UNIVERSITE D'ABOMEY- CALAVI

ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE

« ESPACE, CULTURE ET DEVELOPPEMENT »

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

Formation doctorale *: Géographie et gestion de l'Environnement*

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

N° d'enregistrement: 648-2019/UAC/EDP-ECD

Implications agroenvironnementales des tendances climatique et démographique dans le Département de l'Alibori au Bénin

Réalisée par :

Sabi Séko Mahamadou OROU SEKO

Sous la direction de :

Monsieur Euloge OGOUWALE
Professeur Titulaire DGAT/FASHS/UAC

Monsieur Agossou Hugues Brice TENTE
Professeur Titulaire DGAT/FASHS/UAC

Jury de soutenance :

Président : Placide F. G. A. CLEDJO Professeur Titulaire
Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Examinateurs : Tanga Pierre ZOUNGRANA Professeur Titulaire
Université Ouagadougou (Burkina-Faso)

Jean M. SOGBEDJI Professeur Titulaire
Université Lomé (Togo)

Rapporteurs : Euloge OGOUWALE Professeur Titulaire
Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Agossou Hugues Brice TENTE Professeur Titulaire
Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Soutenue publiquement le vendredi 22 Novembre 2019

Mention : Très Honorable avec les Félicitations du Jury

Sommaire

Sigles et acronymes		4
Dédicace		6
Remerciements		7
Résumé		10
Abstract		11
Introduction		12
	PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE	14
	CHAPITRE PREMIER : CADRE THEORIQUE D'ANALYSE DES TENDANCES CLIMATIQUE ET DEMOGRAPHIQUE ET DE LA DYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE	15
1.1	Etat des connaissances	15
1.2	Clarification des concepts	26
1.3	Problématique	34
1.4	Cadre géographique de la recherche	37
	CHAPITRE II : DEMARCHE METHODOLOGIQUE	40
2.1	Types et sources des données utilisées	40
2.2	Collecte des données	42
2.3	Traitement des données et analyse des résultats	45
	DEUXIEME PARTIE : FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE, TENDANCES CLIMATIQUES ET DEMOGRAPHIQUES DU DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	65
	CHAPITRE III : FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	66
3.1	Facteurs physiques de production agricole	66
3.2	Facteurs humains de production agricole dans le département de l'Alibori	77
	CHAPITRE IV : TENDANCES CLIMATIQUE ET DEMOGRAPHIQUE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	91 91
4.1	Tendances climatiques du département de l'Alibori	91
4.2	Caractéristiques des vents, humidité relative et de l'insolation	107
4.3	Perceptions paysannes sur les tendances pluviométriques et thermométriques	109
4.4	Tendances actuelle et future de la population du département de l'Alibori	110
	TROISIEME PARTIE : VULNERABILITE DES MOYENS D'EXISTENCE, MESURES D'ADAPTATION ET DYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE	118

CHAPITRE V : VULNERABILITE ET MUTATIONS AGRICOLES DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI 119
5.1 Vulnérabilité des moyens d'existence 119
5.2 Evaluation des indicateurs de l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique 126
5.3 Nouvelles techniques de culture adoptées 133
CHAPITRE VI : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'ADAPTATION DES MOYENS D'EXISTENCE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI 145
6.1 Dégradation du couvert végétal du département de l'Alibori 145
6.2 Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres dans le département de l'Alibori 152
6.3 Occupation et utilisation des terres à l'horizon 2050 158
6.4 Gestion concertée de l'environnement pour un développement durable 163
6.5 Discussions des résultats 166
Conclusion, limites et perspectives 172
Bibliographie 175
Liste des figures 196
Liste des planches 198
Liste des photos 198
Liste des tableaux 199
Table des matières 225

Sigles, acronymes et abréviations

ABE	:	Agence Béninoise pour l'Environnement
ACP	:	Analyse en Composante Principale
AOC	:	Afrique Occidentale et Centrale
ASECNA	:	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
AVIGREF	:	Association Villageoise de Gestion des Réserves de Faune
CARDER	:	Centre Agricole Régional pour le Développement Rural
CARE	:	Cooperative for Assistance and Relief Everywhere
CCCC	:	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CCD	:	Convention sur la lutte Contre la Désertification
CDB	:	Convention sur la Diversité Biologique
CEP	:	Cellule d'Encadrement Participatif
CES	:	Conseil Economique et Social
CENAGREF	:	Centre National de Gestion des Réserves de Faune
CENATEL	:	Centre National de Télédétection et de surveillance du couvert forestier
CILSS	:	Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
CIRAD	:	Centre internationale de Recherche pour le Développement Agronomique
Clim	:	Climatique
CMA	:	Concentration Maximale Admise
CNUED	:	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CIAT	:	Compagnie Industrielle d'Application Thermique
DFID	:	Department For International Development
DGRH	:	Direction de la Gestion des Ressources Humaines
DGFRN	:	Direction Générale des Forêts et Ressources Naturelles
DT/ONAB	:	Direction Technique de l'Office National du Bois
DGAT	:	Département de Géographie et Aménagement du Territoire
ENDA	:	Ecole Nationale D'Art
EDP	:	Ecole Doctorale Pluridisciplinaire
FAO	:	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FASHS	:	Faculté des Sciences Humaines et Sociales
FC	:	Forêts Classées
FEM	:	Fonds pour l'Environnement Mondial
FFM	:	Fonds Français pour l'Environnement
FIT	:	Front Inter-Tropical
FLASH	:	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
FSA	:	Faculté des Sciences Agronomiques
GIE	:	Groupe d'Intérêt Economique
GIEC	:	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
GPS	:	Global Position System
IFDC	:	Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole
IBB SA	:	Industrie Béninoise du Bois, Société Anonyme
IFPRI	:	International Food Policy Research Institute

INRAB	:	Institut National de Recherche Agricole au Bénin
INSAE	:	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
IIDD	:	Institut International de Développement Durable
IPCC	:	Intergouvernemental Panel on Climate Change
IRD	:	Institut de Recherche pour le Développement
LACEEDE	:	Laboratoire Pierre Pagney, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement
LCM	:	Land Change Modeler
LSSE	:	Laboratoire des Sciences, Sol, Eaux et Environnement
MAEP	:	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MARP	:	Méthode Active de Recherche Participative
MECCAGPDPE	:	Ministère d'Etat, Chargé de la Coordination de l'Action Gouvernementale, du Plan, du Développement et de la Promotion de l'Emploi
MEHU		Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme
MEPN	:	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
OCDE	:	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OMM	:	Organisation Mondiale Météorologique
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
ONAB	:	Office National du Bois
ONASA	:	Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire
ONS	:	Office National de Soutien aux revenus agricoles
ORSTOM	:	Office de Recherche Scientifique et Technologique d'Outre-Mer
PAE	:	Plan d'Action Environnemental
PANA	:	Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques
PAP	:	Plan d'Aménagement Participatif
PARBCC	:	Projet de Renforcement des capacités d'Adaptation des acteurs Ruraux Béninois face aux Changements Climatiques
PFNL	:	Produits Forestiers Non Ligneux
PGFTR	:	Projet de Gestion des Forêts et Territoires Riverains
PIB	:	Produit Intérieur Brut
PNGE	:	Programme National de Gestion de l'Environnement
PNUD	:	Programme des Nations-Unies pour le Développement
PNUE	:	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
RDR	:	Responsable de développement Rural
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SCDA	:	Secteur Communal pour le Développement Agricole
SIG	:	Système d'Information Géographique
SNAFOR	:	Société Nationale pour le développement des Forêts
Snop	:	Station synoptique
SWAC	:	Sea Water Air Conditioning
UAC	:	Université d'Abomey-Calavi
UBT	:	Unité de Bétail Tropical
UICN	:	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UPSEC	:	Unité Planification, Suivi- Evaluation et Contrôle
ZCIT	:	Zone de Convergence Inter-Tropicale

Dédicace

A ma mère, BAGOUDOU Baké pour m'avoir instruit, éduqué, conseillé et soutenu.

Remerciements

Ce travail a été possible grâce au soutien de plusieurs personnes.

Ma première pensée va à l'endroit de mon Directeur de thèse, Professeur Euloge OGOUWALE que je tiens à remercier sincèrement. Depuis 2008 que je reste à vos côtés pour apprendre, comprendre et prendre conscience de l'utilité de la science pour le développement, vous n'avez toujours pas cessé de m'édifier positivement. En dehors des observations et orientations, vos encouragements ont été d'une grande importance pour la concrétisation de cette œuvre d'esprit. Recevez toute ma gratitude Monsieur le Professeur.

Mes sincères remerciements à mon Co-Directeur de thèse, Professeur Agossou Hugues Brice TENTE, pour ses encouragements qui ont été d'une grande importance pour la réalisation de ce document. Monsieur le Professeur, recevez ici mes sincères reconnaissances.

Que le chef de département de Géographie et Aménagement du Territoire, le Dr Moussa GIBIGAYE, Maître de Conférences, Directeur du Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREA) et toute son équipe reçoivent ici mes remerciements pour les orientations scientifiques.

Ma profonde reconnaissance à tous les enseignants du Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT) pour la formation de qualité à nous donner depuis nos premiers jours à l'Université d'Abomey-Calavi.

Que mon feu père, Bio Sina Issiré OROU SEKO, reçoive ici mes remerciements pour m'avoir instruit, éduqué et soutenu. Egalement à mes oncles Yacoubou Babou et Seydou OROU SEKO et mes tantes Siguègui et Maria OROU SEKO pour leurs prières quotidiennes.

Ma gratitude à mon oncle, Professeur Obarè BAGODO, Maître de Conférences à l'Université d'Abomey-Calavi qui dans ma vie joue un double rôle, celui de parent et celui de conseiller scientifique. Cher oncle, que ces quelques mots témoignent ma profonde reconnaissance.

Que le Ministre d'Etat, Secrétaire Général de la Présidence de la République du Bénin Monsieur Pascal Irénée KOUPAKI, retrouve à travers cette thèse, le fruit de son soutien aussi bien moral, spirituel, matériel que financier combien inestimable. Puisse le très miséricordieux vous accompagner et vous protéger davantage.

Mes sincères remerciements au Dr Ibouraïma YABI, Maître de Conférences à l'UAC, pour l'humilité dont il a fait preuve tout le temps que je suis resté à ses côtés pour apprendre. Merci infiniment pour vos conseils.

Au Dr Ismaël TOKO, Maître de Conférences à l'UAC, j'exprime ma profonde gratitude pour tous ses divers appuis. Merci infiniment aux membres du laboratoire de cartographie Dr Soufouyanne ZAKARI ; Drs Nourou-Dine TOKO ; Abib GUINMONGUI, Talahatou TABOU et Saliou BOUKARI.

Au Maire de la Commune de Banikoara Monsieur Bio Sarako TAMOU et son Directeur des Services Techniques (DST) Sabi Gourgui OROU GANI, je dis infiniment merci pour les divers soutiens.

Merci à vous qui êtes toujours disponibles pour m'écouter, m'orienter et m'appuyer jusqu'à l'aboutissement de ce travail. Il s'agit des Dr Imorou F. OUOROU BARRE, Mathieu LANOKOU, Barnabé HOUNKARIN et du chef de département de Géographie de l'Université de d'Adjarra, Dr Akibou AKINDELE.

Qu'il plaise à mon épouse Yarganni Baké MARDJOUA et à mes trois filles Bona Sago, Sékogbaouré et Bignon Dansi, qui ont été privées de beaucoup de choses tout au long de la rédaction de cette thèse, d'accepter ma profonde gratitude et mes remerciements.

Que tous les membres du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, en particulier Dr Djafarou ABDOULAYE, reçoivent ma gratitude pour les différentes contributions.

Aux Dr Cyriaque AGBON et Kora GOUNOU ZIME pour leur disponibilité, leur promptitude et leurs appuis dans la réalisation des illustrations cartographiques.

Mes remerciements au frère TOLLEGBE pour le sens d'écoute, à mes oncles Alassane CESSI et Guy YAROU pour leurs accompagnements.

Mes remerciements à mon beau-frère Barpougouni Luc MARDJOUA pour la franchise et la collaboration constructive qui a toujours régné entre nous. Je nous souhaite vraiment du courage.

Mes remerciements aux amis Mindri IDANI, Hervé CHABI, Hervé YABI, Azizou SABI YO BONI, Dramane YAROU SEIDOU pour leurs soutiens et contributions scientifiques.

Toute ma gratitude aux proches et amis Imorou OSSENI, Mohamed SANNI SENI, Abdoulaye OROU GANI, Bachirou IBRAHIM et Fadhel SERO.

Toute ma reconnaissance aux frères et sœurs Issifou, Alima, Sahada, Sakina, Abiba et Imorou OROU SEKO, Bio SERO DORO, Aimé Grégoire SAMBA et Marius SAMBA pour leur soutien tout au long de la rédaction.

Que tous les frères de l'Association des Etudiants Originaires de Banikoara (ASETOB) trouvent à travers ce travail une source d'inspiration et de motivation pour la recherche scientifique.

Mes encouragements à la jeune génération scientifique et surtout à tous les étudiants de la Commune de Banikoara, qu'ils trouvent ici le fruit de l'engagement et du travail bien fait.

Que toutes les personnes qui se sont rendues disponibles pour les interviews au cours des travaux de terrain reçoivent ma reconnaissance et mes remerciements.

Je témoigne toute ma gratitude aux membres de jurys qui, malgré leurs multiples occupations ont accepté siéger pour contribuer à l'amélioration de la qualité scientifique du document.

Enfin, merci à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette thèse. Toutes mes gratitudes.

Résumé

A l'instar des pays ouest africain, l'agriculture dans le département de l'Alibori au Bénin subit les contrecoups des dérèglements climatiques. L'adaptation paysanne à cette situation peu enviable a occasionné un bouleversement environnemental sans précédent. L'objectif visé dans la présente recherche est d'analyser les impacts environnementaux des stratégies d'adaptation paysanne à l'évolution du climat et à la forte croissance démographique.

Les statistiques climatologiques du secteur de recherche sur la période 1951 à 2015 ont permis d'étudier la tendance climatique. La détermination des rythmes thermométriques et pluviométriques est faite à l'aide des outils d'analyse du climat. Les données démographiques ont été utilisées pour apprécier l'évolution de la population. Les statistiques agricoles de la période 2004 à 2014 ont permis d'appréhender l'évolution des superficies et de la production végétale. Les perceptions paysannes sur la vulnérabilité et l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique ont été collectées, traitées, analysées et interprétées. La matrice d'identification et d'analyse des pratiques agricoles a été utilisée pour faire la synthèse et le diagnostic des données et informations relatives aux pratiques agricoles. Les impacts environnementaux des stratégies d'adaptation développées à l'évolution climatique et démographique ont été évalués à l'aide du modèle pointius. La simulation environnementale à l'horizon 2050 a été faite à l'aide du modèle SpaCelle en utilisant les scénarii de stabilité environnementale et de tendance vers la catastrophe.

Le département de l'Alibori connait une tendance pluviométrique à la baisse et une augmentation des températures. En effet, en comparant les moyennes des périodes 1951-1969 et 1970-2015, il est observé une baisse pluviométrique de 115,54 mm et une augmentation de 0,96°C de la température moyenne entre les périodes 1951-1978 et 1979-2015. Cette tendance climatique rend vulnérables les moyens d'existence des producteurs. A cette situation déjà critique pour la production agricole, s'ajoutent les contraintes relatives à la croissance démographique. Le département de l'Alibori a un taux d'accroissement inter- censitaire de 4,61 % entre 2002 et 2013. Ce fort taux d'accroissement de la population impose un supplément dans la satisfaction des besoins alimentaires. En réaction à cette évolution climatique et démographique identifiée, les producteurs ont dû modifier les pratiques culturales et adopter des stratégies nouvelles basées entre autres, sur l'augmentation des emblavures (85 %), la réduction de la durée des jachères (75 %). Ces nouvelles stratégies développées fragilisent les principales composantes de l'environnement.

La dynamique de l'occupation des sols est marquée par une régression des superficies des forêts claires et savanes boisées et des forêts denses sèches. Par contre, les surfaces cultivées et les agglomérations ont connu une augmentation de leur superficie. Face à cela, la gestion concertée de l'environnement permettrait de réduire efficacement l'avancée du désert dans le département de l'Alibori.

Mots clés : Bénin **;** Département de l'Alibori ; tendance climatique et démographique ; moyens d'existence ; dynamique environnementale

Abstract

Like West African countries, agriculture is affected by climate disruption in Alibori department in Benin. The peasant adjustment to this unenviable situation hase caused an unprecedented environmental upheaval. The aim here is to analyze the environmental impacts of farmer's adaptation strategies related to climate change and high population growth.

The research climate statistics from 1951 to 2015 made it possible to study the climatic drift. Climate analysis tools have been used to determine thermometric and rainfall rates. The demographic data were used to assess the population growth. The Agricultural statistics from 2004 to 2014 provided an insight on the evolution of areas and plant production. Farmers' perceptions on vulnerability and adaptation of livelihoods to climatic and demographic trends have been collected, processed, analyzed and interpreted. The matrix for identifying and analyzing agricultural practices was used to synthesize and diagnose data and information on agricultural practices. The environmental impacts of adaptation strategies developed to climate and demographic change were assessed through the pointius (sharp) model. The 2050 environmental simulation was carried out using the SpaCelle model using the environmental stability and disaster trend scenarios.

The department of Alibori is experiencing a downward rainfall trend and rising temperatures. In fact, it was noticed a rainfall decrease of 115,54 mm and a mean temperature increase of 0,96 ° C between 1951-1978 and 1979- 2015 when comparing the averages for the periods 1951-1969 and 1970-2015. This climate trend makes producers' livelihoods vulnerable. In addition to this are constraints on population growth. The Alibori department has an inter-transit growth rate of 4,61 % between 2002 and 2013. This high rate of population imposes an extra charge in the satisfaction of food needs. In response to this identified climate and demographic change, producers had to modify the cropping practices and adopt new strategies based among others, on the increase in embalming (85 %), the fallows' reduction (75 %) etc. These new strategies have weakened the main components of the environment.

The dynamic of land-use is noted by a decline in the area of clear forests and wooded savannas and dry dense forests. On the other hand, cultivated areas and agglomerations have increased in size. Thus, the concerted environmental management would effectively reduce the advance of the desert in the department of Alibori.

Keywords: Benin; Department of Alibori; climatic and demographic trends; livelihoods; environmental dynamics

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, les dernières décennies de la fin du deuxième millénaire ont été marquées par une évolution rapide des climats (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat [GIEC], 1991 ; Nicholson, 1998). Ainsi, les principaux secteurs du développement économique assurant la survie des populations rurales dans cette région sont affectés par les variabilités climatiques (GIEC, 2007). Au Bénin, le climat est sujet à de fortes variabilités ou à des changements selon les échelles de temps et d'analyse dont les conséquences sont néfastes pour le développement durable (Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques [PANA-Bénin], 2008). Les manifestations de ces variabilités climatiques sont caractérisées par un retard dans le démarrage des pluies (Houndénou, 1999 ; Yabi *et al.,* 2007), une diminution des totaux pluviométriques, une réduction de la durée de la saison et du nombre de jours de pluies et une hausse des températures (Boko, 1998 ; Houndénou, 1999 et Ogouwalé, 2004). Elles présentent des particularités contraignantes pour les populations agricoles (Ogouwalé, 2004) et accentuent les risques de mauvaise récolte qui constituent un frein au développement des communautés rurales (Yallou, 1994).

L'agriculture béninoise est de type pluvial (Ogouwalé, 2006). Elle subit les contrecoups des variabilités climatiques marquées par une irrégularité, une arrivée tardive, une fin précoce ou tardive des pluies par rapport à la normale et leur mauvaise répartition sur l'année (Ogouwalé, 2001 ; Ogouwalé, 2004 ; Djogbénou, 2008). Or, l'agriculture est la source principale des denrées alimentaires pour les populations. Elle est sous menace de l'évolution du climat. Ainsi, l'irrégularité des pluies rend plus vulnérable la production agricole et dégrade les conditions d'existence des populations (GIEC, 2007 ; Sarê *et al.*, 2016).

Par ailleurs, aux contraintes climatiques actuelles déjà difficiles pour la production agricole, vient s'ajouter la pression démographique qui impose la satisfaction de besoins supplémentaires. Ainsi, la pression démographique et l'accroissement subséquent des besoins en produits agricoles ont engendré une forte pression sur les ressources naturelles, ce qui entraîne la dégradation des composantes environnementales (Wokou, 2014). De ce fait, avec l'accroissement de la population, on assiste à une évolution croissante des emblavures et la durée des jachères se

raccourcit ; avec pour corollaire la dégradation des écosystèmes (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2002 ; Adjahossou, 2005).

Cependant, faire face aux vicissitudes climatiques et répondre aux besoins alimentaires d'une population sans cesse croissante, exigent de la part des populations l'adoption de nouvelles mesures. Il est urgent de comprendre en plus de la pression démographique, les impacts actuels des perturbations climatiques et de connaitre les stratégies développées par les populations pour réduire la vulnérabilité (Houndénou, 1999). A cet effet, les producteurs optent pour des stratégies de maximisation des rendements agricoles telles que l'augmentation des emblavures, l'abandon de la jachère, l'utilisation accrue des engrais chimiques qui affectent le sol, l'eau et le couvert végétal (Gnanho, 2011).

Il s'impose d'examiner les impacts environnementaux des stratégies d'adaptation paysanne à l'évolution climatique et démographique, car l'homme qui n'a pas su trouver un équilibre entre son système d'exploitation et le milieu naturel, devient l'agent principal de l'évolution régressive des écosystèmes. Cette thèse est structurée en trois parties et comporte six chapitres.

La première partie intitulée « cadre théorique et démarche méthodologique» comprend deux chapitres. Le chapitre I présente le cadre théorique de l'étude. Le chapitre II expose la démarche méthodologique de l'analyse de la dynamique climatique, démographique et environnementale.

La deuxième partie libellée « cadre géographique, tendances climatique et démographique du département de l'Alibori» comporte les chapitres III et IV. Dans le chapitre III sont présentées les caractéristiques physiques, humaines et socio-économiques du département de l'Alibori. Les tendances climatique et démographique du département de l'Alibori sont analysées dans le chapitre IV.

La troisième intitulée « Vulnérabilité des moyens d'existence ; mesures d'adaptations et dynamique environnementale» est déclinée en deux chapitres (V et VI) intitulés respectivement «vulnérabilité agricole et stratégies d'adaptation développées par les populations» et «impacts environnementaux de l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori».

PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La première partie de la thèse comprend deux chapitres. Le chapitre premier est relatif au cadre théorique d'analyse de la dynamique climatique, démographique et environnementale. Le deuxième chapitre est consacré à la démarche méthodologique adoptée pour l'obtention des résultats.

CHAPITRE I :
CADRE THEORIQUE D'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE CLIMATIQUE, DEMOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

Le chapitre I expose la revue de la littérature sur les tendances climatique et démographique, les moyens d'existence et également la dynamique environnementale. Il présente aussi la clarification des concepts utilisés et la problématique de la recherche.

1.1 État des connaissances

Plusieurs recherches ont été focalisées sur les impacts des tendances climatique et démographique en lien avec les moyens d'existence en Afrique et au Bénin.

1.1.1 Tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori

Les fluctuations climatiques et le croît démographique constituent des contraintes majeures au développement agricole (Boko, 1988 ; Ouédraogo, 2001 ; Diello, 2007). Pour ce qui est de la tendance climatique, elle et ses impacts constituent de nos jours l'un des sujets les plus préoccupants pour la communauté scientifique internationale (Sabaï *et al.*, 2014).

Selon Lawin (2007) la question émergente, est celle de l'incidence d'une conjugaison de fortes températures avec une pluviosité déficitaire. Il est constaté dès lors que les précipitations en Afrique ont été marquées par une tendance à la diminution (Olivry, 1983 et Sircoulon, 1990). Abondant dans le même sens, Ouédraogo (2001) montre que les pays situés au Nord du 10ème parallèle et qui bordent le Sahel, connaissent une réduction de leurs précipitations. Cet auteur estime que les précipitations mensuelles ont changé au cours des dernières décennies aussi bien sur les zones sahéliennes que sur celles non sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest. Quant à la région Ouest-africaine, elle a particulièrement connu une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées doublée d'une augmentation significative du nombre d'années sèches (Sircoulon, 1990). Pour sa part, Vischel (2006) considère que la baisse des précipitations sur une très longue période en Afrique de l'Ouest a eu pour effet la diminution des apports d'eau qui transitent dans certains cours d'eau de cette région du continent.

Dans un contexte beaucoup plus précis, Nicholson (1989) estime que la baisse des hauteurs pluviométriques en Afrique de l'Ouest est comprise entre 10 et 25 % en

comparaison avec celle enregistrée au début du XX^{ème} siècle. Pour cet auteur, le raccourcissement des saisons culturales dû à la diminution du nombre de jours pluvieux s'accentue et est récurent dans les pays Ouest africains. Cette vision de l'auteur est partagée par Paturel *et al.* (1997) et Servat *et al.* (1998) qui affirment que durant ces cinq dernières décennies les déficits pluviométriques sont généralisés et dépassent quelques fois 0,5 fois l'écart type des hauteurs annuelles précipitées. Selon Adefolalu (1986), il est constaté un retard du début des saisons de pluie de 25 jours au moins dans la zone soudano-sahélienne. Aussi, les mêmes observations sont faites sur le retard dans le début des saisons de pluie et l'arrêt précoce de la saison des pluies par Adejuwon *et al.* (1990).

Le Bénin, à l'instar d'autres pays d'Afrique, se voit confronté à des modifications de climat dévastatrices et de plus en plus fréquentes (Bokonon-Ganta, 2017). En effet, s'agissant des précipitations au Nord Bénin, Houndenou et Hernandez (1998) montrent que d'une façon générale, la région de l'Atacora est confrontée à une diminution généralisée du nombre de jours de pluie. Afouda *et al.* (2002), Loko *et al.* (2013) et Gbaguidi *et al.* (2015) ont fait les mêmes constats en montrant une tendance à la baisse de la pluviométrie associée au réchauffement thermique. De plus, Ogouwalé (2006) et Issa (2012) ont aussi identifié une augmentation des températures, des fluctuations saisonnières et une baisse importante des totaux pluviométriques annuels. Ces différentes physionomies qui ont caractérisé le climat des trente dernières années ont perturbé les cycles culturaux, bouleversé le calendrier agricole traditionnel et ont rendu peu opérationnelles les normes culturales empiriques en vigueur chez les communautés paysannes (Ogouwalé, 2001).

Pour ce qui est de la tendance démographique, l'histoire des théories sur la dynamique des populations est marquée par deux courants de pensées qui s'accordent difficilement sur les perspectives du développement démographique à moyen ou long terme. La théorie de la transition démographique, mise au point par l'Américain Notestein (1944 ; 1945), s'était imposée comme référence de base de l'après-guerre. Notestein distinguait quatre phases dans la dynamique des populations (figure 1).

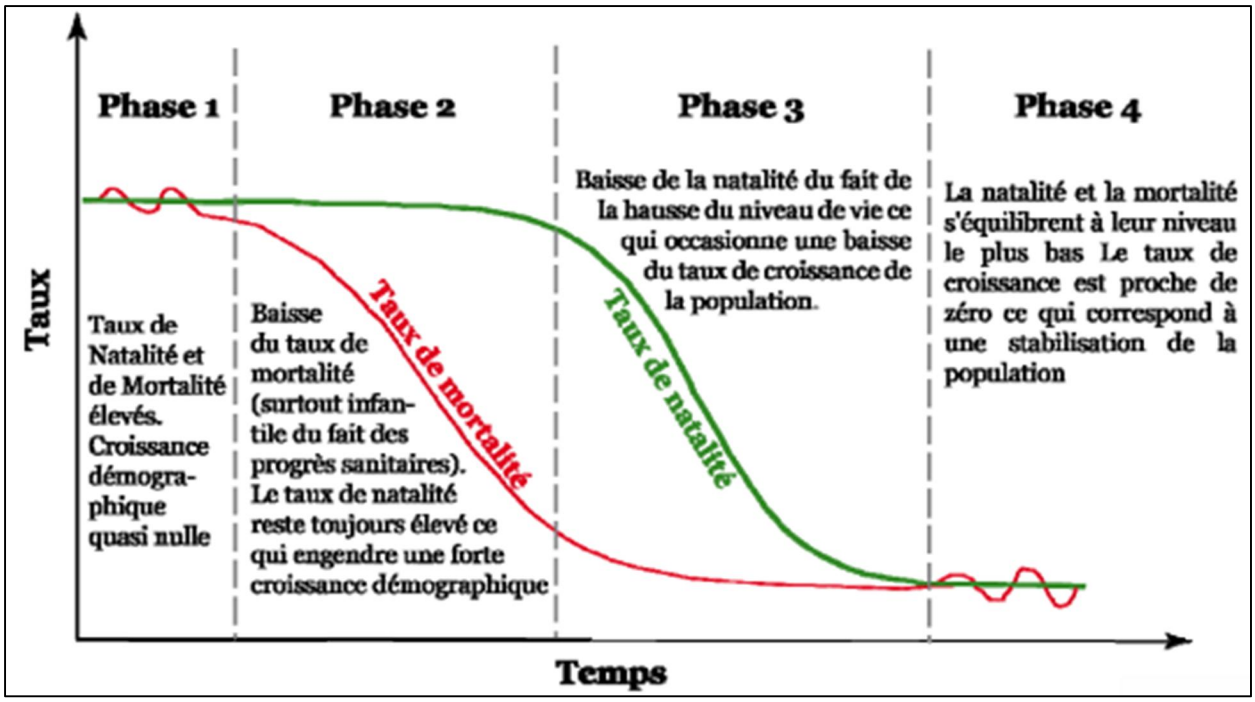


Figure 1 : Quatre phases de la transition démographique dans le monde
Source *: Diéllo, 2007*

Il ressort de l'observation de la figure 1 que la forte croissance démographique au niveau mondial a commencé à partir de la deuxième phase qui est caractérisée par un taux de natalité toujours élevé et une baisse du taux de mortalité. Selon la FAO (2011) au cours des cinquante dernières années, la population du monde a plus que doublé, passant de 3 milliards en 1959 à 6,7 milliards en 2009. Aussi, tout en étant soumises à un fort mouvement d'émigration, les sociétés rurales de l'Afrique subsaharienne ont connu durant les deux dernières décennies un accroissement démographique de près de 2,5 % l'an en moyenne ; croissance jamais rencontrée dans leur histoire (Balanchet, 1989 ; Quesnel, 1994).

Par Ailleurs, Jouve (2004) affirme que l'accroissement augmente à un rythme géométrique alors que la production alimentaire croit à un rythme arithmétique. C'est dans ce sens que Diéllo (2007) donne une synthèse des dynamiques d'évolution de la population et des quatre indicateurs dans le bassin du Nakambé, au Burkina-Faso, en Afrique de l'Ouest (figure 2).

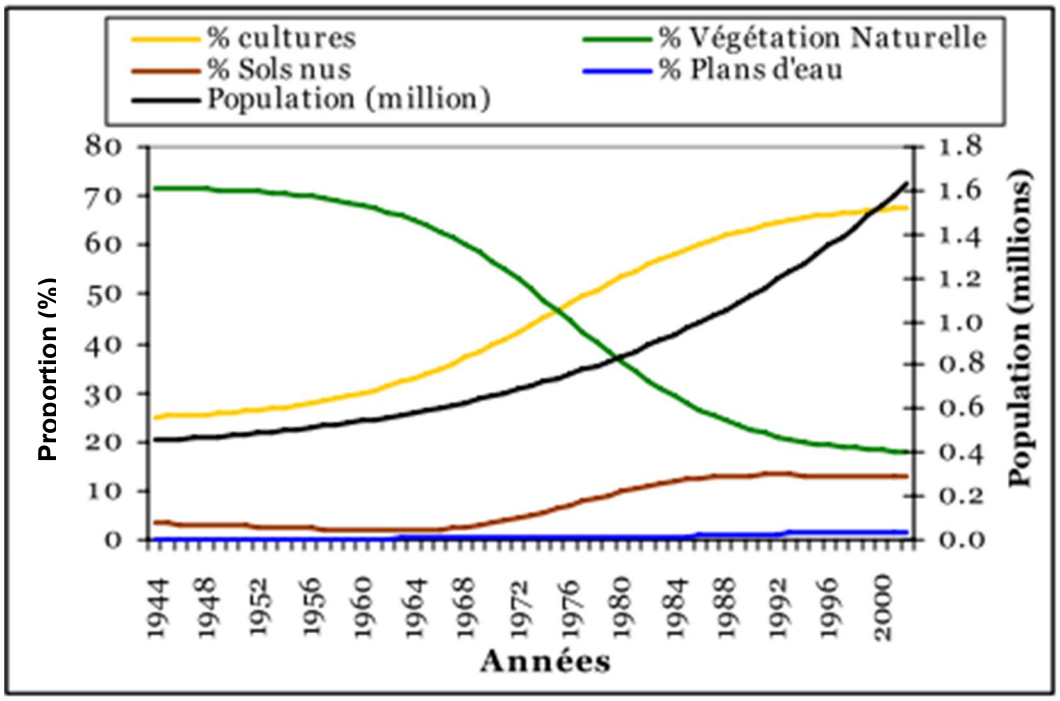


Figure 2 : Estimations de l'évolution des quatre indicateurs et de la population de 1944 à 2002 sur le bassin du Nakambé à Wayen

Source *: Diéllo, 2007*

L'estimation de l'évolution des quatre indicateurs et de la population (figure 2) montre une régression de la végétation naturelle avec l'augmentation des surfaces de cultures, des sols nus et surtout avec l'augmentation de la population. L'explosion démographique est le phénomène le plus marquant de l'actualité et du devenir du continent africain. Il est déjà terrible aujourd'hui et les prévisions aboutiront à la catastrophe si rien n'est fait (Falloux, 1992 ; Raynaut, 1997). Pour Diello (2007), le continent africain en général, et l'Afrique subsaharienne en particulier, a vu sa population doubler, voire tripler dans certains cas au cours des 40 dernières années. Il pense que particulièrement la question démographique en Afrique de l'Ouest est au cœur de nombreuses discussions traitant des problèmes sociaux que connaissent aujourd'hui les Etats de cette région et si le taux de natalité reste élevé et baisse très lentement dans le temps, la croissance démographique restera relativement élevée.

Au Bénin, les statistiques démographiques recueillies montrent un fort taux d'accroissement de la population (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique [INSAE], 2015). Si ce taux de croissance démographique du Bénin reste perché à 3 % l'an, la population sera de 16 millions environ en 2025 (Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme [MEHU], 2011). En considérant la double pression démographique et climatique, Wokou (2014) conclut qu'elle aurait des

incidences sensibles sur les autres composantes de l'environnement biophysique et par conséquent sur les systèmes humains qui y sont corrélés.

1.1.2 Vulnérabilité des moyens d'existence à l'évolution climatique

La notion de vulnérabilité est mise en relation dès le début des années 2000 et est devenue centrale dans la littérature récente sur l'adaptation au climat (Baudoin, 2012). En effet, l'agriculture et le bien-être humain sont défavorablement affectés par les instabilités climatiques (International Food Policy Research Institute [IFPRI], 2009). En examinant l'évolution du climat, Makondo *et al.* (2014) et Yohannes (2016) constatent qu'elle affecte beaucoup la production alimentaire dans les régions où le niveau technologique ne permet pas d'asseoir une stratégie d'adaptation suffisante. Selon le GIEC (2001), les impacts des variabilités climatiques affectent gravement les communautés les plus pauvres et les plus vulnérables à cause de leurs faibles capacités d'adaptation et leur grande dépendance aux ressources à forte sensibilité climatique telles que les systèmes de production agricole. Dans le même sens, il n'est pas non plus possible d'occulter Ogouwalé *et al.* (2010) pour qui l'excès et/ou le déficit de l'eau induit des complications pour la mise en place des activités agricoles. Il est important de noter que cette vulnérabilité regroupe plusieurs concepts (figure 3).

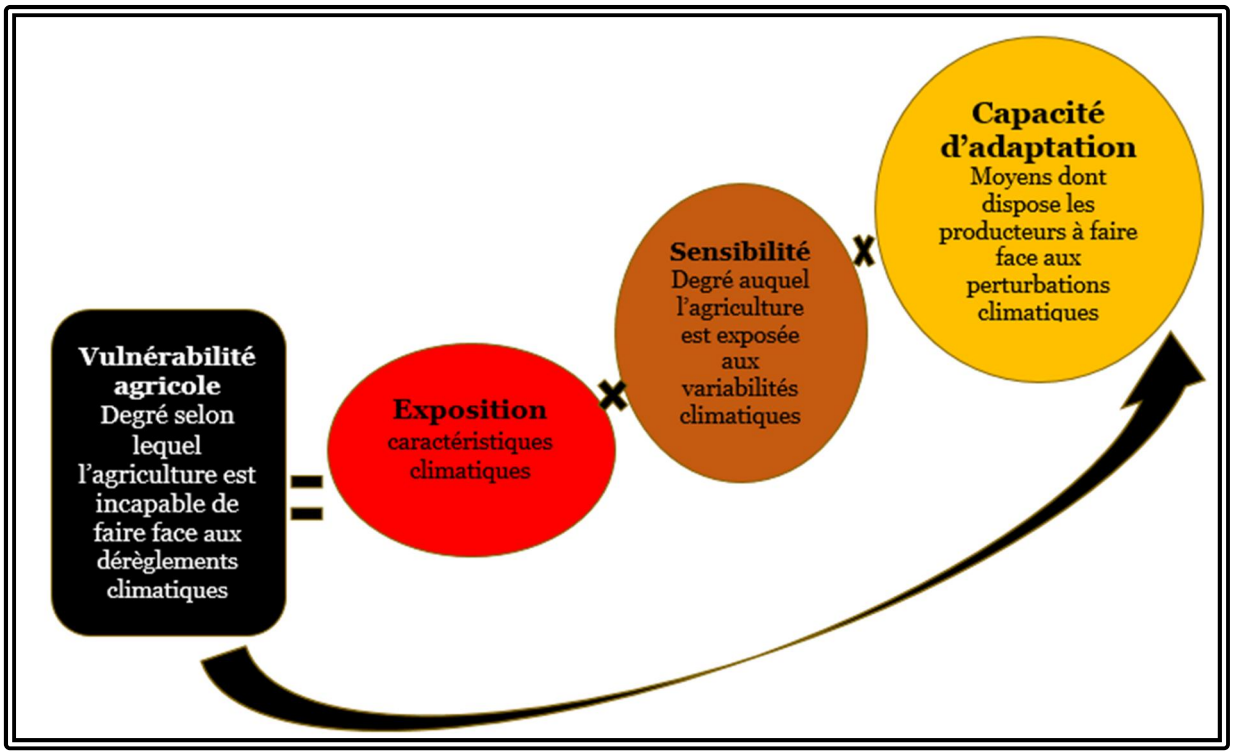


Figure 3 : Vulnérabilité au dérèglement climatique : définition des concepts et relations

Source : *Conception, Orou Séko 2012*

Il ressort de l'appréciation de la figure 3 que la vulnérabilité agricole prend en compte trois facteurs fondamentaux notamment l'exposition de l'agriculture aux fluctuations climatiques, la sensibilité qui n'est rien d'autre que le degré auquel l'agriculture est exposée et enfin la capacité d'adaptation paysanne.

Par ailleurs, en étudiant le climat dans ses spécificités, Sagna (2005), est parvenu à déduire que les précipitations sont très souvent l'élément climatique qui varie le plus dans le temps et dans l'espace et qui définit les saisons sèches et pluvieuses dont dépend l'agriculture. Igue (1997) et Ogouwalé (2006) pour leur part, en considérant les données thermométriques, remarquent que la température dont la fluctuation peut installer un stress thermique supplémentaire et rendre des sols plus secs, entraînerait une réduction des rendements dans les différentes régions agro-écologiques du Bénin et même une insécurité alimentaire. De même, pour Sarr *et al.* (2007), l'augmentation de la température se traduit par une réduction de la durée des stades de développement et de la durée du cycle qui à son tour, se traduit par une réduction du nombre et de la taille des grains formés et par conséquent une baisse de rendements. Dans une vision beaucoup plus englobante, Hountondji (2008) conclut que les vicissitudes climatiques affectent les moyens d'existence avec comme conséquences immédiates la diminution des rendements agricoles, la baisse des revenus en milieu rural et l'allongement des périodes de soudures. Cette forte vulnérabilité est, selon Issa (2015), due à la configuration de l'agriculture béninoise qui est toujours à caractère traditionnel et pluvial où le transfert de technologies est limité et en même temps les capacités de mise en œuvre effective de politiques prospectives s'avèrent toujours inexistantes.

Cependant, principal moyen d'existence, l'agriculture constitue l'une des sources importantes de recettes d'exportation des pays ouest africains. Elle est essentiellement pluviale, occupe 70 à 80 % de la population et contribue à hauteur de 30 à 40 % du PIB (Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel [CILSS], 2009). Au Bénin, les activités agricoles tiennent une place de choix dans l'économie et occupent 70 % de la population active (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche [MAEP], 2009). Elles conditionnent la vie des ménages et contribuent pour environ 36 % au Produit Intérieur Brut (PIB), procurent environ 88 % des recettes d'exportation et participent à hauteur de 15 % aux recettes de l'Etat (MAEP, 2011). Plus loin, soulignant l'importance de l'agriculture pour les populations, le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature [MEPN] (2008) pense que la chute

de la production agricole réduit les revenus des populations vulnérables et augmente conséquemment le nombre de personnes exposées à la pauvreté. Dans le même sens, le PANA-Bénin (2008) confirme que les effets néfastes des variabilités climatiques, en soumettant les moyens d'existence à des contraintes supplémentaires, accroissent la vulnérabilité du groupe concerné. Dans ces conditions, toute menace à la production végétale, animale et halieutique est un facteur de dégradation des conditions de vie de la population en général et des producteurs en particulier (Orou Séko *et al.*, 2013). Dans ses études prospectives, le rapport du groupe II du GIEC (2007), informe que les récoltes pourraient diminuer dans certains pays africains de 50 % en 2020 et même de 90 % en 2100. Face à cette situation, la question n'est donc plus de savoir si l'agriculture va devoir s'adapter à des conditions climatiques différentes de celles que nous connaissons actuellement, mais bien comment elle va pouvoir le faire.

1.1.3 Stratégies d'adaptation des moyens d'existence

La prévisibilité de plus en plus faible du climat à court et moyen termes, le renforcement des aléas et l'augmentation tendancielle de la sécheresse rendent vulnérables les producteurs contraints de développer des mesures nouvelles pour leur survie (Dugué, 2012). Ainsi, depuis très longtemps, les communautés agricoles de nombreuses régions de la planète se sont évertuées à développer face aux caprices du temps et aux risques climatiques, des techniques ou pratiques dites "endogènes" comprenant entre autres, la diversification des cultures, l'irrigation, la gestion des risques de catastrophe, etc. (GIEC, 2007). Pour Klein *et al.,* (2007), il apparaît de plus en plus nécessaire d'intégrer l'adaptation aux fluctuations climatiques dans les plans de développement et la prise de décision au niveau sectoriel.

En analysant les stratégies paysannes d'adaptation, Dugué (2012) constate qu'elles sont en réalité davantage des « réactions » spontanées aux aléas qui n'intègrent pas réellement l'anticipation et la gestion du risque. Elles concernent les calendriers, l'organisation spatiale, les itinéraires techniques de production ou la recherche de solutions extra-agricoles. Dans le même sens, l'Union Internationale de Conservation de la Nature [UICN] (2011), en allant plus en détails, trouve que les stratégies développées sont diverses selon les régions et peuvent être regroupées en trois principaux types :

- stratégies liées au changement des pratiques agricoles à travers l'utilisation de plusieurs variétés d'une même spéculation la même année agricole. Ce qui permet de

saisir toutes les périodes favorables à la réussite des semis tenant compte des variations climatiques. Une des stratégies dans ce type concerne également l'apport de plusieurs grains dans un poquet pour s'assurer de la levée d'un minimum de semis quel que soit les précipitations ;

- celles relatives à la préférence des spéculations tenant compte de leur forte capacité d'adaptation aux conditions climatiques péjoratives. Les spéculations habituelles sont progressivement abandonnées au profit d'autres plus adaptatives et ayant le plus souvent un marché attractif ;
- celles concernant la mise en place de mécanismes visant la sécurité alimentaire (banques de céréales) comme la pratique du warrantage et la promotion des activités génératrices de revenus (microcrédits communautaires).

Les producteurs persistent avec des mesures non rationnelles, ce qui fait que les stratégies sont très loin de régler les problèmes des variabilités climatiques (IDID-ONG [Initiative pour un Développement Intégré Durable], 2008). Ces stratégies qui sont beaucoup plus réactives qu'anticipatives ne parviennent toujours pas à épargner les communautés du pire, qui, en réponse à leur niveau élevé de vulnérabilité et leur faible capacité d'adaptation, sollicitent de plus en plus la communauté internationale pour leur venir en aide. Dans ce sens, les résultats des études du Sea Water Air Conditioning [SWAC] (2008) montrent qu'en progression continue à partir du milieu des années 1970, les flux mondiaux d'aide alimentaire ont atteint des chiffres record au début des années 1990 et plus particulièrement en 1993 avec 17 millions de tonnes. En 2005, ils sont tombés à 8 millions de tonnes (T) et ne représentent plus que 2 % du commerce mondial de produits céréaliers et 0,4 % de la production céréalière globale (figure 4).

