien et les questionnaires ont permis de mener le sondage.

Quant à la grille d'observation, elle a servi à structurer les observations.

Le Global Positioning System (GPS) a servi au Géo-référencement des aménagements hydro-agricoles dans le secteur de recherche.

L'appareil photographique numérique et l'enregistreur de son ont été utilisés respectivement pour la prise de vues et pour l'enregistrement des entretiens.

Les différentes techniques utilisées sont :

- 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 ;
- la Méthode Active de Recherche Participative (MARP) pour une meilleure connaissance des implications réelles liées aux changements climatiques ;
- focus group (photo1) et les entretiens individuels ont permis de recueillir les informations auprès de la population cible ;



Photo 1 : Focus group à Issaba
Prise de vue : Seidou, juillet 2015

L'observation de la photo 1 montre une séance de focus group avec sept (7) paysans qui ont été interviewés pour avoir des informations relatives à leurs connaissances sur les changements climatiques ainsi que les stratégies d'adaptation qu'ils développent pour progresser dans l'agriculture et 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.

Les observations directes ont été effectuées en fonction des objectifs poursuivis. Ces observations ont été basées sur les différentes implications induites par les changements climatiques, les techniques et méthodes culturelles, les stratégies d'adaptation paysannes.

Les différentes informations collectées à l'aide de ces outils et techniques ont été soumis aux traitements statistiques et à l'analyse des résultats obtenus.

1.4.3. Traitement des données et analyse des résultats

Le traitement des données et l'analyse des résultats comportent essentiellement trois phases :

- une phase matérielle où les données collectées ont été rassemblées, regroupées et présentées sous forme de tableaux et de graphiques ;
- une phase analytique qui a consisté à réduire les données à un nombre limité de paramètres caractéristiques (moments d'ordre) susceptibles de décrire la série statistique. Ces deux premières phases ont été réalisées à base de la statistique descriptive ;
- une phase descriptive qui a été faite sur la base de la statistique inductive. Elle a permis de déduire des résultats obtenus sur l'échantillon des conclusions relatives à l'ensemble de la population de Hollidjé d'où est extrait cet échantillon.

1.4.3.1. Traitement des données

Les questionnaires ont été dépouillés de façon manuelle. La détermination du taux des réponses positives et négatives à une question a été faite sur la base du score réel de chaque rubrique du questionnaire et non à partir du nombre total des personnes interrogées. Le traitement statistique a été réalisé à l'aide du tableur Excel.

- **Moyenne arithmétique**

La moyenne arithmétique est utilisée pour calculer la moyenne des hauteurs de pluies et les statistiques agricoles dans le Hollidjé. Elle est le paramètre fondamental de tendance centrale. 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 :

$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ Avec n l'effectif total des variables ; x_i la valeur de la variable considérée ; i l'année considérée et \bar{X} la valeur annuelle des différentes variables.

- **Paramètre de dispersion**

Ces paramètres concernent l'écart type et les anomalies centrées réduites. Ils sont calculés à partir de la moyenne.

- **Ecart type**

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.

- **Anomalies centrées réduites**

A partir du calcul de l'écart type, l'étude des anomalies centrées réduites pluviométriques et hydrométriques mensuelles et interannuelles a été faite. Les anomalies se calculent par la formule suivante :

$x'_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma(x)}$: x_i = la valeur de la variable, \bar{X} = la moyenne de la série, $\sigma(x)$ = l'écart type de la série et x'_i = la valeur des anomalies centrée réduite.

Ainsi, une année est considérée comme normale si sa valeur des anomalies centrée réduite est comprise entre -0,1 et +0,1. Elle est dite humide si sa valeur est supérieure à 0,1 et sèche en deçà de -0,1. Cet intervalle reste critiquable puisqu'il est relativement faible de sorte que les années normales sont très peu nombreuses. Mais il permet de bien distinguer les années sèches et les années humides.

- **Recherche des tendances pluviométriques**

Les tendances pluviométriques sont faite grâce à la méthode de la régression linéaire les tests de corrélation sur rang de Spearman et de Kendall et la méthode

de détection des ruptures et des changements des caractéristiques de la loi de distribution des précipitations des nombres de jours de pluie et de la variation des niveaux piézométriques.

- **Régression linéaire simple et moyenne mobile**

L'équation de la droite de tendance par la méthode de régression linéaire est exprimée par la fonction $y = at+b$ où y est la valeur de la variable dont la tendance est recherchée, a le coefficient de régression dont le signe positif ou négatif exprime respectivement l'évolution croissante et décroissante dans le temps t , et b une constante. Ce type de fonction a l'avantage de proposer une représentation synthétique dynamique de l'évolution des paramètres hydro-climatiques considérés (Wesselink, 2003). Une valeur aberrante peut peser dans l'allure de la tendance l'avantage de la méthode des moyennes mobiles sur cinq ans est de réduire l'influence des variations accidentelles d'éliminer l'effet des fluctuations de très courtes périodes et de conserver l'effet de la tendance est utilisée les tendances mises en évidence suivent en effet un rythme séquentiel manifeste à travers la succession des phases humides et sèches (Adjovi, 1991).

- **Test de corrélation de rang de Kendall**

L'hypothèse nulle H_0 de ce test est une absence de tendance entre les paramètres (la pluviométrie et la température) analysés. Quant à l'hypothèse alternative (H_a), elle est celle de l'existence d'une tendance (Ouédraogo, 2001). Le test est réalisé à partir d'un comptage du nombre de paires P pour lesquelles $x_j > x_i$ avec $j > i$ pour $i = 1, 2, \dots, n-1$. Le coefficient τ du test de Kendall est donné par la formule :

$\tau = \frac{4P}{N(N-1)} - 1$. Soit les variables (la hauteur de pluie et les principales cultures).

Le coefficient τ pour un grand nombre d'observations N et sous l'hypothèse nulle (H_0) d'indépendance de x_i suit une distribution normale de moyenne nulle et de variance σ_τ^2 exprimée par :

$$\sigma_{\tau}^2 = \frac{2(N+5)}{9N(N-1)}$$

En somme, après détermination de la probabilité α_1 , l'hypothèse nulle est acceptée ou rejetée au niveau de signification α_0 (fixé dans ce travail à 0,05 selon que $\alpha_0 < \alpha_1$ ou $\alpha_0 > \alpha_1$).

- Test de corrélation de rang de Spearman

Les hypothèses nulle et alternative sont les mêmes que dans le test de Kendall. Spearman a testé la présence de dépendance en comparant, grâce au coefficient de corrélation, l'ordre de l'échantillon recueilli avec celui issu d'une procédure de tri (Ouédraogo, 2001). Ainsi, à chaque observation x_i, \dots, x_n , sont associés son rang i dans l'échantillon observé et son rang R_i dans l'échantillon ordonné sous l'hypothèse H_0 d'indépendance des x_i , aucune corrélation n'est observée et le coefficient de corrélation ρ_s de Spearman doit être nul ; l'expression mathématique de ce coefficient est :

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (R_i - i)^2}{n(n^2 - 1)}. \text{ Soit les variables (les valeurs pluviométriques)}$$

Comme $n > 30$ dans la présente étude, sous l'hypothèse nulle (H_0), la variable

$$\tau = \rho_s \sqrt{\frac{n-2}{1-\rho_s^2}}$$

suit une distribution de Student à $n-2$ degrés de liberté. Ainsi un risque de premier espace donné, la région d'acceptation de H_0 est comprise entre les valeurs théoriques de Student de probabilité de non dépassement respectivement égal à α et $\alpha/2$. L'absence de toute présomption d'existence d'une tendance dans un sens déterminé, le test n'est juste que si sa forme bilatérale est adoptée, c'est-à-dire si H_0 est rejetée pour les grandes valeurs de $|\rho_s|$ (Totin, 2005). Ainsi, après la détermination de la probabilité α_1 , H_0 est acceptée ou rejetée au niveau de signification α_0 selon que $\alpha_1 > \alpha_0$ ou $\alpha_1 < \alpha_0$.

En synthèse, les coefficients de corrélation sur rangs de Spearman (ρ_s) et de Kendall (τ) et les probabilités de non dépassement (α_1) permettent d'apprécier la relation entre les hauteurs de pluie et le rendement des cultures dans cette étude.

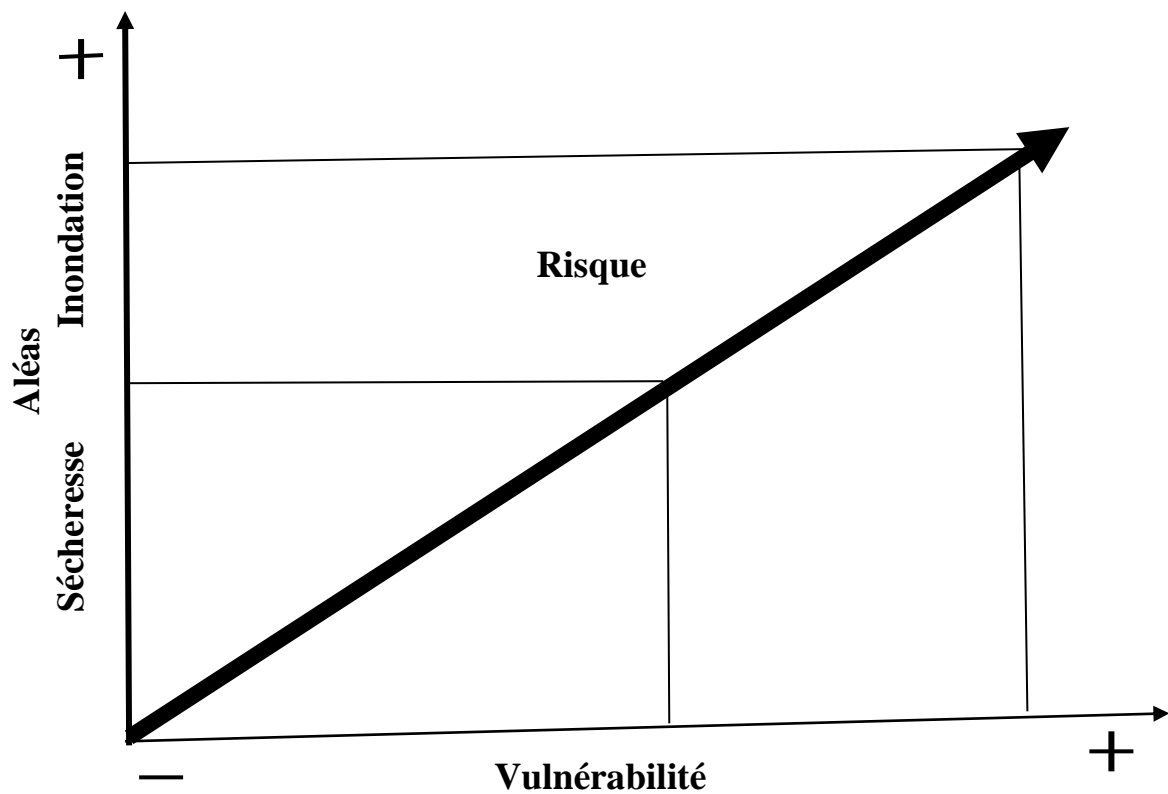
Ces tests ont été exécutés dans le logiciel IBM SPSS statistics V 21 au seuil de significativité de 95 %.

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), réalisée l'aide du logiciel XLSTAT 2008, a permis de réaliser le test Chi2 ou test d'indépendance et aussi d'étudier les relations entre les stratégies d'adaptation développées aux effets des changements climatiques et les catégories de producteurs dans le Hollidjé. 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.

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

Pour cette étude, l'approche utilisée se fonde sur la représentation de Ozer (2007), reprise par Kodja (2013). Le risque se définit comme le produit de l'aléa et de la vulnérabilité et tout événement potentiellement dangereux, l'aléa n'est qu'un risque que s'il s'applique à une zone où des enjeux humains, économiques ou environnementaux sont en présence (vulnérabilité).

La figure 1 illustre à cet effet une représentation du risque en fonction de l'aléa selon (Ozer, 2007)



Vulnérabilité (Enjeux humains, activités agricoles et environnementaux)

Figure 1 : Représentation du risque en fonction des aléas (sécheresse et/ou inondation) et de la vulnérabilité

Ainsi, 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 effets peuvent être directs (par exemple une modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple des dommages causés par les inondations dues à l'excès de la pluie dans la localité).

Pour analyser la vulnérabilité des modes et moyens d'existences, la matrice de sensibilité aux risques climatiques est dans la pratique utilisée (Badolo, 2009). C'est une approche méthodologique plus simple qui permet d'établir la sensibilité aux risques climatiques. La mise en œuvre recouvre plusieurs étapes à savoir :

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

Etape 2 : la deuxième étape consiste à établir un inventaire des risques climatiques les plus significatifs pour les secteurs ou unités d'exposition dans la région considérée.

Etape 3 : la troisième étape est celle de l'évaluation du degré de sensibilité de chaque secteur ou unité d'exposition à chacun des risques climatiques retenus. Pour ce faire, cinq niveaux de sensibilité sont considérés comme l'illustre le tableau III.

Tableau III : Barème d'évaluation des risques climatiques

Echelle de grandeur du degré de vulnérabilité	Ampleur du risque
1	Faible
2	Assez faible
3	Moyen
4	Assez fort
5	Fort

Source des données : Badolo, 2009

L'application de la matrice produit trois indicateurs :

- l'indice d'exposition ;
- le rang en termes d'exposition des unités d'exposition aux risques climatiques ;
- l'indice d'impact des risques climatiques.

Selon Badolo (2009), la valeur de l'indice d'exposition pour une unité d'exposition est donnée par la somme des colonnes pour chaque ligne de la matrice. La valeur de l'indice d'impact pour un risque donné est la somme des lignes pour chaque risque. Les indices déterminés sont aussi utilisés pour établir

une hiérarchisation des risques dans le secteur d'étude par rapport aux unités d'exposition considérées. Le tableau IV présente le cadre conceptuel de la matrice de sensibilité.

Tableau IV: Présentation formelle d'une matrice de sensibilité

Unités d'exposition	Risques climatiques		Indice d'exposition
	Sécheresse	Inondation	
Unité d'exposition 1			
Unité d'exposition 2			
Indice d'impact			

Source : Badolo, 2007

1.4.3.2. Analyse des résultats

L'analyse des résultats a été faite grâce au modèle RCSR qui se définit comme Risques – Contraintes – Stratégies – Résultats. Il a permis d'évaluer les implications des changements climatiques sur la production agricole et d'identifier les stratégies d'adaptation paysannes. Le cadre conceptuel du modèle RCSR est présenté par la figure 2.