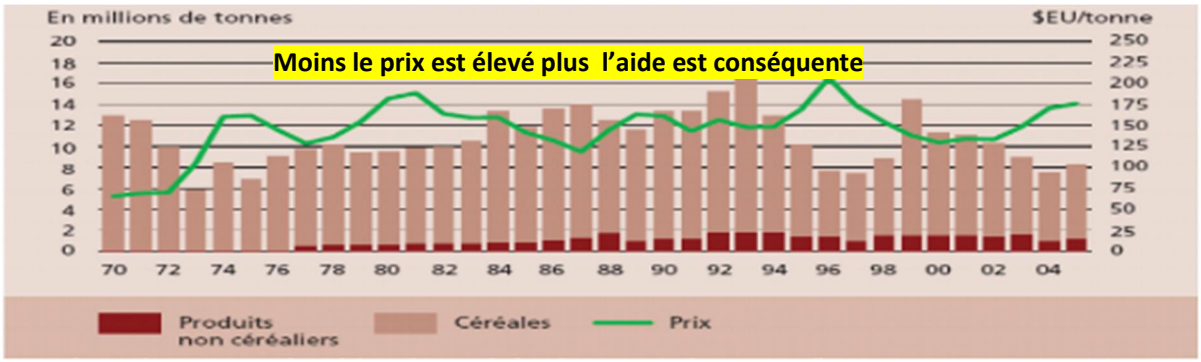


Figure 4 : Volumes annuels d'aide alimentaire et prix des céréales dans le monde de 1970 à 2005
Source *: FAO, 2006*

De l'analyse de la figure 4, on peut déduire qu'il existe une corrélation étroite entre les variations des expéditions d'aide alimentaire et les prix mondiaux des céréales. Alors, les pays subsahariens avec une forte population rurale essentiellement agricole (comme le département de l'Alibori au Bénin) sont donc appelés à se prendre plus au sérieux pour relever les défis du développement durable.

1.1.4 Dynamique environnementale

Le système environnemental est marqué par une dégradation sans cesse depuis bientôt plusieurs décennies (IFPRI, 2009) et malgré la prise de conscience de l'importance cruciale des forêts, chaque année, treize millions (13 000 000) d'hectares de forêts disparaissent pour une superficie totale mondiale d'un peu plus de quatre milliards (Leroy et Derroire, 2012). Ainsi, l'analyse de l'état de l'occupation du sol a montré une modification marquée des unités paysagiques, avec une régression sensible des formations végétales naturelles (forêt et savane) et une progression des formations anthropisées (mosaïques de cultures et jachère, plantations) [Amoussou, 2010]. Pour FAO (1999), la couverture forestière du Bénin est passée de 4 923 000 ha à 4 625 000 ha entre 1990 et 1995 soit, une perte de 298 000 ha (6,05 %) en 5 ans ».

En cherchant les raisons d'une telle situation, avaient lieu déjà dans les années 1930, les premiers débats autour des causes humaines et climatiques de la dégradation de l'environnement (Stebbing, 1935 ; Stebbing, 1938). Dans ce sens, Biaou (1995) pense que contrairement aux pays industrialisés et aux pays fortement urbanisés, la cause majeure de la dégradation de l'environnement au Bénin reste jusqu'à présent l'agriculture. Toko et da Matha Sant'Anna (1999) et Arouna *et al.* (2010) n'ont pas aussi dérobé à cette perception en considérant que les activités humaines dominées par l'agriculture constituent les causes majeures de la dynamique environnementale.

Dans une vision beaucoup plus large, Arouna (2012) pense qu'hormis les activités économiques ayant des impacts directs sur la végétation, un faisceau de facteurs démographiques, politiques, économiques, technologiques et socioculturels eux-mêmes conditionnés par des facteurs institutionnels et physiques sont à prendre en compte pour comprendre le passé et le présent de la végétation afin de modéliser son devenir. Pour l'auteur, la végétation et le climat, deux composantes du système environnemental, se trouvent ainsi dans un cycle de rétroactions dont l'homme constitue aujourd'hui l'élément déterminant. Il n'est non plus possible de passer sous silence Vissin (2008) qui est allé plus loin en estimant qu'avec la croissance

démographique, on assiste à une forte pression anthropique sur les milieux naturels contribuant ainsi à la dégradation des formations végétales naturelles au profit des cultures. Soutenant cette conception des faits, Mama et Houndagba (1991) confirme que la pression démographique entraîne la destruction de près de 100 000 ha de végétations naturelles chaque année au Bénin. Suite à cela, Geny *et al.* (1992) considèrent que la gestion durable de l'environnement se pose donc désormais en terme de déséquilibre entre besoins accrus d'une population en croissance rapide d'une part et ressources naturelles, d'autre part (figure 5).

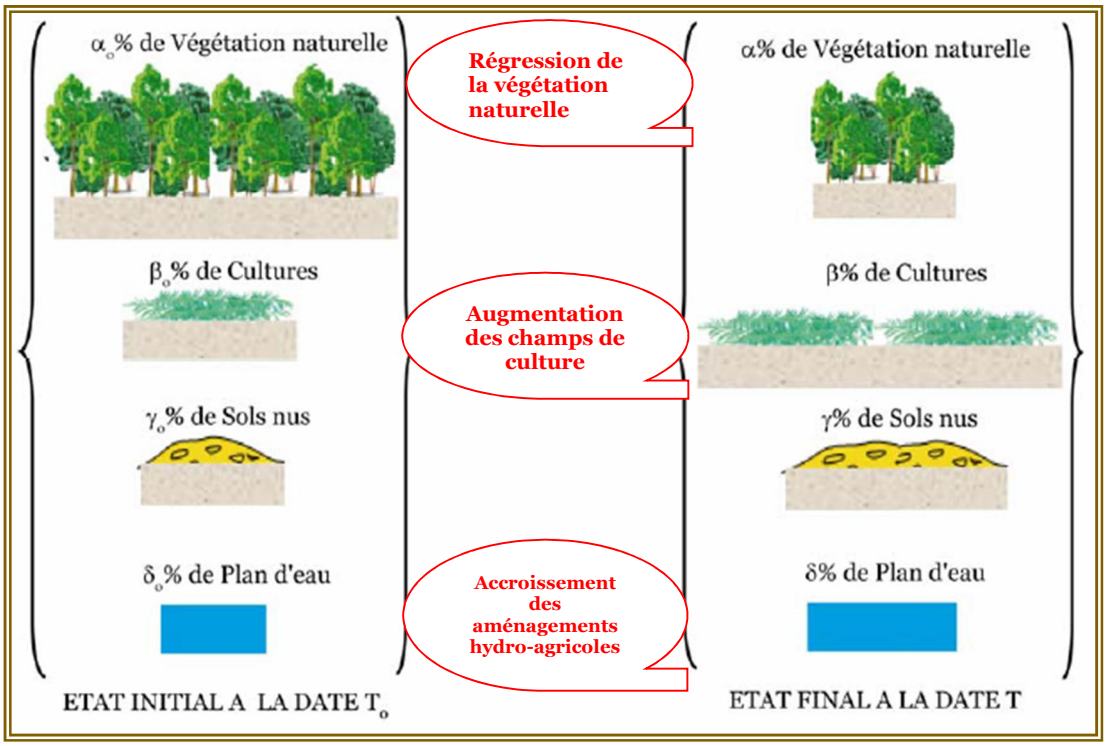


Figure 5 : Mode de transformation du milieu avec l'hypothèse d'un état fictif constitué à 100 % de végétation naturelle
Source *: Diello, 2007*

La figure 5 présente l'hypothèse d'un état « fictif zéro », assimilé à un milieu naturel sans actions anthropiques, dans des conditions climatiques normales, et constitué à 100 % de végétation naturelle, en même temps un schéma synthétique d'évolution du milieu, sous l'effet conjoint de l'homme et du climat, a été proposé. Depuis des décennies, il est constaté à l'échelle mondiale une intensification des activités industrielles et agricoles et une augmentation rapide de la population avec comme conséquence une dégradation environnementale sans précédent (Bloundi, 2005 ; Fangnon, 2012). En effet, la FAO (1985) estimait déjà que la disparition annuelle de près de 11,3 millions d'hectares de forêt est liée à la culture itinérante. Pour leur part,

Hahn-Hadjali *et al.* (1996), Mama et Sinsin (2002), Guèdou Gangbé (2005), parlant des facteurs de perturbations environnementales, ont souligné que les plus importants sont l'agriculture, le pâturage et les feux de végétation.

En outre, beaucoup d'opérations agricoles et forestières mal conduites par les paysans favorisent la dégradation de l'environnement (Sinsin, 1985). Partageant cette vision, Tenté (2005) soutient que dans les zones cotonnières du Bénin, la culture sur brûlis du coton vient au premier rang des pratiques agricoles qui obligent les paysans à défricher plusieurs hectares chaque année. De leur constat, Toko et da Matha (1999) trouvent aussi que l'adaptation de l'agriculture à la variabilité climatique est en partie responsable de la dégradation des ressources naturelles. Selon ces auteurs, l'agriculture était pratiquée pour la subsistance. Mais, l'introduction des cultures de rente (industrielles) comme le coton a intensifié l'utilisation d'outils modernes et des herbicides de synthèse qui ont considérablement modifié les pratiques culturales et le paysage agraire (Orou Séko *et al.*, 2013).

Après ses analyses, Diello (2007) fait un constat général et peu reluisant sur l'environnement. Il conclut que, l'environnement totalement naturel, au sens de « sans influence humaine », n'existe presque plus. Comprenant tous ces phénomènes, Toko constatait déjà en 2008 que les agriculteurs sont les principaux responsables mais aussi les principales victimes de la dégradation de l'environnement.

Au terme de cette synthèse bibliographique, il est à retenir que nombreuses recherches ont relevé l'impact de l'évolution des paramètres climatiques sur les activités humaines. De plus, il a été démontré que les stratégies paysannes développées pour y faire face sont plus responsables de la régression du couvert végétal en particulier et de la dégradation environnementale en général. A travers cette thèse, il est question d'examiner la vulnérabilité des moyens d'existence à l'évolution du climat d'une part et d'évaluer les impacts couplés des stratégies d'adaptation paysannes développées et de la croissance démographique sur l'environnement dans le département de l'Alibori d'autre part. Le département de l'Alibori n'a pas été objet d'étude prospective dans la dynamique climatique, démographique et environnementale. Ce sujet présente un intérêt pour une thèse en sciences de l'environnement du moment où les risques liés à la variabilité climatique risquent de perdurer et de s'amplifier au cours des prochaines années et décennies. C'est en cela que cette recherche apporte une analyse prospective de la croissance démographique et de la dynamique environnementale afin de tirer la

sonnette d'alarme sur l'amplification du déséquilibre et des conséquences néfastes de la relation non harmonisée Climat-Homme-Environnement.

1.2 Clarification des concepts

Quelques concepts fréquemment utilisés dans ce travail et par plusieurs autres auteurs méritent d'être clarifiés et contextualisés afin de faciliter la lecture et la compréhension.

1.2.1 Croissance et pression démographique

La croissance démographique est le changement pour cent en moyenne annuelle dans la population résultant d'un excédent (ou déficit) des naissances sur les décès et le solde des migrants qui entrent et sortent d'une localité (Jouve, 2004). Selon Balanchet (1989), la croissance démographique est le résultat des naissances, des décès et des migrations au sein de la population entre deux dates consécutives. Lorsque cette croissance est rapide et importante l'on parle de l'explosion démographique qui peut être vue comme une pression ou menace.

La pression démographique est définie comme un état de tension plus ou moins sévère existant entre l'effectif d'une population et les ressources dont elle dispose (Tabutin, 1995). Elle est fonction des naissances et de décès enregistrés sur une période donnée surtout à l'échelle annuelle. De ces deux définitions, il faut retenir que la pression démographique est la force qu'exerce l'homme sur son milieu (Gnanho, 2016).

Dans le cas de cette recherche, la définition de la croissance démographique va dans le même sens que celles précédemment évoquées comme étant l'augmentation de l'effectif d'une population sous l'effet de l'excédent des naissances sur les décès et des entrées de migrants sur les sorties. La pression démographique, quant à elle désigne pour ce travail celle que l'homme dans le but de satisfaire ses besoins exerce sur son environnement.

1.2.2 Stratégie d'adaptation

L'adaptation est tout d'abord l'ajustement des systèmes naturels ou anthropiques en réponse à des stimuli climatiques actuels ou attendus qui limitent les dommages et favorisent le développement d'opportunités (GIEC, 2001). Ainsi, dans les systèmes naturels, l'adaptation est réactive, tandis que dans les systèmes humains, elle peut également se faire par anticipation. Sa mise en œuvre peut s'envisager de différentes façons qui ont des implications en termes de décisions publiques (Smit et Skinner,

2002 ; Fankhauser et Burton, 2011). Les stratégies d'adaptation sont la capacité d'un système, d'une communauté, d'un individu à s'adapter aux effets et aux impacts d'une perturbation ou d'un stress sur les moyens d'existence.

Cependant, les stratégies d'adaptations endogènes dépendent essentiellement des ressources économiques, sociales et humaines d'une société (ENDA [Ecole Nationale D'Art] et CIAT [Compagnie Industrielle d'Application Thermique], 2005). Elle est également la capacité d'un système à s'adapter au changement climatique (y compris la variabilité climatique et les évènements climatiques extrêmes) afin de réduire les dommages potentiels, de tirer avantage des opportunités, ou de s'adapter aux conséquences (CARE [Cooperative for Assistance and Relief Everywhere], 2010). L´adaptation et l'atténuation aux effets des variabilités climatiques récentes et prévues font désormais partie des défis auxquels les sociétés actuelles et futures ont et auront à faire face (GIEC, 2007). Pour Issa (1995) et Adger (2006), les stratégies d'adaptation se résument à un ensemble de réajustements opérés ou auto-opérés à l'intérieur des systèmes naturel et humain, en réponse curative ou préventive aux stimuli climatiques actuels ou futurs ou à leurs effets en vue d'atténuer leurs nuisances ou d'en tirer opportunément profits.

Ces différents auteurs ont donné des définitions plus larges et englobantes. La stratégie d'adaptation est, pour le compte de ce travail, l'ensemble des moyens et méthodes développés par les communautés en vues de limiter ou d'atténuer les dommages causés ou causables spécifiquement par les extrêmes climatiques dans le département de l'Alibori.

1.2.3 Moyens d'existence durable ou "Sustainable Livelihood"

Les moyens d'existence englobent les capacités et les atouts (y compris les ressources matérielles et sociales) nécessaires pour vivre. Ainsi, Carney (1998) mentionne que les moyens d'existence sont durables lorsqu'ils permettent de s'adapter aux difficultés, de faire face à l'adversité, et de conserver ou améliorer les capacités et biens, tant dans l'immédiat qu'à l'avenir, sans autant compromettre la base de ressources naturelles. L'approche des moyens d'existence durable est une manière de penser aux objectifs, à la portée et aux priorités en matière de développement. Son but général est l'éradication de la pauvreté perçue tant en termes de pauvreté actuelle que de la vulnérabilité à la pauvreté. Cette approche permet une plus grande compréhension de la pauvreté et des stratégies mises en œuvre par les acteurs. Elle ne remplace pas les

autres approches, mais se base sur les leçons du passé et les évaluations récentes de la pauvreté (Carney, 1999). Pour Whitehead (2002), le « livelihood » intègre beaucoup de données (quantitatives et qualitatives) et peut permettre de fournir une analyse socio-économique et surtout politique sur ce que cachent les disparités entre ménages dans la mobilisation des atouts et le déploiement des stratégies de subsistance. Le sustainable Livelihood Approach qui représente l'approche d'étude des moyens d'existence se base essentiellement sur cinq (5) types de capitaux et leur articulation. Ces capitaux sont : le capital humain, le capital social, le capital physique, le capital financier et le capital naturel (Department For International Development [DFID], 1999).

Dans cette recherche, les moyens d'existence sont l'ensemble des acquis et pratiques permettant aux populations de faire face à leurs besoins. Ces acquis pour ce travail sont les conditions qu'offre le milieu et les pratiques ne sont rien d'autres que les activités menées notamment l'agriculture pour satisfaire les besoins. Contrairement aux autres auteurs, cette définition intègre aux moyens d'existence les potentialités naturelles du milieu.

1.2.4 Systèmes de culture et pratiques agricoles

Selon le Mémento de l'agronome (2002), le concept système de culture se rapporte à la manière dont les agriculteurs gèrent leurs parcelles dans la durée, en observant certaines règles implicites ou explicites. Chaque système de culture se caractérise par la nature des cultures et leur ordre de succession ainsi que les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures (Issa, 2012). Le système de culture peut donc être défini selon cet auteur comme « l'ensemble des techniques de combinaison des espèces cultivées, tenant compte des conditions climatiques et édaphiques, en vue d'obtenir un rendement maximum possible sur la parcelle avec un optimum d'intrants ».

Il existe deux systèmes de base : la polyculture et la monoculture. La polyculture pratiquée sous diverses formes (cultures multiples, cultures associées, cultures en assolement, cultures étagées, etc.), est le système de base de l'agriculture traditionnelle familiale de subsistance. Cette agriculture est toujours dépendante de la demande (habitude alimentaire, besoins d'échanges) et des facteurs physiques (climat, sol et topographie). La polyculture nécessite forcément l'association d'une culture principale avec une autre ou des cultures complémentaires de façon concomitante ou dans une

séquence pluriannuelle. Mais, la monoculture encore appelée culture pure est par essence la pratique consacrée pour les spéculations de rente sur les grands espaces.

Pour cette recherche, les systèmes de culture et pratiques agricoles sont l'ensemble des idées et techniques culturales actuelles et passées conçues par les producteurs dans l'unique objectif de satisfaire leurs besoins et d'améliorer leurs conditions de vie.

1.2.5 Vulnérabilité des moyens et modes d'existence

Etymologiquement, la vulnérabilité est le fait d'être sensible aux blessures, aux attaques ou d'éprouver des difficultés pour recouvrer une santé mise en péril (Thouret et D'ercole, 1996). Cette définition implique la prise en compte de deux effets de la vulnérabilité, les dommages potentiels ou la capacité d'endommagement des phénomènes naturels menaçants ; les difficultés qu'une société mal préparée rencontre pour réagir à la crise, puis restaurer l'équilibre en cas de sinistre (perturbations directes et indirectes, immédiates et durables). Ces deux aspects renvoient à deux approches du système de la vulnérabilité. L'approche classique qui consiste à mesurer l'endommagement potentiel des éléments exposés, la nouvelle qui intègre et complémente la première. Elle vise à cerner les conditions ou les facteurs propices aux endommagements ou influant sur la capacité de réponse à une situation de crise.

Pour le GIEC (1994), la vulnérabilité est la magnitude ou le degré auquel un système naturel ou humain est susceptible d'être détérioré ou de subir des dommages sévères en raison des changements climatiques. Elle est la résultante des trois facteurs que sont : i) le niveau d'exposition au risque ; ii) le niveau de sensibilité au risque et iii) la capacité d'adaptation. On pourrait dire que c'est le degré d'incapacité d'un système social à faire face aux effets défavorables des changements climatiques notamment, les incidences économiques et les phénomènes extrêmes (Ogouwalé, 2001).

La vulnérabilité est le degré selon lequel un système est susceptible, ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment à la variabilité du climat et aux évènements climatiques extrêmes (CARE-Bénin, 2010). Elle dépend du caractère, de l'importance et du taux de variation climatique auxquels un système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. La vulnérabilité est aussi le degré selon lequel un système est susceptible d'être atteint du fait d'une exposition à des perturbations ou à des stress (Niang-Diop, 2007). Selon le GIEC (2001), la vulnérabilité est le degré selon lequel un système est susceptible, ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes de la variabilité du climat et aux conditions

climatiques extrêmes. La vulnérabilité dépend de la capacité de résistance et de résilience d'un écosystème donné.

Les différentes définitions utilisées *supra* abordent un cadre général contrairement à ce que propose cette recherche où c'est seulement l'agriculture et les agriculteurs qui sont pris en compte. Alors, la vulnérabilité des moyens d'existence dans le cadre de ce travail est le degré d'exposition des producteurs aux effets néfastes des événements climatiques du département de l'Alibori.

1.2.6 Environnement

Alain (2006) a dans ses recherches fait une synthèse sur l'étymologie du mot environnement. Pour l'auteur, on trouve *environement* en français dès 1265 dans le sens de « circuit, contour» puis à partir de 1487 dans le sens « action d'environner ». Deux dictionnaires au XIX^{e} siècle attestent un emprunt à l'anglais *environment*. Ainsi, le mot provient du verbe *environner*, qui signifie action d'entourer. Lui-même est un dénominatif de environ, qui signifie alentours.

L'environnement est un milieu naturel, mais aussi un milieu concret construit par l'homme, et encore tout ce qui affecte le comportement de l'homme (George, 1970). Pour Goffin (1992), il est « le système dynamique défini par les interactions physique, biologique et culturelle perçues ou non entre l'homme, les autres êtres vivants du milieu, qu'ils soient naturels, transformés ou créés par l'homme». La notion d'environnement naturel, souvent désignée par le seul mot «environnement», a beaucoup évolué au cours des dernières décennies. L'environnement est aujourd'hui compris comme l'ensemble des composants naturels de la planète Terre, comme l'air, l'eau, l'atmosphère, les roches, les végétaux, les animaux, et l'ensemble des phénomènes et interactions s'y déroulant, c'est-à-dire tout ce qui entoure l'Homme et ses activités (Dictionnaire Grand Robert, 2001). Le mot environnement est polysémique, c'est-à-dire qu'il a plusieurs sens différents. L'environnement au sens d'environnement naturel qui entoure l'homme est plus récent et s'est développé dans la seconde moitié du XXe siècle. Il est défini selon le Dictionnaire Larousse (2010) comme « l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins », ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines».

D'après la FAO (2000), les composantes de l'environnement rassemblent le sol, les parcages, le fourrage, les forêts, la faune sauvage, les pêches et les ressources génétiques. Dans la grande famille des ressources naturelles, il faut distinguer deux grandes catégories : les ressources naturelles renouvelables (eau, végétation, etc.) et les ressources naturelles non renouvelables (gisements miniers). L'environnement est défini selon la loi cadre du 25 Février 1999 sur l'environnement en République du Bénin comme l'ensemble des éléments naturels et artificiels ainsi que des facteurs économiques, sociaux et culturels qui influent sur les êtres vivants et que ceux-ci peuvent modifier. L'environnement est aussi l'ensemble, à un moment donné, des agents physiques, chimiques et biologiques des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à long terme, sur les êtres vivants et les activités humaines (loi N° 98-030 du 25 février 1999). Pour Wokou (2014), c'est l'ensemble des écosystèmes naturels sur lesquels l'homme agit pour satisfaire ses besoins à travers les activités agricoles.

Dans la présente recherche, il serait trop prétentieux de vouloir aborder l'environnement dans toutes ses composantes. Certes, il comprend l'eau, l'air, le sol, les êtres vivants et leur interaction ; mais dans le cas présent, il serait question de la végétation ou du couvert végétal sous toutes ses formes.

1.2.7 Dynamique/dégradation environnementale

Le dynamisme d'un élément de l'environnement désigne les différents mouvements que peut connaître cet élément dans le temps et dans l'espace et ceci en raison des pressions ou des menaces qui pèsent sur ce dernier (Houndagba, 2015). Le dynamisme de l'environnement est donc le phénomène par lequel les différentes composantes environnementales se succèdent à un même endroit au cours du temps, en fonction des conditions du milieu et notamment du type de sol (Ozenda, 1982 et Arouna, 2012). Pour Gnanho (2016), la dynamique environnementale désigne l'ensemble des différentes mutations des composantes environnementales notamment la végétation, le sol et les eaux dans le temps et dans l'espace. C'est donc une évolution tendancielle de ces différentes composantes de l'environnement.

Par ailleurs, Mariko (1996) pense que beaucoup d'opérations agricoles et forestières mal conduites par les paysans favorisent la dégradation de l'environnement. Partageant cette vision, Toko et da Matha (1999) voient aussi l'agriculture en partie responsable de la dégradation des ressources naturelles. Le taux de dégradation du

couvert forestier à l'échelle nationale est estimé à 70.000 hectares par an (FAO, 2002). Ce phénomène se manifeste progressivement par la désertification, qui à court, moyen et long termes, réduisent la productivité agricole dans nos pays malgré le travail acharné de des populations (PNUD, 2013). Face à ce constat, Les objectifs principaux de l'initiative conjointe de la FAO et du PNUE (2007) sont de : freiner la dégradation environnementale générée par les pratiques agricoles actuelles, intensives et extensives, appliquées dans le coton en Afrique de l'Ouest ; en favorisant la mise en œuvre de solutions agricoles qui sont respectueuses de l'environnement, productives et rentables.

Pour cette recherche la dynamique environnementale renvoie à la dégradation qui s'observe à travers la destruction des formations végétales naturelles, la raréfaction et/ou la disparition de certaines espèces végétales.

1.2.8 Gestion durable de l'environnement

Il est évident que l'homme puise la quasi-totalité des ressources indispensables pour son bien être dans l'environnement. En effet, vers la fin du XX è siècle, l'ampleur des problèmes environnementaux a démontré que si rien n'est fait pour conserver la nature et améliorer l'environnement, l'humanité entière court à la catastrophe (Kamto, 1996 ; Houeha, 2002). C'est ainsi qu'au XXIe siècle, la protection de l'environnement est devenue un enjeu majeur, en même temps que s'imposait l'idée de sa dégradation à la fois globale et locale, à cause des activités humaines polluantes. La préservation de l'environnement est un des trois piliers du développement durable. C'est aussi le 7ème des huit objectifs du millénaire pour le développement, considéré par l'ONU comme « crucial pour la réussite des autres objectifs énoncé dans la Déclaration du Sommet du Millénaire» (www.un.org/french/events/rio 92).

A la conférence des nations unies sur l'environnement tenue en 1972 à Stockholm en suède, la question environnementale est devenue une préoccupation de la plupart des gouvernements du monde. La préservation de cet environnement est aujourd'hui au centre de nombreuses politiques environnementales dans le monde. Ainsi, à la conférence de RIO de Janeiro au Brésil en 1992, un intérêt particulier a été affiché pour la gestion de l'environnement en vue d'un développement durable. Cet intérêt s'est renforcé avec la conférence de Johannesburg en Afrique du sud en 2002. Conformément à tout cela, la lutte contre la dégradation de l'environnement est aujourd'hui de plus en plus préoccupante tant au niveau local qu'au niveau mondial

(Gbaï, 2015) car le développement qui ignore l'environnement conduit fatalement à porter atteinte à l'homme (OMS, 1992). C'est pourquoi UICN (1999), informe que les enjeux environnementaux comportent d'importants défis à relever pour inscrire la croissance économique dans la durée. La formulation d'une stratégie de gestion durable de l'environnement doit alors prendre en compte tous les volets économiques, agronomiques, etc. (Ochoun, 2011). En conséquence, dans tous les états de la planète, des actions sont menées pour veiller et/ou élever la conscience des populations en matière de protection de l'environnement (Haman, 2000).

Dans son rapport GEO-4, l'ONU-PNUE (2007) rappelle que la dégradation environnementale compromet le développement et menace les progrès futurs en matière de développement. Ce même rapport rappelle et alerte que l'utilisation non-durable des ressources naturelles, englobant les terres, les eaux, les forêts et la pêche, peut menacer les moyens d'existence individuels ainsi que les économies locales, nationales et internationales. Au regard de tout cela, l'on peut déduire que l'environnement peut grandement contribuer au développement et au bien-être humain, mais peut tout aussi bien accroître la vulnérabilité de l'homme, en engendrant de l'insécurité et des migrations humaines lors de tempêtes, de sécheresses. Toute action de l'homme doit tenir compte de l'équilibre durable (figure 6).

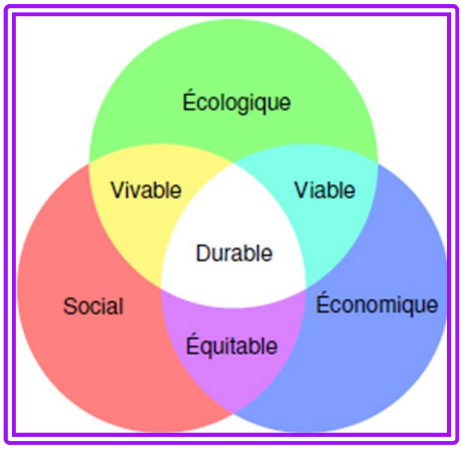


Figure 6 : Schéma du développement durable : à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable »

Au Bénin, pour sauvegarder l'environnement et le bien-être social, l'état s'est engagé en élaborant son agenda 21. Ce document accorde une importance particulière à la protection de l'environnement et à la promotion de la santé des populations car il est évident que l'homme tire les ressources nécessaires à son bien-être dans

l'environnement dans lequel il vit. La quête de sa survie permanente en relation avec son cadre de vie peut lui être fatale s'il n'en prend garde (Koutchika Ehinnou, 2006).

La gestion durable de l'environnement est donc la rationalisation de l'utilisation de toutes les composantes de notre entourage immédiat. A la différence de cette vision beaucoup plus large, elle concerne particulièrement dans cette recherche l'utilisation judicieuse de la végétation qui aujourd'hui est sujet à l'agropastoralisme extensif et à l'exploitation sélective de certaines ligneuses.

1.2.9 Scénario

Le scénario est un futur possible descriptible à partir d'un ensemble de variables régies par des relations fondamentales paradigmatiques cohérentes, elles-mêmes gouvernées par des forces motrices (GIEC, 2001 et Ogouwalé, 2006). C'est en raison de sa probabilité et de la part d'incertitude qui le caractérisent que le scénario diffère de la prédiction, et constitue la justification de la prospective. Les scénarios agro-climatiques servent à une prospective scientifique du rendement des cultures en termes de prévision en vue de préparer la décision (Gnanho, 2016). Dans le cadre de cette recherche le scénario est perçu comme une prospective scientifique de la dynamique environnementale.

1.3 Problématique

La problématique comprend la justification du sujet, les hypothèses et les objectifs de recherche.

1.3.1 Justification du sujet

Le climat conditionne le développement économique de l'Afrique, notamment dans les secteurs de l'agriculture (Viscel, 2006 ; Diello, 2007 ; Boko *et al.,* 2007). A cet effet, les problèmes liés aux variabilités climatiques occupent une importante place parmi les préoccupations majeures de notre siècle (Ouédraogo, 2001). La question émergente ayant trait à l'évolution du climat, est celle relative aux fortes températures et aux pluviosités déficitaires (Lawin, 2007). Sur ce, l'Afrique est connue comme une terre de contraste qui en matière de climat subit de très fortes variations (Ouédraogo, 2001). Il est en effet observé en Afrique de l'Ouest une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées, doublées d'une augmentation significative du nombre d'années sèches (Sircoulon, 1990). L'augmentation des températures, les sécheresses, l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies ainsi que les fortes inondations de

plus en plus nombreuses sont tous des facteurs qui compromettent sérieusement la sécurité des moyens de subsistance des personnes pauvres (CARE, 2010).

Au niveau national, le Bénin a connu, durant ces dernières décennies de fortes variabilités annuelles et spatiales de pluviosité et de température (Affouda, 1990 ; Guibert *et al.,* 2010 ; Kâté *et al.*, 2015). Il est constaté une augmentation significative de la température moyenne de plus de 1°C, une diminution perceptible de la pluviométrie de -5,5 mm/an en moyenne et du nombre moyen annuel de jours de pluie entre 1960 et 2008 dans les trois zones climatiques (Gnanglè *et al.,* 2011). Les contraintes climatiques liées au développement agricole au Bénin ont connu un regain d'intérêt après les sécheresses pluviométriques successives des années 1970 et 1980 (Bokonon-Ganta, 1987 ; Boko, 1988 ; Afouda, 1990 et Houndénou, 1999). Ainsi, l'agriculture subit le contre coup des contraintes climatiques, notamment les précipitations et les températures (Kouassi *et al.,* 2012). De ce fait, les déséquilibres agricoles observés sont provoqués par des anomalies et perturbations climatiques (Ogouwalé, 2004). L'agriculture est à cet effet soumise à de nombreux risques qui engendrent une variabilité relativement forte des rendements agricoles, tant quantitatifs que qualitatifs (Banque Mondiale, 2009 ; Courleux, 2008 ; Chetaille *et al.,* 2011). Les prévisions faites montrent que d'ici l'horizon 2025, les variabilités climatiques vont entrainer à l'échelle nationale une baisse considérable des rendements des principales cultures notamment le coton (-29 %), le riz (-12 %), le maïs (-9 %), le niébé (-5 %), l'igname (-4 %) (Bokonon-Ganta *et al.*, 2003).

Outre cela, la pression démographique a suscité de nouvelles exigences alimentaires plus importantes qu'auparavant au Bénin et dans le département de l'Alibori qui a vu sa population quadruplée entre 1979 et 2013 (INSAE, 2015). En complément aux contraintes relatives à la variabilité climatique, la pression démographique a elle aussi nécessité des efforts supplémentaires de la part des producteurs pour une augmentation des rendements afin de lutter contre l'insécurité alimentaire. Assurer une certaine "sécurité alimentaire" dans un contexte de baisse globale des précipitations et de hausse des températures, de manque de terres arables, de pauvreté sévère et d'une croissance démographique galopante est une question de survie pour les populations (FAO, 2006). Dans ce contexte, les pratiques agricoles encore traditionnelles et rudimentaires, ne permettent pas une augmentation des

rendements que par le biais d'un accroissement des superficies cultivées avec toutes les conséquences néfastes sur l'environnement (Diello, 2007).

Pour faire face à ces situations, les communautés rurales s'évertuent à s'adapter en développant des techniques endogènes comprenant, entre autres, la diversification des cultures, l'irrigation, la gestion des risques et des catastrophes (GIEC, 2007). Ainsi, dans le souci d'accroître leur production, elles augmentent les emblavures, intensifient l'utilisation des engrais chimiques de synthèse, ce qui accentue la dégradation des composantes environnementales (Dossoumou, 2010). Avec l'augmentation des effectifs de la population, on assiste à une augmentation des emblavures et un raccourcissement de la durée des jachères, contribuant à la destruction de la végétation et la dégradation des écosystèmes (FAO, 2002 ; Adjahossou, 2005). Il va sans dire que l'action de l'homme sur son environnement local contribue significativement à la déforestation (Programme des Nations-Unies pour le Développement [PNUD], 2013). L'on se pose alors la question de savoir comment les stratégies d'adaptation paysanne face à l'évolution climatique et démographique affectent-elles l'environnement dans le département de l'Alibori ? Cette question centrale se décline en trois questions spécifiques :

- quels sont les facteurs de production, les tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori ?
- par quelles stratégies les populations de l'Alibori s'adaptent-elles à la dynamique climatique et démographique ?
- Comment les stratégies d'adaptation paysanne des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique impactent-elles l'environnement dans le département de l'Alibori ?

1.3.2 Hypothèses de travail

Dans le département de l'Alibori, on admet que les stratégies d'adaptation paysanne aux tendances climatique et démographique engendrent des mutations agroenvironnementales. De cette hypothèse centrale, trois hypothèses de travail ont été émises afin de se faire une idée claire des informations à rechercher :

- ✓ le département de l'Alibori est caractérisé par des facteurs biophysiques favorables à la production et par des tendances à la baisse des hauteurs pluviométriques et à la hausse des températures ainsi qu'au croit démographique ;

- ✓ les populations de l'Alibori mettent en œuvre une diversité de stratégies dont l'augmentation des emblavures, le recours abusif aux intrants chimiques et l'abandon de la jachère;
- ✓ les stratégies d'adaptation aux tendances climatique et démographique basées entre autres sur l'augmentation des emblavures et l'abandon de la jachère engendrent d'importantes dégradations environnementales dans le département de l'Alibori.

La formulation de ces hypothèses a permis d'identifier les données à collecter et comment les traiter. L'exercice a abouti à circonscrire les objectifs de la recherche.

1.3.3 Objectifs de recherche

L'objectif global de cette recherche est d'étudier les impacts environnementaux des stratégies d'adaptations paysannes à l'évolution climatique et démographique dans le département de l'Alibori. De façon spécifique, il s'agit :

- ✓ d'analyser les facteurs de production et les tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori ;
- ✓ de caractériser les stratégies d'adaptation des populations aux tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori ;
- ✓ d'examiner les impacts environnementaux des stratégies d'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori ;

1.4. Cadre géographique de la recherche

Cette partie du Bénin est choisie pour plusieurs raisons notamment :

- le département de l'Alibori est une zone de transition entre les climats soudanien et sahélien. De ce fait, il est subit l'influence considérable du climat sahélien avec toutes ses conséquences sur la production agricole.
- le département de l'Alibori connait une démographie galopante suscitant des pressions sur les terres cultivables accompagnées des mutations agricoles et de changement rapide des composantes de l'environnement ;

Le département de l'Alibori est situé au Nord du Bénin entre 10°32'44" et 12°33'59" de latitude nord et entre 2°00'06" et 3°50'55" de longitude est. La commune de Kandi est le chef-lieu de département (figure 7).

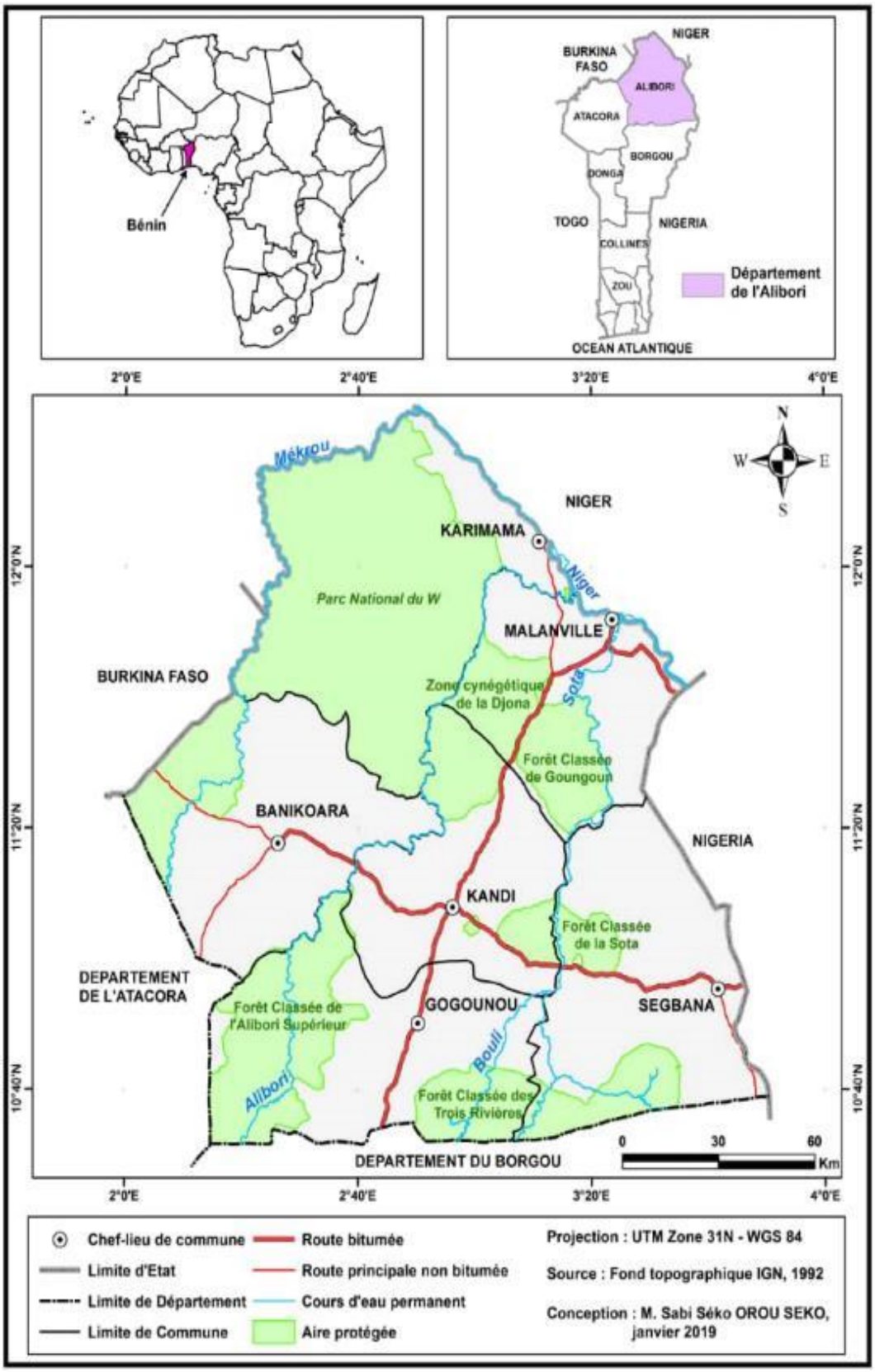


Figure 7 : Situation géographique et administrative du département de l'Alibori

Le département de l'Alibori couvre une superficie de 26 242 km² (23 % du territoire national). Il est limité à l'Est par la République Fédérale du Nigeria, au Nord par le

Burkina-Faso et la République du Niger, au Sud par le département du Borgou et à l'Ouest par le département de l'Atacora. Subdivisé en six Communes (Banikoara, Gogounou, Ségbana, Kandi, Malanville et Karimama), le département de l'Alibori compte au total 229 villages. Les principales activités sont l'agriculture et l'élevage.

La justification du sujet, la clarification des concepts utilisés et la délimitation du champ de l'étude étant déjà faites, le chapitre II s'occupe des grandes lignes de la démarche méthodologique qui ont servi à l'analyse des tendances climatiques et démographiques dans le département de l'Alibori, à l'identification des stratégies d'adaptation paysanne et à la caractérisation environnementale à l'horizon 2050 ainsi que la formulation des stratégies de gestion durable de l'environnement.

CHAPITRE II : DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Le chapitre II présente les méthodes de calculs statistiques pour l'appréciation des tendances climatique et démographique ainsi que les méthodes d'investigations socio-anthropologiques utilisées pour connaitre les mutations agricoles et environnementales. Il y est exposé également les sources et la qualité des données, les informations collectées et les techniques de collecte utilisées dans le département de l'Alibori.

2.1 Types et sources des données utilisées

Les données climatologiques, démographiques, planimétriques, socio-anthropologiques et agricoles ont été utilisées dans le cadre de cette recherche.

2.1.1 Données climatologiques

La tendance climatique dans le secteur de l'étude a été analysée à l'aide des données issues des stations de Kandi, de Banikoara, de Malanville et de Ségbana. Il s'agit notamment des précipitations, des températures, de l'insolation, de l'humidité relative et de la vitesse du vent. Ces données climatologiques utilisées couvrent la période de 1951 à 2015 et sont obtenues à l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA). Les Communes de Karimama et Gogounou ne sont pas prises en compte à cause des manquants d'au moins 20 ans dans la série des données collectées. Les données des stations de Gaya, Bembèrèkè et Kalalé ont été utilisées comme stations témoins lors de la réalisation des champs moyens mensuels et annuels. Ces stations ont été choisies en complément, à cause de leur proximité au secteur de l'étude et de la disponibilité des données couvrant la période de l'étude. Seule la station de Kandi est synoptique (tableau I).

Tableau I : Stations parcourues

N°	Noms des stations	Type	Lat.	Long.	Altit.	Mesures	Nbre d'obs/jrs	Années de création
1	Banikoara	P	11°18 N	2°26 E	310 m	Précipitations	1	1954
2	Kandi	Snop	11°08 N	2°56 E	290 m	Précipitations, température	8	1921
3	Malanville	P	11°52 N	1°39 E	160 m	Précipitations	1	1942
4	Ségbana	Clim	10°56 N	3°42 E	277 m	Précipitations	3	1954

Source : *ASECNA, 2015*

Légende : P= Pluie ; Snop= Snoptique ; Clim= Climatique

Le tableau I présente les quatre stations retenues pour mieux examiner la tendance climatique du département de l'Alibori.

2.1.2 Données cartographiques de bases existantes et satellitales

Les données planimétriques notamment les cartes pédologiques, hydrographiques, topographiques et géomorphologiques réalisées au 1/200 000 par Volkoff (1970) ont été utilisées pour mieux apprécier les aspects physiques du secteur d'étude. En outre, la cartographie des changements d'état de l'occupation des terres a été réalisée à partir des images satellites et des points GPS (Global Positioning System). Les images mosaïquées utilisées sont : les images Landsat TM de 1990 ; les images Landsat ETM^{+} de 2006 et les images Landsat OLI de 2015.

2.1.3 Données démographiques et agricole

Les données démographiques des Communes de Banikoara, Kandi, Ségbana, Gogounou, Karimama et Malanville de 1979, 1992, 2002 et 2013, archivées à l'INSAE ont été obtenues pour analyser l'évolution de la population. Les données quantitatives de la population en fonction du genre et de la tranche d'âge ont été également obtenues et étudiées.