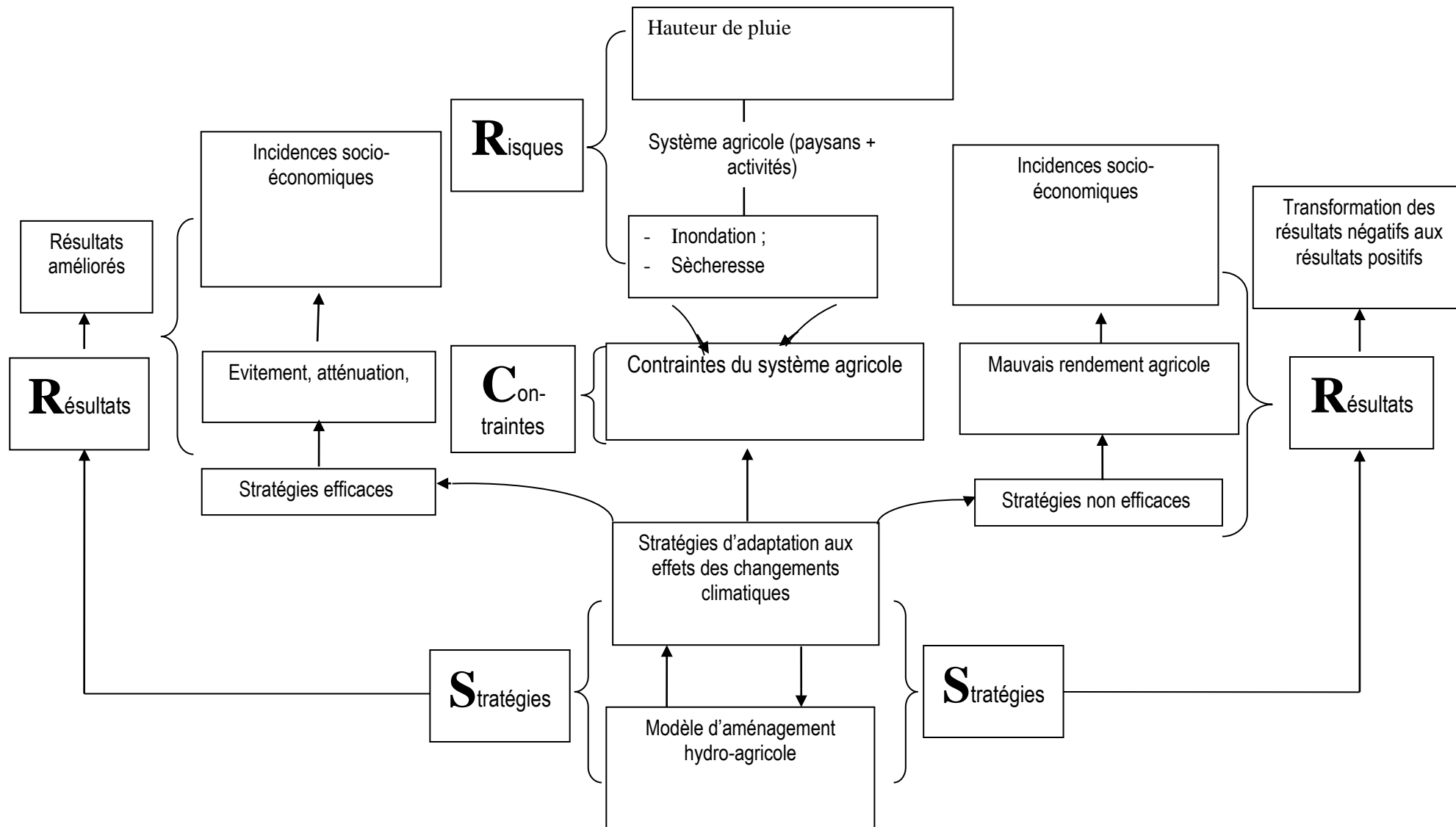


Figure 2: Cadre conceptuel du modèle d'analyse RCSR
Source : Traitement des données, décembre 2015 et Lanokou, 2013

L'examen de la figure 2 montre que l'application du cadre conceptuel du modèle RCSR concourt à la proposition d'un modèle d'aménagement hydro-agricole pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux effets des changements climatiques dans le Hollidjé.

Ce modèle a essentiellement quatre composantes :

- la première composante est les Risque qui comportent l'aléa (hauteurs de pluie), l'enjeu (système agricole);
- la deuxième composante est l'ensemble des Contraintes qui surviennent du fait des risques qui peuvent être des inondations et/ou sécheresses ;
- la troisième 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 : celles d'adaptation qui sont développées par la population paysanne elle-même et/ou proposées par tout autres acteurs intervenant dans le domaine agricole dans le secteur d'étude. Elles permettent d'atténuer les effets des changements climatiques sur l'agriculture. Elles découlent des perceptions/visions de ces acteurs sur la dynamique des paramètres climatiques. Quant à l'autre stratégie qui est de proposer un modèle d'aménagement hydro-agricole pour renforcer les stratégies d'adaptation efficaces et pour remplacer celles qui sont non efficaces ;
- la quatrième composante est les Résultats obtenus du développement des stratégies. Ces résultats peuvent être bons ou mauvais selon que les stratégies sont efficaces ou non.

En somme, 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 étude 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 climatiques, les avis de spécialistes et des autorités. Le modèle d'analyse Risque, Contraintes, Stratégies, Résultats (RCSR) a été utilisé pour l'analyse des résultats. Dans la suite de la présente étude, les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et le niveau de vulnérabilité du système agricole (paysans et activités) dans le Hollidjé sont abordées.

CHAPITRE II : PERCEPTIONS PAYSANNES SUR LES MANIFESTATIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET NIVEAU DE VULNERABILITE DU SYSTEME AGRICOLE

Ce chapitre présente les situations géographique et administrative de Hollidjé, les indicateurs et les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques. Il montre aussi le niveau de vulnérabilité du système agricole (paysans et activités).

2.1. Situations géographique et administrative de Hollidjé

Situé entre 6 ° 57' et 7 ° 11' de latitude nord et entre 2 ° 29'40'' et 2 ° 46' de longitude est. Le Hollidjé représente 4,6 % du territoire du département du Plateau avec une superficie de 150 km² (INSAE, 2013). Il est limité au nord par la Commune de Kétou, au sud par la Commune de Sakété, l'ouest par la Commune de Ouinhi et à l'est par la République Fédérale du Nigeria (figure 3).

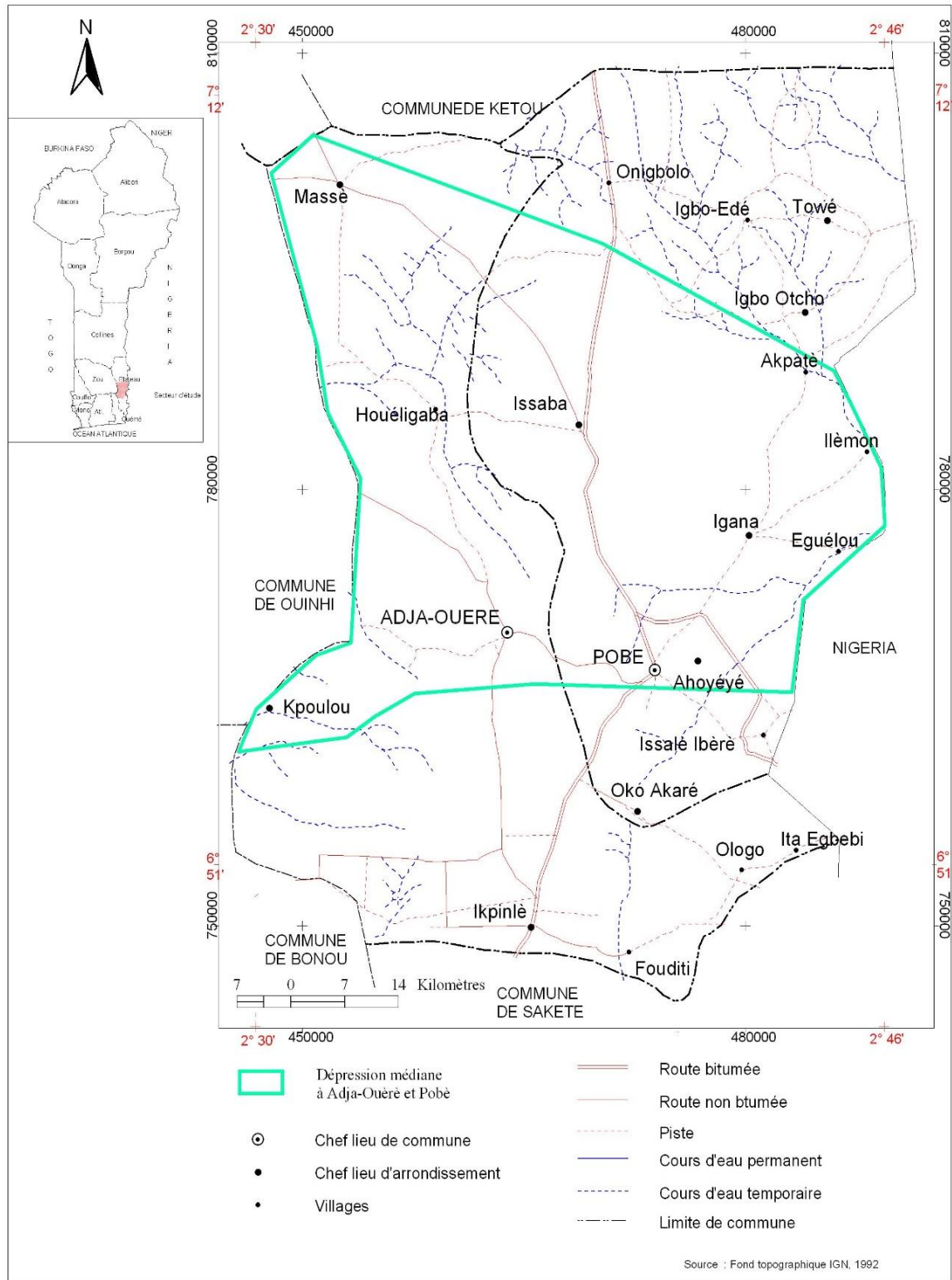


Figure 3 : Situations géographique et administrative de Hollidjé

2.2. Fondements physiques du Hollidjé

Plusieurs fondements physiques favorisent le développement des aménagements hydro-agricoles dans le Hollidjé.

2.2.1. Caractéristiques du relief

Situé 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, le Hollidjé comporte une dépression qui n'est rien d'autre que la continuité de la dépression médiane qui traverse tout le Bénin d'Ouest à Est (Lanonkou, 2016). 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-Ouéré, de Masse et de Kpoulou.

La zone de plateaux regroupe tout le reste de Hollidjé. Ces caractéristiques topographiques sont propices aussi bien aux aménagements hydro-agricoles gravitaires qu'aux aménagements par pompage (INRAB, 2012).

2.2.2. Aspects hydrographiques

Le réseau hydrographique de Hollidjé est pauvre. Il 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. Aussi dans l'arrondissement de Massè est remarquée chaque année une inondation due à la crue du fleuve Ouèmè. Cependant le Hollidjé est très peu irriguée.

La figure 4 présente le réseau hydrographique de Hollidjé.

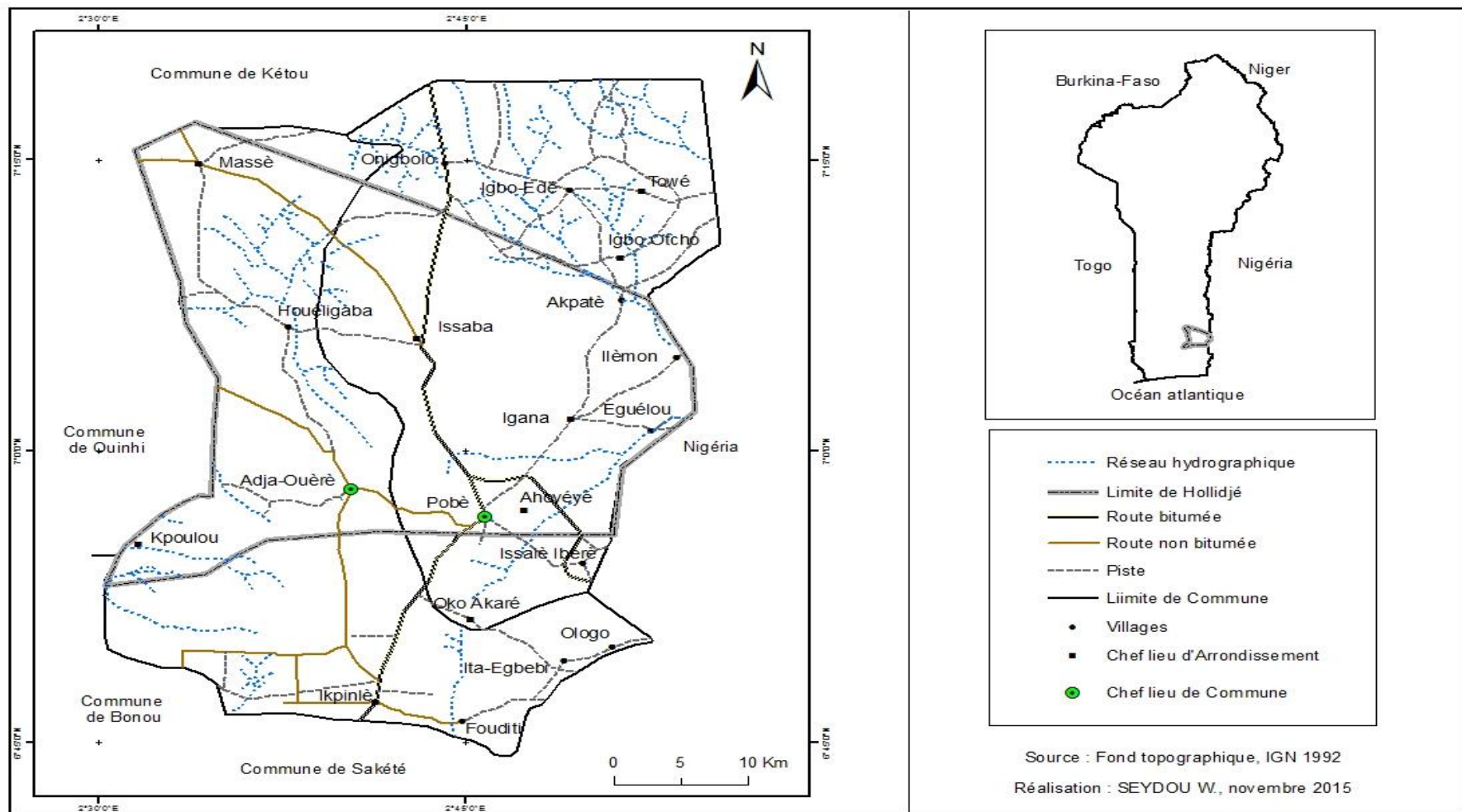


Figure 4 : Réseau hydrographique de Hollidjé

Source : Fond topographique IGN, 1992 et enquêtes de terrain, novembre 2015

L'analyse de la figure 4 montre que le réseau hydrographique de Hollidjé est composé des cours d'eau importants qui sont utilisés dans la réalisation des aménagements hydro-agricole.

Bien que le réseau hydrographique du milieu d'étude soit dominé par les ruisseaux qui sont des retenues d'eau importantes pendant la saison des pluies, ils arrosent les terres pendant les saisons pluvieuses rendant ainsi celles-ci aptes à l'agriculture.

2.2.3. Aspects pédologiques du Hollidjé

Les différents types de sols qui caractérisent le Hollidjé sont présentés par la figure 5.

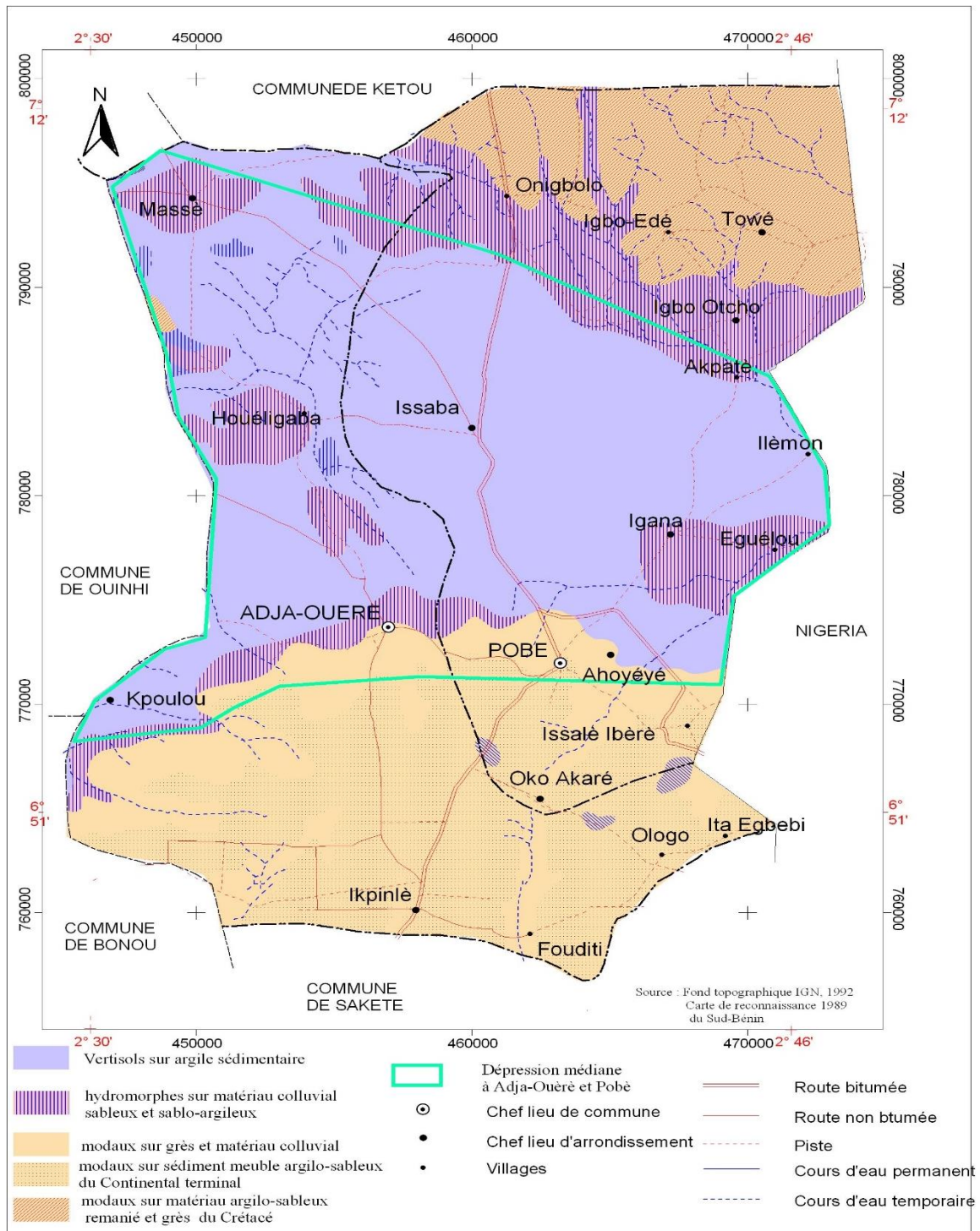


Figure 5 : Types de sol dans le Hollidjé

Source : Fond topographique IGN, 1992 et enquêtes de terrain, mars 2015

L'analyse de la figure 5 montre que les sols dans le Hollidjé sont dominés par des vertisols. Par l'eau de ruissellement, le sable des bordures des plateaux est transporté et recouvre le sol argileux à la lisière de la dépression. Cela a donné

naissance aux trois types de vertisols représentatifs dans le Hollidjé. Il s'agit des vertisols argileux sur :

- matériau colluvial sableux ;
- matériau colluvial sablo-argileux ;
- argile sédimentaire.