Les informations sur la production et les rendements par culture ont été extraites des compendiums statistiques du MAEP, de l'ONASA et de l'ONS. Les données de productions agricoles ont servi à l'étude de l'évolution des surfaces emblavées. Le choix des principales cultures repose sur leurs importances dans la production agricole et dans les habitudes alimentaires des populations du département de l'Alibori. Ainsi, les cultures telles que le coton (*Gossipium hisurtum*), le maïs *(Zea mays*), l'arachide *(Arachis hypogea)*, l'igname (*Ipomoea batatas*) et le manioc (*Maniho esculenta*) ont été choisies.

2.1.4 Données socio-anthropologiques

Les informations sur les effets de la variabilité climatique sur l'agriculture et sur l'environnement dans le département de l'Alibori ont été recueillies auprès des populations cibles et des agents de l'Etat opérant dans le domaine de l'agriculture et de l'environnement. Des informations socio-anthropologiques obtenues auprès des populations ont permis de mieux cerner les perceptions locales sur la dynamique du couvert végétal et ses facteurs explicatifs.

2.2 Collecte des données

La collecte des données a pris en compte la recherche documentaire et l'enquête de terrain. Toutes les informations qualitatives et quantitatives ayant trait au sujet de recherche ont été collectées. Ces deux phases inter-liées ont été menées conjointement.

2.2.1 Recherche documentaire

La recherche documentaire a été menée dans plusieurs centres de documentation et structures spécifiques. Elle a permis de faire le point des connaissances relatives au sujet de recherche. Les centres de documentation de l'Université d'Abomey-Calavi (DGAT, FSA etc.) et de certaines structures comme ONASA, MAEP, ONS, CARDER, INRAB ont été fréquemment visités. Les centres de documentation des institutions nationales et internationales (FAO, PNUD, etc.) ont été également visités afin d'obtenir des informations spécifiques sur le climat, l'environnement et la sécurité alimentaire. Ces informations ont été complétées par les travaux de terrain et la webographie.

2.2.2 Travaux de terrain et outils de collecte des données

La collecte des informations socio-anthropologiques auprès des populations cibles s'est déroulée en deux phases.

La première phase est faite au cours de la saison culturale (mai à septembre) afin de mieux cerner les techniques de production agricole, les difficultés liées à la mise en œuvre de ces activités ainsi que les différentes stratégies développées par les populations de l'Alibori. Cette phase a été facilitée par le Diagnostic Rapide ou le Rapid Rural Appraisal (RRA) qui a permis d'effectuer des pré-enquêtes sur le terrain dans le but d'identifier les villages fortement agricoles et les personnes ressources à interviewer.

La deuxième phase facilitée par l'usage de la technique de Méthode Active de Recherche Participative (MARP) s'est déroulée en saison sèche. Elle a permis de collecter des informations sur les activités de récolte auprès des producteurs, de gestion des pénuries d'eau et de pâturage pour les animaux auprès des agro-éleveurs. Des descentes ont été faites de façon continue en fonction des besoins pour l'obtention d'informations nécessaires à la réalisation de ce travail.

Les outils de collecte de données sont constitués des fiches techniques, d'une série de questionnaires, d'un guide d'entretien, d'une grille d'observation. Ces derniers ont permis l'échange avec la population cible et ont facilité l'obtention des informations

nécessaires pour cette recherche. Les matériels de travail utilisés concernent les cartes de situation du milieu et un appareil photo numérique. Les cartes de situation ont été utilisées pour s'orienter et pour faciliter le déplacement à l'intérieur de la zone de recherche. L'appareil photographique a quant à lui, permis de prendre des vues instantanées des systèmes culturaux pratiqués, des cultures dans les champs, des cultures exposées aux risques de sécheresse et d'inondation, des techniques de labour, de l'état de l'environnement, etc. Ces travaux de terrain ont été possibles grâce à un échantillonnage préalablement établi.

2.2.3 Echantillonnage et choix des cultures

L'échantillonnage pour cette recherche est fait à plusieurs degrés (des populations agricoles aux personnes ressources). Le choix des Communes, des arrondissements et des villages est fait en raison de l'importance de la taille des ménages agricoles et de l'intensité des activités agricoles (tableau II).

Tableau II : Récapitulatif des Communes, arrondissements et villages parcourus

Communes	Arrondissements	Villages
Banikoara	Banikoara	Arbonga
	Founougo	Kanderou
	Goumori	Gbassa
	Soroko	Gbénigui
Kandi	Bensekou	Bensekou ; Koutakroukou
	Angaradebou	Alfakoara ; Angaradebou
Ségbana	Libantè	Libantè ; Sahonzi
	Liboussou	Liboussou ; Lété
Malanville	Guéné	Guéné II
	Madécali	Sendé
	Garou	Garou I ;

Source : *Enquête de terrain, octobre 2017*

Il ressort de l'observation du tableau, que sur les six Communes (Banikoara, Gogounou, Kandi, Karimama, Malanville et Ségbana) du département de l'Alibori, quatre ont été retenues pour les enquêtes de terrain. En outre, sur les quarante et un arrondissements, ont été parcourus. Le choix des villages est fondé sur le niveau d'implication dans les activités agricoles. La taille de l'échantillon a été définie par Commune en utilisant la formule de Schwartz (1995).

$$\beta = Z\alpha^2 \times pq/i^2 \qquad \textbf{(1)}$$

Avec :

β = taille de l'échantillon ;

Zα = 1,96 : Ecart réduit correspondant à un risque α de 5 % ;

p = n/N avec p la proportion des ménages agricoles du département

n = nombre de ménages agricoles par Commune ;

N = nombre total de ménage dans le département ;

i = précision désirée égale à 5 % ;

q = 1- p ;

$\beta = (1,96)^2 \times p(1-p)/0,05^2$. β a été déterminé pour quatre Communes sur les six du département de l'Alibori en raison du manque de données climatologiques dans les Communes de Karimama et de Gogounou sur la période d'analyse (tableau III).

Tableau III : Localités d'enquête et unités d'observation dans le département de l'Alibori

	Arrondissement	pop/agricole	Total des ménages agricoles	q	P	d2	Zα2	N	Nx 15/100
BANIKOARA	Kanderou	467	4 414	0,9	0,1	0,0	3,8	145,4	22
	Gbéniki	119	1 129	0,9	0,1	0,0	3,8	144,8	22
	Gbassa	501	3 769	0,9	0,1	0,0	3,8	120,1	18
	Arbonga	380	4 914	0,9	0,1	0,0	3,8	106,3	16
MALAN VILLE	Garou I	815	3 551	0,9	0,1	0,0	3,8	129,1	19
	Guéné II	548	4 766	0,9	0,1	0,0	3,8	93,3	14
	Sendé	258	2 528	0,8	0,2	0,0	3,8	241,1	36
KANDI	Angaradebou	1 131	3 589	0,7	0,3	0,0	3,8	320,6	48
	Alfakoara	739	3 589	0,8	0,2	0,0	3,8	94,5	14
	Bensekou	516	790	0,3	0,7	0,0	3,8	282,7	42
	Koutaroukou	200	790	0,7	0,3	0,0	3,8	94,5	14
SEGBANA	Libantè	871	1 941	0,6	0,4	0,0	3,8	464,3	70
	Sahonzi	220	1 941	0,6	0,4	0,0	3,8	351,8	53
									392

Source : *Enquête de terrain, octobre 2017*

De l'observation du tableau III, il ressort qu'au sein de la population, trois cent quatre-vingt-douze (392) personnes ont été interviewées. Cet échantillon a été complété par une liste de personnes ressources qui détiennent de savoir sur l'objet de l'étude (tableau IV).

Tableau IV : Répartition des personnes ressources enquêtées

Communes	Titre/ Responsabilité des acteurs retenus	Nombre de responsables enquêtés
Banikoara	RDR/ Banikoara	5
	Président du Conseil Consultatif National des Producteurs de Coton (CCNPC)	
	Agents des eaux et forêts	
	Président communal des producteurs de coton	
Kandi	RDR/ Kandi	4
	Agents des eaux et forêts	
	Président départemental des producteurs de coton	
Malanville	Président communal des maraîchers	2
	RDR/Malanville	
Ségbana	RDR/ Ségbana Responsable des producteurs	3
Total		**14**

Source : *Enquête de terrain, octobre 2017*

Au total, quatre cent six (406) personnes ont été interrogées dans le département de l'Alibori. Seul le chef de ménage a été interrogé. Le choix des interlocuteurs repose sur au moins un des critères (critères de choix non cumulatifs) suivants : (i) être âgé d'au moins quarante (40) ans, (ii) avoir vécu dans la localité tout au moins les vingt (20) dernières années avant l'enquête et (iii) être un acteur de production agricole. Quant aux personnes ressources (personnel des CARDER, agents des eaux et forêts, élus locaux, etc.), elles sont choisies en fonction de leur responsabilité dans le secteur agricole du milieu ou de leur connaissance des relations climat-production agricole et environnement.

2.3 Traitement des données et analyse des résultats

Les questionnaires remplis et renseignés ont subissent un traitement manuel. Les résultats obtenus des perceptions de la population sur les dynamiques climatique, démographique et environnementale ont été intégrés dans le logiciel SPSS afin de tester leur significativité. L'ensemble des différentes données quantitatives ont été traitées par les logiciels chronostat et instat+. Ce traitement est fait par objectif spécifique retenu pour cette recherche.

2.3.1 Analyse de la tendance climatique dans le département de l'Alibori

Les paramètres climatiques de 1951 à 2015 dans le département de l'Alibori ont été analysés pour mieux apprécier leur répartition dans le temps et l'espace. Cette phase

passe par l'analyse du rythme climatique qui prend en compte plusieurs paramètres climatiques.

2.3.1.1 Comblement des données pluviométriques manquantes

Les données issues des fichiers des valeurs brutes des hauteurs des pluies, des températures, de l'ETP, de l'humidité relative et de la vitesse des vents ont été soumises à des vérifications systématiques.

Les données manquantes ont été reconstituées sur l'ensemble des stations retenues. Ce travail a permis de constituer la banque de données opérationnelle utilisée pour les calculs. L'estimation des données manquantes est entachée d'incertitudes, et ce, quel que soit le procédé mis en œuvre, l'essentiel, c'est de décrire l'approche utilisée (Issa, 2012 ; Zakari, 2015). Le comblement des données manquantes a été fait par la méthode ACP dans le logiciel HYDROLAB. Cette méthode simple et rapide permet de corriger les lacunes à l'aide des observations disponibles (Ogouwalé, 2013). Une vérification manuelle systématique des fichiers de données brutes des hauteurs de pluies et des températures a permis d'éliminer des données manifestement fausses certainement dues à des erreurs de saisie. Les données manquantes ont été comblées. Ainsi, les données climatologiques manquantes ont été reconstituées grâce à une méthode de comblement par prévision après corrélation. La corrélation est établie soit entre les données de différentes années sur la même station, soit entre les données de la station d'étude et celles d'une station voisine. Cette corrélation est retenue si et seulement si le coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 0,75 (Zakari, 2015).

La méthode de comblement par prévision est utilisée pour prévoir la valeur capitalisée à partir des valeurs existantes. La valeur prévue est une valeur x pour une valeur y donnée. Les valeurs connues sont des valeurs x et y existantes, et la nouvelle valeur prévue est calculée par régression linéaire à partir de la méthode des moindres carrées ordinaires. L'équation de la fonction de prévision est $y = a + bx$

$$\text{Où } a = \bar{y} - b\bar{x} \text{ et } b = \frac{\sum(x-\bar{x})\,(y-\bar{y}}{\sum(x-\bar{x})^2} \quad \textbf{(2)}$$

Avec x et y les moyennes d'échantillon moyenne (x_connus) et moyenne (y_) **x** représente l'observation dont la valeur va être prévue ; y_connus représente la matrice ou la plage de données dépendante ; x_connus représente la matrice ou la plage de données indépendante.

2.3.1.2 Détection des années de rupture dans les séries temporelles

Une « rupture » de stationnarité est recherchée pour apprécier l'évolution des précipitations dans le secteur de l'étude. Elle peut être définie par un changement dans la loi de probabilité d'une série chronologique à un instant donné (Lubès *et al.*, 1998). La détection des moments probables de rupture dans les séries temporelles vise à vérifier la non stationnarité des séries pluviométriques et à valider l'hypothèse sur la baisse pluviométrique, depuis la fin des années 70. La détection des ruptures a été faite à partir des différents tests statistiques (Pettitt, 1979) et la procédure de segmentation de Hubert *et al.* (1989). Elle a pour finalité de scinder une longue série en deux sous séries pour des analyses approfondies.

- Test de Pettitt

L'approche non paramétrique de Pettitt (1979) permet de détecter les « ruptures » dans la série pluviométrique du département de l'Alibori. Ce test dérive du test de Mann-Whitney. L'absence de rupture dans la série (Xi) de taille N constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (Xi) i=1 à t et t+1 à N appartiennent à la même population. Ce test repose sur le calcul de la variable Ut, N définie par :

$D_{ij} = \mathrm{sgn}(x_i - x_j)$ avec $\mathrm{sgn}(Z) = 1$ si $Z > 0$; o si $Z = 0$ et -1 si $Z < 0$. **(3)**

Soit KN la variable définie par le maximum en valeur absolue de $U\,t\,N$, pour t variant de 1 à N-1. Si K désigne la valeur de KN prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par :

$$\mathrm{Prob}(K_N > K) \approx 2\exp\left(-6K^2/\left(N^3 + N^2\right)\right) \quad \textbf{(4)}$$

Pour un risque α de première espèce donné, si $\mathrm{Prob}(K_N > K)$ est inférieure à α, l'hypothèse nulle est rejetée. Ce test est réputé pour sa robustesse.

- Test de Mann-Kendall

Le Test de Mann-Kendall est un test non paramétrique permettant de mesurer le degré de signification de la tendance et les ruptures de stationnarité dans la série pluviométrique.

Soit x1, xT une séquence de données. A chaque xi est associé un nombre n_i comptabilisant les éléments xj tel que i>j et $x_i > x_j$. La statistique s'écrit alors :

$$t = \sum_{i=1}^{T} nj \qquad \textbf{(5)}$$

,

Celle-ci sous l'hypothèse nulle de l'absence de tendance, suit une loi de répartition

$$E(t) = \frac{T(T-1)}{4} \quad ; \quad \text{var}(t) = \frac{T(T-1)(2T+5)}{72} \qquad \textbf{(6)}$$

$$U(t) = \frac{t - E(t)}{\sqrt{\text{var}(t)}} \qquad \textbf{(7)}$$

Sa formule est alors :

A cette statistique est associée une probabilité de signification, celle de détecter une tendance alors qu'il n'en existe pas. L'application progressive du test décrite par Koumassi (2014), permet de déterminer de manière détaillée les périodes où des groupes de valeurs supérieures ou inférieures à la moyenne apparaissent.

2.3.1.3 Calcul des indices pluviométriques

Le calcul des indices pluviométriques et thermométriques permet de dégager les grandes tendances dans les séries chronologiques. A l'échelle interannuelle, ils permettent de mettre en évidence les phases déficitaires et les phases excédentaires. Ils sont calculés à partir de la formule suivante :

$$x'_i = \frac{x_i - \overline{x}}{\sigma(x)} \qquad \textbf{(8)}$$

Avec x' la variable centrée réduite pour l'année i ; *x* la moyenne de la série chronologique sur la période 1951-
2015.

L'indice pluviométrique est bien adapté au suivi des variations de la dynamique de la végétation en relation avec l'évolution des précipitations (Diallo *et al.*, 2011).

Le Filtre Passe Bas de Hanning d'ordre 2 a été aussi utilisé pour avoir une meilleure visualisation des tendances. Cette méthode permet d'éliminer les variations saisonnières des données. Ce filtre est effectué au moyen des équations recommandées par Assani (1999). Selon cette méthode, chaque terme de la série est calculé de la manière suivante :

$(\boldsymbol{t}) = 0{,}06_{(t-2)} + 0{,}25_{(t-1)} + 0{,}38_{(t)} + 0{,}25_{(t+1)} + 0{,}06_{(t+2)}$

Pour $3 \leq t \leq (n-2)$

$(\mathbf{1}) = 0{,}54x_{(1)} + 0{,}46x_{(2)}$

$(\mathbf{2}) = 0{,}25x_{(1)} + 0{,}50x_{(2)} + 0{,}25x_{(3)}$

$(\boldsymbol{n}-\mathbf{1}) = 0{,}25_{(n-2)} + 0{,}50_{(n-1)} + 0{,}25_{(n)}$

$(\boldsymbol{n}) = 0{,}54_{(n)} + 0{,}46x_{(n-1)}$

Pour mieux visualiser les périodes de déficit et d'excédent pluviométrique, ces moyennes mobiles pondérées sont ensuite centrées et réduites en utilisant la formule de la variable centrée réduite.

2.3.1.4 Méthode de détermination des moyennes

La formule utilisée pour la détermination de la moyenne est :

$$\boldsymbol{M = \frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n} xi} \qquad \textbf{(9)}$$

Avec M : moyenne, N : effectif total des modalités et Xi : modalités du caractère étudié. La moyenne a été utilisée pour le calcul des hauteurs de pluies et températures moyennes mensuelles et annuelles. De même, les moyennes ont été calculées pour l'humidité relative, la vitesse du vent, les statistiques agricoles.

2.3.1.5 Analyse des dates de démarrage et de fin de la saison des pluies

La détermination du début, de la fin et de la durée de la saison pluvieuse s'est faite suivant les critères de Guèye et Sivakumar (1992). Elle a été déterminée à travers un travail manuel qui a permis de déterminer les dates de débuts et de fins des saisons.

2.3.1.6 Détermination de la longueur de la saison des pluies

Selon les critères de Guèye et Sivakumar (1992), la date de Début de la Saison des Pluies (DSP) est le premier jour après le 1er mai. La hauteur de pluie cumulée avec celle des deux jours précédents atteint 20 mm et plus, sans qu'il ne soit suivi pendant les trente jours suivant une séquence sèche excédant sept jours. La Fin de la Saison Pluvieuse (FSP) correspond au jour où, après le 1er septembre, il n'y a plus de pluie pendant deux décades consécutives. La Longueur de la Saison Pluvieuse (LSP) correspond à la différence en jours entre les dates de fin et de début des pluies.

2.3.1.7 Détermination des années extrêmement sèches et extrêmement humides

Le choix de l'Indice Standardisé des Précipitations (SPI), mis au point par McKee *et al.* (1993), reflète l'impact de la sécheresse ou d'inondation sur la disponibilité des ressources en eau pour les cultures pluviales (Soro *et al.*, 2014).

L'indice standardisé des précipitations, ou en anglais Standardized Precipitation Index (SPI) s'écrit selon la formule suivante :

$$\mathbf{Tx} = \boldsymbol{Xi} - \frac{\boldsymbol{Xm}}{\boldsymbol{Si}} \qquad \boldsymbol{(10)}$$

Où *Xi* est le cumul de la pluie pour une année *i*; *Xm et Si*, sont respectivement la moyenne et l'écartype des pluies annuelles observées pour une série donnée. Le calcul de cet indice permet de déterminer la sévérité de la sécheresse selon différentes classes (tableau V).

Tableau V : Classification de la sévérité de la sécheresse et des années humides

Classes du SPI	**Degré de la sécheresse**
SPI>2	Humidité extrême
1<SPI<2	Humidité forte
0<SPI<1	Humidité modérée
-1<SPI< 0	Sécheresse modérée
-2<SPI<-1	Sécheresse forte
SPI<-2	Sécheresse extrême

Source : *Mckee et al. (1993) et Bergaoui* et *al. (2001)*

L'examen du tableau V montre que l'échelle d'appréciation du degré de sécheresse varie de la sécheresse extrême (SPI < -2) à l'humidité extrême (SPI >2). La sécheresse est forte lorsque l'indice standardisé de précipitation est compris entre - 2 et -1 tandis qu'on parle d'humidité forte si SPI est compris entre 1 et 2. Les valeurs modérées de la sécheresse et de l'humidité s'établissent respectivement entre -1 et 0 et entre 0 et 1.

2.3.1.8 Détermination des séquences sèches

Les séquences sèches sont des successions ordonnées de jours non pluvieux pendant une période donnée. Ainsi, Zakari *et al.* (2012) considèrent dans leur travail qu'un jour est considéré comme sec si la quantité d'eau précipitée est inférieure à 0,1 mm. Pour ce travail, les séquences sèches sont classées selon leur durée en quatre (4) classes :

- S1 = classe de Ss de durée 1 à 3 jours ;
- S2 = classe de Ss de durée 4 à 7 jours ;
- S3 = classe de Ss de durée 8 à 14 jours ;
- S4 = classe de Ss de durée >14 jours.

Cette nomenclature de pluies journalières, choisie en référence aux normes internationales paraît judicieux et se justifie par le fait que le milieu d'étude est situé au Nord-Bénin, où les pluies ont une corrélation positive avec celles des régions du Sahel atlantique (Houndénou et Hernandez, 1998 ; Zakari *et al.*, 2012).

2.3.2 Analyse de la tendance démographique

L'appréciation de la dynamique démographique passe par l'étude des données statistiques actuelles et futures de la population.

2.3.2.1 Détermination du taux d'accroissement de la population

La dynamique de la population dans le département de l'Alibori est analysée par les taux d'accroissement des périodes 1979-1992 ; 1992-2002 ; 2002-2013 ; 1979-2013 et entre 2013-2050. Ils ont été déterminés en utilisant la formule :

$$TAD = \left[\left(\frac{Pt - Po}{t} \right) / \left(\frac{Pt + Po}{2} \right) \right] \times 100 \quad \textbf{(11)}$$

Avec,
TAD : Taux d'accroissement démographique ;
Pt : Population à la date t ;
Po : population initiale ;
t : durée.

Ce protocole statistique contextualisé (Fangnon, 2012 ; Agoïnon, 2012 ; Wokou, 2015) est utilisé pour la détermination du taux d'accroissement de la population en général et des actifs agricoles en particulier.

2.3.2.2 Estimation de la population à l'horizon 2050

- **Hypothèses et paramètres de projection**

Les projections ont été faites sur la base des hypothèses et paramètres reconnus par Wokou (2015) notamment :

- **échelle des valeurs :** les valeurs utilisées sont en unité pour les différents effectifs des populations et en nombre décimal pour les différents taux et indices ;
- **période de projection et population de l'année de référence :** les projections sont faites sur la période 2013-2050. L'année 2013 a servi de

référence des données de base. L'effectif de la population de cette année de référence issue du $RGPH_4$ de février 2013 a été considéré.

- **solde migratoire :** la migration est un phénomène encore peu maitrisée au Bénin, de telle sorte qu'il n'est pas aisé d'avoir des taux nets de migration. Cette non disponibilité des données sur l'émigration tant sur le plan national que local a conduit à l'hypothèse de migration nulle pour les présentes projections.

➢ **détermination de la population à l'horizon 2050**

Sur la base du taux d'accroissement naturel déterminé à partir des années 2002 et 2013, les valeurs extrapolées de la population à l'horizon 2050 (Dossoumou, 2010) résultent de l'application de la formule :

$$Paf = Paie^{r(af-ai)} \qquad \textbf{(12)}$$

Avec,

Pai : la population de l'année initiale (2013) ;

Paf : la population de l'année de projection (2050) ;

af – ai : l'écart entre l'année de projection et l'année initiale et

r le taux d'accroissement annuel où

$$r = \left[Log\,(P2 / P1)\right] / t \qquad \textbf{(13)}$$

avec,
P1 et *P2* = populations des années considérées ;
t = différence entre les deux années considérées.

2.3.3 Analyse de la vulnérabilité et des mutations agricoles dans le département de l'Alibori

L'appréciation de la vulnérabilité et des mutations agricoles passe par l'utilisation de la matrice d'identification et du coefficient de Ruthemberg

2.3.3.1 Matrice d'identification des pratiques agricoles

Le tableau VI présente la matrice d'identification et d'analyse des pratiques agricoles.

Tableau VI : Matrice d'identification et d'analyse des pratiques agricoles

Année	**Typologie de système cultural/Pratiques agricoles**				**Observations/ appréciation**
	Traditionnelles	Améliorées	Disparues/rares	Apparues	
A_{n+1}					
A_{n+2}					
A_{n+3}					
A_{n+n}					

***Source** : OCDE (2000) modifié par Wokou et al. (2012b)*

A_{n+1}= 1ère année, A_{n+2}= 2ème année, etc.

La matrice d'identification (tableau VI) a permis de faire la synthèse et le diagnostic des données relatives aux pratiques agricoles dans le département de l'Alibori. Elle a permis d'analyser et d'apprécier l'évolution observée dans le rang des pratiques agricoles.

2.3.3.2 Détermination du coefficient de Ruthemberg (R)

Pour mieux apprécier les systèmes culturaux les plus pratiqués dans le département de l'Alibori, le coefficient de Ruthenberg noté R a été calculé suivant la formule :

$$R = \frac{(Nc)}{(Ut+Tj)} \times 100 \text{ , avec : } \quad \textbf{(14)}$$

Nc : le nombre d'années de mise en terre d'une culture ;

Ut : la durée totale d'utilisation de la terre avant la jachère ;

Tj : la durée de la jachère.

Les pratiques agricoles observées sur le terrain n'ont pas les mêmes degrés d'usage.

Si la valeur de :

- R> 66 ; on parle d'un système de culture permanente ;

- R< 33 ; on parle d'un système de culture itinérante ;

33 <**R** < 66 ; on parle d'un système de jachère.

Ce coefficient R permet dans un premier temps d'identifier le type de système cultural dominant dans une localité donnée (Ruthenberg, 1980).

2.3.3.3 Impacts de la dynamique climatique sur les moyens d'existence

La matrice des risques climatiques proposée par l'Institut de la Banque Mondiale qui obéit à plusieurs étapes est utilisée. Cette recherche prend trois en compte en se référant aux études antérieures et à la documentation. Il s'agit de :

- l'identification des risques climatiques affectant les moyens d'existence dans le département de l'Alibori que sont l'augmentation de la température, le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement des saisons des pluies, la sècheresse agronomique, inondations sporadiques et la prolifération des ravageurs ;
- la détermination des probabilités d'occurrence de ces différents risques ;
- l'identification des variables impactées.

Les probabilités d'occurrence des différents risques ont été déterminées en s'appuyant sur celles proposées par le GIEC (tableau VII).

Tableau VII : Différentes couleurs affectées aux probabilités

Probabilité	Dénomination des probabilités	couleur
Supérieure à 95 %	Extrêmement probable	
Supérieure à 90 %	Très Probable	
Supérieure à 66 %	Probable	
Supérieure à 50 %	Peu probable	

***Source** : Adapté de Chédé, 2012*

Les moyens d'existence pour ce travail concernent la production végétale, animale, halieutique et l'exploitation forestière.

2.3.3.4 Méthode d'analyse de l'adaptation des moyens d'existence à la tendance climatique

Les données socio-anthropologiques constituées des opinions générales et des perceptions des populations relatives à la tendance climatique ont été analysées statistiquement par le calcul du taux moyen de réponse par la formule :

$$\mathbf{Tx} = \frac{\boldsymbol{n}}{\boldsymbol{N}} * \mathbf{100} \quad \mathbf{(15)}$$

Tx : taux de réponse donnée pour une perception sur la tendance climatique de l'Alibori, sur les moyens d'existence et sur la dynamique environnementale ;

n : nombre de personnes ayant une même réponse ;

N : nombre total de personnes interviewées.

2.3.3.5 Méthode d'analyse de la capacité d'adaptation des moyens d'existence

Elle a consisté à identifier les ressources de base ou sous indicateurs de chacun des indicateurs des moyens d'existence (capital physique, capital social, capital naturel, capital financier et capital humain) des paysans (tableau VIII).

Tableau VIII : Sous indicateurs des moyens d'existence

Indicateurs	**Sous indicateurs**
Capital physique	Infrastructures routières
Capital social	Appartenance à une organisation paysanne
Capital humain	Main d'œuvre permanente ou occasionnelle
Capital financier	Accès aux crédits
Capital naturel	Disponibilité de terres fertiles, disponibilité de l'eau et la végétation

***Source** : PANA-Bénin, 2008*

Le tableau VIII présente le cadre conceptuel de l'identification des ressources de base ou sous indicateurs. Chaque sous indicateur est ensuite coté de 0 à 3 selon sa disponibilité et son accessibilité afin d'apprécier la capacité d'adaptation. Pour un indicateur donné, le cote d'un sous indicateur est déterminé en faisant la moyenne des cotes de ce sous indicateur pour tous les paysans enquêtés. Le cote de l'indicateur est la moyenne des cotes de ses sous indicateurs. La moyenne de l'ensemble des différents indicateurs permet de déterminer la capacité d'adaptation des paysans selon la classification suivante : La capacité d'adaptation est dite "faible" si la moyenne des indicateurs est comprise entre 0 et 1, "moyenne" si elle est supérieure à 1 et inférieure ou égale à 2 et "élevée" si la moyenne est supérieure à 2 (figure 8).

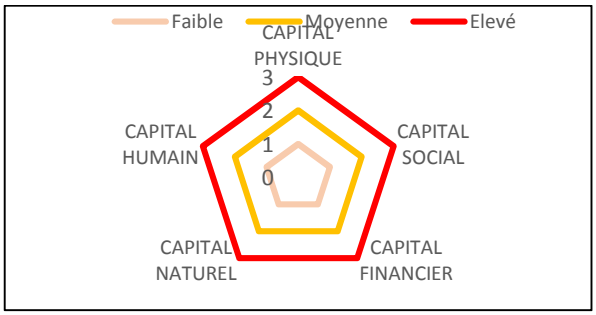


Figure 8 : Classification de la capacité d'adaptation
***Source** : PANA-Bénin, 2008*

2.3.3.6 Evaluation globale des impacts par l'application de la matrice de Léopold

La matrice de Léopold *et al.* (1971) a été utilisée pour l'identification des composantes environnementales affectées par l'adaptation paysanne en lien avec la tendance climatique et la forte croissance démographique (tableau IX).

Tableau IX : Matrice d'identification et d'évaluation des impacts sur les composantes de l'environnement

Activités	**Composantes environnementales**				
	Milieu physique			**Milieu biologique**	
	Sol	Eau	Air	Faune	Végétation
	Qualité	Qualité	Qualité	Dynamique	Dynamique
Défrichement par incinération					
Labour/ buttage/poquet					
Semis					
Usage des fertilisants					
Utilisation des produits phytosanitaires					
Usage des résidus agricoles et de fientes d'animaux					

***Source :** Enquête de terrain, octobre 2017*

La clarification conceptuelle utilisée dans le cadre de cette évaluation se réfère aux définitions qui tiennent compte de la nature de l'impact (direct ou indirect), de son étendue (ponctuelle, locale ou générale) et de sa durée (temporaire ou permanente). Le critère est l'intensité de l'impact (positif (+) ou négatif (-) qualifiée de :

- **Forte [+++],** quand la qualité de l'élément est améliorée dans son ensemble, de façon significative ;
- **Forte [---],** quand l'élément est atteint dans son ensemble au point où sa qualité est considérée altérée de façon irréversible ;
- **Moyenne [++],** quand la qualité de l'élément est améliorée moyennement ;
- **Moyenne [--],** quand l'élément est atteint mais pas dans son ensemble ou de façon irréversible ;
- **Faible [+],** quand la qualité de l'élément est améliorée de façon marginale et sur une courte durée ;
- **Faible [-],** quand l'élément n'est atteint que de façon marginale et sur une courte durée. **[-]** : l'impact peut être atténué

L'évaluation de l'importance des impacts repose sur une méthodologie qui intègre les trois (03) paramètres à savoir la durée, l'étendue et le degré de perturbation de l'impact négatif. Le croisement de ces trois paramètres à travers le cadre de référence de l'ABE permet de déduire si l'importance de l'impact est forte, moyenne ou faible (Wokou, 2015). Ces critères sont d'égale pondération (tableau X).

Tableau X : Cadre de référence

Durée	**Etendue**	**Degré de perturbation**			
			Moyenne	Forte	Très forte
		Importance de l'impact			
Momentanée	Ponctuelle	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Forte
Momentanée	Locale	Moyenne	Moyenne	Forte	Forte
Temporaire	Ponctuelle	Moyenne	Moyenne	Forte	Très forte
Temporaire	Locale	Moyenne	Moyenne	Forte	Très forte
Momentanée	Régionale	Moyenne	Forte	Forte	Très forte
Permanente	Ponctuelle	Moyenne	Forte	Forte	Très forte
Temporaire	Régionale	Moyenne	Forte	Très forte	Très forte
Permanente	Locale	Moyenne	Forte	Très forte	Très forte
Permanente	Régionale	Forte	Très forte	Très forte	Très forte

Source : *ABE, 1998*

Le modèle CSIR (Causes-Stratégies- Impacts-Réponses) réalisé pour cette recherche a permis d'analyser les impacts environnementaux des stratégies d'adaptation des moyens d'existence à l'évolution climatique et démographique (figure 9).

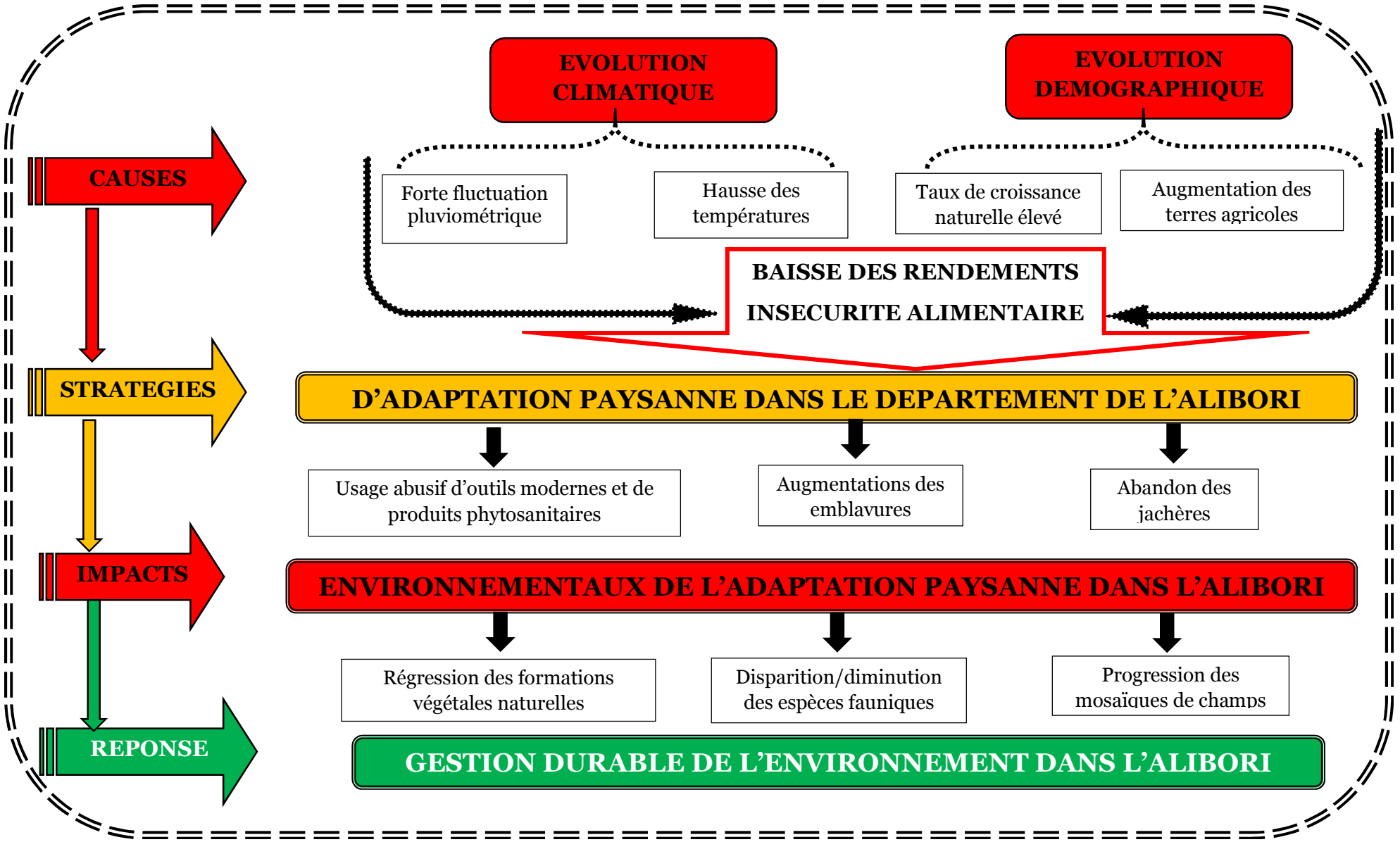


Figure 9 : Modèle d'analyse des mutations agricoles et environnementales liées à l'évolution climatique et démographique
Source : *Orou Séko, 2019*

Il ressort de l'analyse du modèle CSIR présenté par la figure 9, que les stratégies d'adaptation développées par les producteurs sont nées des contraintes dues aux dynamiques climatique et démographique. La pression observée sur l'environnement dans le secteur de l'étude est engendrée par ces mesures nouvelles développées par ces producteurs.

2.3.4 Méthode de détection des changements de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori

La détection de changement de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori est la mise en œuvre des techniques ayant pour but de repérer, de mettre en évidence, de quantifier afin de comprendre l'évolution temporelle ou le changement d'état d'un objet ou d'un phénomène à partir d'une série d'observations à différentes dates (Arouna, 2012).

2.3.4.1 Mission de terrain

La mission de terrain a permis de reconnaître et de définir les éléments paysagers du secteur d'étude et d'effectuer des relevés de points GPS représentatifs de chaque classe d'occupation du sol définie. Les données socio-anthropologiques ainsi obtenues ont aidé à la compréhension des données fournies par les images satellitaires, puis de points de vérité terrain pour la validation de la classification la plus récente (2015). Les points ont été collectés le long de différents transects.

2.3.4.2 Définition des classes d'occupation du sol

L'occupation du sol du secteur d'étude est très hétérogène et le passage entre les différentes classes se fait bien souvent sous forme de gradient progressif en fonction de la densité du couvert et de la taille des unités d'occupation. Bien qu'il soit possible de discriminer plusieurs classes d'occupation du sol, il a été choisi de travailler ici sur un nombre de classes principales pour mettre en œuvre la classification. En effet, plus la typologie de départ est détaillée, plus la discrimination des classes est difficile. L'utilisation de 4 à 6 classes d'occupation du sol est bien souvent suffisante pour mettre en place une analyse cartographique d'un paysage hétérogène (Bigot *et al.,* 2005). Cette recherche prend en compte huit classes (agglomération, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive, forêt galerie, mosaïque de champs et jachère, marécages, plans d'eau et forêt dense) d'occupation des terres. Les différents états sont codés par différentes valeurs numériques et la liste des états fait correspondre ces valeurs numériques aux intitulés et aux abréviations de description.

2.3.4.3 Analyse des unités d'occupation des terres de 1990 à 2015

La réalisation de la matrice de transition a permis de mettre en évidence les formes de conversion qu'ont subies les différentes unités d'occupation au cours de la période de l'étude. Elle est constituée de X lignes et de Y colonnes. Le nombre de lignes de la matrice indique le nombre de formations végétales au temps t_0 ; le nombre Y de colonnes de la matrice est le nombre de classes de végétation converties au temps t_1 et la diagonale contient les superficies des formations végétales restées inchangées. Les transformations se font donc des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces différentes classes de végétation ont été calculées. Le calcul des Taux moyens annuels d'expansion spatiale (T) a permis d'exprimer la proportion de chaque unité d'occupation des terres qui change annuellement. A partir de la superficie de ces unités pré-calculées, ce taux a été calculé à la formule de Bernier (1992) :

$$\mathbf{T = [(\ln S_2 - \ln S_1) / ((t_2 - t_1) \times \ln e)] \times 100 \qquad (16)}$$

S1 et *S2* : Superficie d'une unité paysagère à la date *t1* et *t2* respectivement ; *t2 – t1* : Nombre d'année d'évolution ; *ln* : Logarithme népérien ; *e* : Base du logarithme népérien (e = 2,71828).

Si les valeurs de T sont positives, celles-ci représentent une progression de la surface de la classe pendant la période analysée.

Si les valeurs T sont négatives, elles indiquent la perte de surface d'une classe entre les deux (2) dates. Les valeurs proches de zéro indiquent que la classe reste relativement stable entre les deux (2) dates.

Le suivi de l'évolution de la végétation dans la zone de l'étude a été réalisé à partir du traitement des images satellites TM (1990), ETM+ (2006) et Oli (2015). Ces images sont toutes acquises pendant la période sèche afin de limiter les biais atmosphériques. La figure 10 illustre la procédure de traitement des images Landsat.

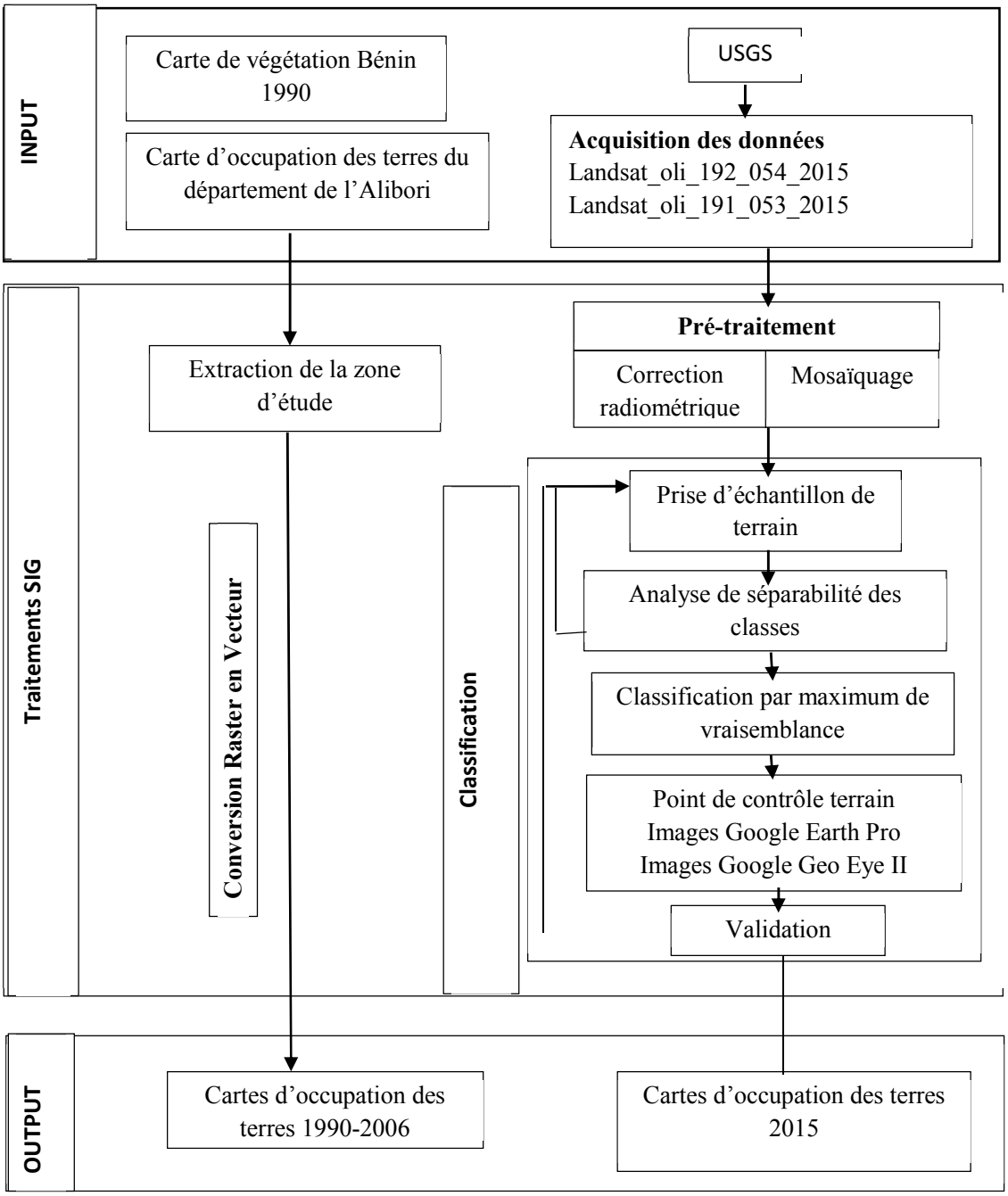


Figure 10 : Diagramme schématique de la cartographie de l'occupation des terres
Source : *Adapté de Gbaguidi, 2016*

La dynamique prospective de l'occupation des terres du secteur d'étude s'est inspirée des approches de Oloukoï en 2013. Ces approches se sont révélées justes et scientifiquement soutenables. Ainsi, l'approche de simulation de l'occupation du sol utilisant le modèle SpaCelle apparaît comme un atout majeur pour une simulation future des changements dans l'occupation des terres du département de l'Alibori.

2.3.5 Simulation de l'occupation des terres du département de l'Alibori au moyen du modèle SpaCelle à l'horizon 2050

Le modèle prédictif utilise deux cartes d'occupation des terres, une carte actuelle et une carte antérieure. Dans le cas de la présente étude, il s'agit des cartes d'occupation des terres de 1990 et de 2015. Une étude comparative de ces deux cartes a permis de déterminer les transitions, de quantifier les surfaces concernées par chaque type de transition et de localiser ces changements. Chaque type de transition peut être expliqué par des facteurs connus, quantifiables et cartographiables. Grâce à la mise en relation et la combinaison des facteurs explicatifs et des changements survenus entre les deux cartes d'occupation des terres d'origine, le modèle SpaCelle va réaliser via une méthode statistique des cartes de probabilité aux changements. Ces cartes de probabilité correspondent aux transitions retenues. Le nombre de cartes de probabilité est fonction du nombre de transition isolé. Ce sont alors les premières cartes fournies par le modèle. Ensuite, le modèle produit une carte d'occupation des terres prospectives pour une date t_n en se basant sur les cartes de probabilité précédemment réalisées. Cette étape réalisée grâce à un automate cellulaire simule les changements précédemment identifiés et les allouent dans l'espace.

2.3.5.1 Définition du modèle SpaCelle et données requises

Le modèle SpaCelle est un outil de simulation de la dynamique des unités d'occupation des terres qui a été adapté et validé par plusieurs auteurs dans le monde, et les résultats obtenus sont fiables et similaires aux modèles complexes tels que CA_MARKOV, DINAMICA, Land Change Modeler… (Oloukoi, 2013). C'est un système de Production d'Automate CELLulaire Environnemental (Langlois, 2001).

La simulation de l'occupation des terres du secteur d'étude a nécessité l'aquisition du modèle SpaCelle version 5.1.8., un automate cellulaire spatial (2D) multicouches, qui fonctionne à base de règles de transition. C'est un logiciel de simulation numérique des unités d'occupation des terres permettant de faire des projections de la dynamique d'occupation des terres à un horizon défini (2050 dans le cas d'espèce).

La plate-forme de modélisation SpaCelle permet de construire des automates cellulaires en définissant :

- une liste d'états ;
- des couches cellulaires différentes, de type maillé ;
- des couches de réseaux et points vectoriels ;

- des règles de vie et des règles de transition.

Ces quatre (4) types d'éléments à définir, conditionnent la précision, la représentativité et la complexité du territoire modélisé et constituent la base de connaissances du système modélisé.

2.3.5.2 Scénarii de la dynamique d'occupation des terres dans le département de l'Alibori

Les scénarii développés dans cette recherche se reposent sur des hypothèses de stabilité environnementale et de tendance vers la catastrophe de Oloukoï (2013).

❖ **Hypothèses du scénario de « stabilité environnementale »**

Les hypothèses de ce scénario ne prennent en compte aucune contrainte de gestion des forêts et des zones humides établies dans les documents d'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (FOSA-Bénin, 2001 ; Impetus-Bénin, 2007). Ce scénario part des hypothèses suivantes :

- l'agriculture est mécanisée avec des rendements intensifs sur faible superficie adoptées par les producteurs ;
- la situation économique des populations s'est améliorée et le taux de croissance économique au niveau national est de 12,4 % (FOSA-Bénin, 2001) ;
- la part du bois dans la satisfaction des besoins en énergie domestique des populations est réduite de 50 % au profit d'autres sources d'énergie telles que le gaz domestique et l'utilisation des résidus de récolte.

❖ **Hypothèses du scénario « tendance vers la catastrophe »**

Le but du scénario "tendance vers la catastrophe" est de donner un aperçu de l'évolution de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori si rien ne change en termes de rythme des activités anthropiques.

Dans ce scénario de "tendance vers la catastrophe", la dynamique prospective de l'occupation des terres est basée sur des considérations socio-économiques, c'est-à-dire la dynamique de la population et les activités anthropiques. Ce scénario repose sur trois hypothèses de base développées par Oloukoi (2011) :

- le caractère extensif de la production agricole fait appel à l'utilisation de méthodes nocives à l'environnement (culture sur brûlis, déboisements incontrôlés, réduction de la durée des jachères, monoculture prédominante du

coton sur l'assolement en général, etc.) et dégrade sans cesse les écosystèmes en général et les sols en particulier (MECCAGPDPE-PNUD, 2000) ;
- la population est dépendante des ressources naturelles qui constituent la principale source d'énergie ;
- le taux de la dynamique de l'occupation des terres est demeuré le même que celui de la période allant de 1990 à 2015.

Ce scénario vise à se faire une meilleure idée de ce que pourrait être la situation future afin que cela suscite une prise de conscience de l'ensemble des acteurs du développement durable.

En somme, au cours de la simulation, les données d'entrée ou les paramètres du modèle dans le cas du scénario de *« stabilité environnementale »* vont contribuer à l'obtention de résultats visant une augmentation de la durée de vie des écosystèmes forestiers, pourvoyeurs des ressources en bois-énergie, car les pressions anthropiques sur ces derniers seront réduites. Par contre, les données d'entrée ou les paramètres du modèle dans le cas du scénario de *« tendance vers la catastrophe »* vont entrainer à l'horizon 2050, la réduction de la durée de vie des formations végétales du département de l'Alibori. En effet, ces dernières subiront des pressions anthropiques occasionnant leur dégradation.

Conclusion partielle

Il ressort de la littérature existante que les tendances climatique et démographique engendrent des mutations profondes dans l'agriculture. Les stratégies paysannes développées pour y faire face sont également source d'importants bouleversements environnementaux. L'exploitation documentaire a permis de donner une orientation à cette recherche et a montré qu'à l'échelle du département de l'Alibori, la question des tendances climatique et démographique, des stratégies d'adaptation et leurs impacts sur l'environnement, mérite d'être approfondie afin de tirer les leçons et de développer des scenarios de gestion durable du milieu de vie. Elle a également permis de donner une orientation à l'approche méthodologique utilisée pour l'appréciation des dynamiques climatique, démographique, agricole et environnementale.

La nature et les caractéristiques des données collectées, les méthodes de traitement de ces données et d'analyses statistiques ont été présentées dans ce chapitre. L'analyse des résultats a combiné les modèles d'analyse des impacts de la tendance climatique, de la croissance démographique sur les moyens d'existences et sur l'environnement.

La cartographie de la dynamique de l'occupation des terres en utilisant les données de la télédétection a permis d'analyser les changements observés. Le modèle SpaCelle est choisi pour la modélisation prédictive à l'horizon 2050 des changements de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori.

Une fois le cadre théorique et l'itinéraire méthodologique utilisé pour atteindre les objectifs de cette thèse présentés, les paramètres biophysiques, humains et techniques déterminant la production agricole dans le département de l'Alibori seront exposés dans le chapitre 3 de la deuxième partie.

DEUXIEME PARTIE : FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE, TENDANCES CLIMATIQUE ET DEMOGRAPHIQUE DU DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

La deuxième partie de cette thèse présente les facteurs de production agricole abordés dans le chapitre III et les tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori sont exposées dans le chapitre IV.

CHAPITRE III :

FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

Le chapitre III présente les facteurs physiques et humains favorisant la production agricole dans le département de l'Alibori. Il présente également les différentes activités agricoles menées par les populations ainsi que les techniques de production utilisées.

3.1 Facteurs physiques de production agricole

Les facteurs physiques qui conditionnent la bonne réalisation des activités culturales sont d'ordre climatique, topographique, pédologique, géomorphologique et hydrographique.

3.1.1 Contexte climatique du département de l'Alibori

De par sa situation géographique, le régime climatique dans le département de l'Alibori est celui de l'Afrique de l'Ouest qui est déterminé par la cellule de Hadley (Gallée et Schayes, 1994). Par ailleurs, en considérant la représentation cartographique des courbes isohyètes depuis 1950, il est observé un glissement du Sahèl vers le sud des courbes isohyètes dans les régions " humides " d'Afrique de l'Ouest, traduisant ainsi une réduction des précipitations (L'Hôte et Mahé, 1996; Paturel *et al.*, 1997 ; Servat *et* al., 1997. Ces réductions pluviométriques sont préjudiciables au développement des activités agricoles. La figure 11 présente la délimitation des zones climatiques de l'Afrique de l'Ouest

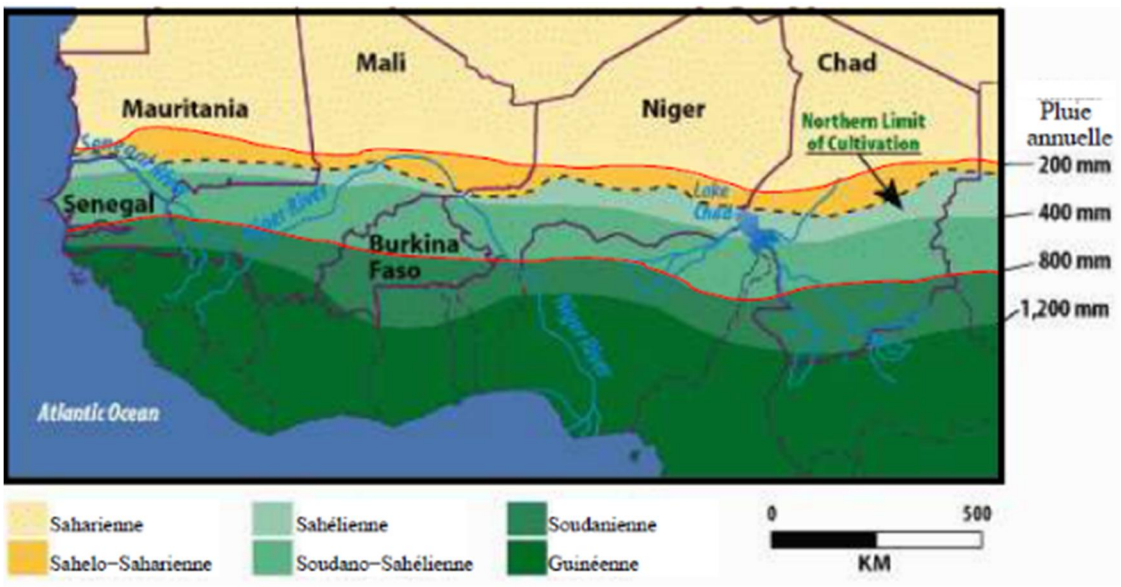


Figure 11 : Délimitation des zones climatiques de l'Afrique de l'Ouest
Source *: http://www.fews.net/ consulté le 22/05/2017 à 00h*

L'examen de la figure 11 montre le contexte climatique de l'Afrique de l'Ouest dans ses spécificités à la fois pluviométrique et thermométrique. De la zone côtière à celle sahélienne, les hauteurs pluviométriques oscillent entre 1 200 mm et 700 mm par an. La figure 12 présente le diagramme ombrothermique du département de l'Alibori.

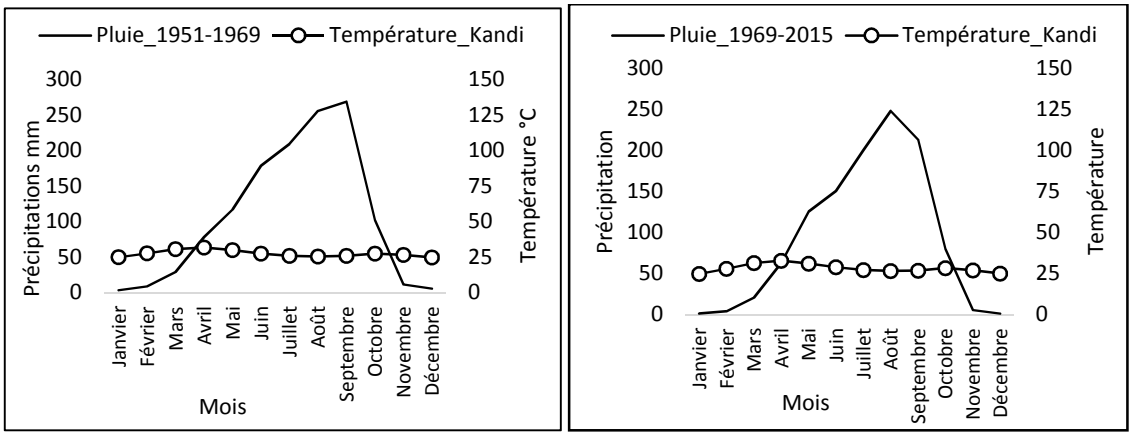


Figure 12 : Diagramme ombrothermique du département de l'Alibori entre 1951-1969 et 1970-2015

Source des données : *ASECNA, 2016*

Il ressort de l'analyse de la figure 12 que les mois véritablement favorables à la production végétale sont juin, juillet, août et septembre. Sur le plan thermométrique, les périodes les plus chaudes de l'année se situent entre avril et mai. Les mois les plus frais se situent entre décembre et janvier, période au cours de laquelle souffle le vent d'harmattan. Ce régime pluviométrique constitué de cinq mois de saison pluvieuse et de sept mois de saison sèche explique la prédominance de la culture de certaines spéculations dont le coton.

3.1.1.1 Variabilité pluviométrique mensuelle et annuelle

Les moyennes mensuelles des précipitations de 1951 à 2015 montrent que les pluies sont quasiment absentes dans les mois de janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre et que la saison culturale démarre véritablement à partir du mois de mai. La figure 13 présente le régime pluviométrique moyen du département de l'Alibori.

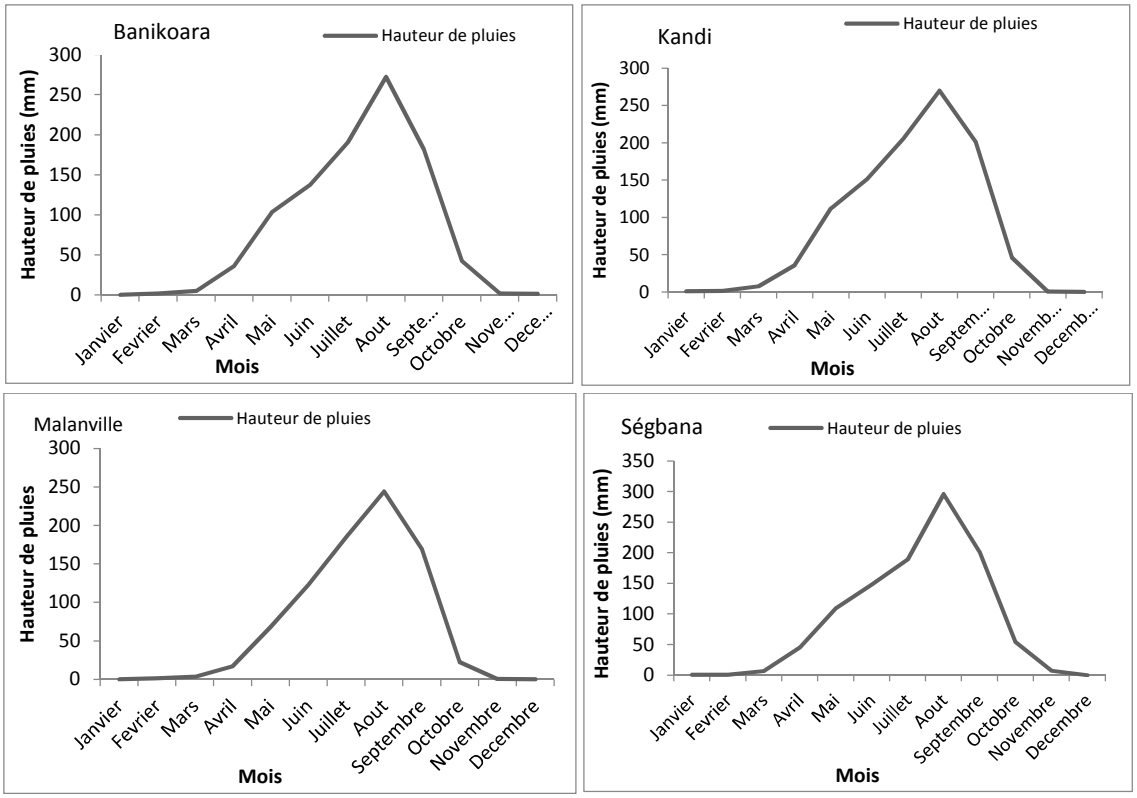


Figure 13 : Variation inter-mensuelle des hauteurs pluviométriques entre 1951 et 2015

***Source des données** : ASECNA, 2015*

L'analyse des graphiques de la figure 13 montre que le département de l'Alibori présente globalement deux saisons dont une saison sèche d'octobre à avril et une saison pluvieuse de mai à septembre. Les pluies sont particulièrement violentes de mi-mai à mi-juin occasionnant des dommages dans les champs et les habitations. Par contre, l'analyse de la variabilité pluviométrique annuelle montre une diminution progressive des précipitations en évoluant en latitude dans le département de l'Alibori (figure 14).

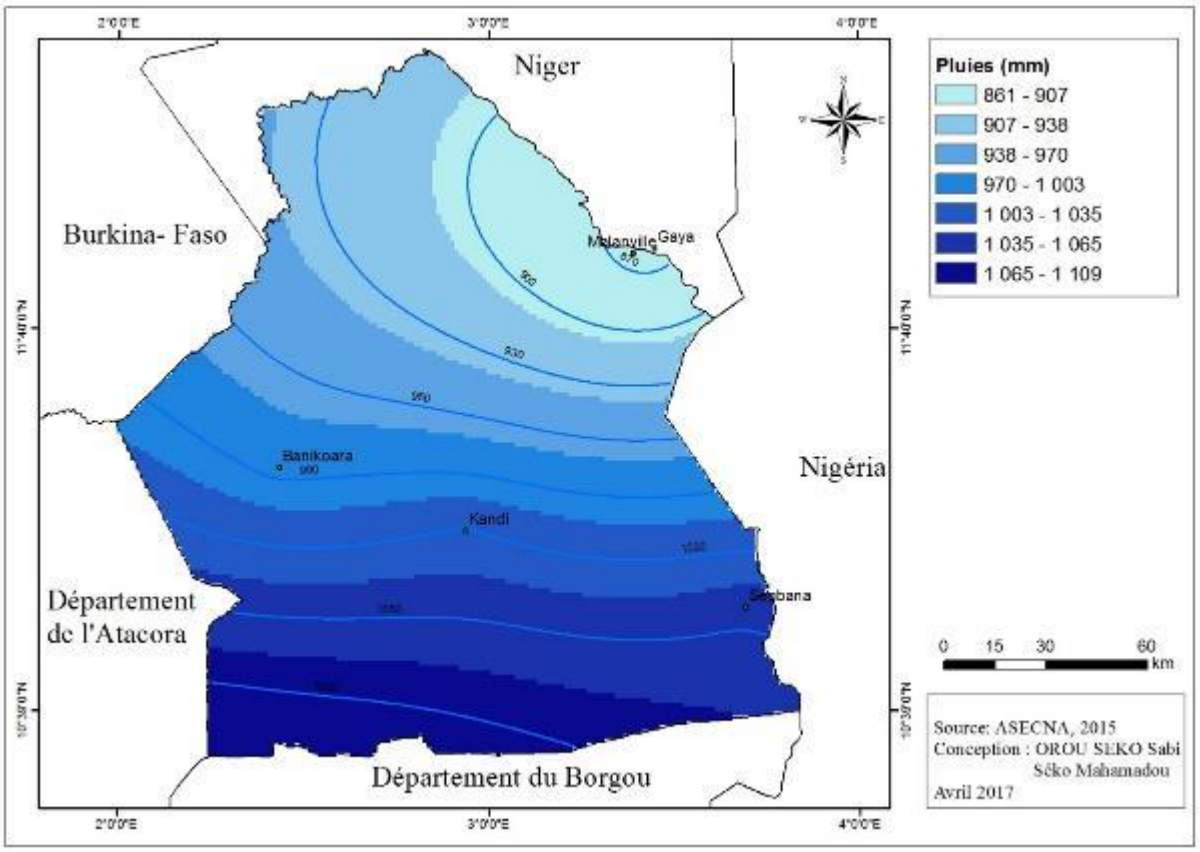


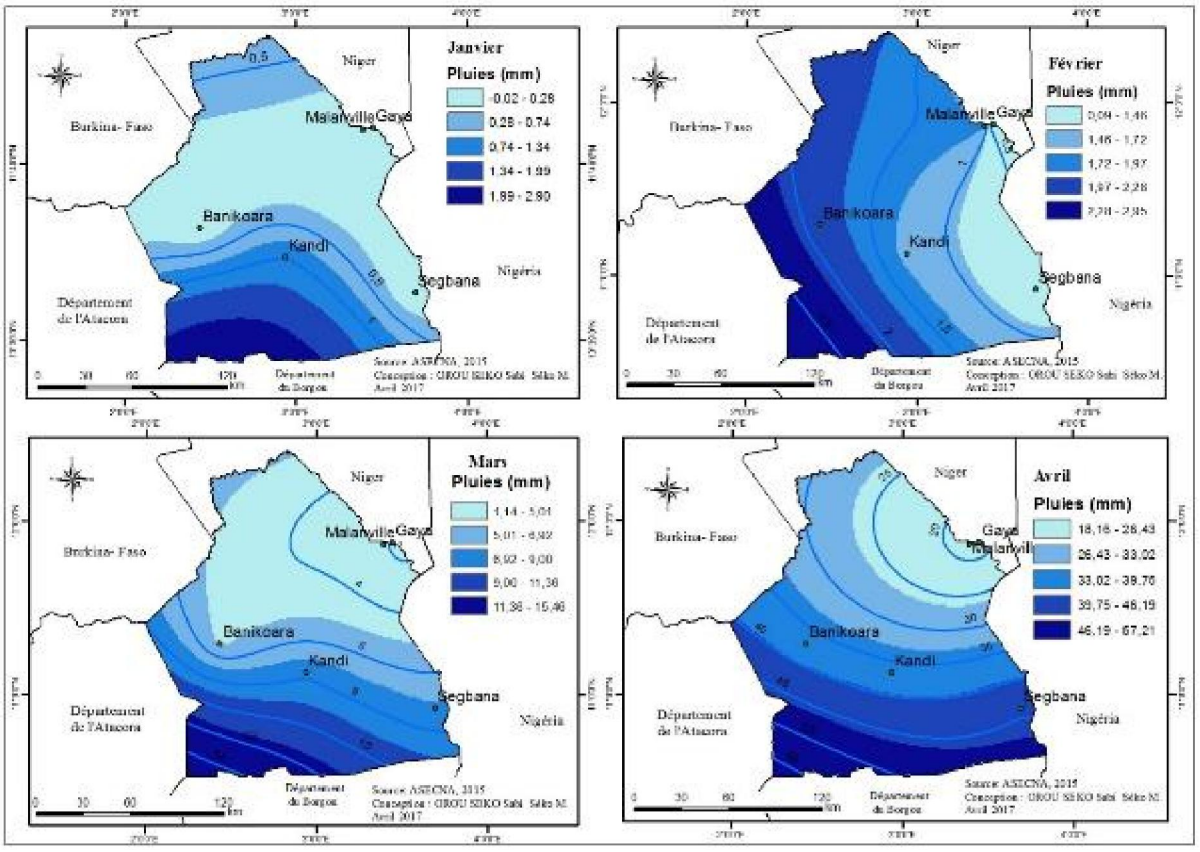
Figure 14 : Champ moyen annuel des précipitations de 1951 à 2015 du département de l'Alibori

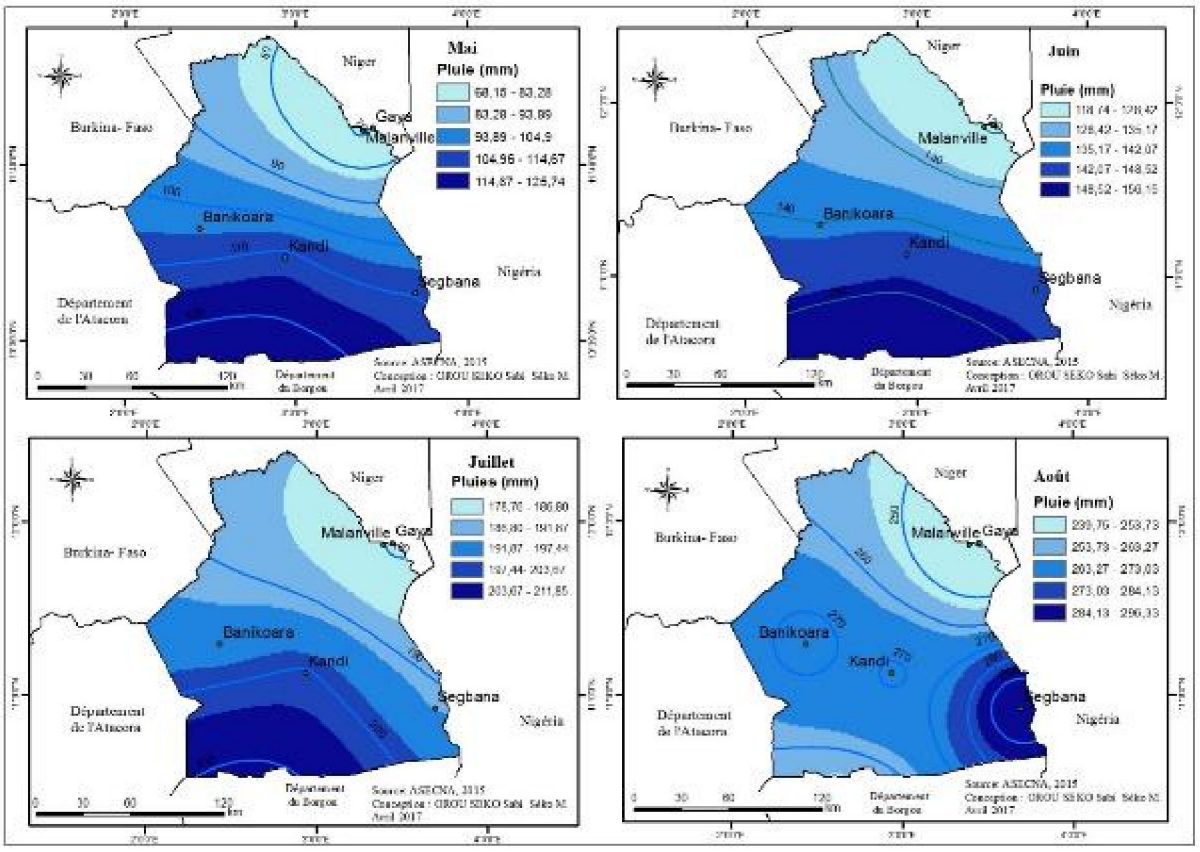
Il ressort de l'analyse de la figure 14 que l'évolution des précipitations moyennes interannuelles respecte un ordre géographique bien clair. Elles évoluent de façon décroissante du Sud au Nord telles que présentées par les différentes stations du département de l'Alibori. Les Communes de Kandi et de Ségbana enregistrent en moyenne 1100 mm de pluie par an. Par contre, les localités de la Commune de Malanville proche de la station de Gaya au Niger ont une pluviométrie moyenne annuelle oscillant entre 827 et 863 mm. Cette inégale répartition des pluies dans les Communes impose aux producteurs l'adoption des spéculations favorables à chaque région.

3.1.1.2 Précipitations mensuelles moyennes

La répartition pluviométrique varie suivant les mois de l'année et suivant le gradient Nord Sud avec les plus faibles précipitations vers le nord. La zone soudanienne semi-aride au Nord du 9è parallèle Nord est caractérisée par le climat tropical sec ou soudanien, caractérisée par les moyennes annuelles des pluies variant de 900 (vers la région de Karimama) à 1100 mm. L'étude de la répartition spatio-temporelle des pluies

moyennes mensuelles dans le département de l'Alibori de 1951-2015 montre la quantité de précipitations selon les mois et les Communes (figure 15).





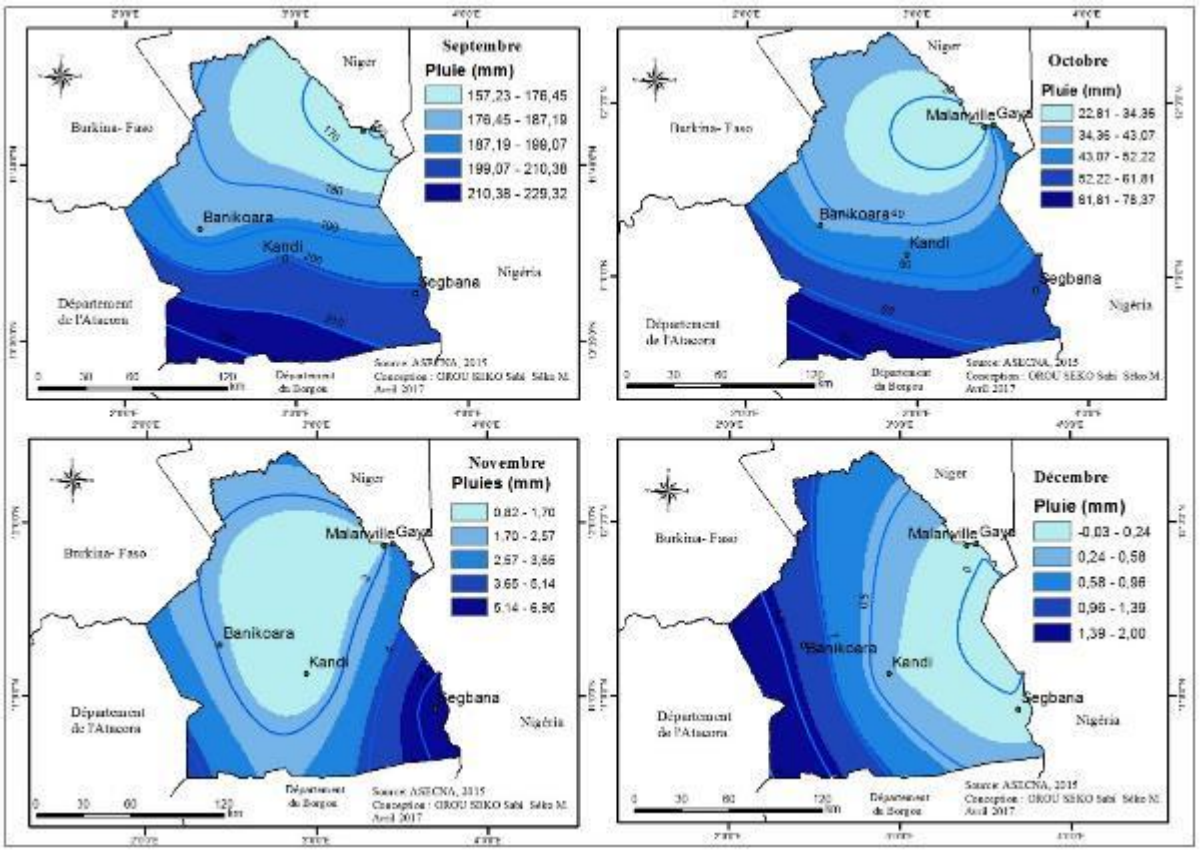


Figure 15 : Champs de pluie moyens mensuels (1951-2015)

De l'analyse de la figure 15, il ressort que dans le secteur de l'étude les précipitations sont inégalement réparties au cours de la période 1951 à 2015. Les stations du secteur se subdivisent en deux groupes nettement distincts : d'un côté la station de Malanville et celles autour influencées par le climat sahélien et d'un autre côté la station de Kandi et celles autour marquées par le climat soudanien. Sur tous les mois pluvieux de l'année (mi-mai à mi-octobre), la zone soudano-sahélienne constituée de Malanville et Karimama se trouve être moins arrosée comparativement à la zone soudanienne.

3.1.2 Caractéristiques géomorphologique et géologique du département de l'Alibori

Les caractéristiques topographiques déterminent l'installation des êtres humains et la pratique des activités de subsistance. Elles définissent également la répartition des hommes dans l'espace. Le département de l'Alibori dans son ensemble présente un relief peu accidenté avec une extension terminale de la chaîne de l'Atacora du côté de Banikoara (altitude variant entre 200 à 300 m) vers le Sud-Ouest. Le relief de la Commune de Ségbana (altitude moyenne 250 m) est celui d'un plateau de grés, d'argile, de crétacé, le tout s'inclinant légèrement vers la plaine alluviale du fleuve Niger (Vissin, 1998). Celui de Kandi est dominé au Nord par les plateaux, aux Sud et

Sud-Est par des plaines. Le caractère relativement plat du relief du département de l'Alibori (figure 16) favorise les pratiques des activités agricoles.

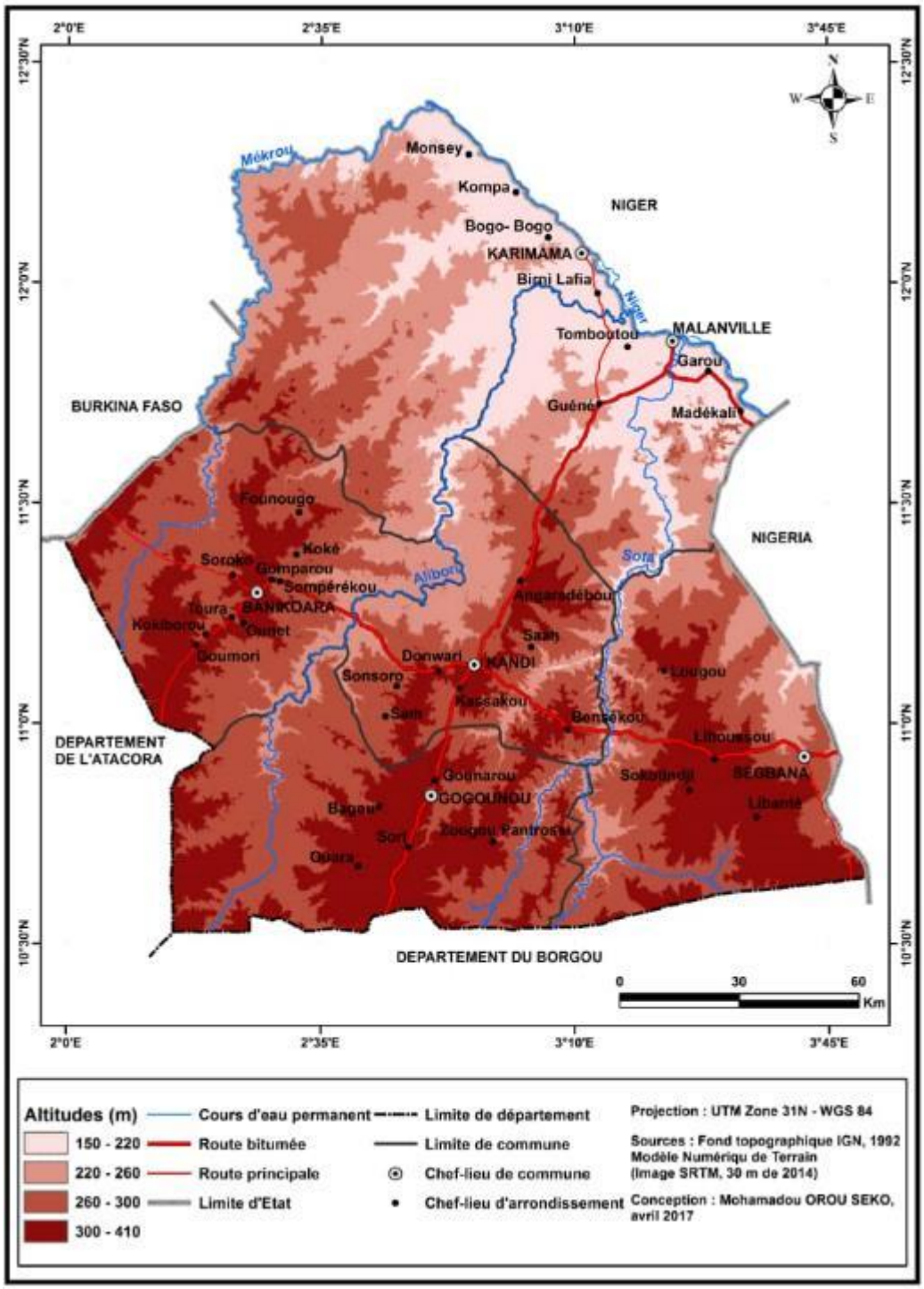


Figure 16 : Topographie du département de l'Alibori

De l'analyse de cette figure 16, il ressort qu'avec une altitude maximale oscillant autour de 300 m due au prolongement de la chaîne de l'Atacora, le département bénéficie de nombreux bas-fonds très utiles aux activités de contre saison. Par endroits, on note quelques collines faites de roches dures telles que le granite et le quartzite. La très

grande intensité des activités agricoles dans ce département est en partie due aux conditions topographiques naturelles qui y sont favorables. Pour la Commune de Malanville, le relief se compose d'un ensemble de plaines et de vallées encaissées entre le fleuve Niger et quelques plateaux. Le substratum est, quant à, lui diversement réparti à travers le département mais plus dominé par le crétacé supérieur et le gneiss muscovite (figure 17).

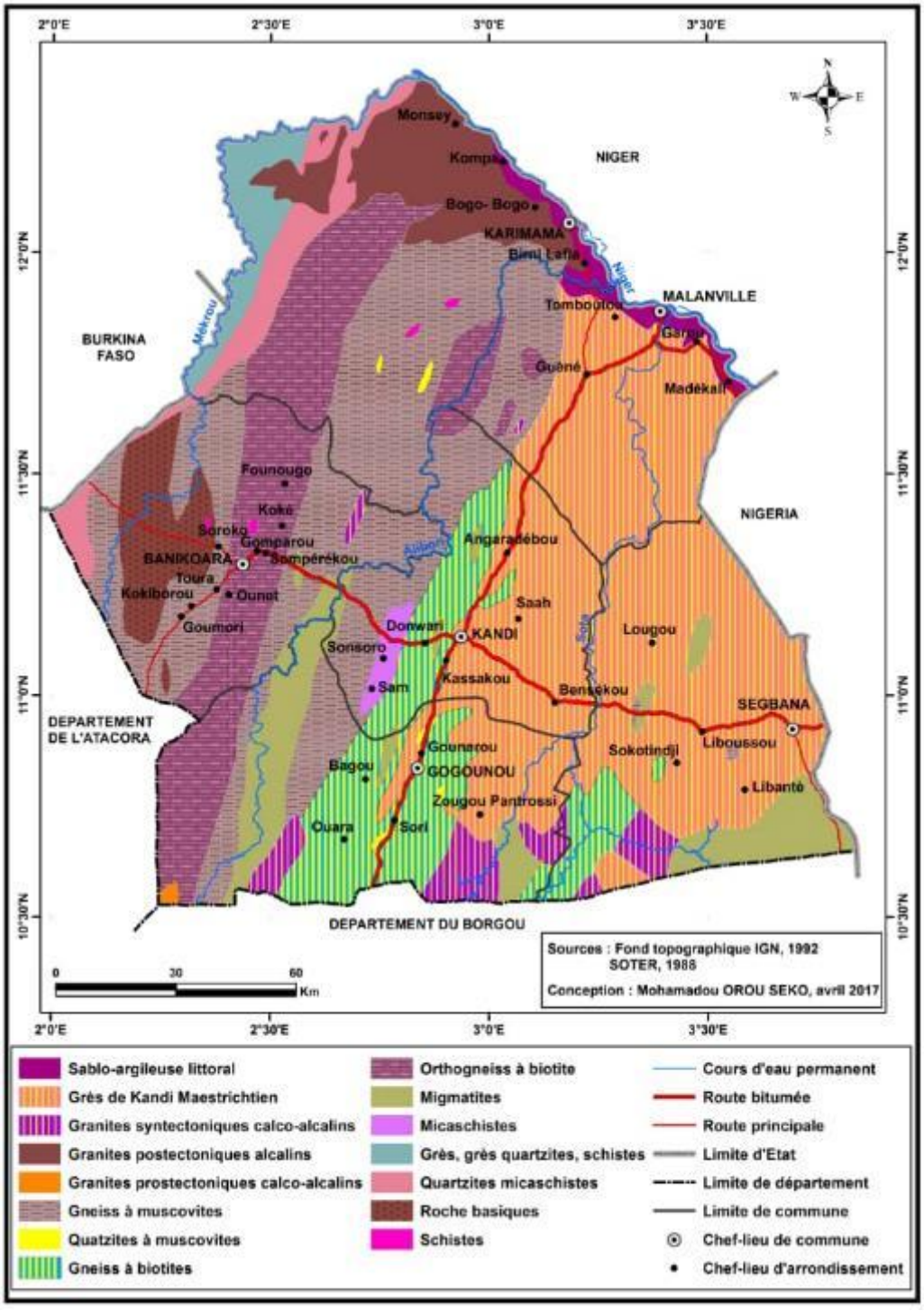


Figure 17 : Composantes géologiques du département de l'Alibori

L'analyse de la figure 17 montre que le substratum géologique de l'Alibori est dominé par le gneiss à muscovites et le grès de Kandi Maestrichien. Dans son ensemble, le substratum géologique est basé sur le socle granito gneissique et est favorable au développement des activités agricoles.

3.1.3 Caractéristiques pédologiques du département de l'Alibori

Le substratum géologique détermine les caractéristiques des sols du département de l'Alibori (figure 18).

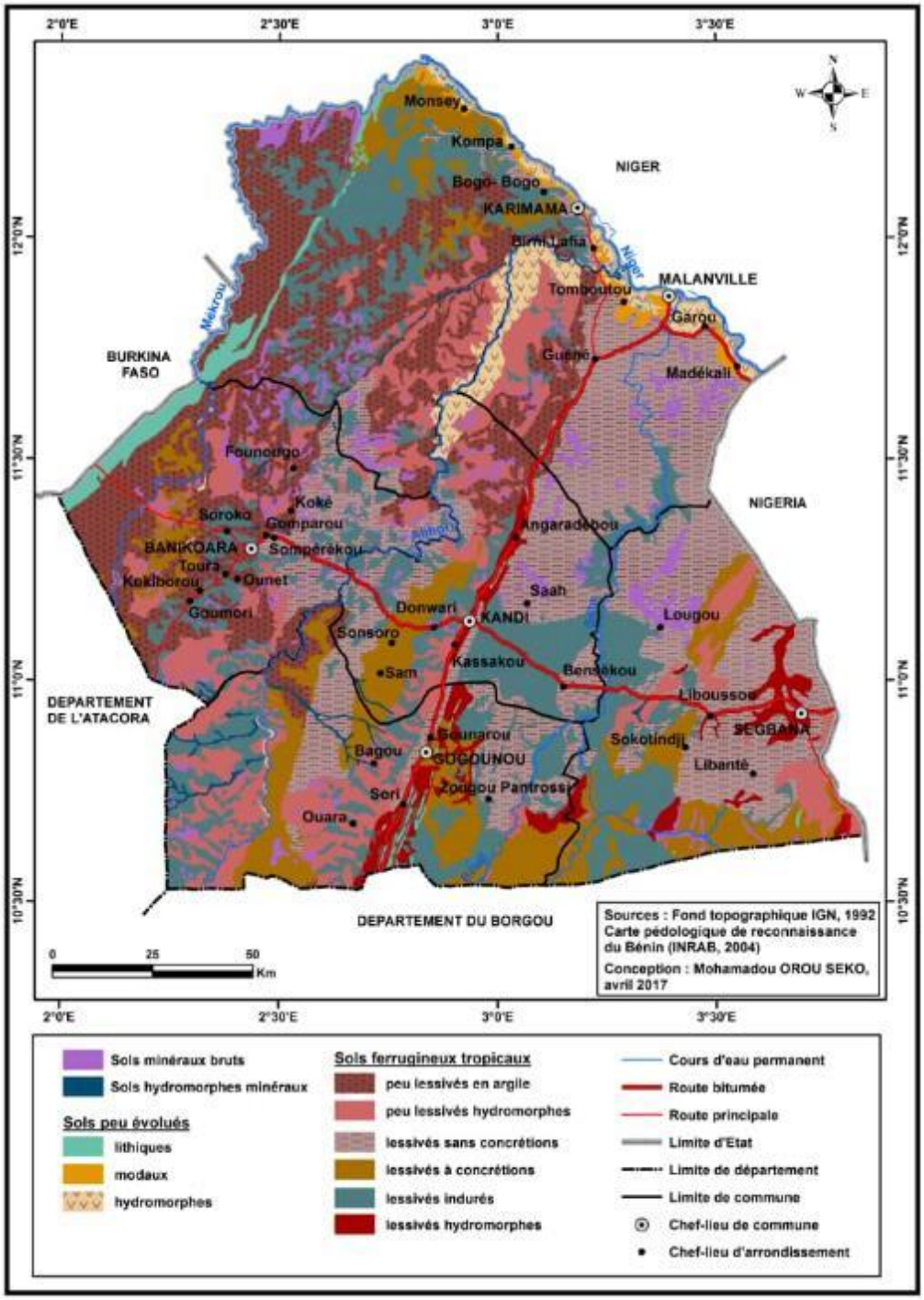


Figure 18 : Caractéristiques pédologiques du département de l'Alibori

L'analyse de la figure 18 montre la dominance des sols ferrugineux dans le département de l'Alibori. Ainsi, il y est rencontré d'abord des sols ferrugineux sur socle cristallin ; ensuite les sols alluviaux très fertiles de la vallée du Niger et enfin les sols argileux, limoneux noirs de bas-fonds où se font la riziculture et le maraîchage. Les sols de ce milieu se transforment continuellement et cette évolution intègre toutes les actions directe et indirecte de l'homme. Les sols du département de l'Alibori sont dans leur globalité apte au développement des activités agricoles.