Le sol du Hollidjé présente des aptitudes culturales appréciables du point de vue chimique. Ce sont des terres argileuses noires de profondeur moyenne de 1 à 1,5 m, riches en matières organiques. Leur fertilité potentielle très élevée fait des vertisols l'un des meilleurs sols du Bénin (Allagbé, 1995 cité par Lanokou, 2009).

Les conditions offertes par les sols du Hollidjé sont particulièrement défavorables à la vie du point de vue physique. Le sol, asphyxiant pendant la saison humide, ne possède guère d'eau utilisable au cours de la période sèche. Ces conditions rendent le travail de la terre très pénible. Ce qui entraîne un faible rendement agricole. Mais ces différents sols permettent la mise en valeur des aménagements hydro-agricoles dans le Hollidjé.

Tous ces fondements physiques sont favorables aux aménagements hydro-agricoles.

2.3. Indicateurs des changements climatiques dans le Hollidjé

Les hauteurs pluviométriques et les températures constituent des éléments déterminants des implications de la production agricole dans le Hollidjé.

Le Hollidjé est marqué par deux (2) saisons pluvieuses et deux (2) saisons sèches alternées avec des hauteurs d'eau moyennes annuelles qui varient entre 1200 et 1400 mm (Lanokou, 2010). La grande saison pluvieuse d'avril à juillet, la petite saison sèche d'août à septembre, la petite saison pluvieuse d'octobre à novembre, et enfin la grande saison sèche de décembre à mars (Akindélé, 2009).

2.3.1. Evolution pluviométrique dans le Hollidjé

La variation interannuelle et celle intermensuelle des hauteurs de pluies dans le Hollidjé a été étudiée.

2.3.1.1. Variabilité interannuelle des hauteurs de pluie de 1951 à 1980 et 1981 à 2013

La variabilité pluviométrique peut être mieux observée dans le secteur d'étude à travers l'indice pluviométrique interannuel (figure 6).

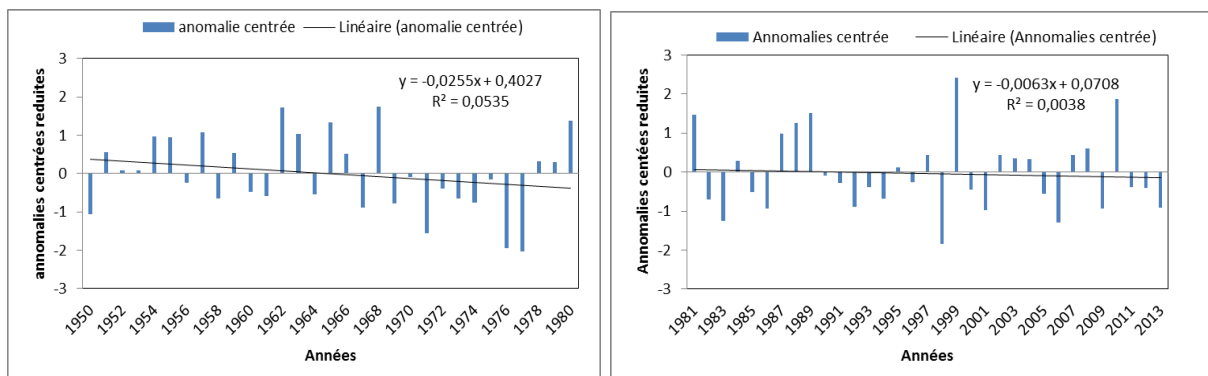


Figure 6 : Indice pluviométrique interannuel de 1951 à 1980 de 1981 à 2013

Source des données: ASECNA, mars 2015

L'analyse de la figure 6 permet de constater que le Hollidjé est marqué par une forte variabilité pluviométrique qui se présente sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires.

- des années déficitaires ou sèches caractérisées par des valeurs négatives et inférieures à - 0,1 ;
- des années moyennes ou normales où les valeurs des anomalies centrées se trouvent entre - 0,1 et 0,1 ;
- des années excédentaires ou humides marquées par des valeurs positives et supérieures à 0,1.

En somme, la tendance pluviométrique reflète bien la grande variabilité pluviométrique dans le Hollidjé entre 1951 et 2013. La proportion des années excédentaires, moyennes et déficitaires est mise en évidence par le tableau V.

Tableau V : Années excédentaires, moyennes et déficitaires

Séries	Années déficitaires	Années moyennes	Années excédentaires
1951 – 1980	1967, 1971, 1976, 1977	1951, 1952, 1953, 1956, 1958, 1959, 1960, 1961, 1964, 1966, 1969, 1970, 1972, 1973, 1974, 1975, 1978, 1979	1954, 1955, 1957, 1962, 1963, 1965, 1968, 1980
Pourcentage	14 %	60 %	26 %
1981 – 2013	1983, 1986, 1992, 1998, 2001, 2006, 2009	1982, 1984, 1985, 1987, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2011, 2012, 2013	1981, 1988, 1989, 1999, 2010
Pourcentage	23 %	61 %	16 %

Source des données : Résultat des travaux de terrain, 2015

L'analyse des données du tableau V révèle que la série 1951-1980 a enregistré 4 années déficitaires soit 14 % du nombre total des années de cette série climatologique contre 8 années excédentaires soit 26 % et la série 1981-2013 a enregistré 7 années déficitaires soit 23 % du nombre total des années de cette série climatologique contre 5 années excédentaires soit 16 %. Les années moyennes ont été enregistrées soit 60 % et 61 % respectivement pour les séries 1951-1980 et 1981-2013. La modification du régime pluviométrique et des totaux annuels observés attestent déjà la variabilité pluviométrique dans le secteur d'étude. Les déficits et les excédents pluviométriques prononcés posent d'énormes difficultés à l'agriculture. En effet, les années 1971, 1976, 1977, 1983, 1998 et 2006 ont été déficitaires tandis que les années 1962, 1965, 1968, 1980, 1981, 1989, 1999 et 2010 ont été très excédentaires. En somme, la série 1981-2013 a enregistré plus d'années déficitaires que la série 1951-1980, soit 23 % contre 14 %.

2.3.1.2. Variation intermensuelle des pluies entre 1951-1980 et 1981-2013 dans le Hollidjé

La figure 7 présente la Variation intermensuelle des totaux pluviométriques annuels sur les deux sous période d'étude.

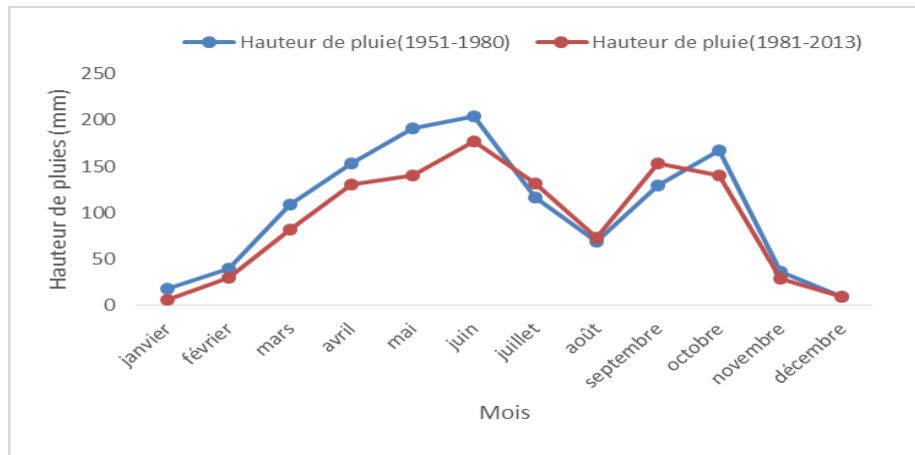


Figure 7 : Variation intermensuelle des totaux pluviométriques annuels entre 1951-1980 et 1981-2013 dans le Hollidjé

Source des données : ASECNA et station de Pobè, juillet 2015

L'examen de la figure 7 montre que sur les deux séries la hauteur de pluie qui augmente de janvier jusqu'en juin avec (204,26 mm) sur 1951-1980 et (177,58 mm) sur 1981-2013 ; une chute enregistré en août avec (68,49 mm) et (73,68 mm) respectivement sur 1951-1980 et 1981-2013. Il ressort que les deux maxima de ce régime sont centrés sur les mois de juin (grande saison de pluies) et de septembre (petite saison de pluies). Les deux minima sont centrés sur les mois de décembre-janvier (grande saison sèche) et août (petite saison sèche). Mais depuis quelques années, la situation climatique se dégrade au point où le régime tend à ne plus être bimodal mais unimodal (Akindélé, 2009). C'est-à-dire que la seconde saison tend à être le prolongement de la première. Les résultats des tests non paramétriques de Spearman et de Kendall appliquées aux séries pluviométriques (1951-2013) dans le Hollidjé sont résumés par le tableau VI.

Tableau VI : Synthèse du résultat du test de Spearman et de Kendall (hauteurs pluviométriques)

Station	Variable	P_s	α_1	τ	α_1
Pobè	Pluviométrie	-0,073	0,547	-0,050	0,540

Source des données: Enquêtes de terrain, mars 2015

Les deux tests montrent que le Hollidjé est caractérisé 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 corrélation n'est pas significative. Autrement dit, la corrélation non significative permet de conclure à une absence de tendance pluviométrique générale (Ouédraogo, 2001). Ce qui est conforme aux résultats de Totin (2005) qui, après l'application de ces tests sur des séries purement hétérogènes, avait montré l'absence d'une tendance significative au Sud-Bénin.

Le coefficient de corrélation $P_s < 0$ présenté par la station de Pobè traduit une baisse des précipitations. Cette tendance résulte de la variabilité séquentielle des hauteurs pluviométriques sur la période 1951-2013. La diminution des hauteurs de pluies dans le Hollidjé est consécutive à plusieurs facteurs dont la baisse de l'intensité des pluies associée à la réduction des nombres de jour de pluie (Lanokou, 2013). Ce qui n'est pas favorable au développement agricole.

2.3.2. Evolution des températures dans le Hollidjé entre 1951-1980 et 1981-2013

Cette partie analyse la variation interannuelle et celle intermensuelle des températures dans le Hollidjé.

2.3.2.1. Variation interannuelle des températures

La figure 8 présente la variabilité interannuelle des températures maximales sur les deux sous périodes d'étude.

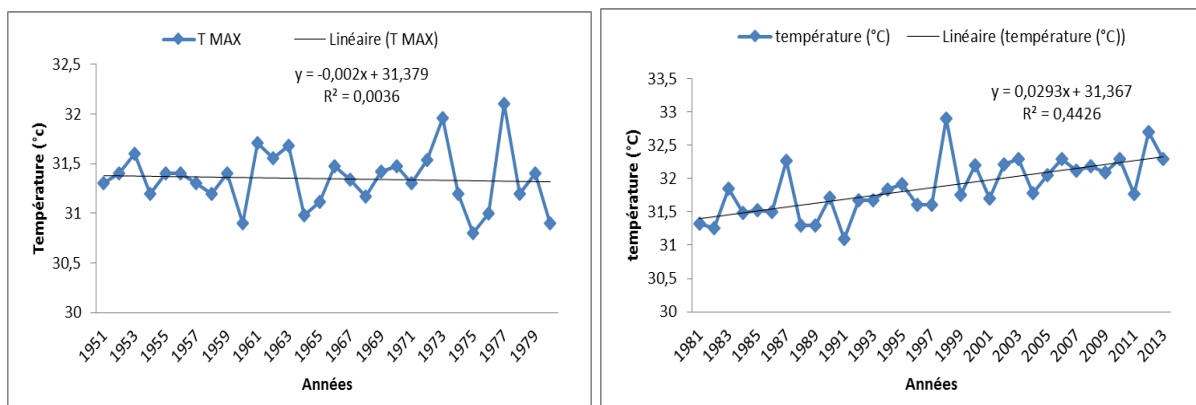


Figure 8: Variabilité interannuelle des températures maximales de 1951 à 1980 et de 1981 à 2013

Source des données : ASECNA, juillet 2015

L'analyse de la figure 8 montre que la température maximale varie entre 30,8 °C et 32,1 °C sur la série 1951-1980 et entre 31 °C et 33 °C sur la série 1981-2013. De 1951 à 2013, le Holidjé a connu de fortes variabilités interannuelles des températures maximales. Cette variation se justifie par les différentes fluctuations observées sur toutes les séries. En effet, les températures les plus élevées de la série 1951-1980 ont été enregistrées en 1977 avec une température moyenne annuelle égale à 32,1 °C et en 1973 avec une température moyenne annuelle égale à 32 °C, la courbe de tendance à une pente négative (-0,002x) mais le coefficient de détermination est très faible ($R^2 = 0,0036$) et justifie une tendance à la baisse de température maximale de 1951 à 1980.

La température la plus élevée de la série 1981-2013 a été enregistrée en 1998 avec une température moyenne annuelle égale à 33 °C. La valeur élevée du coefficient de détermination (0,4426) soit 44,26 % montre une tendance thermométrique à la hausse au cours des 30 dernières années.

Malgré ces fluctuations thermiques observées sur la période d'étude, de façon générale, il est observé à une tendance à la hausse des températures maximales sur la série 1981-2013, ce qui traduit relativement un réchauffement climatique. Ce réchauffement influence les activités agricoles. Ce phénomène est plus illustré par les températures minimales (figure 9).

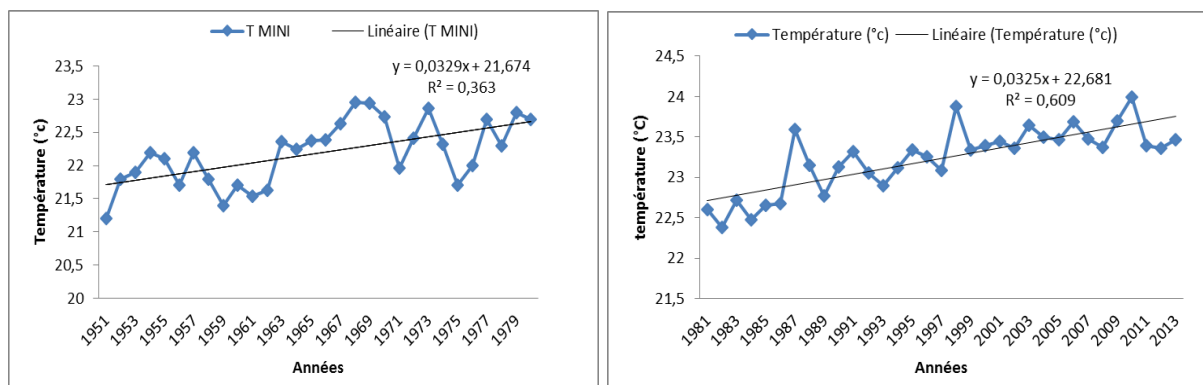


Figure 9: Variabilité interannuelle des températures minimales de 1950 à 1980 et de 1981 à 2013
Source des données : ASECNA, juillet 2015

L'analyse de la figure 9 montre que la température minimale est passée de 21,2 °C à 23 °C sur la série 1951-1980 et de 22,4 °C à 24°C sur la série 1981-2013. Les courbes de tendance ont une pente positive mais les coefficients de détermination sont respectivement ($R^2 = 0,363$ et $R^2 = 0,609$) sur les périodes 1950-1980 et 1981-2013. Il en ressort une alternance de hausse et de baisse des températures minimales, ce qui traduit une forte variabilité interannuelle sur la période d'étude.

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 1968, 1969, 1973, 1988, 1998 et 2010.

L'étude sur les périodes 1951-1980 et 1981-2013 a révélé une variation au niveau de la précipitation et de la température sur les deux séries considérées. Cette variation impacte les ressources en eau, ce qui influence le rendement agricole dans le Hollidjé.

2.3.2.2. Variations intermensuelle des températures

Il s'agit d'analyser les écarts entre les températures maximales et minimales de Hollidjé. Cette analyse est faite en comparant les données de l'ASECNA des sous périodes 1951-1980 et 1981-2013 (tableau VII).

Tableau VII : Ecart mensuel des températures maximales et minimales entre les sous période 1951-1980 et 1981-2013

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T° maxi	0,31	0,32	0,15	0,17	0,02	0,12	0,09	0,05	0,13	0,11	0,1	0,12
T° mini	0,42	0,46	0,82	0,9	0,69	0,83	0,69	0,66	0,7	0,58	0,81	0,95

Source des données : Enquêtes de terrain et ASECNA, novembre 2015

L'examen des données du tableau VII montre que les températures maximales ont augmenté sur tous les mois. Cette augmentation est comprise entre 0,02 et

0,32 °C. L'écart de la température maximale, le plus élevé est enregistré en février (0,32 °C) et l'écart le moins important entre les températures maximales est enregistré au mois de mai (0,02 °C).

Il ressort du tableau VII que tous les mois ont connu une augmentation des températures minimales entre 1951-1980 et 1981-2013. La plus forte augmentation de températures minimales a été enregistrée en décembre (0,95 °C) et la plus faible augmentation de températures minimales a été enregistrée en janvier (0,42° C).

Les températures maximales et minimales ont augmenté pour la sous période 1981-2013 par rapport à celles de la sous période 1951-1980. Pour les mois agricoles, les écarts sont plus élevés pour les températures minimales que pour les températures maximales au cours de la sous période 1981-2013 et risquent de dépasser les préférences thermiques des plantes cultivées. Ces observations permettent d'affirmer l'existence d'un réchauffement climatique par conséquent d'un changement climatique dans le Hollidjé.

2.4. Perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques dans le Hollidjé

Les perceptions portent sur les changements climatiques observés par les paysans dans le Hollidjé.

2.4.1. Baisse des précipitations et raccourcissement de la durée de saison pluvieuse

Tous les paysans interrogés affirment que ces trente dernières années, les précipitations ont baissé et la saison pluvieuse s'est rétréci. 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. Aujourd'hui, la saison pluvieuse démarre difficilement et tardivement avec des pluies de faible intensité. L'arrivée tardive des pluies associée à leur fin précoce ont occasionné un rétrécissement de la saison pluvieuse : « *Avant, dans les années 70 voire même 80, 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 2015

L'analyse du discours de l'encadré 1 montre que les paysans ont la mémoire d'une modification du régime 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 généralement ayant un long cycle ne résistent plus face à cette nouvelle donnée en matière de durée de saison.

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

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.

2.4.2. Mauvaise répartition des pluies

Quatre-vingt-huit pour cent (88 %) des paysans interrogés ont déclaré que ces trente 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, lors des focus groups ont affirmé ceci : « *de plus en plus, il pleut dans un village sans le village voisin ne reçoive même une gouttelette de pluies* ». C'est que pour ces paysans, les pluies deviennent de plus en plus localisées.

Les interviews font même référence à la notion de variabilité pluviométrique en avançant que : « *comparée à celles des 40 dernières années, la pluviosité est moins prévisible actuellement* ». Les faits montrent que l'installation des pluies de l'année dernière diffère de celle de l'année en cours et il y a de plus en plus de faux départs de la saison pluvieuse selon 83 % de paysans interrogés.

2.4.3. Augmentation des fréquences des phénomènes climatiques (sécheresses et inondations)

Les phénomènes climatiques (sécheresses et inondations) deviennent de plus en plus fréquents depuis ces trois dernières décennies selon quatre-vingt-six pour cent (86 %) des enquêtés. Les paysans de Hollidjé ont encore souvenance des années de grandes sécheresses comme : 1967, 1971, 1976, 1977, 1983, etc. et des années de fortes pluies comme 1962, 1963, 1968, 1999, 2010. En réalité, c'est à cause de l'ampleur des dégâts causés par ces phénomènes pluvieux que les paysans n'arrivent pas à les oublier.

Il a été appréhendé les relations qui pourraient exister entre les perceptions et les savoirs locaux sans passer par une analyse des perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques. L'analyse de la perception sur les manifestations du climat s'est faite individuellement puis collectivement. La synthèse des informations recueillies se résume dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Perception des paysans du phénomène climatique

Constats	Manifestations/conséquences
Evolution du climat	Cela se traduit par une perturbation du calendrier des activités agricoles et la baisse chronique des rendements des cultures pour 69 %.
Démarrage tardif et/ou précoce des pluies	Selon 87 % des enquêtées, on assiste à un changement dans le déroulement de la saison agricole et à la non opérationnalisation du calendrier agricole paysan.
Mauvaise répartition des pluies	Les populations assistent à la concentration de la pluie sur courte période et une rupture précoce d'après 89 % des paysans.
Poches de sécheresse	Les ruptures de pluie au cours de la saison pluvieuse sont de plus en plus nombreuses, perturbent le bon développement des cultures et induit des pertes de récolte selon 95 % des paysans enquêtés.

Source : Enquête de terrain, novembre 2015

L'analyse du tableau VIII atteste que les paysans du Hollidjé perçoivent les changements climatiques d'une part et de ces effets négatifs sur les activités agricoles d'autre part. Il faut retenir de la perception des paysans une modification, un changement dans les manifestations de la pluie, la baisse de la pluviométrie, le décalage du calendrier agricole, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, l'augmentation de la chaleur et de la température.

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

Le degré de vulnérabilité de système agricole et les modes d'existence aux risques climatiques dans le Hollidjé sont abordés.

2.5.1. Vulnérabilité du système agricole et les modes d'existence aux risques climatiques dans le Hollidjé

La figure 10 présente le degré de vulnérabilité de système agricole et les modes d'existence aux risques climatiques dans le Hollidjé.

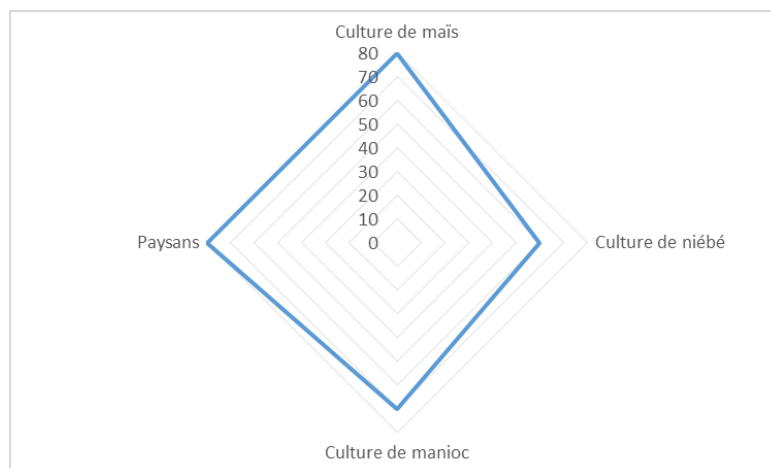


Figure 10 : Diagramme de vulnérabilité du système agricole relatif aux modes d'existence dans le Hollidjé

L'analyse de la figure 10 permet de retenir que l'indice d'exposition de chaque système agricole est plus de 50 %. Ainsi, la culture de maïs et les paysans sont les plus vulnérables avec un indice d'exposition de 80 % que les cultures de niébé et de manioc. Le système agricole n'est donc pas à l'abri des effets pervers des risques climatiques dans le Hollidjé. En plus de l'analyse des diagrammes de vulnérabilité aux aléas climatiques s'ajoute, l'analyse de la Matrice de sensibilité (tableau IX).

Tableau IX : Matrice de sensibilité aux risques climatiques dans le Hollidjé

	Risques climatiques		Indices d'exposition
	Sècheresse	Inondation	
Système agricole			
Paysans	4	4	80 %
Culture de maïs	3	5	80 %
Culture de niébé	3	3	60 %
Culture de manioc	3	4	70 %
Indice d'impact	65 %	80 %	

Source : Traitement des données

Il ressort de l'analyse du tableau IX que les risques climatiques majeurs sont les inondations (65 %) et la sécheresse (80 %) et que les paysans et la culture de maïs sont les plus exposées. Il faut donc retenir que le système agricole est vulnérable aux risques climatiques et constitue un handicap pour le développement local dans le Hollidjé.

Les changements climatiques de par leurs manifestations (hausse des températures et forte pluviométrie) ont des répercussions sur les stades de développement des cultures et sur le rendement agricole.

2.5.2. Exigences pluviométriques et besoins thermiques des principales cultures

Les périodes d'exigences hydriques de chaque plante varient selon les phases de son cycle végétatif. L'écologie des principales cultures dans le Hollidjé est présentée par le tableau X.

Tableau X : Ecologie des principales cultures dans le Hollidjé

Principales cultures	Ecologie		
	Nom scientifique	Pluviométrie (mm)	Température (°C)
Maïs	<i>Zea mays</i>	Exigence en eau ; 500 à 1000 mm pour un maïs de 120 j	18 à 20
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	500 à 1200 mm; résistant à la sécheresse	28 à 30
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	Exigence en eau ; 1200 à 1500 mm pour l'optimum de rendement	25 à 30

Source des données : INRAB, 2015, novembre 2015

L'analyse du tableau X 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 18° C et 20° 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 le manioc varie de 1200 mm à 1500 mm et un besoin thermique allant de 25° C et 30° C. Ainsi l'évaluation des déficits ou des excédents en eau au niveau des cultures, a été effectué au niveau des stades de développement comme sur tout le cycle végétatif de chaque espèce (tableau XI).

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

Phases Cultures Nbre de décades	Phase (1) semis et levée	Phase (2) floraison	Phase (3) Epiaison	Phase (4) Maturité	Total
Maïs de 120 jours	12,8 mm	120,73 mm	603 mm	37,6 mm	774,13 mm
Décades	(1)	(2)	(4,5)	(2)	9,5
Niébé	22,2 mm	142 mm	127,3 mm	57,5 mm	349 mm
Décades	(1)	(2)	(2)	(1,5)	6,5
Manioc	60 mm	516,6 mm	603,7 mm	87 mm	1267,3 mm
Décades	(2)	(5)	(9)	(11)	27

Source : Mémento de l'agronome (2002)

L'analyse des données du tableau XI 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 le manioc son exigence en eau est 1267,3 mm. De ce tableau, il ressort que le niébé résiste à la sécheresse plus que le maïs et le manioc.

2.5.3. Position des saisons agroclimatiques

Dans un climat de type subéquatorial, le rendement des cultures ne peut être satisfaisant si la végétation ne souffre pas de déficit en eau. C'est dans l'optique d'avoir une précision suffisante sur le nombre de mois pluvieuses dans le Hollidjé que la position des saisons agroclimatiques a été réalisée (figure 11).

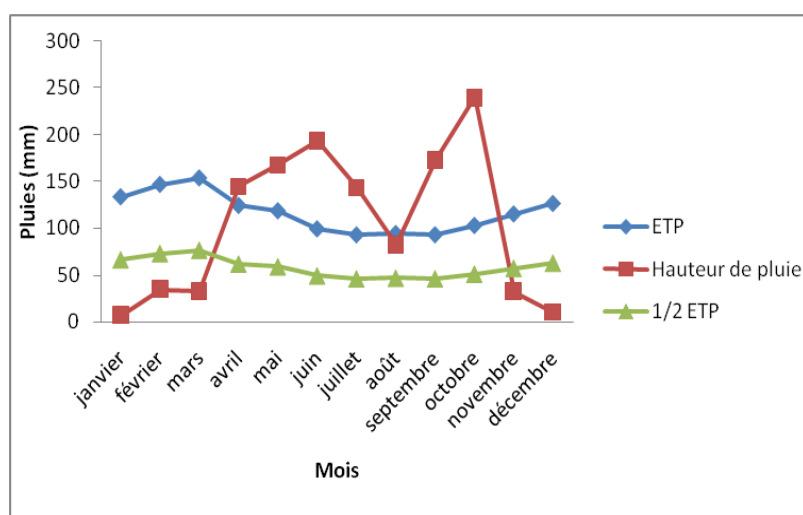


Figure 11: Délimitation des périodes climatiques et évènements remarquables dans le Hollidjé

Source : Résultats des calculs, 2015

L'examen de la figure 11 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'au novembre avant de s'annuler décembre. L'évapotranspiration potentielle s'élève dès le mois de janvier jusqu'au mois de mars, puis commence à décroître jusqu'au mois septembre avant d'amorcer une croissance jusqu'au mois de décembre. Ainsi, le découpage de l'année en périodes agroclimatiques dans le Hollidjé peut se présenter de la façon suivante :

- la grande saison sèche allant de novembre à mi-mars : durant cette période, les hauteurs de pluies sont inférieures à $\frac{1}{2}$ ETP. Elle correspond à la période de préparation des sols et à l'occasion d'une pluie favorable, les paysans sèment. Souvent, ils 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. Théoriquement, il s'agit donc de dire que les besoins en eau des cultures en croissance sont satisfaits. Les paysans sèment les cultures à cycle long telles que le maïs de 120 jours, le niébé et le manioc ;
- la petite saison sèche allant de mi-juillet à mi-août est considérée comme la période de saison sèche de l'année. Donc les cultures trouveront l'eau nécessaire pour satisfaire les besoins au cours des différentes phases phénologiques ;
- la petite saison humide septembre-octobre : ici les hauteurs de pluies sont toujours supérieures à $\frac{1}{2}$ ETP et à ETP. Il est observé à la fructification et la maturation des cultures.

Dans le Hollidjé, le nombre de saison humides est inférieur à celui de saison sèches ; 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 supposé égale ou supérieur à l'ETM d'une culture à un stade phénologique donné. L'analyse fréquentielle des évènements $P \geq ETP$ 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-lévée-floraison-maturité) dans le secteur est observée.

Dans le Hollidjé, l'évènement $P \geq \frac{1}{2} ETP$ couvre la période allant de mi-mars à la fin du mois d'octobre. La semence peut effectuer son cycle au cours de cette période. Donc 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. Ce qui est expliqué par les modifications climatiques. Alors les rendements agricoles ne dépendent pas uniquement du climat. Mais aussi d'autres facteurs physiques (la qualité du sol) et humains (les intrants, etc.).

2.5.4. Corrélation entre les hauteurs pluviométriques et les rendements

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 pluies-rendements sur la période 1995-2013 (tableau XII).