3.1.4 Couvert végétal

La végétation du département de l'Alibori est dominé par la savane (arborée, arbustive et herbacée). L'existence du parc qui s'étend sur plusieurs Communes du département notamment Banikoara, Karimama et Kandi explique la forte densité du couvert végétal dans cette aire géographique. Le long des cours d'eaux (Mékrou, Alibori, etc.) se développent des forêts galeries avec des espèces végétales diverses. Les espèces végétales rencontrées sont constituées, entre autre, de : *Khaya senegalensis, Adansonia digitata*, *Ceiba pentandra*, *Butyrospermum paradoxum* et *Parkia biglobosa* (Vissin, 2007). Le département est dans son ensemble dominé par la savane arborée (photo 1).



Photo 1 : Savane arborée à Banikoara dans le département de l'Alibori
Prise de vue : *Orou Séko, mars 2017*

Il ressort de l'examen de cette photo 1, la présence des savanes arborées dans le département. Cette végétation abrite des espèces fauniques variées qui sans cesse sont sous la menace des braconniers. Au nombre des espèces animales identifiées dans le département de l'Alibori, il y a entre autres : l'hippopotame (*Hippotragus equinus*), le Cob de buffon (*Kobus Kob*), les biches (*Cephalophes*), les phacochères (*Phacochoerus*), les francolins (Perdrix) (*Loxodonta, africana*), les buffles (*Syricerus caffer*), les

panthères (*Panthera paradus*), etc. Ces espaces servent également de zones de pâtures pour les animaux. Ce sont des atouts qui font du département le premier en production animale et végétale au Bénin.

3.1.5 Réseau hydrographique du département l'Alibori

Les cours d'eau du département de l'Alibori, le Mékrou et la Sota, tous des affluents du fleuve Niger. Ces cours d'eau expliquent la pratique des activités de pêche, de maraîchage et surtout de l'élevage dans le département de l'Alibori. Hormis les cours d'eau importants, certaines retenues d'eau naturelles ou artificiellement réalisées permettent également aux éleveurs d'abreuver les animaux pendant la saison sèche. Le département porte le nom du cours d'eau Alibori qui traverse les Communes de Banikoara, Kandi, Karimama, Gogounou et Malanville (photo 2).



Photo 2 : Section du cours d'eau Alibori dans la Commune de Banikoara à la hauteur du village Alibori (frontière entre les communes de Banikoara et Kandi)
Prise de vue : *Orou Séko, avril 2016*

La photo 2 montre une forêt galerie le long du cours d'eau Alibori dans la Commune de Banikoara. Au cours de la saison pluvieuse l'eau déborde de son lit mineur. Par contre, au cours de la saison sèche, la baisse du niveau de l'eau laisse apparaitre les roches dans son lit. Le développement de la production céréalière de contre saison dans le département de l'Alibori s'explique par les cours d'eau qui traversent chacun une ou plusieurs Communes (figure 19).

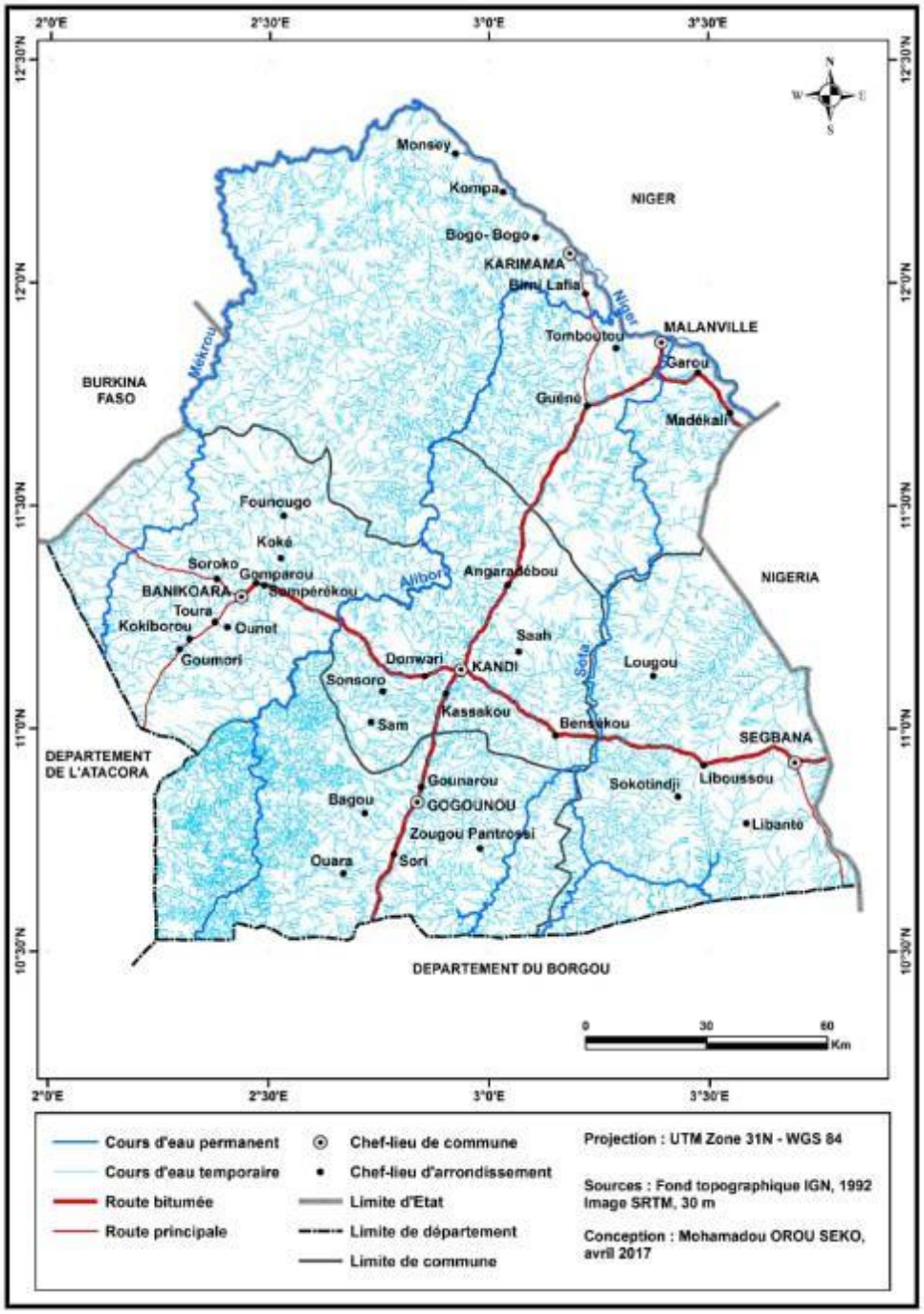


Figure 19 : Réseau hydrographique du département de l'Alibori

La figure 19 présente les trois cours d'eau importants ainsi que des ruisseaux du département de l'Alibori. Les trois différentes rivières ne traversent pas toutes les mêmes Communes du secteur de recherche.

3.2 Facteurs humains de la production agricole dans le département de l'Alibori

Le département de l'Alibori possède une population active très importante et laborieuse. Cette dernière explique l'intensité des activités agricoles, la pression sur les

terres culturales et la dégradation environnementale observées dans toutes les Communes du département.

3.2.1 Caractéristiques de la population du département de l'Alibori

La population du département de l'Alibori est majoritairement jeune. La dominance de cette tranche d'âge est un élément important dans la production agricole. La figure 20 présente la taille de la population par tranche d'âge.

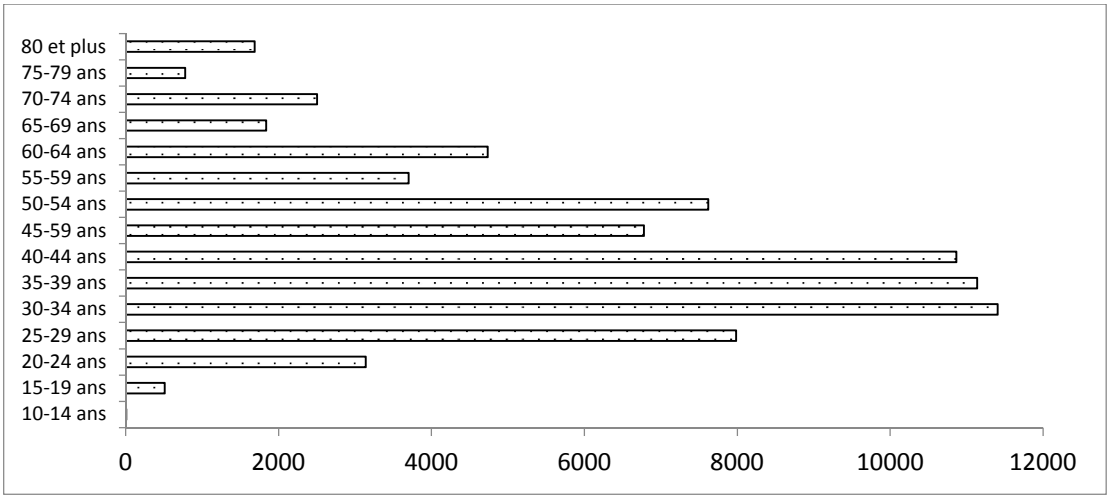


Figure 20 : Taille de la population du département de l'Alibori en fonction des catégories d'âge

Source des données : *INSAE, 2013*

De l'observation de la figure 20, il ressort que la tranche d'âge 30-34 ans est la plus élevée ; elle est suivie respectivement de celles des 35-39 et 40-44 ans. Cette jeunesse constitue une main d'œuvre active pour les travaux champêtres. Les activités de production les plus pénibles sont faites par les jeunes. Il s'agit, entre autres, des opérations de défrichage, de labour, de sarclage et de buttage. Les femmes et les enfants s'occupent des semis, de l'épandage d'engrais chimique et des récoltes.

3.2.2 Modes d'accès à la terre

Le boom constaté au niveau de la population de ce département ces dernières années exacerbe les pressions sur les terres agricoles. Du coup, ces terres ne bénéficient plus des périodes de jachère qui pourraient leur permettre de se régénérer en matières organiques dont dépendent le développement et la rentabilité des plantes (Orou Séko, 2012). Le coton dont la culture est dominante dans ce département est une plante qui possède des racines pivotantes le rendant sensible aux conditions de préparation du sol. Ces conditions peuvent influencer la profondeur d'enracinement qui à son tour facilite l'alimentation hydrique et minérale. Une bonne préparation du sol pour les

semis permet d'assurer une bonne levée et un bon départ des plantules dont les racines pourront s'enfoncer plus facilement dans le sol. La forte croissance démographique entraine une pression sur les terres culturales et les variabilités climatiques s'ajoutent pour exacerber la vulnérabilité des moyens d'existence. Les sols hydromorphes dans les bas-fonds connaissent une ruée des producteurs pour le développement des cultures de contre saison dans le but de compenser tant soit peu la baisse des rendements. D'une façon générale, les difficultés relatives à l'accès aux terres agricoles émoussent l'ardeur de la grande majorité des producteurs. A plus de 60 %, les producteurs ont accès à la terre par location suivi de l'héritage qui fait 50 %.

3.3 Principaux moyens d'existence des populations

L'économie du département de l'Alibori est basée sur l'agriculture. L'élevage de gros bétail est très répandu et permet le développement de la culture attelée. Le petit élevage (ovins, caprins et volaille) et la pêche très développés complètent les activités économiques avec un important réseau de marchés traditionnels dont les plus dynamiques sont ceux de Malanville et Banikoara. Les habitants exercent aussi dans le commerce et la restauration (15 %) et dans les services divers (3 %). Le parc W est un atout touristique important dans le secteur de l'étude.

3.3.1 Principales spéculations agricoles dans le département

Les différentes spéculations agricoles dans le département de l'Alibori sont le sorgho, l'igname, le maïs, le manioc et surtout le coton. Elles sont associées à d'autres telles que les oléagineux (arachides) et potagers (oignons). L'agriculture porte essentiellement sur le coton directement lié aux établissements industriels (tableau XI).

Tableau XI : Principales spéculations dans le département de l'Alibori

Cultures	Variétés	Noms scientifiques	Proportion (%)
Coton	Coton conventionnel Coton biologique	*Gossypium hisurtum*	45
Maïs	Cycle court Cycle long Semence améliorée	*Zea mays*	55
Sorgho	Variété classique	*Sorghum vulgare*	14
Manioc	Variété classique	*Maniho esculenta*	2
Igname	Variété classique	*Ipomoea batatas*	7

Source : *Enquêtes de terrain, août 2015*

De l'observation de ce tableau XI, il ressort que la culture du maïs vient en tête dans le département de l'Alibori suivi du coton, ce qui fait de l'Alibori le bassin cotonnier du

Bénin. Le coton est destiné totalement à la vente tandis que les autres spéculations sont cultivées pour la vente et pour la consommation locale. Le maïs, l'aliment de base des populations, est aussi le produit le plus commercialisé au marché "international" de Malanville. Dans le but de diversifier ses revenus, un producteur s'adonne à plusieurs spéculations (planche 1).



Planche 1 : Quelques principales spéculations dans le département de l'Alibori
Prise de vues : *Orou Séko, septembre 2016*

La planche 1 présente quelques principales spéculations développées dans le département de l'Alibori. Le coton à Banikoara illustré par la photo 1.1 et le maïs à Ségbana par celle en 1.3 viennent en tête en matière d'emblavures et de productions. Les autres spéculations notamment l'igname (1.2), le sorgho, le manioc, le niébé et autres sont cultivées par les petits producteurs.

3.3.2 Evolution des emblavures et productions des principales spéculations

La taille des emblavures des principales cultures est fonction de l'attachement des producteurs et l'importance sociale de cette culture (figure 21).

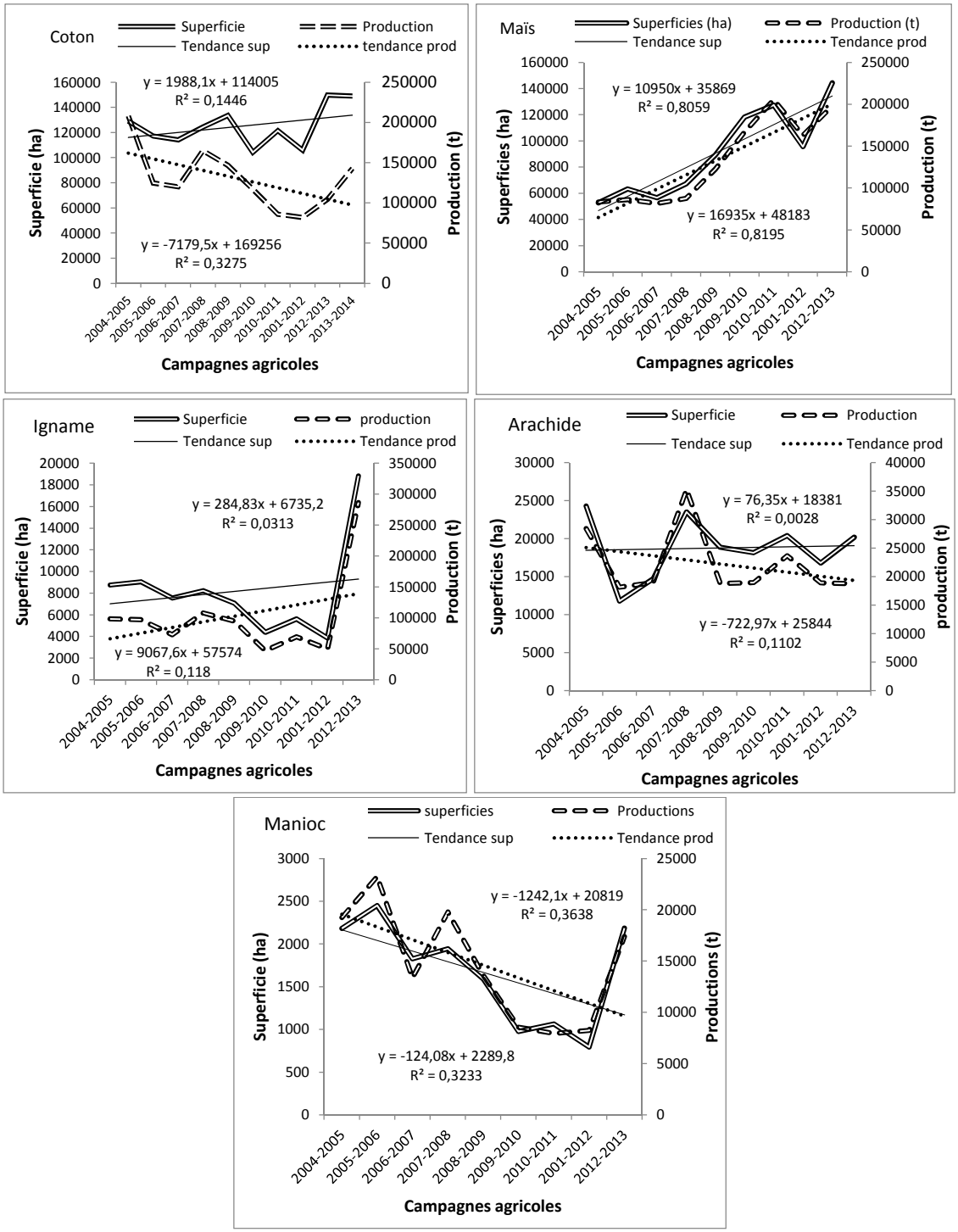


Figure 21 : Tendance de la production agricole dans le département de l'Alibori
Source des données : *ONS, 2016 et traitement des données*

La figure 21 présente la tendance des productions et des superficies des cultures du coton, du maïs, de l'igname, de l'arachide et du manioc. Il se dégage de l'analyse du coefficient directeur (R^2) qu'il existe une corrélation entre l'évolution des emblavures et des productions pour le manioc et le maïs. Toutefois, cette évolution corrélative est régressive pour le manioc et progressive pour le maïs. Le manioc lui, connaît une baisse

continue des emblavures et de la production au profit de la culture du maïs et du coton dans le département de l'Alibori.

Contrairement au précédent constat, les emblavures du coton et de l'arachide croissent tandis que les productions décroissent. Ce constat est témoigné par l'évolution des droites de tendances qui sont croissantes avec des valeurs positives de l'équation (y) pour les emblavures et décroissantes avec des valeurs négatives de l'équation (y) pour les productions. Cette situation observée au cours de ces dernières années, est due aux mauvaises pratiques culturales et au fort taux d'accroissement démographique.

Cependant, l'augmentation continue des emblavures constitue une des principales sources de dégradation de l'environnement et surtout de régression du couvert végétal, augmentant par ricochet la vulnérabilité des conditions d'existence des populations.

3.3.3 Agro-élevage

Le cheptel dans le département de l'Alibori, est constitué surtout de bovins, d'ovins, de caprins, de porcins, d'asins et de volailles. L'élevage est encore peu organisé et est de mode extensif traditionnel constituant souvent une activité secondaire pour quelques individus. Les caractéristiques physiques du département sont favorables à cette activité même si la tendance climatique facilite le développement de certaines maladies dangereuses. Ainsi, les périodes d'excès d'eau, de sécheresse prolongée et de manifestation de vents violents ne sont pas sans conséquences sur la santé des animaux. De même, en période d'excès de pluie, les affections diarrhéiques et épidermiques telles que la galle prolifèrent chez les petits ruminants comme les caprins et les ovins. La multiplication des germes pathogènes est favorisée par les excès d'eau. Les tiques prolifèrent énormément dans les années d'excès pluviométrique causant de sérieuses affections épidermiques. Le plus souvent, ces cas d'affections sont mortels et déciment le cheptel villageois. Les pratiques anciennes d'élevage traditionnel n'ont pas encore connu de modifications profondes. Malgré la recrudescence de certaines maladies sur les animaux, les producteurs/éleveurs continuent d'élever les animaux et les laissent en divagation. Seulement 20 % environ des éleveurs font vacciner régulièrement leurs animaux. En outre, la période de l'harmattan chez la volaille est critique et reste favorable à la manifestions de plusieurs maladies aviaires telles que la grippe, les affections gastriques et intestinales, etc. La recrudescence de ces pathologies se trouve davantage favorisée par le mode d'élevage pratiqué entraînant de nombreux

cas de mortalité. La production animale reste la deuxième activité dans le département de l'Alibori après la production végétale (figure 22).

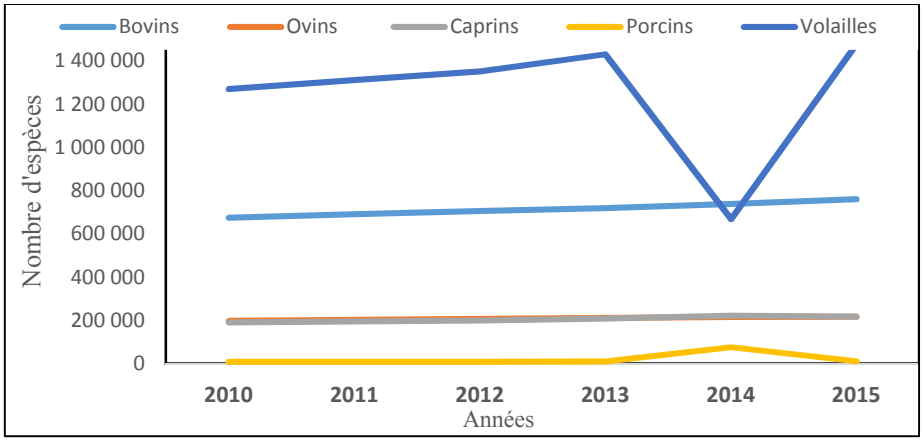


Figure 22 : Evolution de la production des principales espèces élevées
Source des données : *Direction de l'élevage, mai 2018*

Il ressort de l'analyse de la figure 22 que la production des ovins et caprins connait une évolution approximative en raison de leur utilité qui se situe uniquement à la vente et à la consommation. L'année 2014 est spécialement marquée par une chute drastique de la production de volailles due à la propagation d'une épidémie. La production bovine connait, quant à elle, une augmentation sans cesse à cause de son triple rôle : vente pour se faire de l'argent, consommation viande et son utilisation dans les activités agricoles comme traction animale. Elle constitue, en général, une forme d'épargne et de prestige. Contrairement à la production bovine et de volaille, l'élevage des porcins est très faible compte tenu de la religion musulmane qui domine et qui interdit la consommation de cette viande.

L'élevage demeure toujours l'apanage des Peulhs. Il se sert des résidus de récolte pour l'alimentation pendant la saison sèche (planche 2).



Planche 2 : Reste de tiges après récolte destiné au pâturage à Kandi
Prise de vues : *Orou Séko, octobre 2016*

Après les récoltes, les tiges de maïs, du sorgho et du coton comme le montrent respectivement les photos 2.1, 2.2 et 2.3 permettent aux éleveurs de faire paître les

animaux. Les résidus d'autres cultures servent également de pâturage, mais les plus importants sont ceux ci-dessus cités. Vu l'importance des bœufs dans l'agriculture et principalement pour le labour des champs, les populations dites autochtones s'adonnent de plus en plus à l'élevage.

3.3.4 Production halieutique

La pêche est pratiquée de manière artisanale sur le fleuve Niger et ses trois affluents (Mékrou, Alibori et Sota) par des populations riveraines et des immigrants venus du Niger, du Nigeria et du Burkina-Faso. Les populations autochtones s'adonnent peu à cette activité. Elle est plus réservée au groupe sociolinguistique djerman communément appelés « sorogo ». Mais, il est important de notifier que les ressources halieutiques sont sérieusement menacées par l'utilisation incontrôlée des insecticides coton. Ainsi, les cours d'eau Alibori et Mékrou sont touchés par ce phénomène qui menace les ressources naturelles d'extinction et compromet sévèrement la santé humaine. Les produits de pêches (planche 3) se font de plus en plus rares à cause de la surexploitation des cours d'eau et de l'utilisation des insecticides.



Planche 3 : Produit de pêche du fleuve Niger à Malanville
Prise de vues : *Orou Séko, décembre 2015*

L'analyse de la planche 3 montre les espèces comme *Clarias gariepinus* (3.1) et *Silurus glanis* (3.2) pêchées par les populations pour leur alimentation. Pendant la saison pluvieuse, les activités de pêche sont arrêtées car elles deviennent très dangereuses suite à la montée des eaux dans les rivières et le fleuve. Au cours de la saison sèche, les populations développent plusieurs techniques de pêche qui sont toutes traditionnelles. Ainsi, à l'aide de vieilles bassines et de matériels localement fabriqués à base de bois ; ces populations définissent des dates et envahissent les marigots à la recherche de produits halieutiques.

3.3.5 Exploitation forestière

L'exploitation forestière est l'un des moyens d'existence des populations. Le département est composé des Communes à caractère rural où le bois de chauffe et le charbon de bois restent les principaux modes de cuisson des aliments. Pour la fabrication des meubles, certaines espèces végétales sont sélectionnées en raison de la qualité du bois d'œuvre qu'elles fournissent.

3.4 Techniques culturales dans le département de l'Alibori

Les techniques culturales sont encore traditionnelles et utilisent la main d'œuvre familiale.

3.4.1 Technique de culture sur brûlis

Principal système cultural, le brûlis est la technique la plus répandue et pratiquée par plus de 80 % des producteurs. Les arbres et/ou les arbustes défrichés sont regroupés en tas et brûlés des jours après (figure 4).



Planche 4 : Défrichage (4.1 et 4.2) et préparation des parcelles (4.3) avant labour à Ségbana
Prise de vues : *Orou Séko, mai 2016 et janvier, 2017*

L'élimination de certains arbres (*Khaya senegalensis, Ceiba pentandra, Afzelia africana, Anogeisus leicarpus, etc.*) et de l'ensemble des arbustes comme le montre la photo 4.1 est l'un des facteurs de destruction et de régression du couvert végétal. Egalement, les feux de végétations aussi consument tout sur leur passage et

contribuent énormément à la disparition de certaines espèces floristiques et fauniques. L'agriculture itinérante sur brûlis reste une pratique répandue dans le département de l'Alibori.

3.4.2 Opération de sarclage

Les adventices sont des concurrents des plants et agissent énormément sur les rendements. L'entretien des cultures à travers le sarclage est donc une opération très indispensable. Cette opération est faite de plusieurs manières : le sarclage direct accompagné d'une houe et le désherbage avec l'utilisation d'herbicide sélectif (comme leur nom l'indique, ils sont sélectifs selon les cultures et utilisés tout juste après semis). L'épandage d'engrais intervient après le premier sarclage afin de permettre aux cultures d'en bénéficier efficacement (planche 5).



Planche 5 : Opération de désherbage à Sonsoro (Kandi) et à Karimama
Prise de vue : *Orou Séko ; juin 2016*

La planche 5 montre les activités de sarclage à Sonsoro (Kandi, 5.1) et à Karimama (5.2). L'opération la plus délicate après les semis reste l'entretien des cultures pour lutter contre les adventices. Le non-respect et la non réussite de cette opération agit négativement sur les rendements à travers les pertes de récoltes. Ce travail dans le département de l'Alibori à 90 % se fait de façon manuelle. Les outils modernes pour l'opération de sarclage ne sont encore très repandus.

3.4.3 Techniques de labour

La daba et la houe servent à remuer la terre afin d'y jeter les graines de semence. Cette technique est l'apanage d'une faible partie de la population (10 %) car, elle est très tôt remplacée par la traction animale et les machines modernes de labour. Le désir de rendre les opérations agricoles plus rapides et moins fastidieuses a conduit à la modernisation des techniques agricoles. Les producteurs dans le département de l'Alibori sont à plus de 80 % des agro-éleveurs et c'est ce qui explique la dominance de

la technique de labour par traction animale. L'utilisation des machines agricoles modernes n'est pas encore bien développée à cause du coût jugé exorbitant et surtout du manque de moyen financier des paysans. Avec la traction animale, le producteur est en mesure de labourer en moyenne un hectare par jour et quatre en moyenne pour les tracteurs. Seulement, le coût, la qualité et la quantité de la main d'œuvre diffèrent d'une technique à une autre. La traction animale est composée d'une paire de bœufs, d'une charrue et d'au moins deux personnes (photo 3).



Photo 3 : Labour par traction animale à Goumori
Prise de vue : *Orou Séko, juin 2016*

La photo 3 illustre une opération de labour par traction animale. Le labour par traction animale est certes moins rapide mais le travail à ce niveau est beaucoup plus soigné. Le labour par les machines modernes est l'œuvre des gros producteurs car cela leur permet d'accélérer les opérations agricoles afin de faire face aux contraintes pluviométriques. A cet effet, le labour se fait dans un temps raisonnable et le calendrier agricole est respecté.

3.4.4 Techniques de semis

L'une des étapes les plus importantes de la production agricole est le semis, c'est-à-dire l'enfouissement de la graine dans le sol pour attendre la germination quelques jours après. Les Précipitations sont un facteur indispensable pour la réussite de cette phase et cela passe par la connaissance et le respect du calendrier agricole.

La mise en œuvre de la technique de semis en poquets oblige le paysan à utiliser la houe traditionnelle. Cette houe permet de réaliser dans le sol des trous de 6 cm environ de diamètre et 4 cm environ de profondeur. Elle nécessite peu de mains d'œuvre. C'est une technique de plus en plus délaissée en faveur des techniques modernes. Elle ne favorise pas l'accroissement rapide des plantes et l'obtention d'un bon rendement.

Avec la technique de semis par poquet, il faut forcement choisir les terres fertiles sans quoi, les rendements ne sont pas le plus souvent au rendez-vous. L'inconvénient du poquet est qu'il ne favorise pas la décomposition rapide de la matière organique favorisant la fertilisation des sols (Agbadjagan, 1999 ; Wokou, 2009). Elle est pratiquée par 10 % des paysans interviewés dans le département (photo 4).



Photo 4 : Réalisation des poquets pour le semis à Malanville
Prise de vue : *Orou Séko, Juin 2016*

La technique de semis par poquet illustrée par la photo 4 est pratiquée dans le département de l'Alibori. Toutefois, elle est de moins en moins développée car, elle exige plus d'effort physique, de main d'œuvre et malgré cela, les rendements restent insatisfaisants. Elle ne permet pas aux agriculteurs de s'épanouir et de faire des économies. L'écart entre deux poquets pour les plants comme le coton et le soja est de 0,4 m environ entre les poquets et de 0,8 m environ entre les lignes.

3.4.5 Sarclo-buttage à l'aide de la daba

Parfois, le buttage se fait également avec la houe appelée daba. Il peut intervenir en même temps que l'opération d'épandage d'engrais, de sarclages ou de démariage. Cette opération permet de lutter contre les adventices des cultures et facilite le développement des jeunes plants. Dans le département de l'Alibori, le buttage se fait par l'usage de pair de bœufs avec une charrue à socle permettant de consolider la plante en ramenant la terre sous les pieds des jeunes plants. Cette opération permet aux jeunes plants de bénéficier d'humidité pendant une longue durée en cas de séquence sèche très longue.

3.4.6 Récoltes des produits agricoles

Les récoltes sont effectuées pendant la saison sèche. Après les récoltes des champs, les produits sont convoyés vers les maisons. Une partie est destinée à la vente et une autre à la consommation du ménage. Ce dernier est conservé dans des infrastructures traditionnelles conçues pour les recevoir (planche 6).



Planche 6 : Types de grenier pour la conservation des récoltes à Banikoara (6.1) et à Kandi (6.2)
***Prise de vues** : Orou Séko, mai 2016*

Les photos de la planche 6 illustrent des greniers en paille réalisés pour contenir les céréales. Le sommet, en forme conique, est soigneusement réalisé pour faciliter l'écoulement de l'eau et l'empêcher de pénétrer à l'intérieur du grenier. Le bas n'est pas directement posé sur le sol ; il est surélevé pour favoriser l'écoulement de l'eau en cas de pluie et empêcher aussi le pourrissement du contenu. Le tronc est aussi couvert de vieilles feuilles de tôle et de vieux sacs pour empêcher les animaux domestiques de les saccager. La taille des greniers est le plus souvent fonction de la taille des ménages : plus le ménage est important plus le grenier est grand (6.1) et moins le ménage est important, moins le grenier est grand (6.2). Mais de façon générale, le mode de conservation des produits récoltés reste encore archaïque car, la qualité du matériel utilisé pour sa fabrication reste à désirer. Ces types de silos sont fragiles aux vents violents et aux pluies abondantes. Les produits conservés sont aussi exposés facilement aux attaques des rongeurs. Il n'existe presque pas dans les ménages de matériels modernes de conservation des denrées alimentaires. La grande partie de céréales produites est convoyée vers le marché international de Malanville. Les autres marchés non moins importants sont ceux de Sori (Commune de Gogounou) ; de Banikoara-centre, de Goumori et de Founougo (Commune de Banikoara). Ces différents marchés

qui s'animent sont constitués de zones dédiées, distinctement ou cumulativement, à la commercialisation du bétail, de céréales, etc. (planche 7).



Planche 7 : Produits agricoles exposés au marché de Kandi (7.1) et de Banikoara (7.2)
Prise de vue : *Orou Séko, octobre 2015*

La planche 7 montre les céréales (7.1) et les légumes (7.2) exposés par les femmes revendeuses dans différents marchés. On y rencontre une gamme variée de produits en raison de la non spécificité des marchés. Les agriculteurs tirent leur revenu à travers la vente de ces produits agricoles et cela contribue énormément à l'amélioration de leurs conditions.

Les facteurs physiques et humains de production décrits *supra* sont propices au développement des activités agricoles dans le département de l'Alibori. Toutefois, ces dernières se trouvent influencés par les tendances climatique et démographique mises en évidence dans le chapitre IV.

CHAPITRE IV :

TENDANCES CLIMATIQUE ET DEMOGRAPHIQUE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

Dans ce chapitre IV sont présentées les tendances climatique et démographique actuelles et futures dans le département de l'Alibori. La série 1951-2015 constitue la période d'étude et est subdivisée en deux sous périodes. Les quatre recensements de la population (1979, 1992, 2002 et 2013) suivies des résultats de projection de 2050 ont permis d'étudier la croissance démographique. Ce chapitre présente également les perceptions paysannes sur les tendances démographique et climatique.

4.1 Tendance climatique dans le département de l'Alibori

L'étude de la tendance climatique dans le département de l'Alibori est basée sur l'analyse des indices pluviométrique et thermométrique.

4.1.1 Rythme pluviométrique interannuel dans le département de l'Alibori

La figure 23 présente les anomalies pluviométriques dans le département de l'Alibori de 1951-2015 avec une tendance à la baisse dans toutes les Communes.

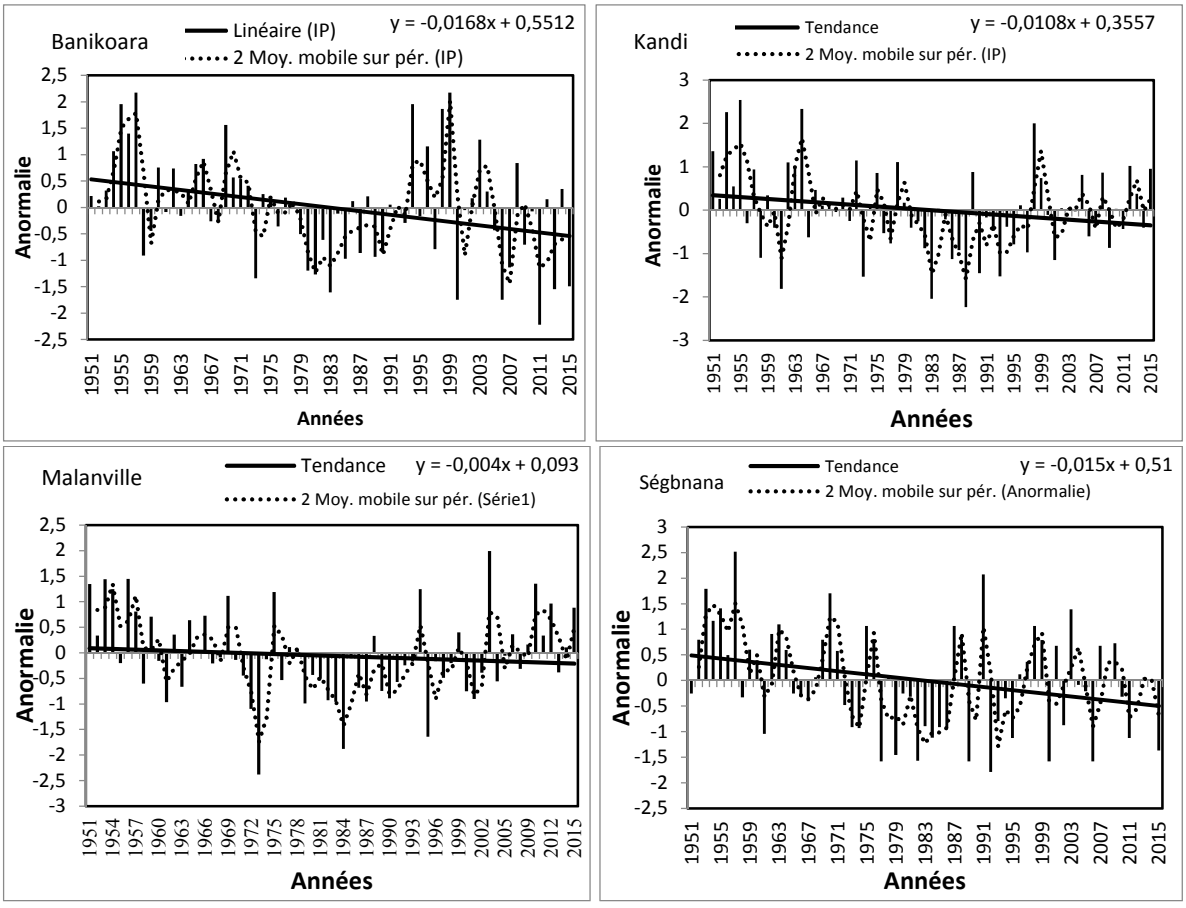


Figure 23 : Indice pluviométrique du département de l'Alibori de 1951-2015
Source des données : *ASECNA, 2015*

Il ressort de l'analyse de la figure 23 que la tendance des hauteurs pluviométriques est à la baisse dans le département de l'Alibori de la période 1951-2015. La période allant de 1972 à 1990 est marquée par un déficit pluviométrique sans précédent sur toutes les stations du département. Cette situation est à l'origine de l'insécurité alimentaire observée au Bénin durant cette période. De plus, le mode de répartition des pluies évolue vers le retard pluvieux et le raccourcissement de l'unique saison pluvieuse qui caractérise le secteur, comme l'ont souligné les représentants des populations au cours des ateliers d'évaluation de la vulnérabilité.

4.1.2 Evolution pluviométrique dans le département

Le test de Pettitt appliqué aux séries pluviométriques dans le département de l'Alibori (période 1951-2015) détecte une rupture de stationnarité de pluie en 1969 à un taux de significativité de 99 % (figure 24).

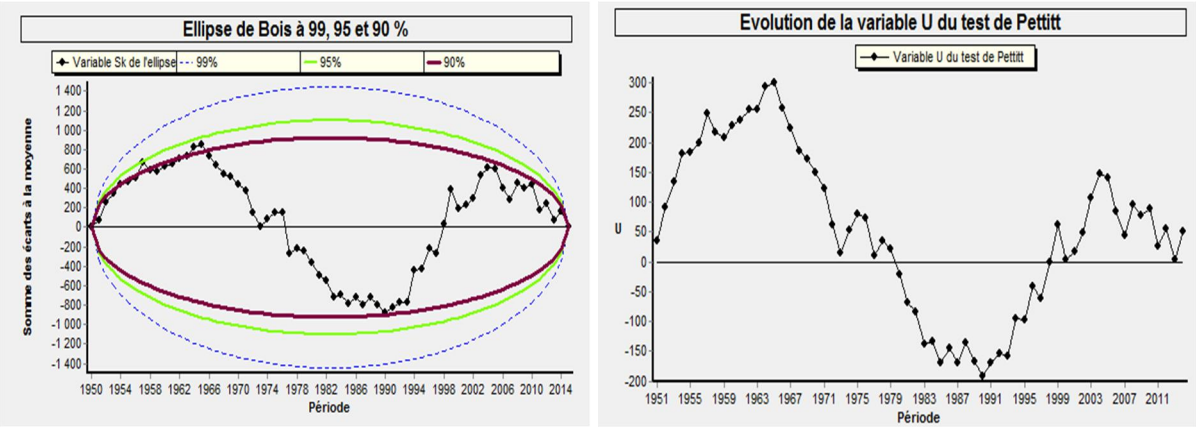


Figure 24: Résultats des tests de Buishand et de Pettitt appliqués à la série des précipitations annuelles de 1951 à 2015

Source : *Traitement des données, 2017*

L'analyse de la figure 24 montre une rupture de stationnarité en 1969 dans la série pluviométrique selon le test de Pettitt. L'hypothèse nulle, absence de rupture a été rejetée aux seuils de confiance de 99 %. De ce test, deux sous séries se dégagent nettement (1951-1969 et 1970-2015). Les moyennes des sous-séries avant et après la rupture sont respectivement de 1117,36 mm et de 1001,41 mm, soit un déficit pluviométrique de 10,37 % après la rupture.

4.1.2.1 Variabilité pluviométrique interannuelle des sous séries 1951-1969 et 1970-2015 dans le département de l'Alibori

Les sous-séries 1951-1969 et 1970-2015 présentent des caractéristiques différentes sur l'évolution des hauteurs de pluie dans le département de l'Alibori. La figure 25 présente la tendance pluviométrique interannuelle.

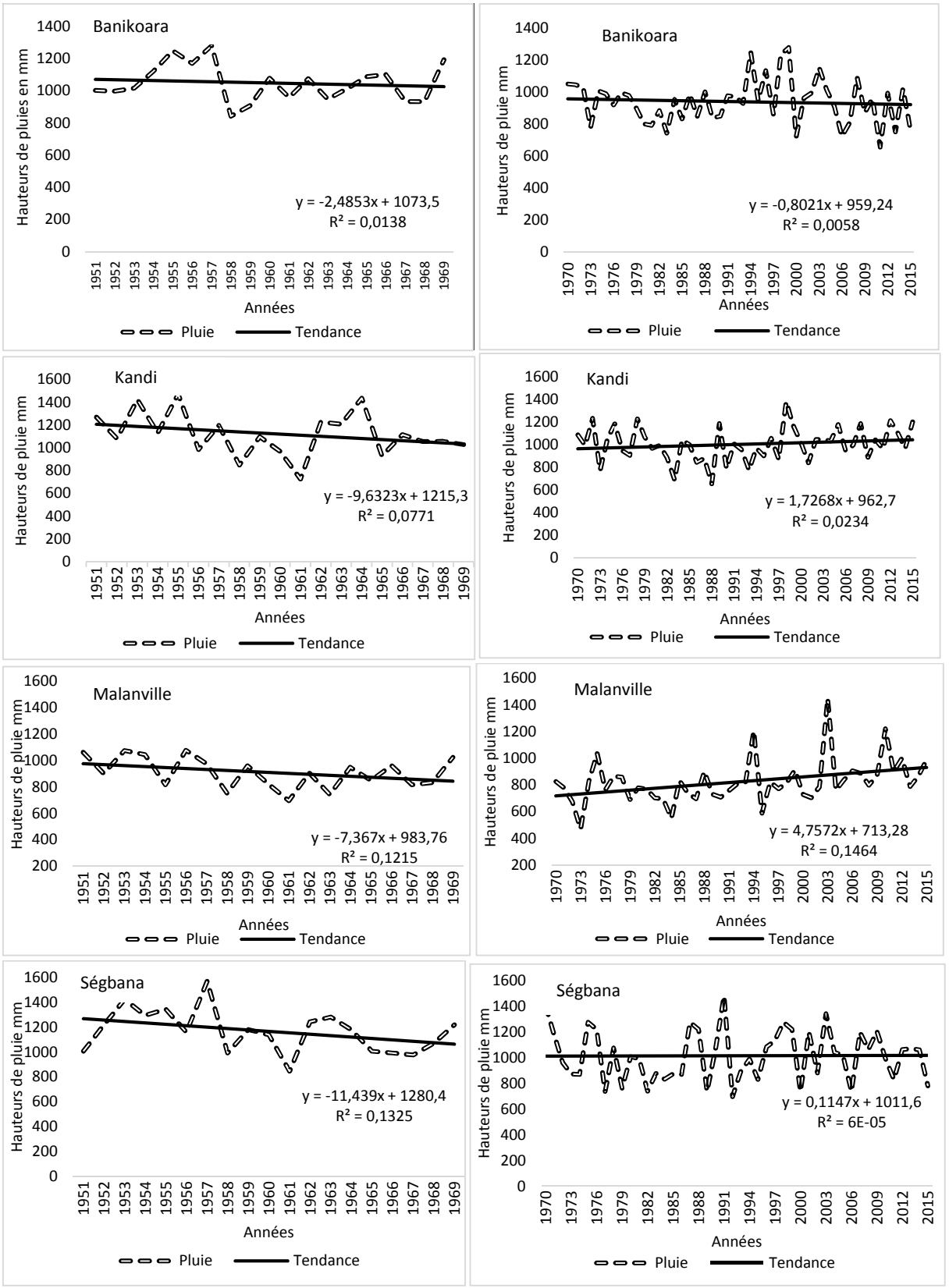


Figure 25 : Tendance pluviométrique interannuelle dans le département de l'Alibori de 1951 à 1969 et de 1970 à 2015

Source des données : *ASECNA, 2016*

De l'examen de la figure 25, il ressort que la variabilité interannuelle est caractérisée par une évolution contrastée entre les différentes stations du département de l'Alibori. Il est constaté une tendance à la baisse au cours de la première sous période avec des valeurs négatives présentées par l'équation (y) tandis qu'exceptée la station de Kandi, la deuxième sous période est à la hausse avec des valeurs positives présentées par l'équation (y) pour toutes les stations. En tenant compte de la rupture observée, le nombre d'année de la première période est inférieur à la seconde. Sur ce, en considérant les moyennes pluviométriques, il est constaté que malgré sa tendance à la hausse, la deuxième sous période 1970-2015 est moins pluvieuse que la première 1951-1969. A Banikoara, Kandi, Malanville et Ségbana les précipitations moyennes entre 1951-1969 ont été respectivement de 1048,66 mm, 1118,98 mm, 910,10 mm et 1166,05 mm. Mais de 1970 à 2015, ces précipitations sont passées respectivement à 940,39 mm, 1003,28 mm, 823,67 mm et 1014,32 mm. Cette situation complique le bon déroulement des activités agricoles, accentue la baisse des rendements agricoles et met à mal la sécurité alimentaire dans le département de l'Alibori.

4.1.2.2 Indices pluviométriques et analyse des séquences humide et sèches des périodes 1951-1969 et 1970-2015

L'indice pluviométrique permet d'avoir une idée claire de la variation interannuelle des années de pluies excédentaires, déficitaires et modérées. Il permet également l'appréciation par décade de ces caractéristiques pluviométriques. La figure 26 présente une analyse comparée des séquences humide et sèches des périodes 1951-1969 et 1970-2015 dans le département de l'Alibori.

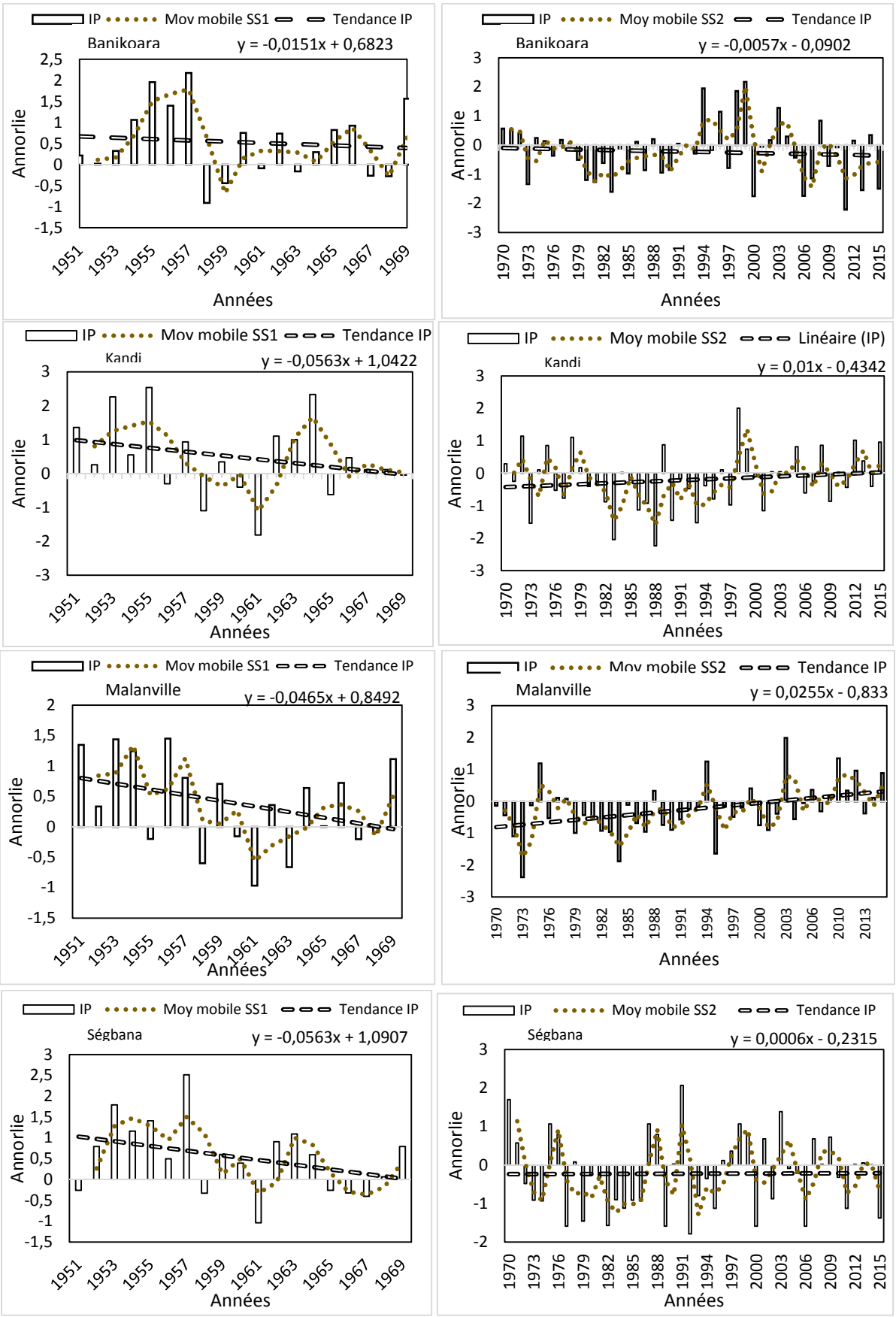


Figure 26 : Indice pluviométrique des sous périodes 1951-1969 et 1970-2015 dans le département de l'Alibori

Source des données : *ASECNA, 2015*

Il ressort de l'analyse de la figure 26 que les tendances sont toutes à la baisse pour la période 1951-1969 telles que illustrées par les valeurs négatives de l'équation (y). Dans cette période d'environ deux décennies, cette baisse des tendances s'explique par la succession chronologique des périodes humides et sèches où la première décennie se trouve être fortement humide que la seconde. Il en est autre pour ce qui est de la période 1970-2015 où toutes les stations ont une tendance à la hausse en dehors de celle de Kandi qui connait une légère baisse tendancielle accompagnée d'une valeur négative de l'équation (y). L'inverse de l'explication de la première période peut valoir ici en ce sens que cette deuxième période a vu ses deux premières décennies moins humides que les dernières. De façon plus précise, il est à noter que la faible reprise des années humides de la décennie 70 suivie de la décennie 80 qui s'avère être déficitaire ont conduit à la hausse de ces tendances parce que les dernières décennies se sont révélées plus humides. La particularité observée à la station de Kandi est due aux années déficitaires de la décennie 2000.

Par ailleurs, au-delà de l'observance des tendances à la baisse de la première période et à la hausse de la deuxième, il n'est pas aisé de dégager des cycles décennaux clairs. Egalement, cette baisse des tendances de la première période et la hausse de celles de la deuxième, ne déduisent pas directement que la première est moins humide que la deuxième. Dans ce cas précis, la position de l'inclinaison des droites de tendance est due à la succession ou l'emplacement des années excédentaires et déficitaires au sein de chaque période (tableau XII).

Tableau XII : Caractéristiques des années humides dans l'Alibori

Stations	**Valeurs SPI**	**Périodes**		**Caractéristiques**
		1951-1969	1970-2015	
Banikoara	SPI>2	5,5 %	2,2 %	Humidité extrême
	1<SPI<2	22,2 %	8,9 %	Humidité forte
	0<SPI<1	44,4 %	31,1 %	Humidité modérée
Kandi	SPI>2	16,6 %	2,2 %	Humidité extrême
	1<SPI<2	11,1 %	6,7 %	Humidité forte
	0<SPI<1	44,4 %	33,3 %	Humidité modérée
Malanville	SPI>2	0 %	0 %	Humidité extrême
	1<SPI<2	27,7 %	8,9	Humidité forte
	0<SPI<1	33,3 %	22,2 %	Humidité modérée
Ségbana	SPI>2	5,5 %	2,2 %	Humidité extrême
	1<SPI<2	22,2 %	11,1 %	Humidité forte
	0<SPI<1	44,4 %	33,3 %	Humidité modérée

Source : *Traitement des données, 2017*

Il ressort de l'examen du tableau XII qu'en moyenne 21 % des années de la période 1951-1969 ont été fortement humides contre 9 % pour la période 1971-1990. Les années à humidité modérées dominent dans l'ensemble, même si celles-ci connaissent aussi une baisse entre les deux périodes passant de 42 % (1951-1969) à 30 % (1970-2015). Il en est de même pour les années d'humidité extrême. Ces dernières sont rares et représentent en moyenne 7 % des années de la période 1951-1969. Au cours de la deuxième période, elles ne font que 1,65 % de l'ensemble des années. Les années d'extrême humidité expliquent les inondations enregistrées dans le département de l'Alibori. Le constat paradoxal est que la Commune de Malanville qui fréquemment est inondée n'a enregistré aucune année pluviométrique extrême au cours des deux périodes. Il peut donc être déduit que les inondations à Malanville et Karimama sont principalement dues aux crues/débordements du fleuve Niger. D'une façon générale, les différentes caractéristiques de l'humidité ont connu une baisse au cours de la deuxième période sur de toutes les stations. Celles des années sèches, quant à elles, présentent le contraire (tableau XIII).

Tableau XIII : Caractéristiques des années sèches dans l'Alibori

Stations	Valeurs SPI	Périodes		Caractéristiques
		1951-1969	1970-2015	
Banikoara	-1<SPI< 0	33,3 %	37,8 %	Sécheresse modérée
	-2<SPI<-1	0 %	20 %	Sécheresse forte
	SPI<-2	0 %	2,2 %	Sécheresse extrême
Kandi	-1<SPI< 0	22,2 %	42,2 %	Sécheresse modérée
	-2<SPI<-1	5,6 %	11,1 %	Sécheresse forte
	SPI<-2	0 %	4,4 %	Sécheresse extrême
Malanville	-1<SPI< 0	38,9 %	60 %	Sécheresse modérée
	-2<SPI<-1	0 %	6,7 %	Sécheresse forte
	SPI<-2	0 %	2,2 %	Sécheresse extrême
Ségbana	-1<SPI< 0	22,2 %	28,9 %	Sécheresse modérée
	-2<SPI<-1	5,6 %	24,4 %	Sécheresse forte
	SPI<-2	0 %	0 %	Sécheresse extrême

Source : *Traitement des données, 2017*

L'examen du tableau XIII montre qu'aucune station n'a enregistré d'années d'extrême sécheresse au cours de la première période 1951-1969. En plus, même au cours de la deuxième, celle de Ségbana n'en a pas connu. A l'antipode de la première période, la période 1970-2015 a connu en moyenne 2 % de sécheresse extrême. Elles sont notées à Banikoara en 2011 ; à Kandi en 1983 et 1988 et à Malanville en 1973. La période 1951-1969 est marquée en moyenne par seulement 3 % d'années de fortes sécheresses contre

15,6 % au cours de la deuxième période. Les sécheresses modérées regroupent le plus grand nombre d'années et ont également connu une évolution en passant de 29,15 % (1951-1969) à 42,2 % (1970-2015).

Si les analyses faites supra ont montré une évolution régressive des caractéristiques d'humidité, celles des sécheresses ont, au contrario présenté une progression. Cette baisse continue des années humides et l'évolution progressive des années sèches sont dues à la "sahélisation" du climat. Cela se manifeste par l'apparition des séquences sèches de plus en plus longues, et le raccourcissement des saisons de pluies. Ceux-ci ont comme impacts négatifs, les souffrances des cultures en besoins hydriques et le retard dans la croissance des plants avec comme conséquence immédiate la baisse des rendements.

4.1.2.3 Dates de début et de fin des saisons pluvieuses

Les dates de début et de fin des saisons pluvieuses déterminent la longueur de l'étalement des précipitations. Elles conditionnent le bon déroulement des activités agricoles. L'évolution de ces dates de la période 1951-2015 est présentée par la figure 27.

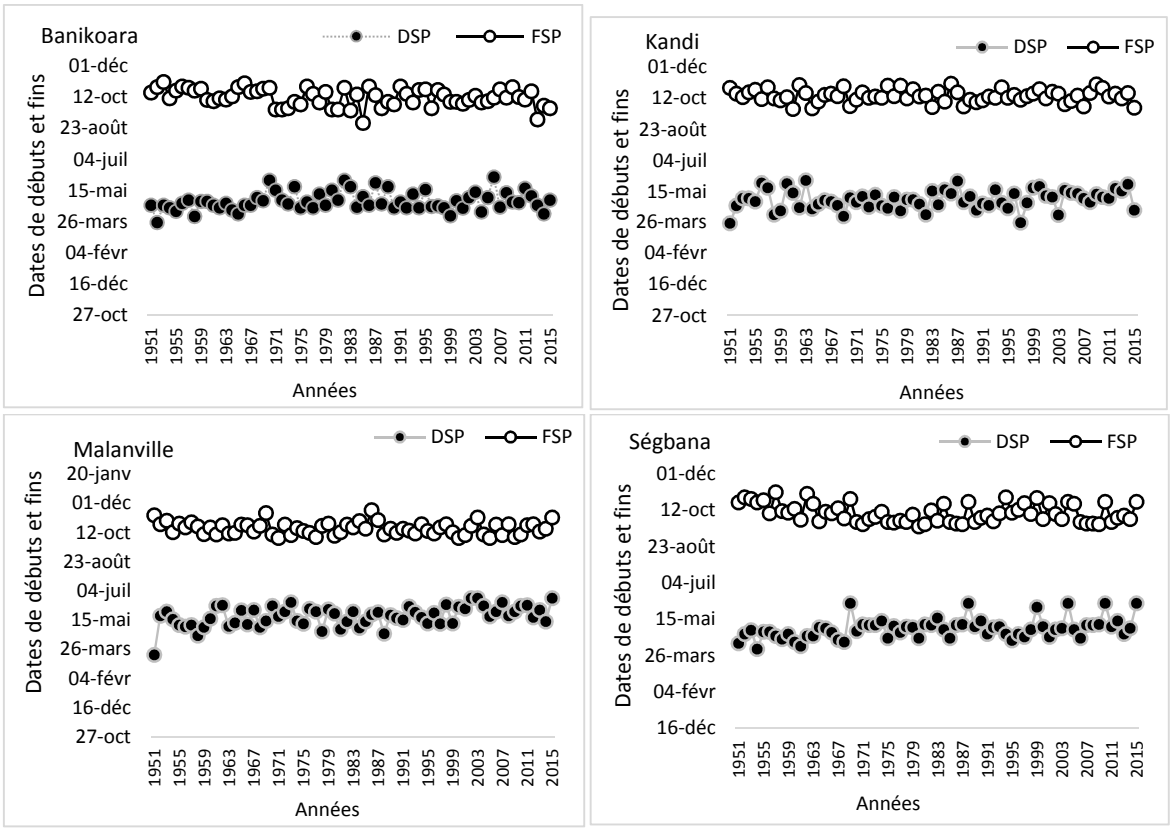


Figure 27: Dates de débuts et de fins de saison des pluies
Source : *Traitement des données, 2017*
DSP= Début de saison de pluie ; **FSP**= Fin de saison de pluie

Il peut être déduit de l'examen de la figure 27 que les dates de débuts et de fins des saisons pluvieuses sont marquées par de fortes variabilités. Les dates de semis déterminent de façon générale l'allongement ou le raccourcissement de la saison végétative. Quand l'installation est tardive ou la fin des précipitations est précoce, il y a un raccourcissement de la saison agricole. L'allongement quant à lui se fait observer, lorsque les dates de début sont précoces et/ou les dates de fin sont tardives. Les mois de mai et octobre représentent les dates de début et de fin des saisons pluvieuses dans le département de l'Alibori (tableau XIV).

Tableau XIV : Dates de début et de fin des saisons pluvieuses de la période 1951-2015

	1951-2015		
	DSP	**FSP**	**L**
Banikoara	12/04	12/10	168
Kandi	01/05	16/10	168
Malanville	22/05	19/10	147
Ségbana	02/05	08/10	170
Moyenne	01/05	13/10	163

***Source** : Traitement des données*

De l'observation du tableau XIV, on constate qu'en moyenne les précipitations commencent le 1er mai et prennent fin le 13 octobre au cours de la période 1951-2015. Pour ce qui est de la longueur de la saison pluvieuse, elle est de 163 jours en moyenne durant la même période dans le département de l'Alibori. La Commune de Ségbana enregistre un nombre plus élevé de jours de pluies que les autres. La Commune de Malanville dans la zone soudano-sahélienne connait le plus faible nombre de jours de pluies (147 jours) qui est en dessous de la moyenne (163) dans le secteur. Au cours des trois dernières décennies, il est de plus en plus observé des retards dans le démarrage des saisons de pluies (figure 28).

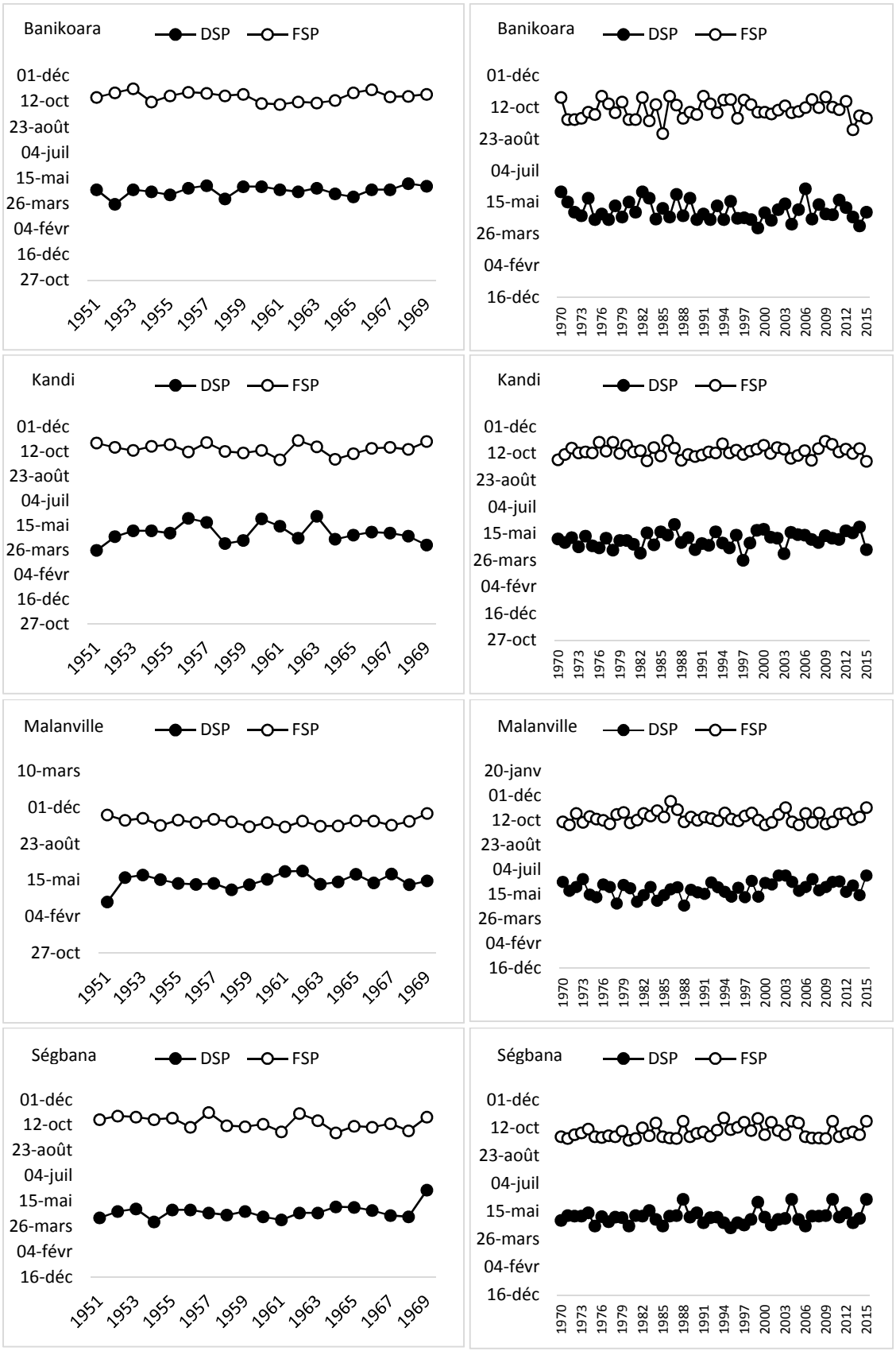


Figure 28: Evolution de début et de fin de saison entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015
Source : *Traitement des données, 2017*
DSP= Début de saison de pluie ; **FSP**= Fin de saison de pluie

Les dates de début et de fin des saisons agricoles des sous périodes 1951-1969 et 1970-2015 sont présentées dans le tableau XV.

Tableau XV : Dates de début et de fin de saison pluvieuse entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015

Périodes	**1951-1969**		**1970-2015**	
	DSP	**FSP**	**DSP**	**FSP**
Banikoara	19/04	21/10	01/05	08/10
Kandi	29/04	17/10	02/05	15/10
Malanville	12/05	23/10	26/05	18/10
Ségbana	23/04	17/10	05/05	05/10
Moyenne	28/04	19/10	08/05	11/10

***Source** : Traitement des données*

Il ressort de l'examen du tableau XV que la date moyenne de démarrage des pluies au cours de la période 1951-1969 est le 28 avril et le 8 mai pour la période 1970-2015 soit un écart de 10 jours. La date moyenne de fin de la saison des pluies est, quant à elle, le 19 octobre durant la période 1951-1969 et 11 octobre pendant la période 1970-2015 soit un écart 8 jours. Il est ainsi constaté de plus en plus un démarrage tardif et un arrêt précoce des pluies occasionnant un bouleversement du calendrier agricole.

4.1.2.4 Séquences sèches dans le département de l'Alibori

Les séquences sèches pendant la saison culturale bénéficient d'une attention soutenue de la part des producteurs. Plus elles sont longues plus elles affectent le développement phénologique des cultures. Les différentes formes de séquences sèches dans le département de l'Alibori sont présentées par la figure 29.

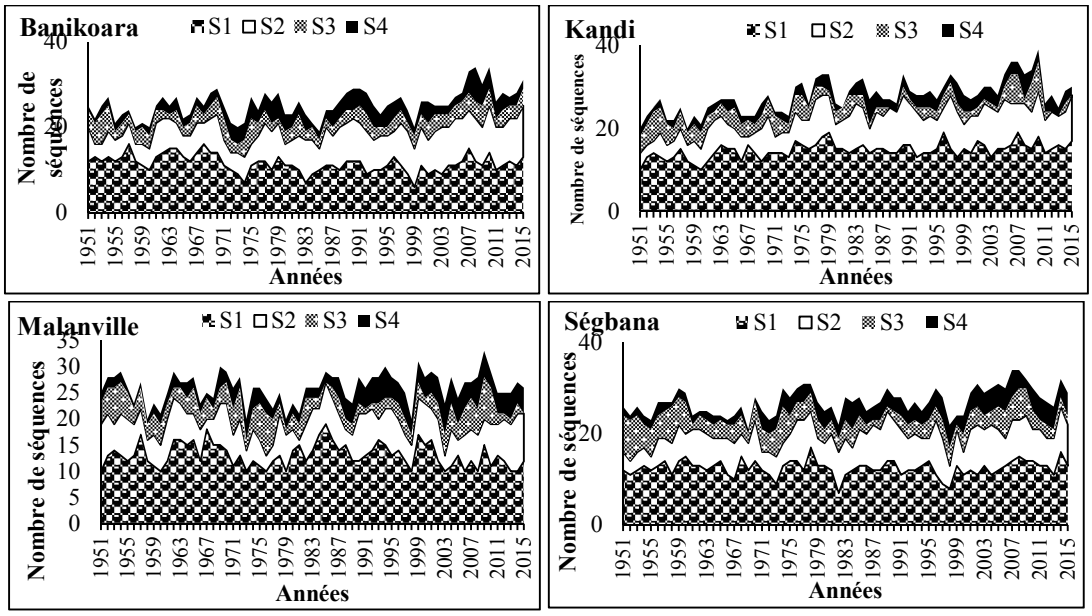


Figure 29 : Evolution des séquences sèches dans le département de l'Alibori
***Source des données :** ASECNA, 2016*

S1= classe des séquences sèches de durée comprise entre 1 et 3 jours ; **S2** = classe de séquences sèches de durée comprise entre 4 et 7 jours ; **S3** = classe de séquences sèches de durée comprise entre 8 et 14 jours ; **S4** = classe de séquences sèches de durée supérieure à 14 jours.

L'examen de la figure 29 montre que les quatre différentes classes de séquences sèches ont connu des évolutions diverses pour de chaque station. Au cours de la saison pluvieuse, les classes de séquences sèches S1 et S2 représentent en moyenne 90 % des types de « pauses pluviométriques ». Seules les stations de Malanville et Banikoara présentent une tendance à la hausse de la classe S3 (durée 8 à 14 jours), correspondant à une augmentation de la durée des poches de sécheresse. Ces séquences sèches de longue durée font flétrir les plants et ralentissent le développement phénologique des cultures.

4.1.2.5 Tendance de la longueur de la saison pluvieuse

La durée de la saison culturale est un des facteurs importants du bon déroulement des activités agricoles. Elle détermine le calendrier cultural des producteurs. La figure présente l'évolution de la durée des saisons culturales dans le département de l'Alibori (figure 30).

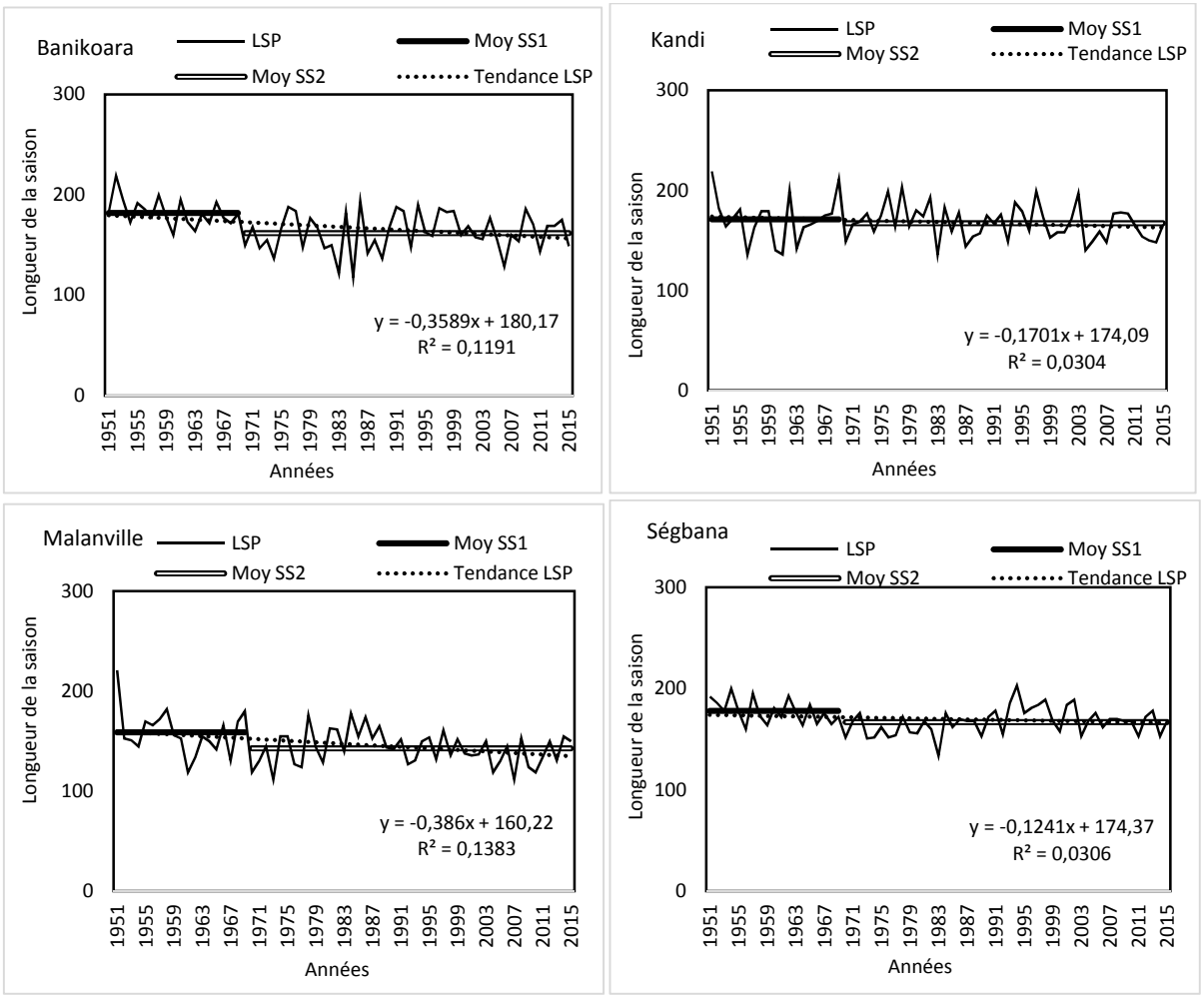


Figure 30 : Tendance de la longueur de la saison pluvieuse dans le département de l'Alibori

Source des données : *ASECNA, 2015*

De l'analyse de la figure 30, il est constaté une tendance à la baisse de la durée des saisons des pluies telles que témoignées par les valeurs négatives de l'équation (y) de toutes les stations. Ainsi, il est noté une régression de 12 jours de la durée des saisons pluvieuses au cours de la période 1970-2015 comparativement à celle de 1951-1969. Cette baisse est beaucoup plus perceptible dans les Communes de Banikoara et Malanville et l'est moins dans la Commune de Kandi. L'écart du nombre de jours de pluies entre 1951-1969 et 1970-2015 est présenté dans le tableau XVI.

Tableau XVI : Nombre de jours de pluies et les écarts entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015

Périodes	**LSP 1951-1969**	**LSP 1970-2015**	**Ecart entre 1951-1969 et 1970-2015**	**Pourcentage (%)**
Banikoara	182	162	20 jours	11 %
Kandi	171	167	04 jours	02 %
Malanville	158	142	16 jours	10 %
Ségbana	177	167	06 jours	06 %
Moyenne	**172**	**159**	**12 jours**	**7 %**

***Source** : Traitement des données*

Il ressort de l'examen du tableau XVI que la durée moyenne de la saison culturale est de 172 jours pour la période 1951-1969. Ce nombre de jours pluvieux a connu une baisse pendant la période 1970-2015 en passant à 159 jours soit une diminution de 12 jours de pluies (7 %). La Commune de Banikoara est la plus affectée avec une baisse de 20 jours pluvieux soit une régression de 11 %. Avec cette situation, les probabilités de mauvaises récoltes sont fortes et les prévisions agricoles sont faussées.

4.1.3 Tendance thermométrique dans le département de l'Alibori

La température est un élément déterminant dans la production agricole.

4.1.3.1 Variation mensuelle de la température

La tendance thermométrique dans le département de l'Alibori montre qu'au cours de l'année la température oscille entre 25 °C et 33 °C. La figure 31 présente le régime thermométrique moyen de Kandi de 1951 à 2015.

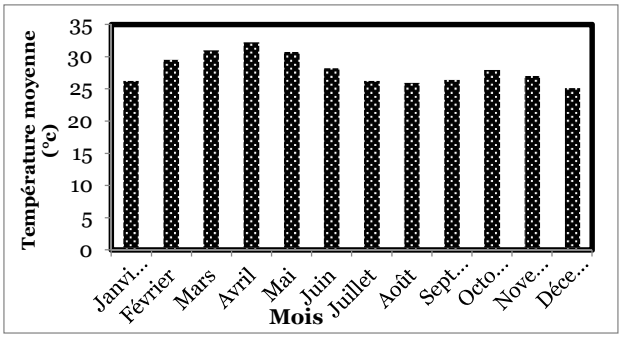


Figure 31 : Température moyenne à Kandi de 1951 à 2015
***Source** : Traitement des données*

De l'analyse de la figure 31, il ressort que les températures moyennes mensuelles varient entre 25° C aux mois de décembre-janvier et de 32° C au mois d'avril. Le régime thermométrique de l'Alibori de 1951 à 2015 montre que les mois de juillet (26,28 ° C), août (25,98 ° C), décembre (25,11 ° C) et janvier (26,25 ° C) connaissent les plus faibles températures. Les mois les plus chauds sont mars, avril et mai.

4.1.3.2 Segmentation des températures interannuelles de 1951 à 2015

Les températures dans le département de l'Alibori ont connu une rupture de stationnarité (figure 32).

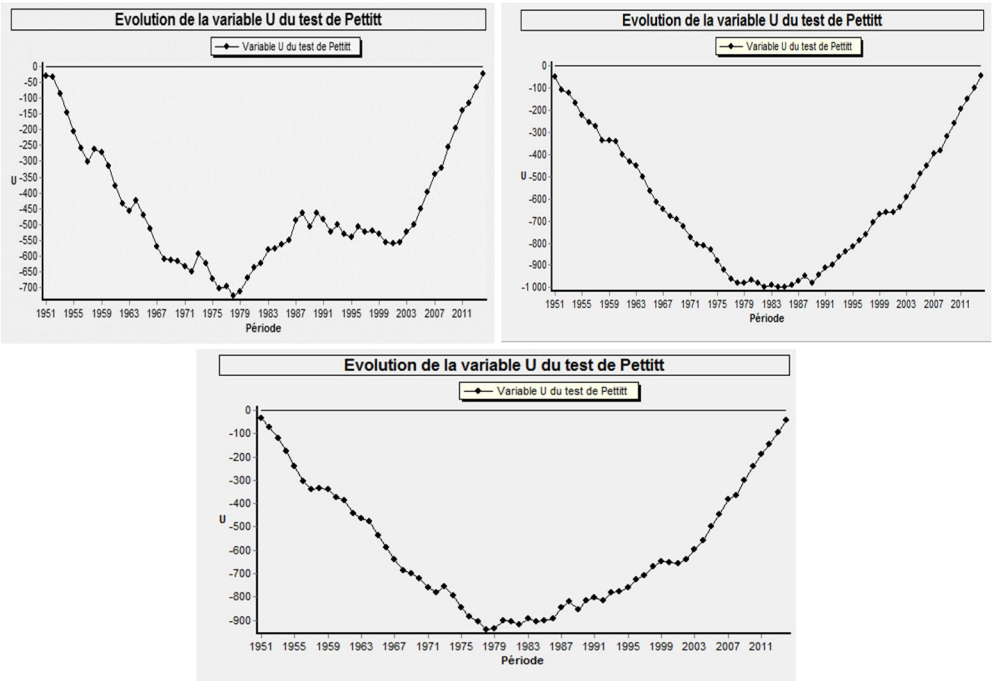


Figure 32 : Résultats des tests de Pettitt appliqués à la série des températures maxi, mini et moyenne annuelles de 1951 à 2015
***Source** : Traitement des données*

La figure 32 présente les ruptures de stationnarité des températures dans le département de l'Alibori. Il est à noter qu'une rupture a été observée en 1978 pour les températures maximale, minimale et moyenne.

4.1.3.3 Indice thermométrique

La figure 33 présente les indices interannuels des températures dans le département de l'Alibori.

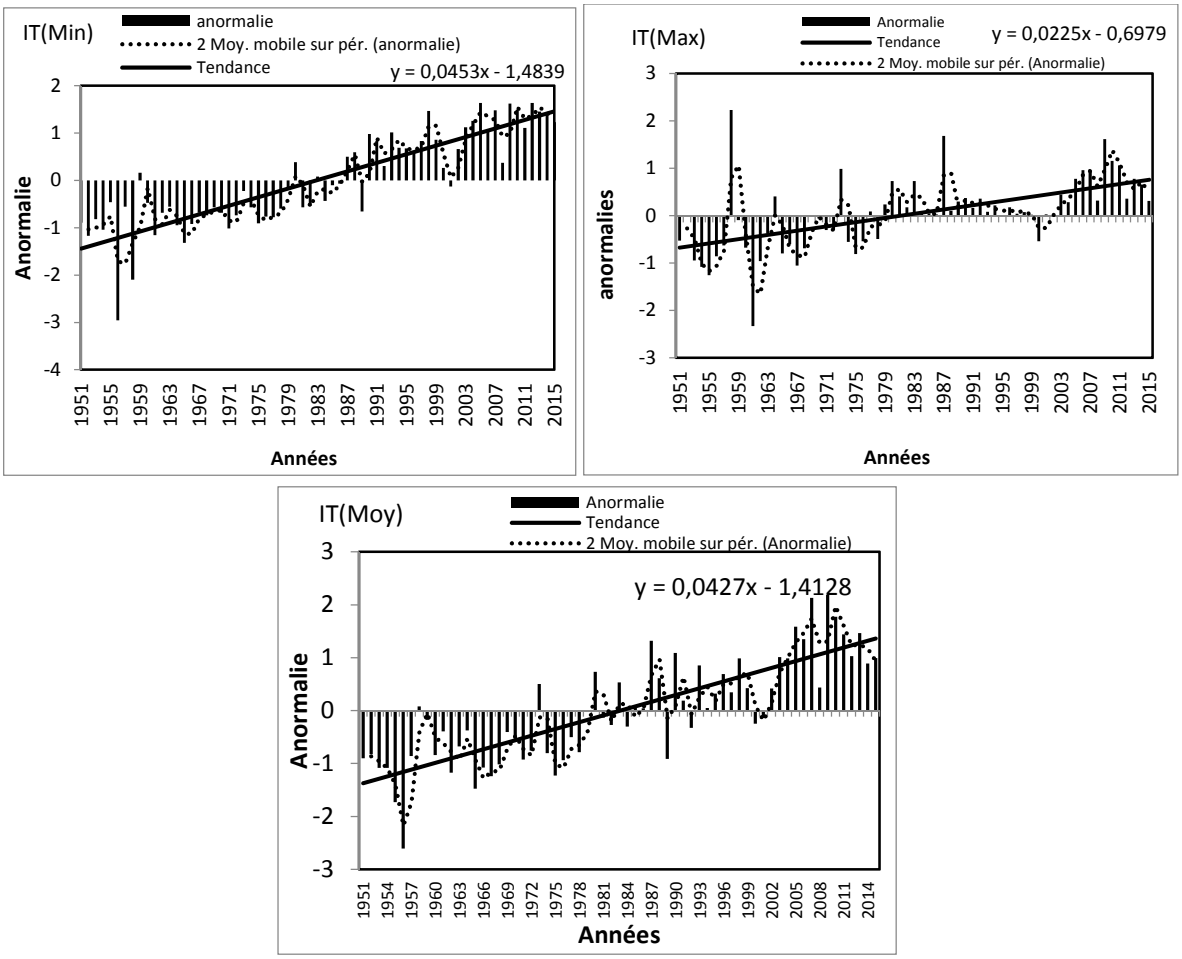


Figure 33 : Indice thermométrique maximale, minimale et moyenne de Kandi de 1951-2015

Source des données : *ASECNA, 2016 et traitement de données*

L'analyse des droites de régression des graphes de la figure 33 montre une tendance à la hausse des températures maximale, minimale et moyenne sur la période 1951-2015. Cette hausse des tendances est soutenue par les valeurs positives présentées par l'équation (y). Les deux dernières décennies sont caractérisées par un réchauffement avec de fortes températures. Cela s'explique par les valeurs de l'anomalie thermométrique qui sont restées constamment positives. Ce contexte augmente l'évapotranspiration et engendre une déshydratation des végétaux.

4.1.3.4 Variation interannuelle des températures

La comparaison des moyennes des sous-séries 1951-1978 et 1979-2015 montre que la deuxième sous-série a des températures plus élevées que la première (figure 34).

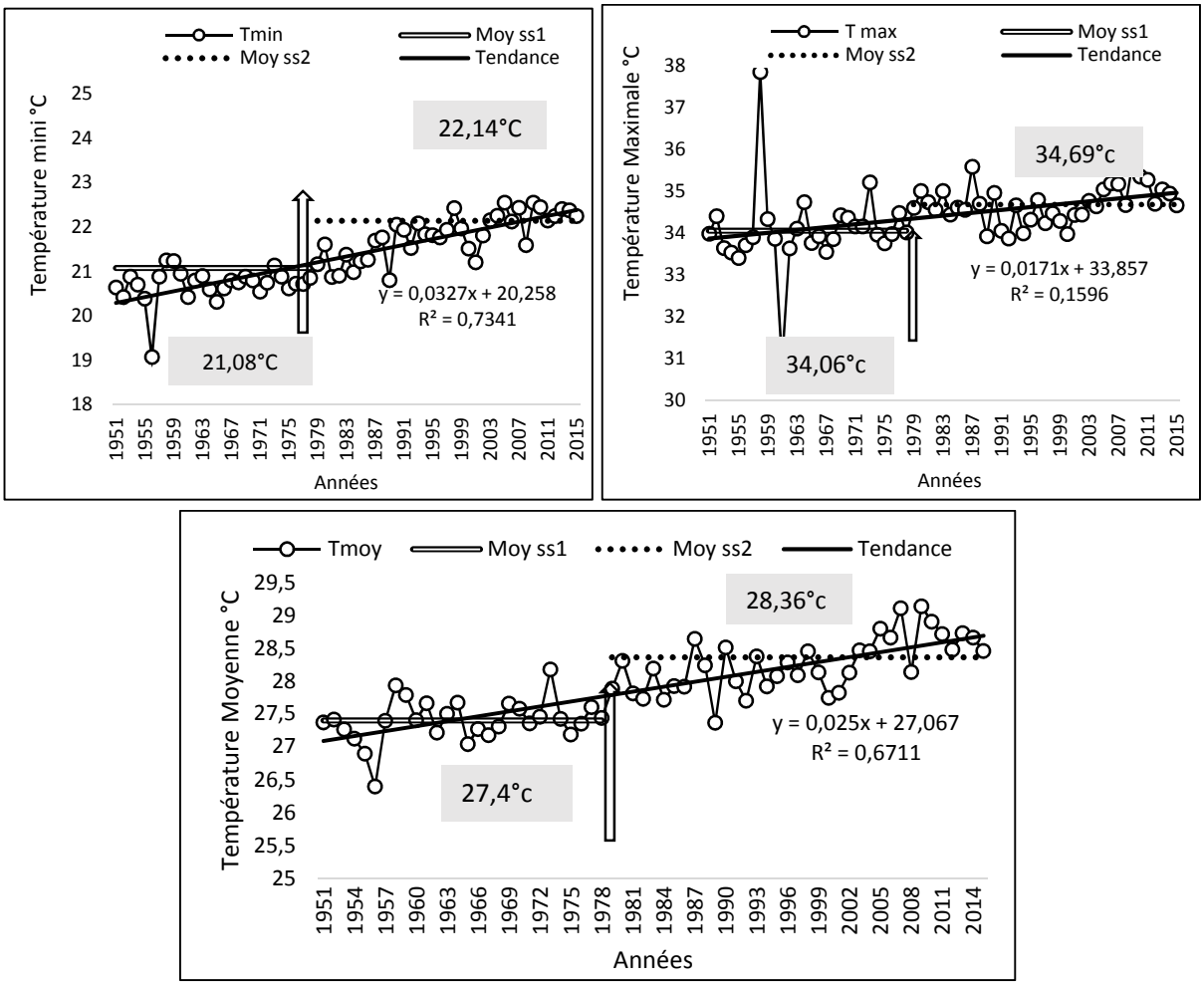


Figure 34 : Evolution interannuelle des températures maximales, minimales et moyennes de 1951 à 2015

Source des données : *ASECNA, 2016*

De l'analyse de la figure 34, il est constaté une tendance générale à la hausse des températures avec des valeurs positives présentées par (y). De plus, il est noté une augmentation remarquable de la température durant la deuxième sous-série. Ainsi, entre 1951-1978 et 1979-2015, les températures maximale, minimale et moyenne sont respectivement passées de 34,06°C à 34,69°C, de 21,08°C à 22,14°C et de 27,4°C à 28,36°C. La température minimale évolue plus que les autres avec une augmentation de 1,06°C. Ce constat est illustré par la valeur élevée du coefficient de détermination de l'équation (R2). La température maximale a augmenté de 0,63°C et contre 0,96°C pour celle moyenne. Cette augmentation des températures dans le département de l'Alibori dépasse parfois les besoins thermiques de certaines cultures.