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

Cultures	Corrélation pluie-rendement	Test de Kendall
Maïs	$r = - 0,27$	P – value = 0,107 ; $\alpha = 0,05$
Niébé	$r = 0,08$	P – value = 0,624 ; $\alpha = 0,05$
Manioc	$r = - 0,053$	P – value = 0,753 ; $\alpha = 0,05$

Source des données : Résultats de calcul, Novembre 2015

L'analyse des données du tableau XII montre que la corrélation entre les hauteurs de pluie et le rendement des cultures est inférieure à 0,5 pour le maïs ($r = - 0,27$), le niébé ($r = 0,08$) et le manioc ($r = - 0,053$). Au seuil de significativité $\alpha = 0,05$; l'hypothèse nulle d'absence de corrélation ne peut pas être rejeté. 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 le Hollidjé 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).

Après l'analyse de la corrélation, entre hauteur de pluie et rendement des cultures, et est constaté ici une relation de cause à effet avec une faible corrélation entre ces paramètres sur les trois décennies. Face à cette situation, les paysans ont développés plusieurs stratégies d'adaptation aux effets des changements climatiques (chapitre III).

CHAPITRE III : STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES ET MESURES DE RENFORCEMENT POUR REDUIRE LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE HOLLIDJE

Dans le Hollidjé, les agriculteurs sont victimes de la non maîtrise de l'eau agricole. Les différentes stratégies mises en œuvre par les producteurs agricoles pour contrecarrer les déficits et excès hydriques que rencontrent leurs cultures ont été examinées.

3.1. Adaptation paysanne aux effets des changements climatiques

Pour réduire leur vulnérabilité aux déficits ou excès hydriques, les populations paysannes agricoles de Hollidjé adoptent plusieurs stratégies.

3.1.1. Récolte Précoce des Cultures (RPC)

La récolte précoce des cultures est une pratique très estimée dans le Hollidjé selon 68 % 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 servent à nourrir des animaux. Les cultures qui ont la chance de devenir sèches 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, bien que qu'elle permette aux paysans d'éviter le pourrissement des produits et de trouver de l'argent pour satisfaire aux besoins de circonstance, elle n'est pas trop conseillée.

3.1.2. Pratiques Occultes d'Adaptation (POA)

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* "dieu de l'eau" pour implorer sa clémence et sa protection. Mais, selon 97 % 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.

En dépit de ces stratégies proactives développées, les agriculteurs sont toujours victimes des modifications du climat et sont contraintes d'adopter des stratégies réactives.

3.1.3. Utilisation des Intrants (UI)

Selon 91 % paysans enquêtés, il est difficile d'obtenir un bon rendement sans l'utilisation des engrais ou sans faire bénéficier aux plants des pesticides. Les péjorations pluviométriques constituent un effet additif aux problèmes de baisse de fertilité qui se posent en milieu paysan. Et pour permettre la fertilisation des plants afin de faciliter leur croissance 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 60 % des producteurs interrogés. La prolifération des adventices et la forte attaque des plants par les ravageurs ont conduit à la forte utilisation des pesticides. Les types de produits utilisés est fonction de la capacité financier 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.

3.1.4. Abandon des Parcelles Submersibles (APS)

Cette stratégie 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 67 % des producteurs interrogés, surtout ceux situés dans les milieux très souvent inondés. 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 plusieurs 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 (Codjo et *al.*, 2013).

3.1.5. Augmentation des Emblavures (AE)

L'extension des emblavures reste et demeure une stratégie développée par les producteurs agricoles du secteur d'étude pour s'adapter aux phénomènes climatiques. Pour 19,17 % des enquêtés, l'accroissement des emblavures est un moyen pour maintenir à un niveau acceptable la production agricole annuelle en dépit de la baisse des rendements. Cette réaction adaptative paysanne est confirmée par les statistiques sur les emblavures des cultures dans le Hollidjé. Cet état des choses pose le problème de l'irrigation et de suivi de toutes les superficies. Ce faisant, souvent les efforts des paysans ne sont pas récompensés, car étant dispersés. L'évolution de la superficie du maïs amélioré n'a pas connu de réelle progression entre 1983 et 2013 (figure 12).

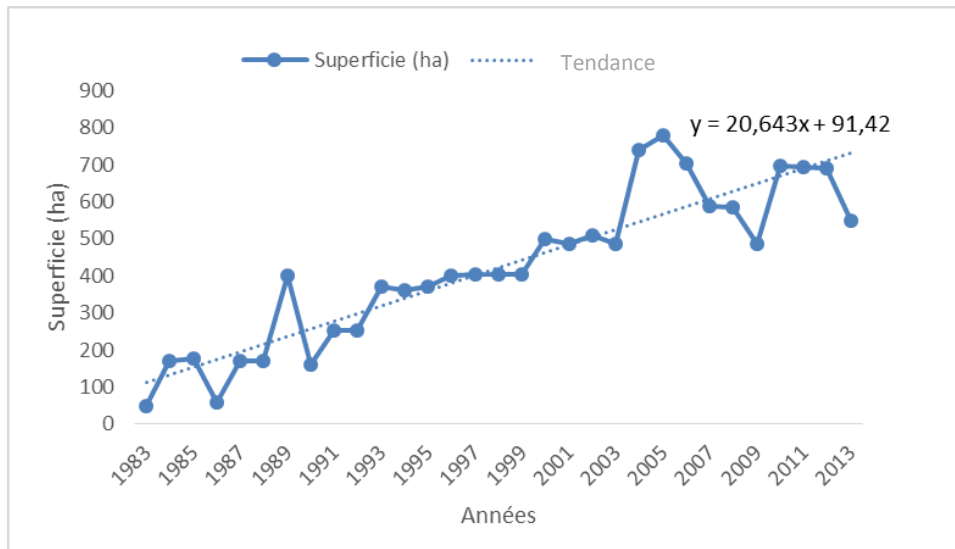


Figure 12 : Evolution des emblavures du maïs dans le Hollidjé de 1983 à 2013
Source des données : SCDA, novembre 2015

De l'analyse de la figure 12, il ressort l'intensification ou l'extension des surfaces préparées pour la culture de maïs dans le Hollidjé. Avec les facteurs physiques et humains favorables à la culture en 1989, l'évolution de superficie a connu un pic de 401 hectares. Elle chute très vite en 1990 à 159,5 hectares avant de subir une progression modérée entre 1991 (251,5 hectares) et 2003 (487,5 hectares). La progression devient importante entre 2004 (741 hectares) et 2005 (780 hectares). Une régression est remarquée entre 2006 et 2013. Si les emblavures pour le maïs amélioré ne sont pas importantes entre 1983 et 1988, la raison principale est due à l'incertitude climatique qui gagne le rang des populations productrice et que les paysans ne sont pas adonnés en majorité à la culture des variétés améliorées et à la mise en valeur des retenus d'eau pour le développement agricole. L'évolution après cette période (1989 à 2005) se justifierait par le fait que les paysans ont commencé par comprendre que la mise en valeur des retenus 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.

3.1.6. Abandon des Variétés à Cycle Long (AVCL) et Utilisation des Variétés à Cycle Court (UVCC)

Dans le but de répondre au contexte climatique actuel et de satisfaire la demande, certains producteurs ont adopté de nouvelles variétés de culture. En conséquence, certaines variétés de cultures qui pour l'essentiel ont un cycle long sont en cours d'abandon. Les variétés à cycle court 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 l'accession des phénomènes climatiques.

Selon les responsables de CARDER, en dehors du maïs de 65 jours qui est en expérimentation, une grande partie des populations agricoles (75 %) ont adopté le maïs de 90 jours en remplacement du maïs local qui a un cycle de 120 jours. Il en est de même pour le niébé local qui est de plus en plus délaissé au profit du niébé amélioré dans le Hollidjé.

Selon 73 % des interviewés, l'abandon des variétés de piment long ou bec d'oiseau, ou de tomate cerise est dû aux péjorations pluviométriques enregistrées ces quinze (15) dernières années. En effet, ces variétés de cycle long sont exigeantes en eau et à 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 du gros piment et la tomate rama. La compatibilité entre les exigences en eau et en température de ces nouvelles variétés de cultures, et les nouvelles conditions écologiques résultant de la dynamique du climat sont les motifs qui fondent leur adoption selon ces producteurs. Toutefois, l'utilisation de ces semences nécessite un appui extérieur car elles sont en général diffusées dans le cadre de projets de développement, par le CARDER, ou par l'INRAB. Elles impliquent un enseignement 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 semences à cycle végétatif ne peuvent se développer en l'absence des pluies.

3.1.7. Cultures en Billons (CB)

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 issu 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 une inondation temporaire désirée. Lorsque le ruissellement est très fort (ceci à l'issue de fortes pluies), le cordon de sable se rompt. Cette situation permet d'éviter les inondations dans les parcelles (planche 1).



Planche 1 : Billon d'un champ de maïs à Ahoyéyé (1.1) et à Igana (1.2)
Prise de vues: Seydou, mars 2012 et juillet 2015

L'observation de la planche 1 montre les billons d'un champ de maïs à Ahoyéyé sur la photo (1.1) et à Igana sur la photo (1.2). 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).

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 d'insuffisance d'eau aux cultures. En cas d'excès d'eau dans le champ, les billons permettent d'évacuer l'eau du champ.

3.1.8. Installation des Systèmes d'Irrigation (ISI)

Cette stratégie 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 l'eau est livrée à chaque pied individuellement à travers un système de rampes avec des goutteurs prédéfinis suivant un certain espacement qui livrent l'eau à petite dose mais étalé dans le temps. 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 2).



Planche 2 : Systèmes d'irrigation goutte à goutte et aspersion à Pobè centre
Prise de vues : Seydou, mars 2012 et juillet 2015

L'observation de la planche 2 montre les systèmes d'irrigation goutte à goutte (2.1) et aspersion (2.2). 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 2 % des producteurs rencontrés sur le terrain. En effet, cette situation tient à son coût un peu élevé. Par ailleurs, 3 % des producteurs moins nantis en profitent par le soutien de certains partenaires technique et financier et à travers les projets.

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

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

Manifestations des changements des 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 ; - Installation des systèmes d'irrigation ; - Augmentation des emblavures ; - Pratiques occultes d'adaptation ; - Récoltes précoces 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 ; - Coût trop élevés des intrants
Inondation	<ul style="list-style-type: none"> - Installation des systèmes d'évacuation ; - Cultures en billons ; - Abandon des parcelles submersibles; - Récoltes précoces 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 ; - Pratiques occultes d'adaptation ; - Récoltes précoces des cultures ; - Utilisation des intrants 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigences thermiques et hydriques des nouvelles variétés ; - Prix élevé des éléments de sacrifice ; - Immaturation des cultures ; - 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, novembre 2015

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

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

Les catégories de producteurs sont :

- les petits producteurs (PP): Ce sont des producteurs qui disposent d'une petite superficie varie de 1 kanti à 0,5 ha. Ces producteurs sont dans leur majorité ceux qui ont peu de moyens matériels 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 une superficie variant de 0,5 ha à 1 ha. Ces producteurs disposent un peu plus de moyens matériels et se consacrent plus aux activités de production qu'aux 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 plus d'espaces que les deux catégories précédentes c'est- à- dire qui ont une superficie supérieure à 1 ha. Ces producteurs disposent plus de moyens matériels. Ils ont assez d'ouvriers (4 au moins) qui travaillent de façon permanente.

Pour étudier la dépendance ou non entre les stratégies d'adaptation développées et les producteurs, le test d'indépendance de Chi-square (Chi²) a été réalisé. Les résultats de l'application du test Chi² de Pearson sur les deux variables « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs » sont présentés dans le tableau XIV.

Avec : H₀: indépendance entre stratégies d'adaptation et catégories producteurs.

Tableau XIV: Résultats du test Chi2 de Pearson sur « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs »

Khi ² (Valeur observée)	173,483
Khi ² (Valeur critique)	26,296
DDL	16
p-value	< 0,0001
Alpha	0,05

Source: Enquêtes de terrain, décembre 2015

L'analyse du tableau XIV montre que la probabilité associée à ce test est inférieur à 5 % (P-value <0,05). Par conséquent, l'hypothèse H₀ a été rejetée car P-value < 0,05. Ainsi, il existe un lien entre « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs » (P-value < 0,001).

Dès lors que le test révèle qu'il existe un lien de dépendance c'est-à-dire rejet de H₀, l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée pour analyser les relations entre les différentes « stratégies d'adaptation » et « 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 13 montre le positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation développées par les producteurs sur les deux axes.

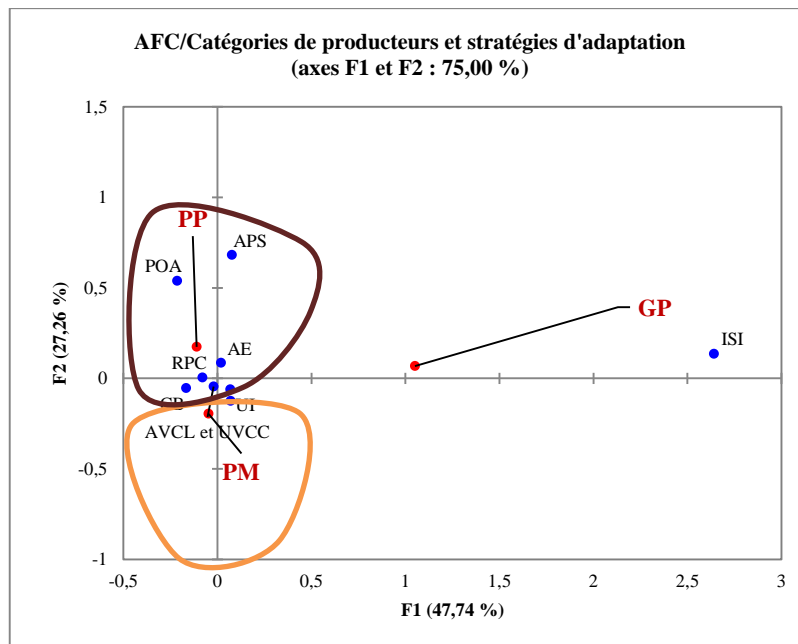


Figure 13 : Positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur les deux axes

Légende : **AE** : Augmentation des Emblavures ; **UI** : 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; **POA** : Pratiques Occultes d'Adaptation; **ISI** : Installation des Systèmes d'Irrigation; **RPC** : Récoltes Précoces des Cultures ; **PP** : Petits Producteurs ; **PM** : Producteurs Moyens ; **GP** : Grands Producteurs

Source des données : Enquêtes de terrain (novembre- décembre, 2015)

L'analyse de la figure 13 montre que la AFC a une inertie de 75 %. Avec F1 = 47,74 % et F2 = 27,26 %, la proportion de F1 qui est 47,74 % permet de faire une analyse entre les observations et les variables. Ainsi il ressort de l'analyse trois groupes.

La figure 13 révèle que pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture face 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, aux Récoltes précoces des cultures 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 d'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 quelques 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, 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 non négligeables. Néanmoins, bien que certaines stratégies soient la particularité des petits producteurs, elles sont également développées par les producteurs moyens. Il s'agit de 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 extensive, semi-intensive ou intensive, 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. Le constat est qu'en général ces stratégies développées par les grands producteurs sont celles qui nécessitent de moyens financiers assez importants et de grandes superficies. Ce sont ceux qui peuvent qui s'y approchent et non ceux qui veulent. C'est souvent les producteurs qui ont jusqu'à 2 ha voire plus. 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 interrogées. A cet effet, l'hypothèse H₃ est acceptée partiellement, d'où les stratégies d'adaptation, visant à rendre l'eau disponible pour l'irrigation ou à maintenir pendant longtemps l'humidité du sol, diffèrent selon les catégories de producteurs.

Face aux effets des changements climatiques sur le rendement agricole, il se dégage que la population de Hollidjé n'est pas resté passive. Elle développe des stratégies qui leur permettent de réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques. Néanmoins, 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.

3.3. Mesures de renforcement des stratégies d'adaptation

Le déficit et l'excès hydrique ont conduit les producteurs à développer une pluralité de réponses adaptatives telles que la diversification et la multiplication des dispositifs d'irrigation. L'irrigation gravitaire et de système d'irrigation par pompage sont proposés dans le secteur d'étude.

3.3.1. Aménagements hydro-agricoles pour l'irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire consiste à faire des drains en pente, pour apporter de l'eau sur un terrain cultivé en vue de compenser le manque de précipitations. 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 modèle d'aménagement se base sur la disponibilité en eau de surface et les systèmes de pentes, pour le déplacement facile de l'eau (photo 2).