4.2 Caractéristiques des vents, de l'humidité relative et de l'insolation

Les vents et l'humidité relative sont des paramètres climatiques qui conditionnent la production agricole.

4.2.1 Caractéristiques des vents

Les vents favorisent les chablis et la propagation des feux de végétation. La figure 35 présente la caractéristique annuelle de la vitesse du vent dans le département de l'Alibori de 1951 à 2015.

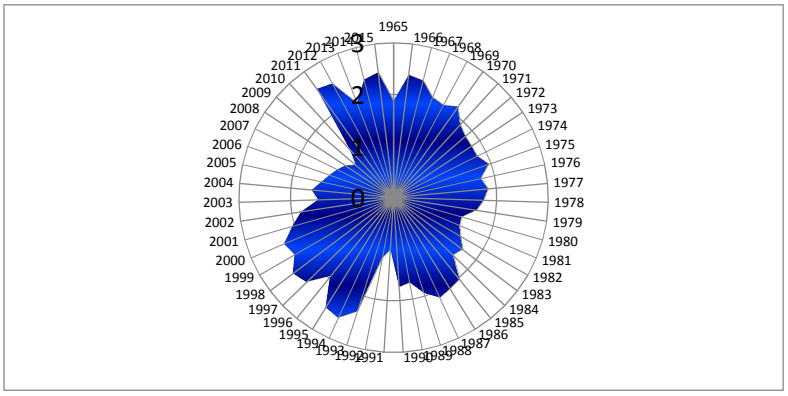


Figure 35 : Caractéristiques annuelles de la vitesse du vent de 1951-2015
Source des données : *ASECNA, 2015 et traitement des données*

L'examen de la figure 35 montre que le secteur de l'étude s'étend sur une région climatique particulière avec un vent sec couvrant toute la durée de la saison sèche. Les années 1994, 1995, 2011 et 2012 ont connu les plus fortes vitesses de vent et les plus faibles sont enregistrées en 1991, 1992, 2008, 2009 et 2010. Le système de circulation des vents dans le département de l'Alibori est dominé par l'alizé maritime qui souffle d'avril à novembre dans la direction SW et l'alizé continental de novembre à mars avec orientation NE. La vitesse est de 28 m/s en septembre, 30 m/s en mai et 24 m/s en juillet. La figure 36 présente les caractéristiques mensuelles de la vitesse du vent dans le département de l'Alibori.

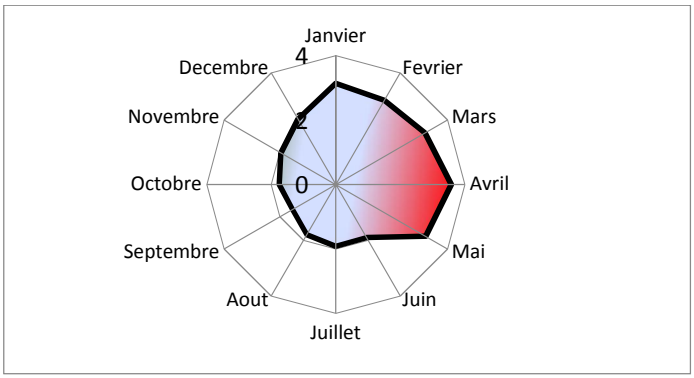


Figure 36: Caractéristiques mensuelles de la vitesse du vent de 1951-2015
Source des données : *ASECNA, 2015 et traitement des données*

Il ressort de l'observation de la figure 36 que la vitesse moyenne du vent est de 2 m/s à la station de Kandi. Ainsi, la plus forte vitesse (3 m/s) du vent est enregistrée dans les mois de janvier et de février (mois dans lequel l'harmattan s'accentue) et de avril à mai (mois des vents violents des premières pluies), alors que la plus faible vitesse du vent est observée dans les mois juillet, août septembre et octobre période au cours de laquelle le couvert végétal est dense.

4.2.2 Humidité relative

Le département de l'Alibori est caractérisé par un fort pouvoir évaporatoire de l'eau, une humidité relative de plus en plus faible au cours de l'année du fait du raccourcissement de la saison pluvieuse et une très forte insolation qui est directement à l'origine de l'assèchement des cours et plans d'eau du département. L'humidité relative est liée à la siccité de l'ai (figure 37).

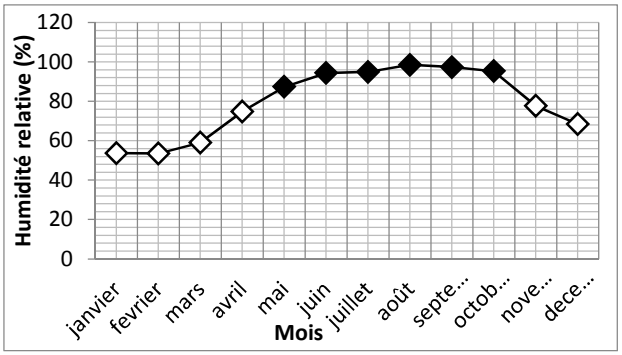


Figure 37 : Humidité relative à la station de Kandi
Source des données : *ASECNA, 2016*

De l'examen de la figure 37, il ressort que l'humidité relative varie entre 50,63 à 98,51 % et reste assez faible en saison sèche. Elle joue ainsi un rôle atténuateur remarquable du déficit hydrique et a une importance dans la production agricole, dans la formation des écosystèmes et surtout dans la régénérescence du couvert végétal. Les valeurs de ce paramètre climatique dans le secteur de l'étude sont déterminantes dans la croissance des cultures et dans le stockage des produits agricoles.

4.2.3 Caractéristique de l'insolation

Le régime de l'insolation détermine la teneur en eau de l'atmosphère et influe sur la rapidité avec laquelle le milieu s'assèche. Les caractéristiques d'insolation du département de l'Alibori déterminent plus le développement de certaines cultures comme le coton et sorgho par rapport aux autres. Les valeurs moyennes mensuelles de l'insolation en heures par mois sont récapitulées dans le tableau XVII.

Tableau XVII : Variation mensuelle de l'insolation de 1951 et 2015

Mois	Durée de l'insolation (h)
Janvier	273
Février	253
Mars	253
Avril	251
Mai	266
Juin	249
Juillet	216
Août	191
Septembre	206
Octobre	269
Novembre	280
Décembre	278

Source des données : *ASECNA, 2015 et traitement des données*

De l'examen du tableau XVII, il ressort qu'à Kandi, la moyenne mensuelle de l'insolation est de 249 h pour un total annuel de 2 987 h. Le mois de novembre se révèle le plus ensoleillé avec 280 h d'insolation, tandis que le mois d'août se révèle le moins ensoleillé avec 191 h d'ensoleillement. Les durées maximales d'insolation correspondent à la saison sèche et les minimales à la saison pluvieuse. L'ensoleillement est très capital dans la photosynthèse qui conditionne la vie des végétaux et des cultures.

4.3 Perceptions paysannes sur les tendances pluviométriques et thermométriques

Selon 80 % de la population, les variabilités climatiques dans le département de l'Alibori constituent des menaces graves pour le développement local. Les populations ont des appréciations diverses sur les caractéristiques pluviométriques du département de l'Alibori (figure 38).

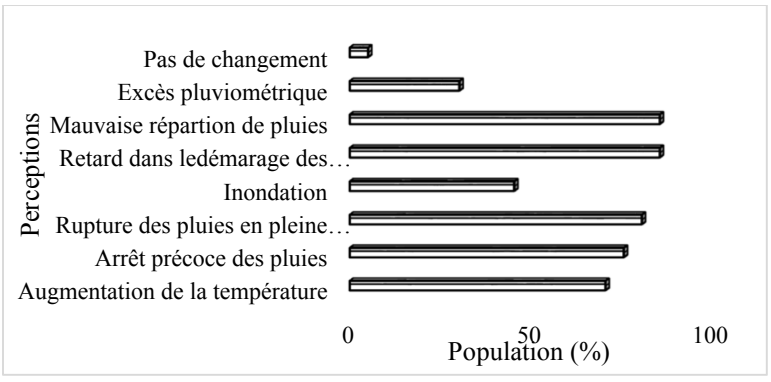


Figure 38 : Perceptions des indicateurs de l'évolution du climat
Source des données *: Enquêtes de terrain, 2015*

De l'analyse de la figure 38, il est constaté qu'il existe plusieurs facteurs d'appréciation des caractéristiques pluviométriques du secteur de l'étude. Parmi ces facteurs, la mauvaise répartition des pluies et le retard dans le démarrage des pluies au cours des trois dernières décennies viennent en tête avec 85 %. Seulement 5 % des populations estiment que les caractéristiques climatiques évoluent normalement. Les facteurs attribuables aux conditions climatiques de l'Alibori sont aussi nombreux que divers selon les personnes interrogées (figure 39).

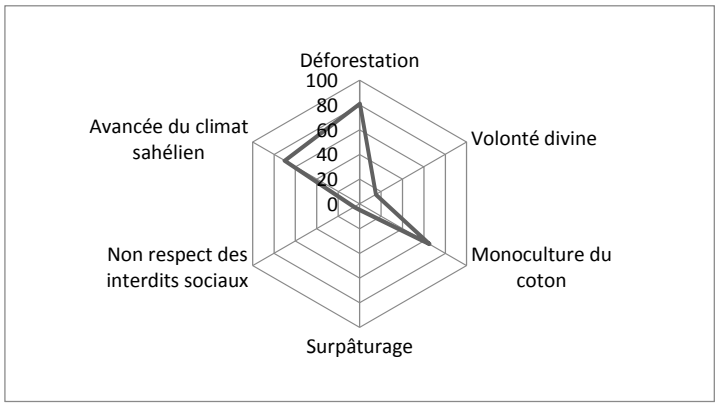


Figure 39 : Causes de l'évolution du climat selon les paysans
Source des données *: Enquêtes de terrain, 2015*

Il ressort de l'examen de la figure 39, que la déforestation est la principale cause de l'évolution climatique selon 83 % des interviewés. Les populations estiment que la monoculture du coton est grandement responsable de la déforestation dans le département de l'Alibori.

Au regard des analyses, le département de l'Alibori est caractérisé par la baisse, l'arrivée tardive et la fin précoce des précipitations, la hausse des températures et la fréquence élevée des années sèches. Ces évènements climatiques rendent contraignantes les activités agricoles et occasionnent la baisse des rendements.

4.4 Tendance démographique actuelle et future dans le département de l'Alibori

Du premier au quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation, il est observé une croissance démographique due au taux élevé des naissances dans le département de l'Alibori.

4.4.1 Caractéristiques de la population

Les considérations humaines sont très importantes dans le développement d'une société. L'immigration en provenance des Communes et pays frontaliers et le fort taux d'accroissement expliquent la rapide augmentation de la population (figure 40).

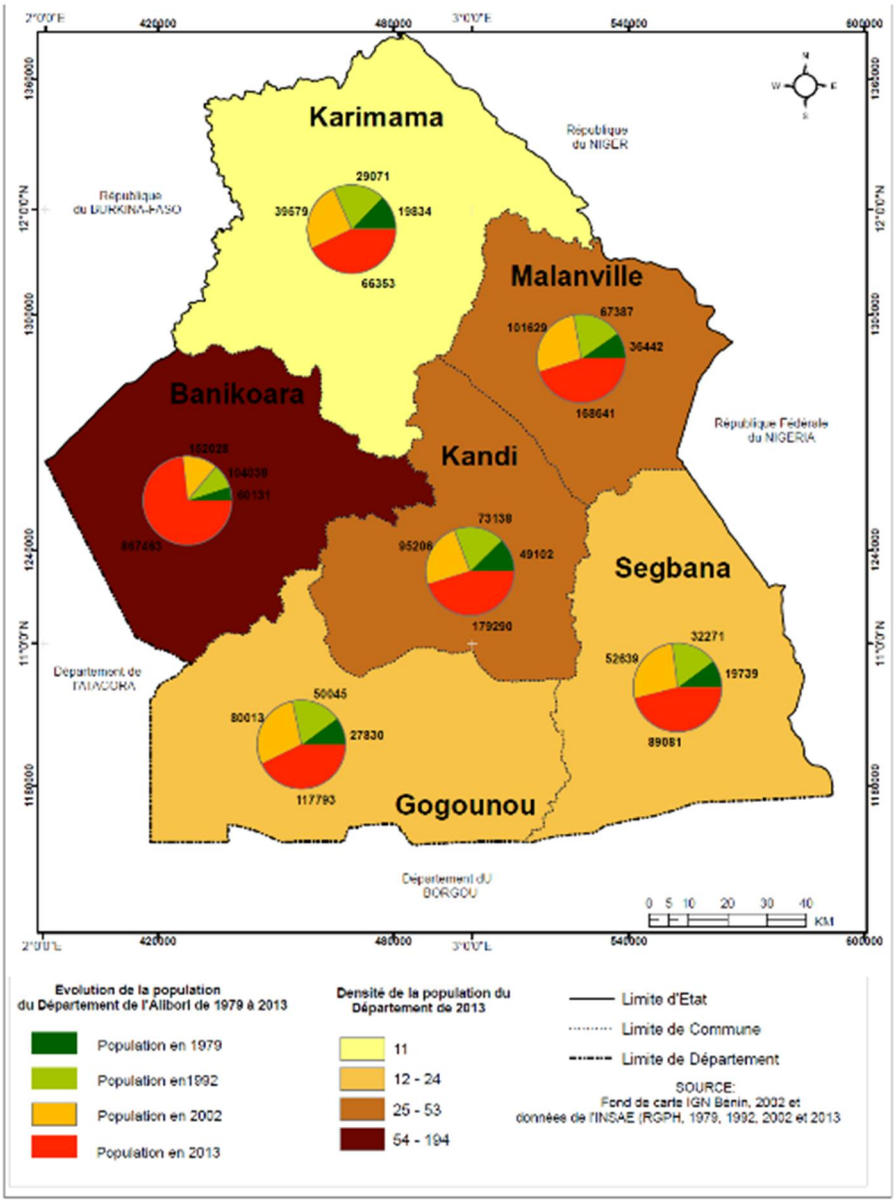


Figure 40 : Effectif et densité de la population par Commune de 1979 à 2013

Il ressort de l'examen de la figure 40 que toutes les Communes du département de l'Alibori sont marquées par une forte croissance démographique. La population à dominance jeune est fortement impliquée dans les activités agricoles.

4.4.2 Densité de la population du département de l'Alibori

Estimé à 213 078 habitants en 1979, la population du département de l'Alibori passe à de 868 046 habitants en 2013. Cette évolution de la population crée une dynamique de l'occupation de l'espace (figure 41).

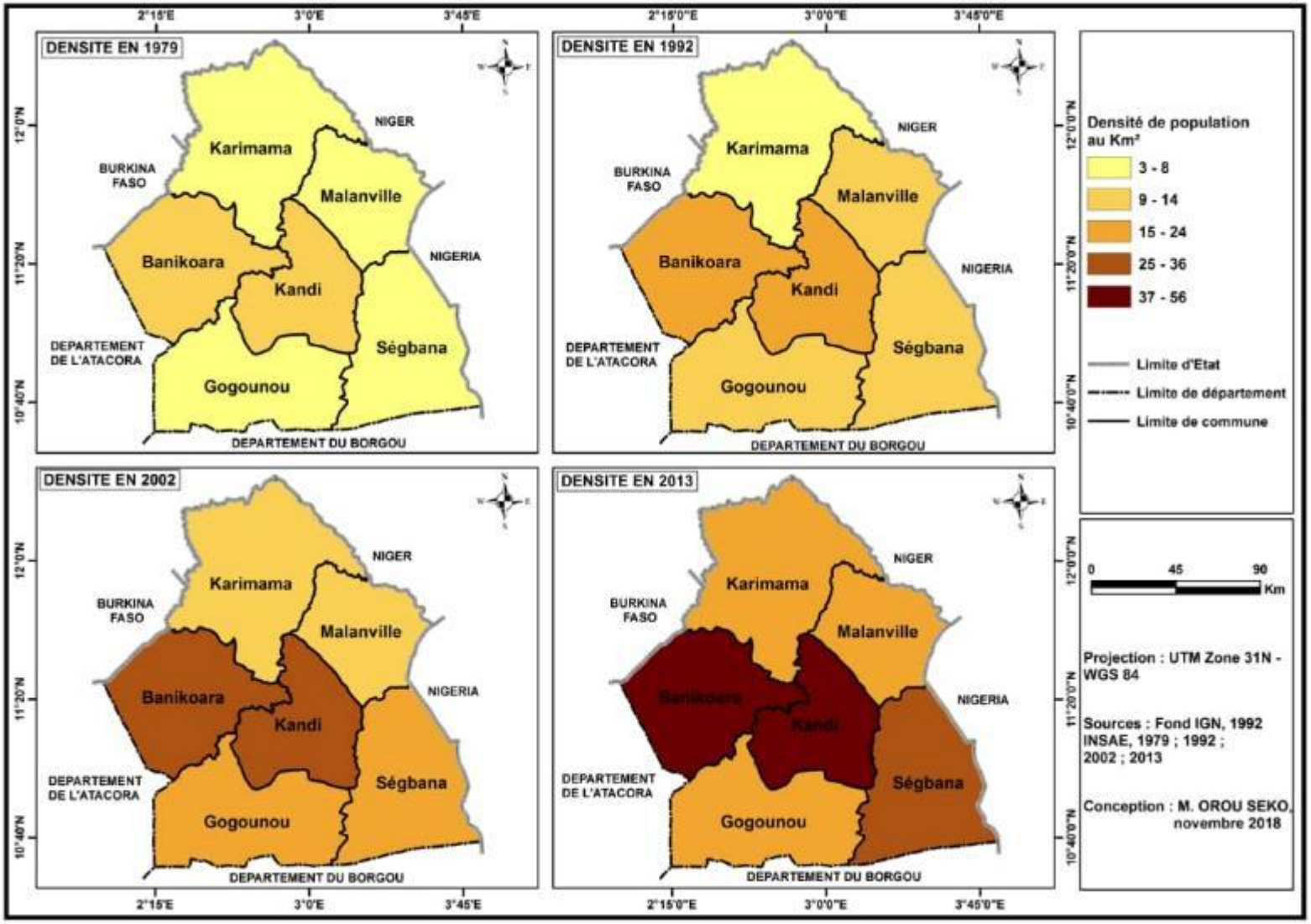


Figure 41 : Densité de la population au Km² dans le département de l'Alibori

Pour une densité moyenne de 8,5 hbts/km² en 1979, le département de l'Alibori passe à 33,66 hbts/km² en 2013. Toutefois, le niveau d'évolution des habitants au kilomètre carré diffère d'une Commune à une autre. Les Communes de Banikoara et de Kandi ont les densités les plus élevées avec 14 hbts/km² en 1979 et respectivement 56 et 51 hbts/km² en 2013. L'importance de la taille des populations et des infrastructures sociocommunautaires expliquent la densité élevée dans ces Communes. La Commune de Karimama a la plus faible densité de population avec 3 hbts/km² en 1979 et 15 hbts/km² en 2013. De façon générale, toutes les Communes du département de l'Alibori avaient une faible densité de population dans les années 1979. Elles ont vu leurs densités s'accroitre en 2013.

4.4.3 Dynamique de la population du département de l'Alibori de 1979 à 2013

La dynamique démographique est marquée par un taux d'accroissement intercensitaire élevé et en augmentation continue. La figure 42 présente l'évolution de la population du département de l'Alibori de 1979 à 2013 où la population a quadruplé.

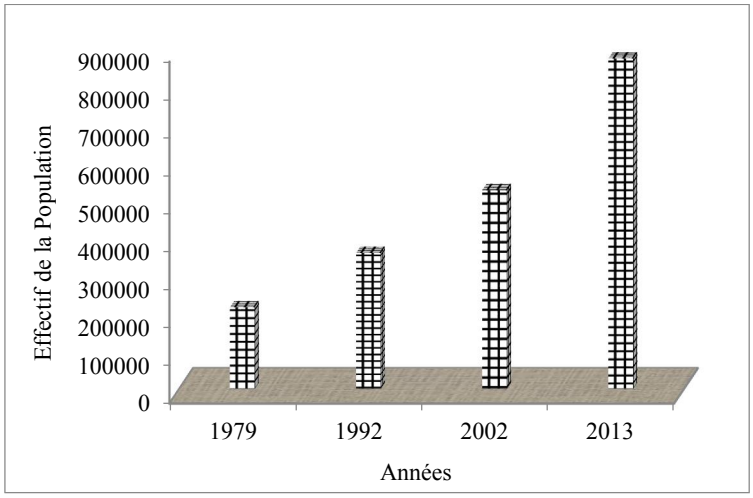


Figure 42 : Evolution de la population de l'Alibori de 1979 à 2013
***Source** : INSAE, et traitement des données 2015*

De l'analyse de la figure 42, il ressort que la population du département de l'Alibori évolue à un rythme croissant. Elle est respectivement passée de 213 078 à 355 950 puis de 521 093 à 867 463 pour les RGPH 1, 2, 3 et 4. Cette évolution rapide est perceptible dans toutes les Communes du département de l'Alibori. Les statistiques recueillies indiquent une répartition des deux genres qui sensiblement s'équivalent en nombre. Cet équilibre est un facteur positif de développement. La main d'œuvre familiale est plus utilisée pour les activités agricoles. Ainsi, selon 70 % des producteurs, faire le plus d'enfants surtout garçon est encore source potentielle de richesse à cause de la culture

du coton. Dans le département de l'Alibori, le taux d'accroissement intercensitaire varie d'une Commune à une autre (tableau XVIII).

Tableau XVIII : Evolution actuelle du taux d'accroissement démographique

Communes	**Taux d'accroissement en pourcentage (%)**			
	1979-1992	1992-2002	2002-2013	1979-2013
Banikoara	3,99	3,87	4,45	3,57
Kandi	2,89	2,67	5,68	3,35
Malanville	4,49	4,19	4,55	3,79
Gogounou	4,28	4,80	3,48	3,63
Ségbana	3,37	5,01	4,79	3,21
Karimama	2,77	3,13	4,72	3,74
Département de l'Alibori	**3,63**	**3,94**	**4,61**	**3,05**

Source des données : *INSAE, 2013*

L'analyse des données du tableau XVIII indique qu'entre 1979 et 2013, le département de l'Alibori a eu un taux d'accroissement de 3,05 %. En considérant les statistiques des différents recensements démographiques, ce taux a connu une évolution ascendante. Il est de 3,63 % entre 1979-1992, de 3,94 % entre 1992-2002 et de 4,61 % entre 2002-2013. Cette augmentation de la population, tout en étant une chance pour la production agricole nécessite également des efforts supplémentaires pour assurer la sécurité alimentaire.

4.4.4 Migration des populations

L'hétérogénéité de la population de l'Alibori s'explique par l'immigration des populations des pays environnants. Les Communes de Banikoara, Malanville et Ségbana font respectivement frontière avec Le Burkina-Faso, Niger et le Nigeria. Elles reçoivent donc plus de migrants que les trois autres Communes. En dehors de la main d'œuvre familiale, les populations qui immigrent sont en grande partie utilisées pour les activités agricoles surtout dans la culture du coton. L'émigration est orientée vers le département de l'Atacora à la conquête de terres agricoles. L'importance de la population étrangère dans les Communes du département de l'Alibori est bien remarquable (figure 43).

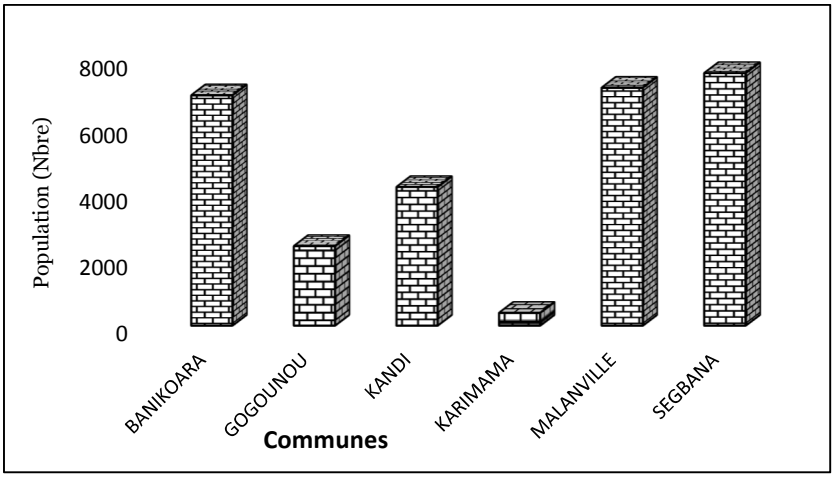


Figure 43 : Migration des populations dans le département de l'Alibori
Source des données : *INSAE, 2013*

De l'analyse de la figure 43, il ressort que les populations étrangères sont respectivement de 27 % pour la Commune de Banikoara, de 25 % pour Malanville, et de 24 % pour Ségbana. Cette population étrangère contribue à l'accroissement rapide de la population dans le département de l'Alibori.

4.4.5 Croissance démographique future

L'orientation des politiques agricoles pour un développement durable exige une étude de l'évolution future de la population. Il est indispensable de connaitre et de comprendre la dynamique démographique et agricole afin d'évaluer leurs impacts environnementaux. Les tendances démographiques actuelles et futures montrent clairement que la population du département de l'Alibori continuera de croître jusqu'en 2050 (figure 44).

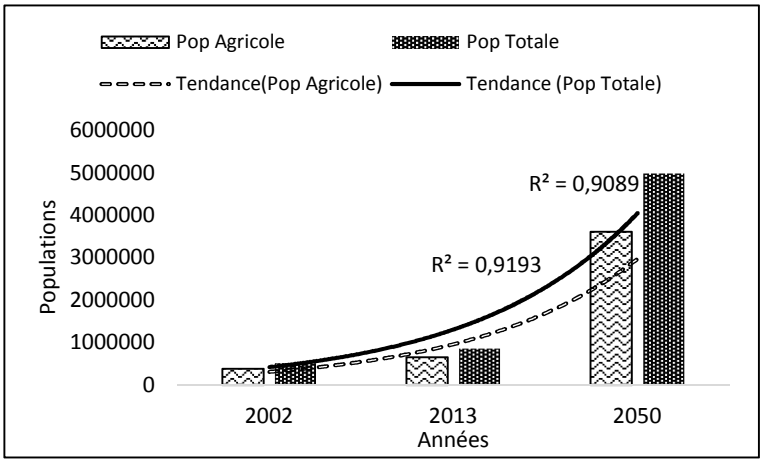


Figure 44 : Evolution de la population et des actifs agricoles du département de l'Alibori de 1979 à 2015
Source *: Traitement des données*

L'observation de la figure 44 montre que, de 2002 à 2013, la population totale et la population des actifs agricoles ont évolué progressivement et cela continuera jusqu'en 2050. Les valeurs très élevées (plus de 0,90 %) du coefficient de détermination des équations (R^2) avoisinant un (1) qui est le maximum témoignent de la forte croissance démographique dans le département de l'Alibori. Elles seront respectivement de 4 984 469 et de 3751 085 en 2050. Cette dynamique démographique s'observe dans toutes les Communes (tableau XIX).

Tableau XIX : Actifs agricoles actuels et projections par Commune à l'horizon 2050

N°	Communes	Population agricole	Pourcentage (%) 2013	Population agricole	Pourcentage (%) en 2050
		2013	**2013**	**2050**	**2050**
1	Banikoara	187 017	**75,84**	970 391	75,84
2	Kandi	129 750	72,37	1 061 257	72,37
3	Malanville	110 873	65,74	596 981	65,74
4	Gogounou	92 085	78,35	333 723	78,35
5	Segbana	77 576	87,08	444 815	84,85
6	Karimama	58 446	88,08	343 918	90,39
Total		867463	77,91	3751085	77,92

L'analyse du tableau XIX montre que le département de l'Alibori dispose d'une population agricole de 77,91 % qui, jusqu'en 2050, restera presque la même. Les Communes de Karimama et Ségbana ont respectivement 88,08 % et 87,08 d'actifs agricoles. En 2050, cette population agricole chutera en raison de l'essor d'autres activités comme l'artisanat et le commerce. La ville carrefour de Malanville avec son grand nombre de commerçants, de pêcheurs et d'artisans a la plus faible population agricole avec 65,74 %.

Conclusion partielle

Dans le chapitre III sont analysés les différents éléments physiques et humains du secteur de l'étude qui sont des facteurs à la production agricole. L'analyse de ces composantes naturelles a permis de mettre en exergue les potentialités et les freins au développement des activités agricoles. Les populations du département de l'Alibori vivent des moyens d'existence basés sur la production végétale, animale, halieutique et l'exploitation forestière. La pratique de ces activités se fait toujours de façon traditionnelle es est de plus en plus menacée par les dérèglements climatiques.

L'analyse des données statistiques montre que le département de l'Alibori est caractérisé par une baisse pluviométrique et une tendance à la hausse des températures

maximales et minimales. La période 1970-2015 a été moins pluvieuse que celle de 1951-1969. La comparaison des sous périodes thermométriques 1951-1978 et 1979-2015 a permis de ressortir une augmentation respective de 0,63°C, 1,06°C et de 0,96°C des températures maximale, minimale et moyenne.

Dans le département de l'Alibori, au cours de la période 1951-2015, les précipitations en moyenne commencent le 1er mai et prennent fin le 13 octobre pour une longueur de la saison pluvieuse de 163 jours en moyenne. Le secteur étant inégalement arrosé, certaines Communes ont une longueur de saison de pluie inférieure à celle des autres. Cette infériorité du nombre de jours de pluie se situe surtout au niveau des Communes de Malanville et de Karimama qui se trouvent dans la zone de transition climatique et bénéficient d'un climat soudano-sahélien. Ces fluctuations interannuelles des précipitations et des températures rendent vulnérables les moyens d'existence des populations en raison des dates de démarrage de plus en plus tardives et des fins de plus en plus précoces des saisons de pluie.

Cette vulnérabilité des moyens d'existence, couplée à la forte croissance démographique marquée par un taux d'accroissement de 4,61 %, exige des populations l'adoption de nouvelles mesures agricoles qui seront présentées dans le chapitre V.

TROISIEME PARTIE : VULNERABILITE DES MOYENS D'EXISTENCE, MESURES D'ADAPTATION ET DYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

La troisième partie de la thèse comprend les chapitres V et VI. Le chapitre V décrit principalement la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation paysanne dans le département de l'Alibori. Le chapitre VI est quant à lui consacré aux impacts environnementaux de l'adaptation des moyens d'existence dans le département de l'Alibori

CHAPITRE V : VULNERABILITE ET STRATEGIES D'ADAPTATION PAYSANNE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

Dans le chapitre V sont analysés la vulnérabilité des moyens d'existence et les stratégies d'adaptations développées par les producteurs pour faire face aux tendances climatique et démographique.

5.1 Vulnérabilité des moyens d'existence

La vulnérabilité des moyens d'existence dans le département de l'Alibori est engendrée par l'augmentation des températures, les inondations pluviales sporadiques, les sécheresses agricole de plus en plus longues et fréquentes, la prolifération des ravageurs des cultures, le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement de la saison culturale et les vents violents.

5.1.1 Augmentation des températures

La déshydratation et le flétrissement des plantes sont dues aux séquences sèches très longues et surtout à l'augmentation des températures. En plus le jaunissement des feuilles, la chute des capsules et le retard de croissance des plantes sont dus à cette situation observée dans le département de l'Alibori. Elle engendre d'atroce chaleur ralentissant les activités agricoles et cause de véritable dommage aux cultures. Les producteurs sont fragilisés en raison de la fréquence des années de mauvaises récoltes qui accentuent la dégradation de leurs conditions de vie. L'augmentation des températures favorise l'éclosion des ravageurs qui nuisent dangereusement à la croissance des cultures.

5.1.2 Prolifération des ravageurs

En production agricole, la lutte contre les insectes ravageurs est l'une des phases importantes qu'il faille réussir dans l'espérance d'un bon rendement agricole. Cela suscite inéluctablement l'usage des insecticides pour la maitrise ou la neutralisation de ces ravageurs/destructeurs. Les pratiques de protection phytosanitaires mises en œuvre par les agriculteurs de l'Alibori permettent de contrôler plus ou moins les insectes ravageurs des cultures. Ces produits fabriqués spécifiquement pour la culture du coton sont également utilisés pour traiter d'autres spéculations en cas d'attaques avec toutes les conséquences que cela pourrait avoir. Malgré l'usage de produits phytosanitaires, la maitrise des adventices et des ravageurs reste toujours très problématique (planche 8).

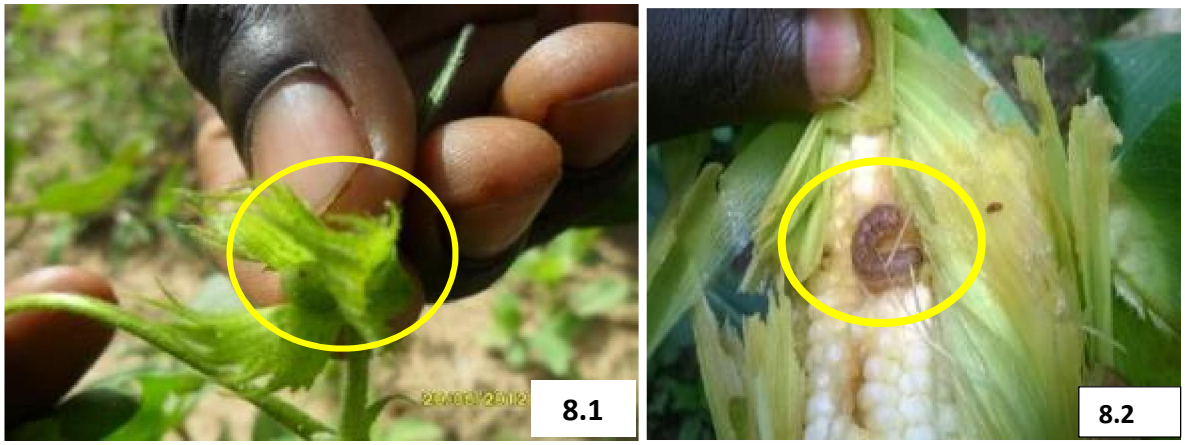


Planche 8 : Attaque du cotonnier et du maïs par *Helicoverpa amigeria* à Banikoara et à Ségbana
Prise de vues : *Orou Séko ; juin 2012*

Les photos de la planche 8 montrent une capsule de coton et un épi de maïs attaqués par *Helicoverpa amigeria*. Il existe des chenilles spécifiques pour chaque phase de croissance des cultures. De la formation des bourgeons jusqu'à la formation des boules en passant par la floraison, apparaissent des ravageurs spécifiques. Le paysan devient impuissant devant l'attaque des ravageurs, le mauvais rendement, l'insécurité alimentaire et les maladies (PANA-Bénin, 2008). Il est à noter que dans le secteur d'étude, *Helicoverpa amigeria* reste le ravageur le plus dangereux en fonction des dommages crées par ce dernier. Il attaque les cultures, consomme tout et ne laisse rien sur son passage. Le contrôle de chenilles ravageuses est une étape critique pour les producteurs du département de l'Alibori.

5.1.3 Sécheresse prolongée

La sécheresse implique de nombreux problèmes socio-économiques dont les effets sont souvent difficiles à résoudre. A cet effet, 97,3 % des producteurs agricoles expliquent que les nombreux échecs des semis et du développement des plantules sont liés aux séquences sèches et à l'augmentation des températures. Cette situation a des répercussions sur le développement des cultures (photo 5).



Photo 5 : Plants de maïs affectés par les séquences sèches à Arbonga (Banikoara)
Prise de vue : *Orou Séko ; juin 2016*

La photo 5 illustre un champ de maïs en déficit hydrique dans la Commune de Banikoara. Le maïs, comme les autres plants souffre lorsque les exigences pluviométriques et thermométriques ne sont pas dans les normes requises. Les séquences sèches de longue durée (9 jours pour le cas présent) créent des déficits hydriques aux plantes. Cette situation engendre un retard de croissance, agit sur les rendements et contribue à la dégradation continue des conditions de vie des populations. A 61 %, les personnes interviewées estiment que la fréquence et l'ampleur de plus en plus grande des séquences sèches très longues au cours de la saison culturale ont des répercussions sur les activités culturales et facilitent le tarissement rapide des plans d'eau (planche 9).

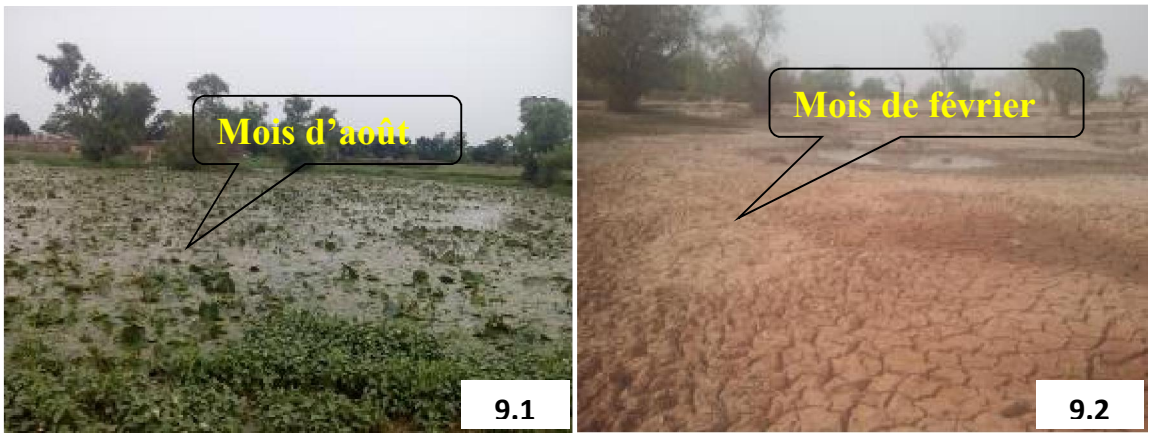


Planche 9 : Etat du marigot à caïman en août et en février à Goumori
Prise de vues : *Orou Séko, août 2016 ; février 2017*

Les images 9.1 et 9.2 montrent le marigot à caïman de l'arrondissement de Goumori (Commune de Banikoara) pris à deux périodes différentes. La photo 9.1 prise en saison pluvieuse montre la disponibilité de l'eau pour abreuver les animaux avec également

possibilité de pratiquer des activités de pêche. La photo 9.2 prise au cours de la saison sèche montre ce marigot complètement tari sans aucune possibilité d'abreuver les animaux et de pratiquer des activités maraîchères.

5.1.4 Démarrage tardif des pluies et raccourcissement de la saison

Pour 70 % des producteurs, les saisons culturales sont de plus en plus caractérisées par les faux départs pluviométriques et l'installation tardive de la saison pluvieuse. La satisfaction des besoins hydriques des spéculations à cycle long n'est pas respectée. Le démarrage tardif des pluies diminue la capacité des producteurs à emblaver les superficies prévues au cours de ladite saison.

Le raccourcissement de la saison pluvieuse se manifeste non seulement par le démarrage tardif des pluies, mais également par une brusque interruption des précipitations. Selon 72 % des agriculteurs, ce brusque arrêt est devenu fréquent au cours de ces dernières décennies et créé des pertes énormes. Néanmoins certaines années enregistrent des quantités de pluie au-dessus de la moyenne.

5.1.5 Inondations sporadiques des champs

L'excès comme le déficit porte préjudice aux activités agricoles. Au Bénin, et dans le département de l'Alibori, les activités agricoles sont tributaires des aléas climatiques. Depuis plus d'une décennie, plusieurs modifications sont perçues dans les cycles naturels des facteurs du climat. Les excès pluviométriques dans le département de l'Alibori créent des inondations et affectent les cultures mises en place (planches 10).

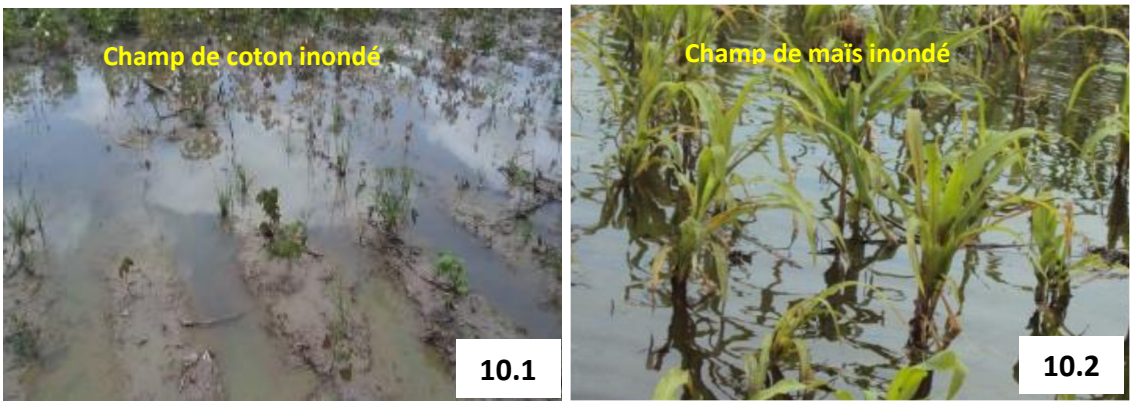


Planche 10 : Champs inondés à Malanville dans l'arrondissement de Guéné pendant le mois d'août

Prise de vues : *Orou Séko, septembre 2016*

Les photos de la planche 10 montrent que les plus importantes spéculations agricoles sont touchées par les inondations critiques. Le cotonnier a besoin pour sa croissance d'une température variant entre 25°c-35°c et d'une précipitation qui varie entre 700-

1300 mm. Les cas d'excès pluviométriques, voire d'inondations enregistrés dans le milieu au cours de la campagne agricole 2007-2008 sont une parfaite illustration. L'augmentation des charges de production est reconnue par 45 % des agriculteurs.

5.1.6 Violence des vents

Chaque année, des pertes de récolte sont enregistrées suite aux conditions météorologiques et l'imprudence de certains producteurs. Pendant la saison sèche, l'air est très peu humide, et cela, associé à la végétation déjà devenu sèche créée d'énormes dégâts aux récoltes (planche 11).

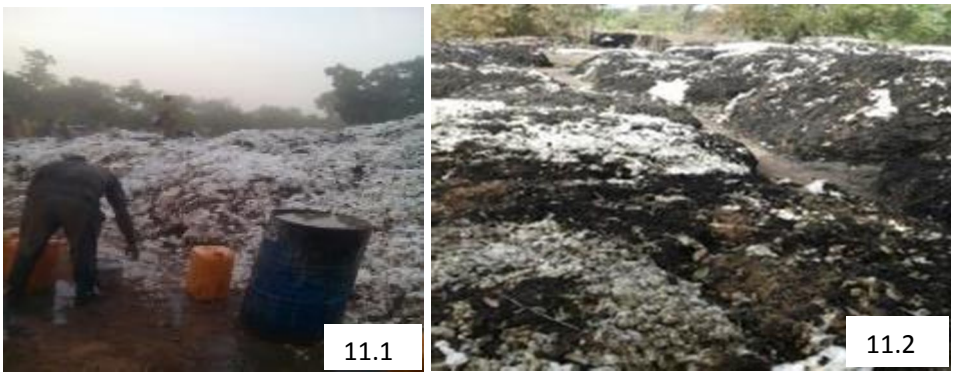


Planche 11 : Tas de coton brûlé dans la Commune de Banikoara
Prise de vues : *Orou Séko ; janvier 2017*

De l'examen des photos de la planche 11, on note que les vents forts causent d'énormes dégâts aux cultures. Au cours de la saison sèche, les herbes s'assèchent, l'humidité de l'air baisse et la vitesse du vent devient forte. Dans cette période de l'année, les feux de végétation s'intensifient et deviennent incontrôlables. Cette période rime avec la perte des récoltes encore stockées (11.2) dans les champs ou dans les marchés primaires (cas du coton) où des cas d'incendies sont toujours légions. Les dispositions mises en place (11.1) pour maitriser les incendies sont traditionnelles et peu éfficaces.

5.1.7 Vulnérabilité socio-économique des modes d'existence

Les contraintes à la production agricole dans le département de l'Alibori ne sont pas seulement d'ordre technique. Les variabilités climatiques viennent exacerber la vulnérabilité des modes d'existence en dégradant la situation socio-économique des producteurs (figure 45).