Photo 2 : Système d'évacuation d'eau à Issaba
Prise de vue : Seydou, juillet 2015

L'observation de la photo 2 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 y prévenir le stress hydrique au niveau des cultures, afin d'améliorer les rendements agricoles.

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

L'aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage consiste à organiser l'espace pour apporter de l'eau d'une source souterraine à un champ qui en manque. Lorsque le point d'eau est relativement éloigné du champ, la motopompe est utilisée pour apporter l'eau aux cultures. Mais l'eau pompée est d'abord recueillie dans un bassin. Une fois l'eau parvenue dans le bassin, l'on utilise des aspirateurs pour la prélever et exécuter l'arrosage manuellement. Ceci se fait pour les cultures en déficit d'eau. L'eau pompée peut être déversée directement sur la parcelle dont le sol a durci afin de faciliter le labour. Lorsque le champ est inondé, le pompage sert aussi à évacuer l'eau autant que faire se peut, pour un bon rendement des cultures (planche 3).



Planche 3 : Bassin stockage d'eau de CRAPP à Pobè centre (3.1) et Bassin stockage d'eau à Kpoulou (3.2)

Prise de vues : Seydou, mars 2012 et juillet 2015

De l'observation de la planche 3, la photo (3.1) montre que le bassin d'eau de CRAPP permet la conservation et la gestion de l'eau irriguée du cours d'eau Idi vers le bassin. Ce bassin d'eau est une stratégie qui permet d'apporter de l'eau dans les champs de palmiers à huile pour une bonne croissance de ces cultures en cas de déficit d'eau. La photo (3.2) montre un bassin stockage d'eau à Kpoulou, l'eau stockée est utilisée pour le bon rendement des cultures de maïs en période de déficit d'eau. Les systèmes d'irrigation par pompage sont beaucoup plus adaptés aux terrains pauvres en ressources en eaux superficielles et disposant d'une nappe peu profonde (INRAB, 2012).

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 le Hollidjé.

Les paysans se sont basés sur le système d'irrigation gravitaire et celui d'irrigation par pompage comme aménagements hydro-agricoles. La figure 14 présente la répartition des sites hydro-agricoles aménagés dans le Hollidjé.

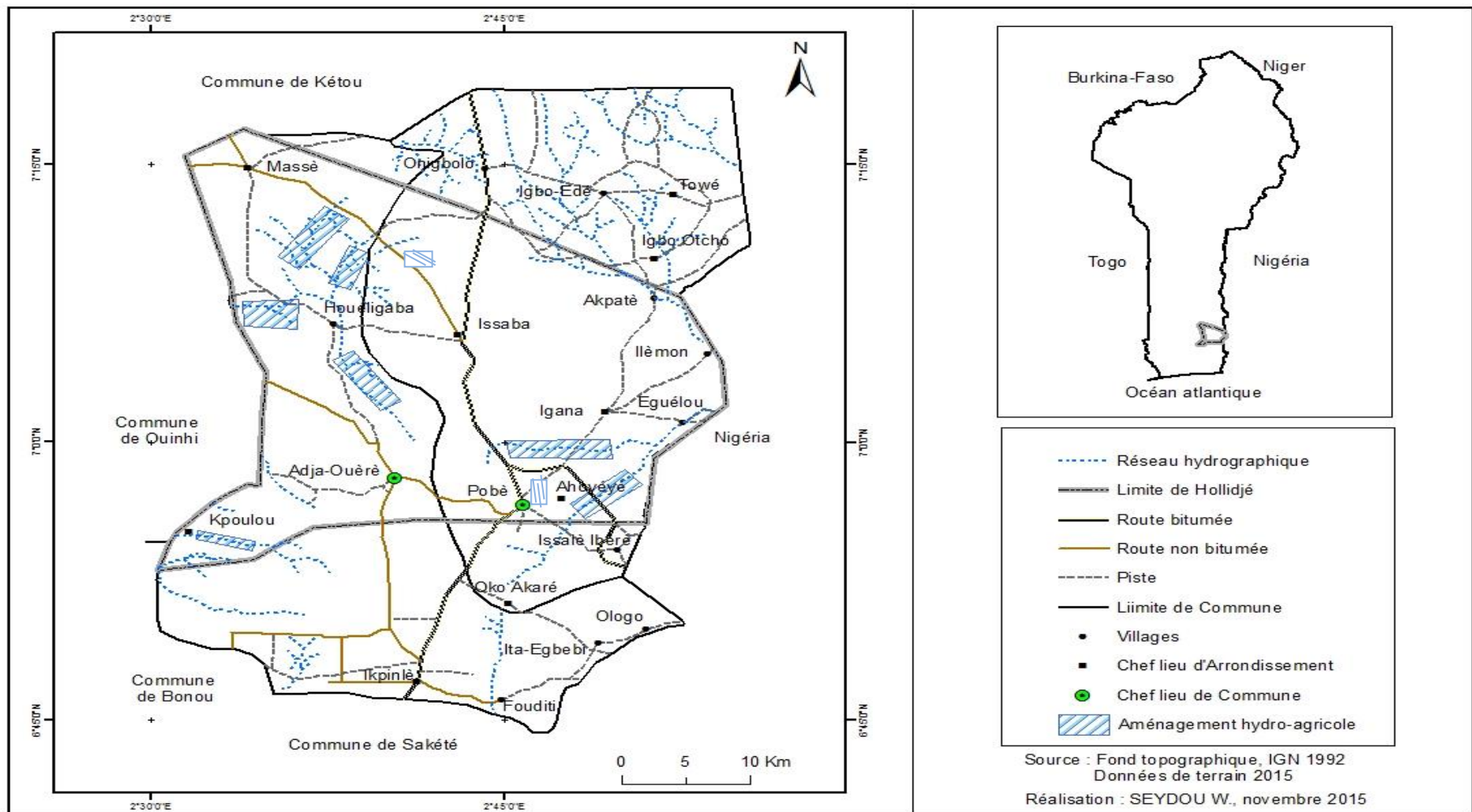


Figure 14 : Répartition des sites hydro-agricoles aménagés dans le Hollidjé

L'analyse de la figure 14 montre que le Hollidjé compte neuf (9) site hydro-agricole aménagés dont sept (7) sont basés sur le système d'irrigation gravitaire et deux (2) sur le système d'irrigation par pompage à Pobè centre et à Kpoulou. Ces aménagements hydro-agricoles permettent une maîtrise partielle ou totale de l'eau, à des fins agricoles.

3.3.3. Projet professionnel pour l'aménagement hydro-agricole face aux changements climatiques

➤ Fiche du projet professionnel

Titre du projet : Installation des aménagements hydro-agricole pour les cultures de contre saison.

Type du projet : Projet agricole

Institutions impliquées : CARDER, CLCAM, ONG

Chargé de l'exécution du projet : Waidi SEYDOU

Champ géographique du projet : L'arrondissement Pobè

Secteur d'activité : Secteur primaire

Public cible : Populations

Durée du projet : 2 ans

Suivi du projet : Waidi SEYDOU

➤ Description du projet

Contexte et justification du projet

Dans le but de satisfaire la population en produits agricoles durant toutes les saisons, il sera mise en place un aménagement hydro-agricole composé d'un bassin de dimension 5 m² à proximité d'un cours d'eau ou d'un bas-fond pour la production de culture de contre saison.

Objectif général du projet : Est de satisfaire en qualité et en quantité la population en produit agricole (maïs et manioc).

Objectifs spécifiques :

- aménager une superficie de 2 ha;
- produire 20 tonnes de maïs et 20 tonnes manioc durant chaque campagne agricole ;
- réduire l'insuffisance en maïs et en manioc pendant toute l'année,
- satisfaire les populations en maïs et en manioc pendant toute l'année.

➤ **Activités du projet**

	<ul style="list-style-type: none">- location d'une superficie de 2 ha à un coût de 200 000 f par ans ;- aménagement une superficie de 2 ha- achat des outils (machines de production comme les motopompes, les tuyaux, tonneaux, moyen roulant etc)
Résultats attendus	<ul style="list-style-type: none">- la production de 20 tonnes de maïs et 20 tonnes manioc durant chaque campagne agricole est réalisée ;- l'insuffisance en maïs et en manioc pendant toute l'année est réduite ;- les populations sont satisfaites en maïs et en manioc pendant toute l'année.

➤ **Moyens à mettre en œuvre**

Ressources humaines à utiliser	Main d'œuvre familiale et salariale
Stratégie de financement	Prêts, aides et dons
Structures de financement	ONG, institution financières de l'Etat (CLCAM, PADME, PTF et autres...)
Budget du projet	3.500.000 f cfa

Le modèle d'analyse RCSR (Risques, Contraintes, Stratégies, Résultats) utilisé dans cette étude pour l'analyse des résultats a permis de faire la synthèse des différents aboutissements de cette recherche (figure 15).

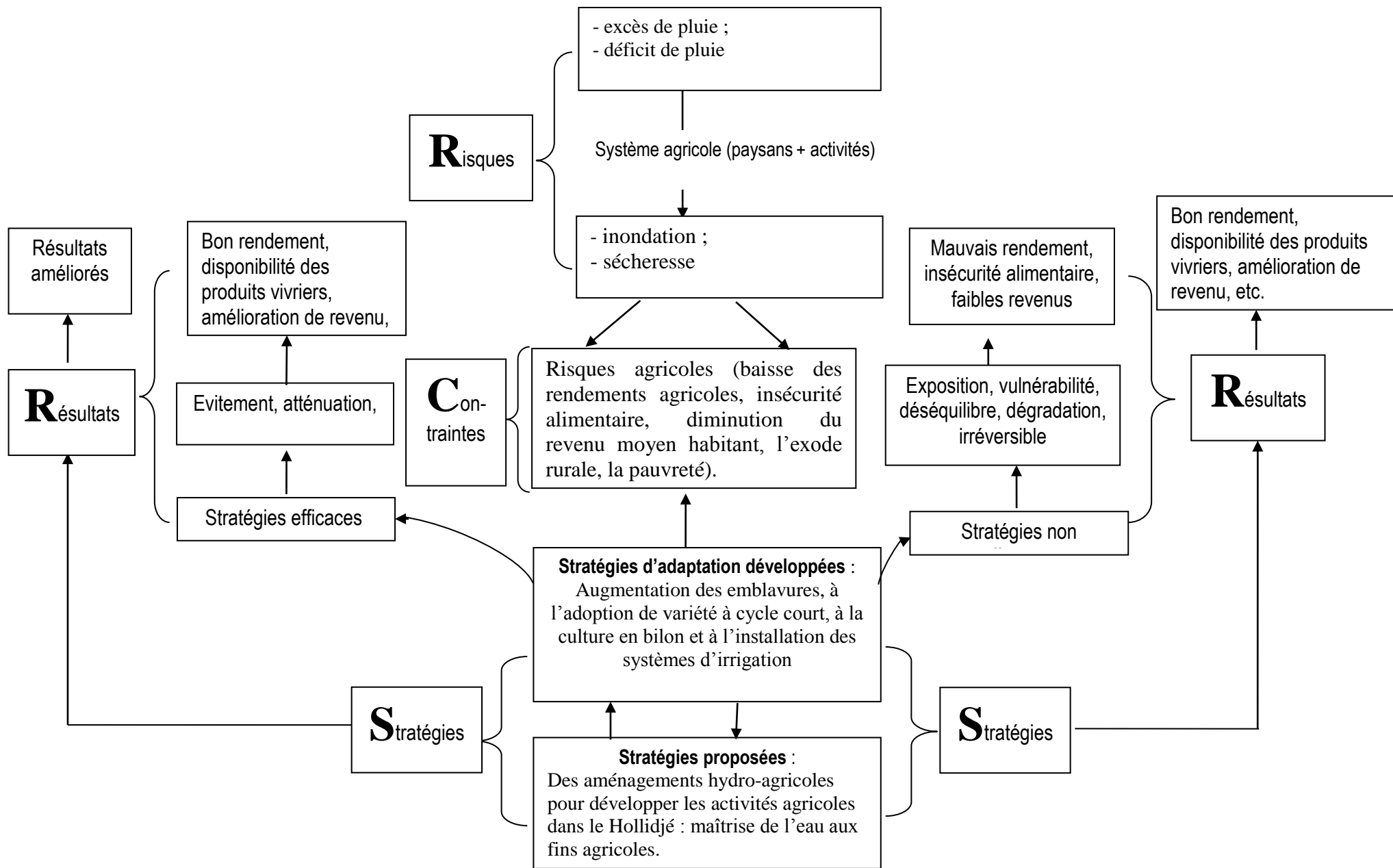


Figure 15: Modèle d'analyse des stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Houliedje
Source des données : Traitement des données, décembre 2015 et Lanokou, 2013

Le modèle RCSR a permis d'examiner les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques, d'analyser les stratégies actuelles d'adaptation aux changements climatiques dans le Hollidjé.

Le modèle a permis aussi de mettre en place des aménagements hydro-agricoles et un projet d'insertion professionnelle pour atténuer la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé.

Discussion

Cette recherche a permis d'examiner les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et le niveau de vulnérabilité du système agricole dans le Hollidjé. En effet, les changements climatiques se traduisent par la modification du régime pluviométrique annuelle, la baisse sensible des hauteurs de pluies et la hausse remarquable des températures entre les normales 1951-1980 et 1981-2013. Ce qui est conforme avec les résultats des travaux de Ogouwalé (2006), Codjo *et al.* (2013). Les changements climatiques se manifestent surtout par des démarrages précoces ou tardifs des pluies, une baisse des hauteurs annuelles de pluies et une augmentation sensible des températures selon les même auteurs.

Les résultats de cette recherche permettent aussi d'évaluer les effets changements climatiques sur le rendement agricole, 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 Ogouwalé (2006), Lamodi (2013) et Codjo *et al.* (2013). Ce travail met aussi en évidence, la destruction des cultures par les inondations des années extrêmement pluvieuses. Ce qui confirme les résultats obtenus par Lanokou (2013) qui stipulent que les inondations occasionnent d'énormes pertes de récoltes dans le secteur d'étude.

En outre, cette recherche a aussi présenté les stratégies d'adaptation développées par les paysans pour faire face aux changements climatiques dans le secteur d'étude. Les résultats obtenus semblent bien correspondre à ceux de Lamodi (2013), Codjo *et al.* (2013) et Lanokou (2013), obtenus respectivement dans les Communes de Pobè, Za-Kpota et dans l'arrondissement d'Issaba.

Enfin, le présent travail a proposé des aménagements hydro-agricoles comme mesure de renforcement des stratégies d'adaptations pour réduire la vulnérabilité

de l'agriculture dans le Hollidjé. Ce qui semble concorder avec les résultats de Yabi et Afouda (2007), Vissin (2013) et Codjo *et al.* (2014). En effet, selon Vissin (2013), 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. Ce qui justifie la proposition du système d'irrigation gravitaire effectuée pour les parcelles inondables, dans ce travail.

Conclusion

La présente recherche consiste à étudier les stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé.

Le Hollidjé, secteur agricole du département du Plateau, est aussi secoué par les impacts des changements climatiques qui se manifestent, entre autres, par une récurrence des années déficitaires et des modifications saisonnières. Ainsi, le démarrage de la saison pluvieuse devient de plus en plus irrégulier au point où le calendrier agricole traditionnel des paysans est mis en difficulté engendrant ainsi des baisses de productions agricoles.

Face aux effets néfastes des changements climatiques sur la production agricole, plusieurs stratégies d'adaptation sont mises en œuvre pour accroître la production agricole par les paysans de Hollidjé. Il s'agit, entre autre de :

- exploitation des cours d'eau disponibles dans le secteur d'étude au profit des micro-jardinages (elle permet aux exploitants familiaux d'obtenir une augmentation des productions vivrières) ;
- l'utilisation des fertilisants ;
- l'augmentation des emblavures ;
- l'abandon des variétés à cycle long pour l'utilisation des variétés à cycle court ;
- réalisation des ouvrages de maîtrise d'eau pour une utilisation productive (ils ont l'avantage d'augmenter les rendements agricoles en période de saison sèche) ;
- faire des drainages en période excédentaire ou déficitaire des pluies.

Les aménagements hydro-agricoles se présentent donc comme les mesures de renforcement des stratégies d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques, surtout le Hollidjé qui dispose des caractéristiques aussi bien physiques qu'humaines favorables à tous types d'aménagements hydro-

agricoles. Dans une perspective de proposer de meilleures stratégies d'adaptation aux changements climatiques, les études futures porteront sur « *Entrepreneuriat agricole : Stratégies d'adaptation paysannes aux changements climatiques dans la dépression médiane au Sud-Bénin* ».

Cette recherche est fondée sur les hypothèses et objectifs suivants.

Hypothèses

La présente étude se fondera sur les hypothèses suivantes :

- les populations perçoivent les manifestations des changements climatiques qui déterminent la vulnérabilité du système agricole (activités et paysans) ;
- les stratégies d'adaptation développées dans le secteur d'étude pour faire face à la vulnérabilité sont efficaces;
- les aménagements hydro-agricoles peuvent réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques.

Pour vérifier ces hypothèses, les objectifs seront fixés.

Objectifs

L'objectif global est d'analyser la vulnérabilité des ressources en eau face aux changements climatiques et les stratégies d'adaptation développées par les populations dans le secteur agricole.

Spécifiquement, il s'agira de :

- appréhender les perceptions que les acteurs agricoles (agriculteurs, encadreurs agricoles, ...) ont des changements climatiques ;
- analyser la vulnérabilité des ressources en eau et des acteurs agricoles face aux changements et à la variabilité climatiques ;
- analyser les stratégies d'adaptation à la vulnérabilité des ressources en eau.
- proposer de nouvelles stratégies d'adaptation aux changements climatiques pour le développement agricole dans le secteur d'étude.

Bibliographie

Adjovi C. (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.

Afouda F. (1990) : L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat nouveau régime, Univ. Paris IV (sorbonne), Institut de Géographie, 424 pages.

Aïfan H. (1993) : Climat, ressources en eau et développement agricole dans le moyen Bénin. Mémoire de DEA, URA 909 CNRS, Université de Bourgogne, Dijon. 50 pages.

Akindélé A. (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 pages.

Allagbé H. (1995) : Impact de la colonisation Holli sur la production agricole dans la Lama. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH, DGAT, 100 pages.

Amouzou R. (2007) : Vulnérabilité et adaptation des productions agricoles aux changements climatiques dans le département du Couffo. Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH/DGAT, 79 pages + annexe.

Bognini S. (2010) : Impacts des changements climatiques sur les cultures maraîchères au nord du Burkina Faso : cas de Ouahigouya, 38 pages.

Boko M. (1988) : Climat et communautés du Bénin : rythme climatiques et rythmes de développement. Thèse d'état ès-lettres. Univ. De Bourgogne, tome 2. 306 pages.

Boko M. (2007) : Eléments d'approche méthodologique en Géographie et sciences de l'environnement et structure de rédaction des travaux d'étude et de recherche. LECREDE, DGAT/FLASH /UAC, 104 pages.

Boko M. et *al.* (2005) : Impacts potentiels d'un changement climatique sur la sécurité alimentaire dans le Sud et le Centre du Bénin, 81 pages.

Bokonon-ganta B. (1986) : Les sécheresses africaines récentes le cas du Bénin et du Togo. Communication aux journées climatologiques de France, Centre de Recherches de Climatologie, Université de Bourgogne. Paris, 248 pages.

Bokonon-Ganta E. B. (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 pages.

Bokonon-ganta et al (1990) : Contraintes climatiques et croyances en Afrique tropicale : Essai d'ethnoclimatologie. Publication de l'Association Internationale de Climatologie. Vol 3, pp163-171.

Boukari A. S. (2004) : Vulnérabilité/adaptation des ressources en eau de surface aux changements climatiques dans le département de la Donga. Mémoire de maîtrise, DGAT/FLASH/UAC, 81 pages

CARE (2010): Note de position de Care sur le changement climatique : Adaptation, genre et autonomisation des femmes, 6 pages.

CCNUCC[Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques], (2007) : Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. Cotonou, 71 pages

Codjia O. (2009) : Perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs des Communes d'Adjohoun et des Aguégus au Sud du Bénin aux changements climatiques. Thèse d'ingénieur agronome, FSA-UAC. 132 pages.

Codjo T., Lamodi F., Agbalessi S., Ogouwale R. et Ogouwale E. (2013) : Stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques dans la Commune de Pobè. Actes du XXVI^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Cotonou, pp 164-169.

Dakossi M. (1994) : Bilan de l'eau et production agricole dans la dépression de la Lama. Mémoire de maîtrise de Géographie. DGAT/FLASH/UAC. 82 pages.

Degnide A. M (2008) : La question de l'eau dans les programmes de Géographie dans l'enseignement secondaire général. Mémoire de CAPES-Sciences Humaines, ENS, Porto-Novo, Bénin, 75 pages.

Dimon R. (2008) : Adaptation aux changements climatiques : perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles des Communes de Kandi et de Banikoara au Nord du Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA-UAC, 132 pages.

Djenontin *et al.*, (2003) : Pratique de gestion de fertilité dans les exploitations agricoles du Nord-Bénin, INRAB, 9 pages.

Dupont Y. (2004): Dictionnaire des risques, édition Armand Colin, 241 pages

FAO (2001) : Evolution de l'irrigation au Bénin entre 1994 et 2001, 11 pages.

Faton (2013) : Impacts de la variabilité climatique sur les cultures maraîchères dans la Commune d'Abomey-Calavi au Sud du Bénin UAC/ FSA, 119 pages

GIEC (2007) : Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse, GIEC, Genève, 114 pages.

Gnitona P. (2000) : Stratégies d'adaptation aux contraintes hydriques et climatiques dans le Kutammariku. UNB/FLASH/DGAT, 84 pages + annexes.

Houndenou C. (1999) : Variabilités climatiques et maïsicultures en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostique et modélisation. Thèse de doctorat de l'université de Bourgogne Dijon, 390 pages.

Houknpétin C. (2003) : Contribution à la mise en valeur du Bas-fonds d'Okeïta dans la Commune de Pobè. Thèse d'ingénieur Agronome, UAC, FSA, 99 pages.

Houkponou S. Thoto F. Yaya F. (2011): Perception des communautés rurales et stratégies endogènes d'adaptations aux changements climatiques au Bénin: expériences du terrain du projet PARBCC mise en œuvre par le projet IDID: Parution°1 Mars-Mai 2011 Revue d'information sur le développement et les changements climatiques.

Hounsou M. A. (2004) : Variabilité pluviométrique et développement agricole dans la Commune de Tchaourou. Mémoire de Maîtrise-Dynamiques des Milieux Naturels, DGAT, Abomey-Calavi, Bénin, 91pages + Annexes.

Houssou-goe, S. (2008): Agriculture et changements climatiques au Bénin : Risques climatiques, vulnérabilité et stratégies d'adaptation des populations rurales du département du Couffo. Thèse d'Ingénieur Agronome, UAC/ FSA/ ESACDR, 140 pages.

INRAB (1997) : Recherche et développement agricole au Bénin. INRAB, Cotonou, 856 pages.

INSAE (2002) : Résultats définitifs, décembre 2003.

INSAE (2004) : Cahier des villages et quartiers de ville ; département de basse vallée l'Ouémé. Cotonou, 17 pages.

IPCC (1996) : Climate change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working group I to the second assessment Report of the IPCC. Press. Cavelli, California, 572 pages.

IPCC (2007) : Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspectives canadiennes. Islan Press Caveli, Califonia, 190 pages.

Issa M. (1995) : Impacts potentiels d'un changement climatique dû au doublement du CO2 atmosphérique sur l'agriculture en République du Bénin. Université Senghor d'Alexandrie, DESS, 113 pages.

Kendall S. M. et Stuart A. (1943): The advanced theory of statistics. Charles Griffin Londres, 3ème volume, 585 pages.

Kodja D. J. (2013) : Etudes des risques hydroclimatiques dans la vallée de l'Ouémé à Bonou. Mémoire de DEA de Géographie, EDP/FLASH/UAC, 108 pages.

Kouhondji N. (2010) : Problématique de la maîtrise de l'eau agricole dans la basse vallée de l'Ouémé à Sô-Ava Université d'Abomey-Calavi, Bénin -Maîtrise en géographie, 84 pages.

Lamodi F. (2013) : Stratégies paysannes d'adaptation aux risques climatiques dans la Commune de Pobè. Mémoire de Maîtrise de Géographie. UAC/FLASH/DGAT, 100 pages.

Lanokou C. M., Ogouwalé E. et Afouda F. (2012) : Contraintes pédo-climatiques et stratégies d'adaptation paysannes dans la Dépression Médiane d'Issaba au Bénin (Afrique de l'Ouest). Actes du XXV^{ème} Colloque de l'Association International de la Climatologie, pp 395-400.

Lanokou M. (2010): Mise en valeur des terres dans le Hollidjè. Mémoire de maîtrise en Géographie, DGAT/FLASH/UAC, 79 pages.

Lanokou M. (2013) : Extrêmes pluviométriques et mise en valeur agricole des terres noires dans la dépression médiane au sud-Bénin. Mémoire de DEA de Géographie, EDP/FLASH/UAC, 132 pages.

Lanokou M. (2016) : Extrêmes climatiques et mise en valeur agricole des terres noires dans la Dépression Médiane au Sud-Bénin. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 313 pages.

MAEP, (2009) : Statistiques agricoles.

Mairie d'Adja-Ouèrè, (2004) : Plan de développement communal. Tome 1, Diagnostic communal, Adja-Ouèrè, 105 pages.

Mairie de Pobè, (2004) : Plan de développement communal. Tome 1, Diagnostic communal, Pobè, 102 pages.

Mendy (2010) : Ressources en eau des bassins versant de la Néma et de Médina Djikoye perceptions, caractérisations de la vulnérabilité et perceptions des

gestions durables thèse du doctorat du «3^e cycle en géographie du socio-hydrosystème, 17 pages

MEPN (2008) : Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA- Bénin). Rapport de synthèse, Cotonou, 81pages.

Mondja (2011) : Mesures d'adaptation à la variabilité climatique dans les régions de montagne de l'Atacora au Bénin : modélisation bioéconomique des systèmes agraires dans la commune de Natitingou, 69 pages

Nicholson S. E. (1980) : The nature of rainfall fluctuations in subtropical West Africa. Mon. Weath. Rev., vol 108, pp 473-487.

Ogouwale E. (2001): Vulnérabilité/ adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département des Collines. UAC, FLASH, DGAT, 119 pages.

Ogouwale E., (2006) : Changement climatique dans le Benin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 302 pages.

Omide S. H. et Juna C. (1991): A change in weather, African centre for technology studies, ACTS Press, Nairobi.

Ouedraogo M., (2001) : Contribution à l'étude de l'impact de la variabilité pluviométrique sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest. Analyse des conséquences d'une sécheresse persistante. Normes hydrologiques et modélisation régionale. Thèse de doctorat. Université de Montpellier II, 257 pages

Ouorou Barre F. (2007) : Variabilité pluviométrique et production vivrière dans la commune de Tanguiéta, Mémoire de maîtrise, UAC, FLASH, DGAT, 75 pages.

Ozer P. (2007) : Risques d'inondation dans la ville de Nouakchott (Mauritanie) Geo-Eco-Trop 31

PANA-Bénin (2008) : Programme d'Action Nationale d'Adaptations aux changements climatiques. Cotonou, 81pages.

Patinvoh K. A. (1993) : Chronologie des variations pluviométriques et leur impact sur Adjohoun. Mémoire de maîtrise de géographie, DGAT/UNB, 107 pages.

Schwartz D. (1995) : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4^{em} édition, Editions médicales, Flammarion, Paris, 314 pages.

Sedagri (1976) : Aménagement hydro-agricole pilote dans la vallée de l'Ouémé (Dahomey). Phase II : Etude de faisabilité d'aménagement de la rive droite de l'Ouémé, Agroéconomie, Rapport technique n°1, 50 pages.

Seydou (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, DGAT, 71 pages.

Sorbi S. (2012) : Impacts environnementaux des techniques d'aménagement et de mise en valeur des bas-fonds Université d'Abomey- Calavi Bénin - Licence professionnelle, 71 pages.

Totin V. S. H. (2005) : Tendances hydro climatiques et scénarios de gestion des ressources en eau sur les plateaux du sud-Bénin. Mémoire de DEA EDP/FLASH UAC.80 pages.

Vignigbe J. (1992) : Contraintes climatiques et développement agricole sur le plateau d'Abomey. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH, DGAT, 110 pages.

Vissin W. E. (2013) : Mobilisation des eaux à des fins agricoles dans la basse vallée de l'Ouémé à Adjohoun (Bénin Afrique de l'Ouest). In Publication Annales FLASH, Vol 2, numéro 19, pp 96-107.

Vodounnou B. (2002) : Les systèmes d'exploitation et leurs impacts sur les écosystèmes dans la vallée de Sô, mémoire de DEA, 89 pages.

Wesselink A. et *al.* (2003) : Les régimes hydroclimatiques d'un bassin versant de type tropical humide : l'oubangui (République Centrafricaine). Internet, 12 pages.

Yabi I. (2002) : Particularités de la variabilité pluviométrique entre 7° et 8° de latitude nord au Bénin. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 95 pages.

Yabi I. et Afouda F. (2007) : Variabilité pluviométrique du début de la saison agricole et mesures d'adaptation dans le département des Collines au Bénin (Afrique de l'ouest). Actes du 1er colloque de l'UAC des Sciences, Cultures et Technologies, Géographie : pp. 315 – 327.

Yabi I., Afouda F., Ogouwalé E. et Boko M. (2011) : Années pluviométriques extrêmes et incidences socio-environnementales dans une région de montagne : le département de l'Atacora au Bénin. Actes du XXIV ème Colloque de l'Association, pp 597-602.

Webographie

<http://om.ciheam.org/om/pdf/c36/CI020482.pdf>, consulté le 29/10/14 à 16h 32 min

<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/amehyag.pdf>, consulté le 29/10/14 à 16h 34 min

http://www.canadianconsultingengineer.com/awards/pdfs/2012/H1_Hydro-agricolesRwanda%28French%29.pdf, consulté le 29/10/14 à 16h 37min

<http://hal-agroparistech.archives-ouvertes.fr/docs/00/36/64/82/PDF/Omari.pdf>, consulté le 29/10/14 à 16h 39 min

http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/15/37/67/PDF/Le_Roy.pdf, consulté le 29/10/14 à 16h 43 min

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers4/010014334.pdf, consulté le 29/10/14 à 16h 47 min

<http://www.cacg.fr/fichiers/180421gestioninfrastruccag.pdf>, consulté le 29/10/14 à 16h 51 min

http://www.fig.net/pub/fig2011/ppt/ts01b/ts01b_elbouari_5412_ppt.pdf, consulté le 29/10/14 à 17h 11 min

http://www.inforesources.ch/pdf/article_cisse.pdf, consulté le 29/10/14 à 17h 17 min

http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/PSRSA_version_finale.pdf, consulté le 29/10/14 à 17 h 27 min

<http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Rapport%20final.pdf>, consulté le 29/10/14 à 17 h 31 min

<http://iwlearn.net/iw-projects/1093/reports/niger-river-basin-pdf-b-background-reports-guinea-hydro-environmental.pdf>, consulté le 29/10/14 à 18 h 01 min

<http://www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH0133/a34ad831.dir/doc.pdf>, consulté le 29/10/14 à 18 h 17 min

<http://e-makane.net/laureats/ressources/assemblee/exposes/pmv-general.pdf>, consulté le 29/10/14 à 18 h 31 min

http://www.unep.org/roa/hesa/Portals/66/HESA/Docs/SANA_docs/SANA-Mali.pdf, consulté le 29/10/14 à 18 h 50 min

http://www.meshs.fr/documents/pdf/publications/actes/colloque_littoral/Camara.pdf, consulté le 30/10/14 à 17 h 11 min

http://cmsdata.iucn.org/downloads/etat_des_lieux_autour_du_barrage_de_bagre_au_burkina_faso.pdf, consulté le 30/10/14 à 17 h 14 min

http://www.isiimm.agropolis.org/OSIRIS/report/frPORapportFinalPartie_I.pdf, consulté le 30/10/14 à 17 h 34 min

http://www.mge-guinee.org/IMG/pdf/MFE_MarissalElsa_20022012.pdf, consulté le 30/10/14 à 17 h 48 min

http://agrimaroc.net/invest_12.pdf, consulté le 30/10/14 à 17 h 57 min

http://www.grobec.org/pdf/action/Amenagement_et_entretien_des_proprietes_residentielles.pdf, consulté le 17/04/15 à 19 h 17 min

http://www.giser.be/wp-content/uploads/2011/10/divers_Erosion-Fascicule_2.pdf, consulté le 17/04/15 à 19 h 23 min

<http://ressources.iamm.fr/theses/100.pdf>, consulté le 17/04/15 à 19 h 32 min

http://umrespace.unice.fr/public_html/umr/spip/IMG/pdf/2008_4_MS_cd.pdf, consulté le 17/04/15 à 19 h 44 min

http://lares-benin.org/fichiers/publication_02.pdf, consulté le 22/06/15 à 19 h 44 min

http://www.insd.bf/fr/IMG/pdf/Theme9-Croissance_urbaine.pdf, consulté le 22/06/15 à 19 h 51 min

<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/12809/1/lcwp50f.pdf>, consulté le 22/06/15 à 19 h 57 min

http://engees-proxy.u-strasbg.fr/248/01/rapport_Ponsaud_07.pdf, consulté le 22/06/15 à 20 h 08 min

[http://www.environnement.gov.ml/uploads/Documentation/Loi_et_textes_juridiques/Pol_Nat_Protect_Env_\(Vol_III\).pdf](http://www.environnement.gov.ml/uploads/Documentation/Loi_et_textes_juridiques/Pol_Nat_Protect_Env_(Vol_III).pdf), consulté le 22/06/15 à 20 h 22 min

http://www.snvworld.org/sites/www.snvworld.org/files/publications/batir_lentrepreneuriat_paysan_au_mali.pdf, consulté le 23/06/15 à 19 h 31 min

http://www.ccia.bf/IMG/pdf/tude_BTP-2.pdf, consulté le 27/06/15 à 20 h 19 min

Liste des figures

Figure 1	: Représentation du risque en fonction des aléas (sécheresse et/ou inondation) et de la vulnérabilité	30
Figure 2	: Cadre conceptuel du modèle d'analyse RCSR	33
Figure 3	: Situations géographique et administrative de Hollidjé	37
Figure 4	: Réseau hydrographique de Hollidjé	39
Figure 5	: Types de sol dans le Hollidjé	41
Figure 6	: Indice pluviométrique interannuel de 1951 à 1980 et de 1981 à 2013	43
Figure 7	: Variation intermensuelle des totaux pluviométriques annuels entre 1951-1980 et 1981-2013 dans le Hollidjé	45
Figure 8	: Variabilité interannuelle des températures maximales de 1951 à 1980 et de 1981 à 2013	46
Figure 9	: Variabilité interannuelle des températures minimales de 1950 à 1980 et de 1981 à 2013	47
Figure 10	: Diagramme de vulnérabilité du système agricole relatif aux modes d'existence dans le Hollidjé	53
Figure 11	: Délimitation des périodes climatiques et évènements remarquables dans le Hollidjé	55
Figure 12	: Evolution des emblavures du maïs dans le Hollidjé de 1983 à 2013	62
Figure 13	: Positionnement des catégories de producteurs et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur les deux axes	69
Figure 14	: Répartition des sites hydro-agricoles aménagés dans le Hollidjé	74
Figure 15	: Modèle d'analyse de réduction de la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques dans le Hollidjé	78

Liste des photos et des planches

Photo 1	: Focus group à Issaba	24
Photo 2	: Système d'évacuation d'eau à Issaba	72
Planche 1	: Billon d'un champ de maïs à Ahoyéyé (1.1) et à Igana (1.2)	64
Planche 2	: Systèmes d'irrigation goutte à goutte et aspersion	65
Planche 3	: Bassin stockage d'eau de CRAPP à Pobè centre (3.1) et Bassin stockage d'eau à Kpoulou (3.2)	73

Liste des encadrés

Encadré 1	: Perceptions populaires sur la baisse des précipitations	50
-----------	---	----

Liste des tableaux

Tableau I	: Répartition des ménages enquêtés	22
Tableau II	: Total des personnes enquêtées par catégories dans le Hollidjé	22
Tableau III	: Barème d'évaluation des risques climatiques	32
Tableau IV	: Présentation formelle d'une matrice de sensibilité	32
Tableau V	: Années excédentaires, moyennes et déficitaires	44
Tableau VI	: Synthèse du résultat du test de Spearman et de Kendall (précipitations)	45
Tableau VII	: Ecart mensuel des températures maximales et minimales entre les sous période 1951-1980 et 1981-2013	48
Tableau VIII	: Perception des paysans du phénomène climatique	52
Tableau IX	: Matrice de sensibilité aux risques climatiques dans le Hollidjé	53
Tableau X	: Ecologie des principales cultures dans le Hollidjé	54
Tableau XI	: Besoin d'eau des cultures par phase de culture	55
Tableau XII	: Coefficient de corrélation entre pluie et rendement de Kendall	57
Tableau XIII	: Limites des stratégies d'adaptation aux effets des changements des climatiques	66
Tableau XIV	: Résultats du test Chi ² de Pearson sur « stratégies d'adaptation » et « catégories de producteurs »	68

Annexes

STRATEGIES D'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE HOLLIDJE

N°	Questions	Réponses	Code
Q00	Numéro du questionnaire	/ ___ / ___ / ___	
Q01	Commune		
Q02	Arrondissements		
Q03	Quartier /Village		
Q04	Date d'enquête	/ ___ / ___ / ___ / ___	
Q05	Nom et Prénoms de l'enquêté (e)		

Objectif 1: examiner les perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques et le niveau de vulnérabilité du système agricole (paysans et activités) 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 Tous les deux ans Tous les ans	1 2 3
Q07	Sur le plan thermique, comment se manifestent ces perturbations?	Baisse de la température Hausse de la température Autres à préciser	1 2 3
Q08	Au plan pluviométrique, comment se manifestent-elles?	Baisse Hausse Autres à préciser	0 1 2
Q09	Depuis quand avez-vous commencé par observer ces modifications au niveau de la température?	Trois dernières décennies Deux dernières décennies Cette décennie	1 2 3
Q10	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
Q11	Comment les perturbations	Manque d'eau pour la croissance des plantes	1

	Thermométriques se manifestent-elles sur les cultures?	Autres	2
Q12	Quelles sont les cultures les plus vulnérables à ces perturbations?	Céréales Tubercules Légumineuses	1 2 3
Q13	Quels sont les impacts de ces perturbations climatiques sur les rendements?	Baisse des rendements Hausse des rendements Autres	1 2 3

Objectif 2 : Etudier les implications des changements climatiques sur le rendement agricole dans le Hollidjé

N°	Questions	Réponses	Code
Q14	Comment appréciez-vous les rendements agricoles suite à ces changements agricoles?	A la baisse A la hausse A Stagnation	0 1 2
Q15	Quelles sont selon vous les cultures les plus vulnérables aux changements climatiques dans votre localité?	Céréales Tubercules Cultures maraichères Autres	0 1 2 3
Q16	Quels les effets socio-économiques de cette situation?	Famine Endettements des paysans Exode rurale Migration Autres	0 1 2 3 4

Objectif 3 : Analyser les stratégies actuelles d'adaptation développée par la population de Hollidjé aux changements climatiques

N°	Questions	Réponses	Code
Q17	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
Q17a	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
Q17b	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
Q18	Y a-t-il des stratégies d'adaptation propres à chaque perturbation?	Oui Non	1 0
Q18a	Si oui, énumérez celles relatives aux perturbations pluviométriques		
Q18b	Si oui, énumérez celles relatives aux perturbations thermométriques		
Q19	Quels sont les éléments qui vous	Amélioration de la fertilité des terres	0

	permettent d'apprécier leur efficacité?	Augmentation du rendement Autres	1 2
Q20	Depuis quand adoptez-vous commencé par adopter ces différentes stratégies?	Trois dernières décennies Deux dernières décennies Cette décennie	1 2 3
Q21	Comment appréciez-vous la productivité de votre champ depuis l'adoption de ces stratégies?	Meilleure Moyenne Autres	0 1 2
Q22	Vos revenus se sont-ils améliorés depuis l'adoption de ces nouvelles stratégies?	Oui Non	1 0

Objectif 4 : proposer des aménagements hydro-agricoles et un projet d'insertion professionnelle pour atténuer la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques

Q23a	Quelles autres options vous permettraient une meilleure adaptation aux tendances climatiques ?	Mécanisation agricole Irrigation Système intégré	1 2 3
Q23b	Pensez-vous qu'une stratégie vous permettant de maîtriser l'eau afin de produire sans attendre la pluie améliorerait significativement vos rendements ?	Oui Non	1 0
Q24	Il y-a-t-il au moins un fleuve, un lac, une rivière ou un marigot qui traverse votre champ ou la localité ?	Oui Non	1 0
Q25	Ce (s) fleuve (s), lac (s), rivière (s) causent-ils des dégâts par moment dans vos champs	Oui Non	1 0
Q26	Si oui, quels sont ces dégâts ?	Pertes des récoltes suite à inondation des champs Autres	0 1
Q27a	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 Non	1 0
Q27b	Si non, pourquoi ?	Contraintes d'ordre socio-culturel Contraintes d'ordres financières Autres	1 2 3
Q27c	Si oui, comment ?	Pour l'irrigation des champs Boisson au cours des travaux champêtres Autres	1 2 3

Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) à l'aide de XLSTAT 2008

Tableau de contingence

STRATEGIES	PP	PM	GP	Total
Augmentation des emblavures (AE)	33	26	5	64
<i>Utilisation intensive des intrants (UII)</i>	111	120	22	253
<i>Cultures en billons (CB)</i>	126	127	7	260
<i>Abandon des variétés à cycle long (AVCL) et utilisation des variétés à cycle court (UVCC)</i>	129	132	18	279
Abandon des parcelles submersibles (APS)	36	5	5	46
Association des cultures (AC)	150	200	22	372
Pratiques occultes d'adaptation (POA)	50	13	2	65
Installation des systèmes d'irrigation (ISI)	0	3	10	13
Récoltes précoces des cultures (RPC)	117	107	12	236

Inertie par case :

	PP	PM	GP
AE	0,00012	0,00018	0,00003
UII	0,00060	0,00024	0,00060
CB	0,00001	0,00060	0,00484
AVCL et UVCC	0,00012	0,00024	0,00012
APS	0,00596	0,00804	0,00062
AC	0,00184	0,00124	0,00051
POA	0,00770	0,00609	0,00101
ISI	0,00393	0,00165	0,07023
RPC	0,00009	0,00001	0,00093

Valeurs propres et pourcentages d'inertie :

	F1	F2
Valeur propre	0,085	0,032
Les lignes dépendent des colonnes (%)	72,737	27,263
% cumulé	72,737	100,000

Résultats pour les lignes :

Distances du Khi² (lignes) :

	AE	UII	CB	AVCL et UVCC	APS	AC	POA	ISI	RPC
AE	0	0,154	0,232	0,136	0,599	0,216	0,510	2,623	0,127
UII	0,154	0	0,236	0,091	0,742	0,064	0,663	2,580	0,162
CB	0,232	0,236	0	0,146	0,775	0,247	0,595	2,815	0,105
AVCL et UVCC	0,136	0,091	0,146	0	0,733	0,121	0,615	2,668	0,076
APS	0,599	0,742	0,775	0,733	0	0,806	0,323	2,622	0,695
AC	0,216	0,064	0,247	0,121	0,806	0	0,722	2,585	0,197
POA	0,510	0,663	0,595	0,615	0,323	0,722	0	2,883	0,552
ISI	2,623	2,580	2,815	2,668	2,622	2,585	2,883	0	2,724
RPC	0,127	0,162	0,105	0,076	0,695	0,197	0,552	2,724	0

Cosinus carrés (lignes) :

	F1	F2
AE	0,046	0,954
UII	0,553	0,447
CB	0,903	0,097
AVCL et UVCC	0,178	0,822
APS	0,012	0,988
AC	0,235	0,765
POA	0,136	0,864
ISI	0,997	0,003
RPC	0,998	0,002

Cosinus carrés (colonnes) :

	F1	F2
PP	0,289	0,711
PM	0,057	0,943
GP	0,996	0,004

Table des matières

Sommaire	2
Dédicace	3
Sigles et acronymes	4
Remerciements	5
Résumé	6
Abstract	6
Introduction	7

CHAPITRE I :

ETAT DES CONNAISSANCES, CLARIFICATION DES CONCEPTS, PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	9
1.1.Etat des connaissances	9
1.2.Clarification des concepts	13
1.3. Problématique.....	15
1.3.1. Justification du sujet.....	15
1.3.2. Hypothèses de travail	18
1.3.3. Objectifs de recherche	18
1.4.Démarche méthodologique.....	19
1.4.1.Données utilisées.....	19
1.4.2. Collecte des données	20
1.4.2.1. Recherche documentaire	20
1.4.2.2. Enquêtes de terrain	20
1.4.3. Traitement des données et analyse des résultats.....	25
1.4.3.1. Traitement des données	25
1.4.3.2. Analyse des résultats	32

CHAPITRE II :

PERCEPTIONS PAYSANNES SUR LES MANIFESTATIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET NIVEAU DE VULNERABILITE DU SYSTEME AGRICOLE	36
2.1. Situations géographique et administrative de Hollidjé.....	36
2.2. Fondements physiques du Hollidjé	38
2.2.1. Caractéristiques du relief.....	38
2.2.2. Aspects hydrographiques	38
2.2.3. Aspects pédologiques du Hollidjé.....	40
2.3. Indicateurs des changements climatiques dans le Hollidjé	42
2.3.1. Evolution pluviométrique dans le Hollidjé	43
2.3.1.1. Variabilité interannuelle des hauteurs de pluie de 1951 à 1980 et 1981 à 2013	43
2.3.2. Evolution des températures dans le Hollidjé entre 1951-1980 et 1981-2013.....	46
2.3.2.1. Variation interannuelle des températures	46
2.3.2.2. Variations intermensuelle des températures.....	48
2.4. Perceptions paysannes sur les manifestations des changements climatiques dans le Hollidjé.....	49
2.4.1. Baisse des précipitations et raccourcissement de la durée de saison pluvieuse	49
2.4.2. Mauvaise répartition des pluies	50
2.4.3. Augmentation des fréquences des phénomènes climatiques (sécheresses et inondations)	51
2.5. Vulnérabilité de la production agricole aux effets des changements climatiques.....	52
2.5.1. Vulnérabilité du système agricole et les modes d'existence aux risques climatiques dans le Hollidjé	52

2.5.2. Exigences pluviométriques et besoins thermiques des principales cultures.....	54
2.5.3. Position des saisons agroclimatiques	55
2.5.4. Corrélation entre les hauteurs pluviométriques et les rendements	57

CHAPITRE III :

STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNES ET MESURES DE RENFORCEMENT POUR REDUIRE LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE HOLLIDJE	59
3.1. Adaptation paysanne aux effets des changements climatiques	59
3.1.1. Récolte Précoce des Cultures (RPC)	59
3.1.2. Pratiques Occultes d'Adaptation (POA)	60
3.1.3. Utilisation des Intrants (UI).....	60
3.1.4. Abandon des Parcelles Submersibles (APS).....	61
3.1.5. Augmentation des Emblavures (AE).....	61
3.1.6. Abandon des Variétés à Cycle Long (AVCL) et Utilisation des Variétés à Cycle Court (UVCC) ...	63
3.1.7. Cultures en Billons (CB)	64
3.1.8. Installation des Systèmes d'Irrigation (ISI).....	65
3.2. Relation entre stratégies d'adaptation développées et catégories de producteurs	67
3.3. Mesures de renforcement des stratégies d'adaptation	71
3.3.1. Aménagements hydro-agricoles pour l'irrigation gravitaire	71
3.3.2. Aménagement hydro-agricole pour l'irrigation par pompage.....	72
3.3.3. Projet professionnel pour l'aménagement hydro-agricole face aux changements climatiques	75
Discussion	80
Conclusion.....	82
Bibliographie.....	84
Liste des figures	92
Liste des photos et des planches.....	92
Liste des encadrés.....	92
Liste des tableaux	93
Annexes.....	94
Table des matières.....	99