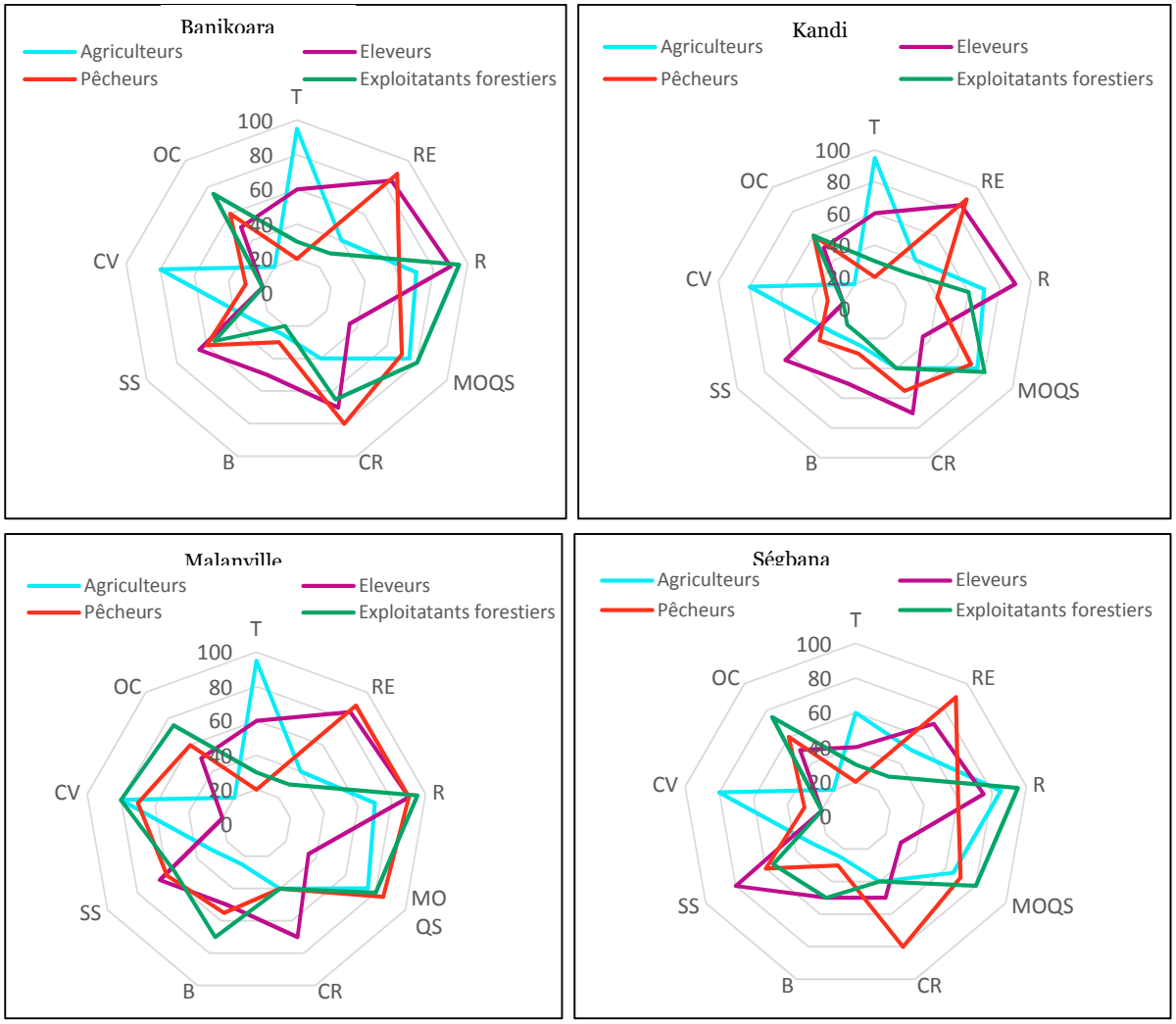


Figure 45 : Diagramme de vulnérabilité socio-économique des modes d'existence dans le département de l'Alibori

T = Terres ; RE = Ressources en eau ; R = Routes ; MOQS = Main d'œuvre qualifiée ou saisonnière ; CR = Cultures de rente ; B = Bétail ; SS = Services sociaux ; CV = Cultures vivrières ; OC = Organisations communautaires

***Source** : Traitement des données, 2017*

De l'observation de la figure 45, il ressort que les agriculteurs sont plus vulnérables à l'accès à la terre, aux routes et à la main d'œuvre qualifiée ou saisonnière. Les éleveurs sont, quant à eux, vulnérables à l'accès aux ressources en eau, aux routes (couloirs de passage) et aux services sociaux. Pour les exploitants forestiers, la vulnérabilité se situe dans l'accès aux routes, à la main d'œuvre qualifiée ou saisonnière et aux organisations communautaires.

5.1.8 Risques climatiques et variables affectées

Les manifestations des risques climatiques sur la production végétale, animale et sur la végétation sont diverses (tableau XX).

Tableau XX : Impacts des tendances climatique et démographique sur les variables

Risques climatiques	Moyens d'existence			
	Production végétale	**Production animale**	**Production halieutique**	**Végétation**
Augmentation de la température	Chute des capsules des cultures, flétrissure des plants, baisse des rendements	Forte occurrence de certaines maladies, fréquence de la typanosomose bovine	Migration de certaines espèces vers des eaux plus convenables d'autres régions	Stress hydrique et thermique accru des plantes, augmentation de l'évapotranspiration
Prolifération des ravageurs	Destruction des cultures, augmentation des coûts de production	Concurrence et destruction du fourrage destiné à l'alimentation des animaux	Pollution et contamination insecticide des eaux suite au traitement phytosanitaire	Destruction du couvert végétal
Sècheresse agronomique	Chute des capsules des cultures, flétrissure des plants, baisse des rendements	Tarissement des points d'eau, manque de fourrage	Tarissement des cours d'eau et disparition/migration de certaines espèces	Stress hydrique des plantes accru, accroissement des feux de brousse, mortalité du couvert végétal
Démarrage tardif de la saison	Retard des activités culturales,	Baisse accrue de l'humidité du sol	Ruée des populations vers les marigots pour la pêche incontrôlée	Baisse des rendements
Raccourcissement de la saison	Disponibilité en eau réduite	Baisse accrue de l'humidité du sol	Diminution des ressources en eau	Baisse des rendements
Inondations sporadiques	Destruction et pourrissement des cultures, baisse drastique des rendements	Occupation par l'eau des espaces de pâturage, développement de la fièvre aphteuse	Migration de plusieurs espèces halieutiques suite aux débordements des plans d'eau	Déracinement des arbres et/ou arbustes, pourrissement des essences végétales
Vents violents	Destruction des feuilles, fleurs et capsule des cultures	Contamination des troupeaux par les maladies épidémiques	.....	Déracinement des arbres (chablis),
Croissance démographique incontrôlée	Forte demande et augmentation des besoins céréaliers	Forte demande et augmentation des besoins animaliers	Forte pression sur les ressources halieutiques ; amenuisement/disparition de certaines espèces	Pression sur les terres agricoles et le couvert végétal ;

Légende

	Extrêmement probable
	Très probable
	Probable

L'identification et la classification des risques climatiques présentés par le tableau XX a permis de tirer des conclusions quant à leurs impacts sur les moyens d'existence. L'augmentation des températures, les inondations sporadiques, la prolifération des ravageurs, la sécheresse, le raccourcissement de la saison des pluies, le retard du démarrage des pluies constituent les risques climatiques fréquents qui causent d'énormes pertes aux producteurs.

5.2 Evaluation des indicateurs de l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique

Les conditions imposées par la tendance climatique du département de l'Alibori amènent les populations à développer des stratégies d'adaptation en vue de l'amélioration leur condition de vie (tableau XXI).

Tableau XXI : Evaluation des sous indicateurs des moyens d'existence des producteurs de l'Alibori

Indicateurs	Sous indicateurs	Cote des sous indicateurs	Moyennes des sous indicateurs	Moyenne des indicateurs
Capital humain	Main d'œuvre qualifiée ou saisonnière	0,85	0,85	0,928
Capital social	Appartenance aux organisations communautaires	1,5	1,5	
Capital physique	Routes	0,75	0,75	
Capital naturel	Disponibilité des terres agricoles	0,77	1,2	
	Végétation	1,03		
	Disponibilité de l'eau	1,8		
Capital financier	Accès aux services sociaux	0,34	0,34	

L'analyse du tableau XXI montre que les producteurs du département de l'Alibori ont une très faible capacité d'adaptation sur tous les sous indicateurs. Ce constat est très criard pour le sous-secteur capital financier. L'analyse de ces indicateurs permet d'apprécier la capacité d'adaptation des producteurs (figure 46).

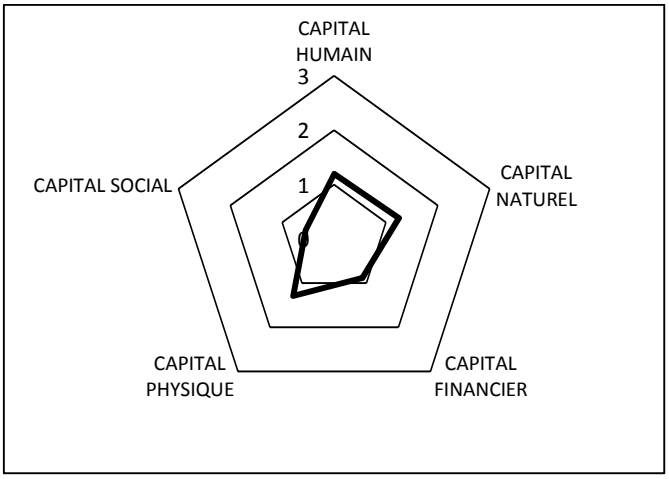


Figure 46 : Capacité d'adaptation des paysans de l'Alibori

L'examen de la figure 46 permet de déduire que les populations du département de l'Alibori ont de façon générale une faible capacité d'adaptation sur le capital social et financier. La faible participation aux prises de décision, selon 85 % des interviewés, explique leur très grande faiblesse au niveau du capital social. Outre cela, les difficultés d'accès aux crédits affaiblissent leur capital financier. La faible capacité des populations explique leur degré élevé de vulnérabilité et la dégradation trop poussée de leurs conditions d'existence.

Tableau XXII : Options d'adaptations paysannes aux tendances climatique et démographique

Risques climatiques	Moyens d'existence			
	Production végétale	**Production animale**	**Production halieutique**	**Végétation**
Augmentation de la température	Utilisation des espèces et variétés résistantes à la chaleur ; ajustement des densités de populations des plantes ; amélioration des techniques culturales ; protection des cultures par paillage ; mise en valeur des bas-fonds	Pâture matinale des animaux ; vaccination préventive contre les épidémies ; réalisation des paillotes pour animaux	Promotion et vulgarisation de l'aquaculture avec des espèces adaptées aux températures élevées	Développement de l'agroforesterie ; reboisement ; sensibilisation contre les feux de brousse
Prolifération des ravageurs	Intensification des traitements phytosanitaires ; culture des plantes pièges ; rotation des cultures	Nettoyage des tiges de cultures attaquées ; limitation d'utilisation excessive de fumier	Eviter de laver les appareils de traitement dans les cours d'eau ; identifier le sens d'écoulement des eaux pluviales avant les traitements insecticides	Accroissement des plantations ; traitement phytosanitaire
Sècheresse agronomique	Utilisation des espèces et variétés résistantes à la sècheresse ; amélioration des techniques culturales ; développement des techniques d'irrigation	Amélioration des techniques de conservation de l'eau ; petite transhumance	Interdire les pêches	Régénération naturelle assistée ; sensibilisation contre les feux de végétation ; agroforesterie ; reboisement
Démarrage tardif de la saison	Adaptation des calendriers culturaux ; pratique de semis tardifs ; utilisation des espèces et variétés précoces ; exploitation des bas-fonds	Utilisation des résidus de récolte de la saison antérieure ; multiplication des espaces de pâture ; petite transhumance	.....	Régénération naturelle assistée ; développement de l'agroforesterie

Raccourcissement de la saison	Utilisation des espèces et variétés précoces ; exploitation des bas-fonds ; amélioration des techniques de conservation de l'eau ; développement de l'irrigation d'appoint	Stockage des résidus de récolte ; multiplication des espaces de pâture ; petite transhumance	.....	Régénération naturelle assistée ; développement de l'agroforesterie
Inondations sporadiques	Réalisation de tranchées pour l'évacuation des excès d'eaux	Déplacement des animaux des zones inondées ; vaccination préventive contre la fièvre aphteuse	Promotion des barques hors sol pour l'aquaculture	Régénération naturelle assistée ; développement de l'agroforesterie
Vents violents	Réalisation des haies d'arbres pour limiter la vitesse du vent	Déplacement des lieux de parcage loin des arbres et habitations	.....	Reboisement ; agroforesterie
Croissance démographique incontrôlée	Accroissement des superficies emblavées ; adoption des semences à cycle court	Adoption des espèces améliorées et à forte productivité ; intensification de l'élevage ; amélioration des vaccins de lutte contre les pestes	Promotion de l'aquaculture	Sensibilisation ; Reboisement ; agroforesterie

***Source** : Enquêtes de terrain, 2016*

De l'examen du tableau XXII, il ressort qu'à chacun des risques, les producteurs ont développé des stratégies propres à eux et cela en fonction de chaque moyen d'existence dans le département de l'Alibori. Toutefois, nombreuses de ces mesures demeurent moins efficaces et méritent d'être repensées. Pour la production animale, il est observé une rareté des points d'eau pour abreuver les animaux au cours de la saison sèche. Cette situation explique le départ des éleveurs de certaines Communes vers d'autres destinations plus favorables. Certains utilisent les résidus de récoltes pour l'alimentation des animaux pendant cette période (planche 12).



Planche 12 : Résidus de récoltes stockés en saison sèche
Prise de vue : *Orou Séko, octobre 2016*

La photo 12.1 de la planche 12 montre les résidus de récolte du niébé et celle du riz en 19.2. Après la saison végétative et les récoltes, le pâturage est presque inexistant à cause de la longue période de sécheresse (sept mois au moins) qui caractérise le département de l'Alibori. Il faut parcourir de longues distances afin de pouvoir nourrir les animaux. Pour préserver la santé animale et garantir l'alimentation des bêtes ; chaque ménage réalise des enclos ou des miradors pour le stockage des résidus de récoltes. Mais, malgré toutes ces précautions, le problème de pâturage se pose et les conflits se font enregistrés entre agriculteurs et éleveurs.

5.2.1 Systèmes de culture adoptés face aux tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori

Selon le Coefficient de Ruthenberg, il y a trois systèmes de cultures : le système de culture permanent, de culture itinérante et de jachère. La durée moyenne d'utilisation de la terre, la durée de jachère et la durée moyenne de mise en terre d'une culture dans le département varient d'une Commune à une autre. Les résultats du Coefficient de Ruthenberg R sont consignés dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII : Coefficient de Ruthenberg R

Communes	Durée moyenne (en année)			Coefficient R
	Exploitation des terres	Jachère	Mise en terre d'une culture	
Banikoara	10	0	8	80,00
Kandi	9	1	8	72,72
Malanville	3	1	3	75,00
Gogounou	9	2	8	72,12
Ségbana	7	2	7	77,77
Karimama	8	1	6	66,66
Moy département	**4**	**7**	**6**	**74,04**

***Source** : Enquêtes de terrain, juin 2016*

L'examen de ce tableau XXIII montre que le coefficient de Ruthenberg est de R> 66. Ainsi, le système de culture permanent est le plus adopté par les producteurs. Il est constaté que les besoins en terres agricoles ont atteint un niveau où le système de jachère est en voie de disparition ou a même disparu dans la Commune de Banikoara. Cela s'explique non seulement par les dérèglements climatiques, mais aussi par l'explosion démographique et la monoculture du coton.

5.2.2 Emblavure par catégorie de producteurs

Il est noté chaque année une extension des superficies emblavées. Les techniques de labour au sein des populations varient en fonction des superficies et de la capacité financière du producteur (tableau XXIV).

Tableau XXIV : Catégorisation des actifs agricoles

Catégorie de producteurs	Superficie emblavée (ha)	Pourcentage (%)
Grands exploitants	>10	13
Exploitants moyens	5-10	59
Petits exploitants	<5	28

***Source** : Enquêtes de terrain, Juin 2013*

De l'analyse du tableau XXIV, il ressort que 59 % des producteurs ont des emblavures allant de 5 à 10 hectares (ce sont des exploitants moyens). Les céréales et les légumineuses sont en majeure partie produites par les petits exploitants de moins de 5 hectares. Les gros exploitants sont moins nombreux (13 %), avec des exploitations allant de 10 à 50 hectares. Cette catégorie fait plus usage des herbicides et insecticides et surtout des nouvelles machines agricoles pour faire face aux fluctuations climatiques et répondre en même temps aux besoins alimentaires de la population en augmentation exponentielle.

5.2.3 Comparaison du temps de labour entre machine agricole et traction animale

Les activités agricoles dans le département de l'Alibori sont encore directement liées aux efforts physiques. La rapidité du travail est fonction de la technique utilisée (tableau XXV).

Tableau XXV : Comparaison du temps de travail entre machine agricole et traction animale

Machine agricole, traction animale et travail manuel			
Opérations agricoles	Machine (Heures/ha)	Traction animale (Heures /ha)	Gain en temps (Heures)
Billonnage/buttage	1	6	5
Traction animale et travail manuel			
Opérations agricoles	Traction animale (Heures /ha)	Manuel (Heures /ha)	Gain en temps (Heures)
Billonnage/buttage	6	24	18
Machine agricole et travail manuel			
Opérations agricoles	Machine (Heures/ha)	Manuel (Heures /ha)	Gain en temps (Heures)
Billonnage/buttage	1	24	23

***Source** : Résultats d'enquête, avril 2016*

L'examen du tableau XXV montre que l'utilisation de machine agricole (tracteur) favorise l'exécution rapide des travaux et demande moins d'énergie physique. Cette technique permet de mettre en valeur de grandes superficies. Le billonnage d'un hectare de champ est fait par une paire de bœufs en six heures contre une heure de travail pour le tracteur. Le billonnage dure 6 h de temps avec la traction animale au lieu de 24 h pour le travail manuel soit un gain de 18 h de temps. Le développement de la culture attelée s'explique par la prédominance de l'agro-élevage au sein de la population. La traction animale demeure la technique la plus utilisée pour le labour. Elle a, à 80 %, remplacé le travail manuel qui, selon les producteurs est très harassant et engendre des pertes énormes de temps.

L'augmentation des emblavures est pour 90 % des producteurs la meilleure solution pour faire face aux tendances climatiques, pour accroitre les rendements afin de faire face à la forte demande alimentaire d'une population en évolution numérique considérable. L'utilisation des machines agricoles modernes n'est pas encore bien développée à cause du coût jugé exorbitant et surtout du manque de moyen financier des paysans du département de l'Alibori. Avec la traction animale, le producteur est en mesure de labourer en moyenne un hectare par jour et quatre en moyenne pour l'utilisation des tracteurs. La rapidité du travail avec les machines agricoles permet tant

soit peu de semer à temps, d'augmenter les exploitations agricoles en réduisant la main d'œuvre. Pour cette technique, il suffit seulement d'une seule personne « tractoriste » pour que le travail se déroule normalement (photo 6).



Photo 6 : Labour par tracteur à Goumori (Banikoara)
Prise de vue : *Orou Séko, juin 2016*

Le labour par les machines modernes montré par la photo 6 est l'œuvre des gros producteurs. Cela leur permet d'accélérer les opérations agricoles et est moins fastidieux. Ainsi, l'augmentation des superficies agricoles fait partie des stratégies privilégiées par les agriculteurs, mais impacte directement l'environnement. Cette évolution dans la technique de labour permet aux producteurs de réduire les pertes de temps, d'emblaver le maximum de superficies et de maximiser les rendements.

5.3 Nouvelles techniques de culture adoptées

La vulnérabilité paysanne due aux risques identifiés dans le département de l'Alibori est la raison de l'adoption de nouvelles techniques développées par les producteurs.

5.3.1 Utilisation abusive de produits phytosanitaires

Le système de culture adopté nécessite un itinéraire technique développé et appliqué par les producteurs dans le département de l'Alibori. Cet itinéraire technique développé est dans son application basé sur l'usage abusif des produits phytosanitaires qui principalement sont de trois natures avec des rôles bien distincts. Il s'agit notamment des herbicides pour la lutte contre les adventices, les engrais pour la fertilisation des sols et des insecticides pour la lutte contre les ravageurs.

5.3.1.1 Préparation des sols avant semis à base d'herbicide de synthèse

Pour faire les semis à temps et éviter les pertes de rendement relatives aux démarrages tardifs ou au raccourcissement de la saison culturale ; des défoliants sont utilisés pour la mise au propre des terres agricoles. Les producteurs (80 %) estiment que l'utilisation des herbicides est un moyen très efficace pour faire face aux contraintes climatiques car celle-ci permet d'aller plus vite et d'avoir les semis de première décade. L'apparition des herbicides sélectifs et non sélectifs a occasionné une autre forme de technique culturale permettant aux producteurs de rattraper leur retard au cours de la saison culturale. Ces produits diffèrent d'une année à une autre, d'une culture à une autre et d'une localité à une autre. En un premier temps, leur application consiste à épandre l'herbicide non sélectif pour le désherbage accompagné plus tard de l'utilisation de l'herbicide sélectif de pré-levé et de post-levé des cultures. Une fois ces opérations réussies, le producteur attend seulement les récoltes car leur effet est automatique sur les adventices (planche 13).

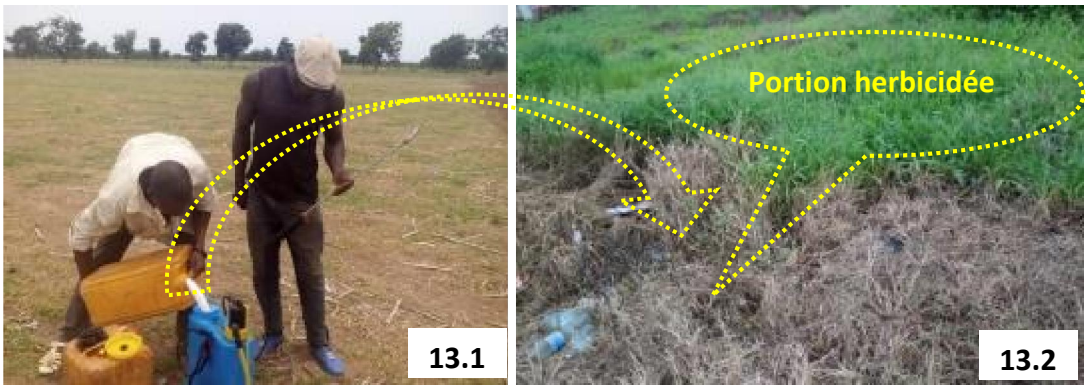


Planche 13 : Utilisation d'herbicides non sélectifs à Angaradébou Kandi
Prise de vue : *Orou Séko ; juin 2016*

Les photos de la planche 8 montrent respectivement la préparation du mélange d'herbicide non sélectif dans un bidon (13.1) et un champ herbicidé (13.2). L'application de ce produit a détruit tous les adventices. Les effets de cette utilisation sont immédiats sur les végétaux. Ces herbicides sont achetés pour la plupart de façon informelle au Ghana par les commerçants et mis à la disposition des producteurs pour usages et sont très prisés et très utilisés par ces derniers.

5.3.1.2 Utilisation abusive d'herbicide pour la lutte contre les adventices

Les adventices se développent très rapidement et concurrencent les cultures en cas de l'installation tardive de la saison culturale. Les producteurs à 80 % signalent des problèmes d'enherbement plus importants quand les pluies démarrent tardivement.

Dans le département de l'Alibori, le sarclage manuel est à 60 % délaissé au profit des herbicides dits sélectifs (planche 14).



Planche 14 : Opération de désherbage des cultures
Prise de vues : *Orou Séko ; juin 2016*

La photo 14.1 montre un producteur en pleine opération d'herbicidage sur un champ de maïs. Cette opération est celle qu'adoptent les producteurs pour débarrasser leurs champs des adventices. Elle est plus rapide et moins fastidieuse estime 80 % des producteurs interviewés. La photo 14.2 montre un champ de maïs qui n'a bénéficié ni de désherbage manuel (sarclage) ni de désherbage phytosanitaire. Dans ces conditions, les adventices concurrencent et fragilisent les jeunes plants avec comme conséquence les mauvaises récoltes.

5.3.1.3 Utilisation abusive d'engrais chimique pour la fertilisation

Les produits chimiques restent toujours la chasse gardée des producteurs. Ces produits artificiels surtout les engrais chimiques favorisent la croissance des plantes et augmentent le rendement agricole (planche 15).



Planche 15 : Utilisation d'engrais chimique à Wagou (Commune de Banikoara)
Prise de vues *: Orou Séko, juillet 2017*

Les photos de la planche 15 montrent respectivement une bassine remplie d'engrais chimique et un producteur en épandage d'engrais pour la fertilisation. La fertilisation

des sols par composte ou par bouses de vache est encore moins développée et est réservée aux activités de maraîchage et à la culture du coton biologique. Les engrais chimiques sont utilisés par 90 % des producteurs.

5.3.1.4 Utilisation abusive d'insecticide pour la lutte contre les ravageurs

La prolifération des ravageurs des cultures est due à l'augmentation des températures et aux séquences sèches de longue durée. Pour y faire face, les insecticides sont utilisés afin d'espérer un bon rendement (planche 16).



Planche 16 : Traitement insecticide à Mondoukoka et à Goumori (Commune de Banikoara)
Prise de vues : *Orou Séko ; août 2015*

Les photos de la planche 16 présentent l'opération de traitement phytosanitaire des cotonniers. Le traitement phytosanitaire reste encore pour 91 % des producteurs le seul moyen pour contrôler et pour lutter contre les ravageurs des cultures surtout du cotonnier, du niébé et du maïs. La fréquence et l'importance des ravageurs dans un secteur d'étude dépendent de la fréquence des séquences sèches. Une séquence de plus de deux semaines au cours de la saison végétative occasionne le développement et la prolifération des chenilles. Ces produits utilisés restent néanmoins une véritable source de pollution à travers la dispersion au cours de l'épandage (figure 47).

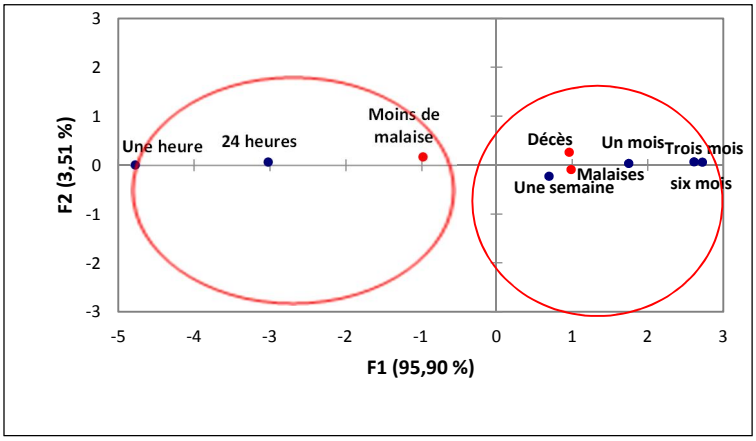


Figure 47 : Durée d'exposition aux pesticides et effets sur la santé
Source des données : *enquête de terrain, septembre 2013*

L'analyse de la figure 47 permet de déduire que le degré de malaise ressenti dépend de la durée de temps passé en contact avec les produits phytosanitaires. Les cotonculteurs qui y sont restés pendant une semaine, un mois ou six mois sont les plus touchés par les différents malaises. Si ces derniers ne sont pas rapidement traités, cela engendre parfois la mort. Mais, en ce qui concerne les cotonculteurs exposés aux produits pendant une heure ou vingt-quatre heures au plus ; les malaises sont négligeables. Une courte durée d'exposition peut parfois se révéler très grave car, lorsque la toxicité du produit auquel l'on est exposé est élevée ; des morts subites peuvent s'en suivre.

5.3.2 Sarclo-buttage

Le sarclo-buttage manuellement effectué à l'aide d'une houe communément appelée daba, est totalement délaissé par les producteurs. Au cours des dernières décennies, le buttage se fait par l'usage de pair de bœufs avec une charrue à socle permettant de consolider la plante en ramenant le sol sous les pieds des jeunes plants. Dans la majeure partie des cas, cette opération survient juste après l'épandage d'engrais. Pour les producteurs c'est une opération qui permet d'enfouir et de garder l'engrais juste au pied des jeunes plants afin d'éviter que l'engrais soit emporté par l'eau de ruissellement (planche 17).

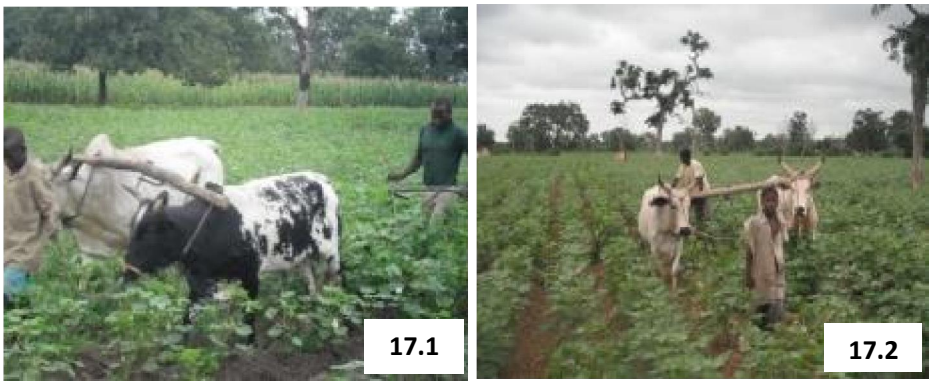


Planche 17 : Opération de sarclo-buttage à Goumori (17.1) et à Founougo (17.2) dans la Commune de Banikoara
Prise de vue : *Orou Séko ; juillet 2016*

Les photos de la planche 17 illustrent les opérations de sarclo-buttage pratiquées par les producteurs du département de l'Alibori. Le sarclo-buttage présente trois avantages. Au-delà du désherbage, il permet également de garder l'humidité (pour aider les cultures à résister pendant les longues séquences sèches et à l'augmentation des températures) du sol pendant longtemps et empêche le transport des engrais déjà épandus. C'est une phase très déterminante dans la croissance des plants et également permet l'obtention d'un bon rendement des cultures.

5.3.3 Adoption de nouvelles variétés et semis répétés ou échelonnés

Le décalage observé dans le début de la saison des pluies a entraîné des modifications dans le choix des spéculations. Le raccourcissement de la durée de la saison des pluies a conduit les producteurs à recourir à des variétés de cultures à cycle végétatif moins long que les précédentes. Le maïs à cycle long est par exemple complètement abandonné par les producteurs au profit de celui à cycle court.

Par ailleurs, le semis répété est l'une des techniques d'adaptation privilégiées par les agriculteurs. Il évite à 50 % aux paysans la perte de rendement et es pratiqués au besoin, pour toutes les cultures (photo 7).

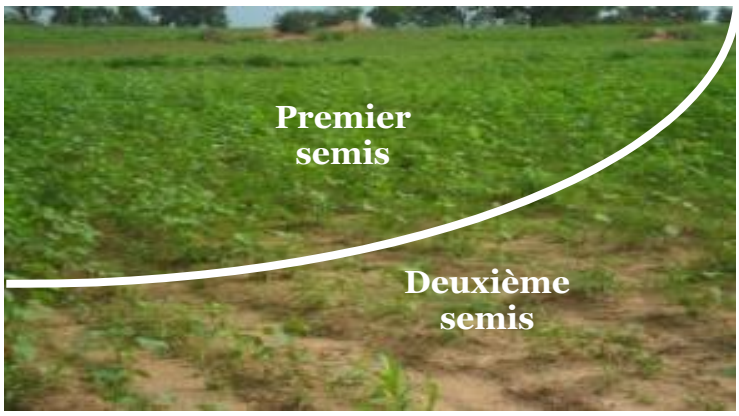


Photo 7 : Semis répétés de coton à Banikoara
Prise de vue *: Orou Séko, juillet 2016*

La photo 7 montre la technique de semis adoptée par les producteurs en cas de faux démarrage de la saison pluies. La bonne germination des semences est tributaire des précipitations. L'irrégularité des pluies une contrainte majeure pour le succès des semis. Les séquences sèches qui interviennent après les semis occasionnent le pourrissement des graines. Cela crée un "fossé d'écartement" de pousses de plants entre les lignes et entre les poquets. Les producteurs sont alors de reprendre le semis pour combler les espaces vides. Ce genre de stratégies d'adaptation qui est le semis répété permet aux agriculteurs de minimiser les pertes de récoltes.

5.3.4 Association et rotation des cultures

L'association des cultures est adoptée dans le but de multiplier les chances de bonnes récoltes sur une superficie donnée. On note dans le département l'association deux à trois cultures voire plus dans un même champ. Les actifs agricoles à 87 % pratiquent l'association des cultures. Les systèmes d'association les plus développés sont : maïs/sorgho et igname/riz (planche 18).



Planche 18 : Association de cultures à Ounet (18.1), Goumori (18.2) et à Libantè (18.3) dans le département de l'Alibori

Prise de vues : *Orou Séko ; juillet 2016*

Les photos de la planche 18 présentent l'association des cultures qui est une stratégie développée par les producteurs pour faire face aux contraintes climatiques dans le département de l'Alibori. La photo 18.1 montre la culture du maïs et du sorgho sur une même parcelle ; la photo 18.2 présente l'association de l'igname, du riz, du maïs, du sorgho et du gombo. La photo 18.3 quant à elle, montre l'association du coton et du maïs. C'est une méthode bien pensée de la part des producteurs car elle leur permet de s'en sortir quelles que soit les tendances (déficit, excès ou pluviométrie normale). Il est très indispensable de connaître les cultures qui se tolèrent pour leur croissance (tableau XXVI).

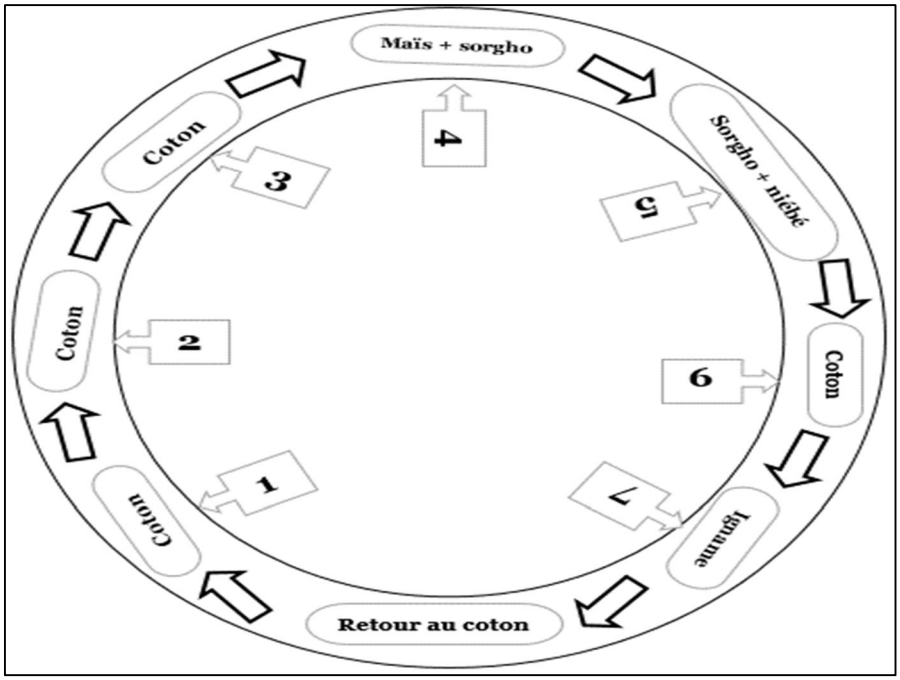
Tableau XXVI : Association des cultures

Types d'association de cultures	Noms scientifiques des cultures	Pourcentage des paysans
Coton-maïs	*Gossypium hisurtum*/Zea mays	40
Coton-Gombo	*Gossypium hisurtum/ Hibiscus esculentus*	5
Coton-canne à sucre	*Gossypium hisurtum/ Saccharum officinarumm*	15
Coton-Niébé	*Gossypium hisurtum/ Vigna unguiculata*	20
Coton-oseille de guinée	*Gossypium hisurtum/Hibiscus sabdarifa*	15
Coton-tomate	*Gossypium hisurtum/ Lycopersion esculenttum*	5

Source des données : *Enquête de terrain, août 2016*

Le tableau XXVI présente les types d'association de culture pratiqués par les producteurs, il ressort de l'examen de ce tableau que l'association des cultures est une technique agricole développée par les producteurs pour faire face aux conditions climatiques de plus en plus défavorables au bon déroulement des activités agricoles. Elle permet de mieux rentabiliser sur une même surface en cas de perturbation climatique.

La rotation est, quant à elle, une pratique développée par les producteurs pour faire face à la perte de fertilité des terres agricoles. Ce système établit un ordre de succession des cultures sur une même parcelle (figure 48).



1 = 1ère année : **2** = 2ème année, etc.
Figure 48 : Système de rotation de cultures dans le département de l'Alibori
***Source** : Résultats d'enquête de terrain (avril, 2016)*

Il ressort de l'analyse de la figure 48 que cinq cultures sont mises en terre de façon successive avec prédominance de réapparition du coton dans le département de l'Alibori. Il s'agit du coton, de l'igname, du maïs, maïs ou sorgho, sorgho/niébé. Mais la durée de jachère est réduite en raison du besoin croissant en terres cultivables. L'augmentation rapide de la population et l'adoption de nouvelles techniques culturales ont engendré une forte pression sur les terres agricoles. Le système est fait de sorte à favoriser l'augmentation des rendements du coton. Au cours des trois premières années, près de 75 % des paysans font de la monoculture du coton avant de procéder à la rotation.

5.3.5 Mise en valeur des bas-fonds

Les bas-fonds sont de plus en plus aménagés pour la pratique des activités de contre saison dans le secteur de l'étude. Cette option permet non seulement aux producteurs de compenser tant soit peu la baisse des rendements, mais aussi et surtout de diversifier les sources de revenus.

5.3.6 Diversification des sources de revenu

Face à une baisse continue du rendement des cultures et l'évolution sans cesse croissante des incertitudes et risques climatiques, les producteurs exercent d'autres activités pour diversifier et sécuriser leurs sources de revenus. Il s'agit d'activités agricoles telles que l'élevage, la transformation du bois en charbon, les transformations agroalimentaires ; et d'activités non agricoles comme le commerce, l'artisanat et surtout les activités de taxi moto et auto.

5.3.7 Réaménagement du calendrier agricole

Les variabilités pluviométriques dans le département de l'Alibori imposent aux producteurs l'adoption d'un nouveau calendrier (tableau XXVII) cultural en vue de tirer profit des conditions et ressources naturelles.

Tableau XXVII : Ancien et nouveau calendrier cultural dans le département de l'Alibori

Ancien calendrier agricole

		Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec
Cotonnier	H279-1 (120 jours)						1er/20 juin				Octobre jusqu'après Décembre		
Maïs	7930SR (75 jours)							10/30juil		Septembre à Novembre			
	EV83-28 (90 jours)							1er/20juil			Octobre à Décembre		
	TZBSR (120 jours)							1er/20juil			Octobre jusqu'après Décembre		
Arachide	55-437 (90 jours)							1er/20juil			Octobre à Décembre		
	69-101 (120 jours)					Fin mai/fin juin					Octobre à Décembre		
Igname	Variété jaune (350 jours)	1er jan au 30 Févr						Juillet	15 août au 30 sept				
Manioc	350 jours		Février/mars					Mi juillet fin août		Septembre à Décembre (année suivante)			

Du 1er Janvier au 30 Avril

Nouveau calendrier agricole

		Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec
Cotonnier	H279-1 (120 jours)					20 mai/15 juin					Octobre jusqu'après Décembre		
Maïs	7930SR (75 jours)							1er/15juil		Septembre/Novembre			
	EV83-28 (90 jours)						15/30juin				Octobre à Décembre		
	TZBSR (120 jours)					25mai/10juin					Octobre jusqu'après Décembre		
Arachide	55-437 (90 jours)							1er/20juil			Octobre à Décembre		
	69-101 (120 jours)					Fin mai/fin juin					Octobre à Décembre		
Igname	Variété jaune (350 jours)	1er jan au 30 Févr						Juillet	15 août au 30 sept				
Manioc	350 jours		Février/mars					Mi juillet fin août		Septembre à Décembre (année suivante)			

Du 1er Janvier au 30 Avril

Source des données : *Travaux de terrain, 2016*

	Périodes de défrichement		Périodes des semis		Périodes d'entretiens		Périodes de récoltes

Il ressort de l'examen du tableau XXVII qu'hormis l'igname et le manioc, le calendrier cultural des spéculations a connu des modifications. Le coton, le maïs et l'arachide sont l'objet de plus en plus de semis précoces suite au raccourcissement de la saison culturale. Les premières pluies, considérées entre temps comme faux départs pluviométriques et qui ne suscitaient pas l'engouement des producteurs, bénéficient d'un intérêt particulier au cours des deux dernières décennies de la part de ceux-ci. Elles sont mises à profit pour les semis afin de faire face à l'arrêt précoce des pluies qui, occasionne le raccourcissement de la saison agricole. Il est également noté que dans le département de l'Alibori l'igname et le manioc sont des spéculations peu cultivées.

5.3.8 Synthèse des pratiques culturales dans le département de l'Alibori

L'explosion démographique et les contraintes relatives à la tendance climatique ont influencé les moyens d'existence des populations. Le tableau XXVIII résume les pratiques développées face à l'évolution climatique et démographique.

Tableau XXVIII : Synthèse des pratiques agricoles dans le département de l'Alibori

N°	Pratiques agricoles	Pratiques ancestrales	Pratiques actuelles	Observations
1	Rotation des cultures	☼	☼	Pratique accrue
2	Augmentation des emblavures	☼	☼	Pratique accrue
3	Réaménagement du calendrier agricole	☼	☼	Nouvelle pratique
4	Adoption de nouvelles variétés	☼	☼	Nouvelle pratique
5	Mise en valeur des bas-fonds	☼	☼	Pratique accrue
6	Culture itinérante sur brûlis/ Ecobuage	☼	☼	Pratique accrue
7	Augmentation de la durée de la jachère	☼	☼	Risque de disparition
8	Réduction de la durée de la jachère	☼	☼	Pratique accrue
9	Buttage	☼	☼	Pratique accrue
10	Saclo-buttage	☼	☼	Nouvelle pratique
11	Labour simple	☼	☼	Pratique accrue
12	Labour à base d'outils et techniques modernes	☼	☼	Nouvelle pratique mais accrue
13	Semi à Poquet	☼	☼	Pratique en baisse
14	Semis-échelonné	☼	☼	Nouvelle pratique
15	Semis-répété	☼	☼	Nouvelle pratique
16	Monoculture	☼	☼	Pratique presque inexistante
17	Association culturale	☼	☼	Pratique accrue
18	Assolement	☼	☼	Rare et risque de disparition
19	Utilisation du composte	☼	☼	Rare et risque de disparition
20	Utilisation des produits phytosanitaires	☼	☼	Pratique accrue

Pas de danger pour l'environnement *Dangereux pour l'environnement*
Stratégies d'adaptation privilégiées par les producteurs dans le département de l'Alibori
☼ *Oui* ☼ *Non*

Il ressort de l'analyse du tableau XXVIII que presque toutes les pratiques visant la bonne production agricole et la conservation des ressources environnementales ont cédé leur place aux nouvelles pratiques culturales. Au nombre de ces stratégies nouvelles développées, les producteurs privilégient l'augmentation des emblavures, l'utilisation abusive des produits phytosanitaires et l'adoption de nouvelles variétés. La mise en œuvre de ces dispositions est due à la forte vulnérabilité des moyens d'existence des populations, à l'évolution climatique et démographique dans le département de l'Alibori.

Le résultat de ces stratégies nouvelles développées est la régression des formations végétales naturelles en raison de l'anthropisation accélérée. Ce constat est développé dans le chapitre VI.

CHAPITRE VI :

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'ADAPTATION DES MOYENS D'EXISTENCE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

Le chapitre VI présente les conséquences environnementales de l'adaptation des moyens d'existence à l'évolution climatique et démographique dans le département de l'Alibori. Il fait l'état actuel de l'occupation des terres et une analyse prospective des différentes composantes environnementales à l'horizon 2050.

6.1 Dégradation du couvert végétal du département de l'Alibori

Les attitudes adaptatives des producteurs face à l'évolution climatique et démographique ont engendré un bouleversement environnemental considérable.

6.1.1 Impacts environnementaux de l'adaptation des moyens d'existence agricole

L'adaptation des moyens d'existence dans le département de l'Alibori est caractérisée par l'augmentation des emblavures et l'exploitation excessive des espaces culturaux disponibles. Il est noté à cet effet la perte de fertilité des sols due à l'usage abusif des produits phytosanitaires, des outils modernes et à la réduction de la durée de jachère. Le temps de jachères dans le département est très court, au maximum trois ans dans toutes les Communes selon 85 % des interviewés (tableau XXIX).

Tableau XXIX : Coefficient L d'Allan dans le département de l'Alibori

Communes du bassin	Durée moyenne d'exploitation (C en année)	Durée moyenne de jachère (J en année)	C+J	Coefficient (L)
Banikoara	11	0	11	1
Kandi	11	2	13	1,18
Malanville	7	3	10	1,43
Gogounou	11	2	13	1,18
Ségbana	8	2	10	1,25
Karimama	6	3	9	1,50
Département				**1,26**

Source des données : *enquêtes de terrain, mars 2016)*

L'examen du tableau XXIX indique que les terres cultivables sont très exploitées. La Commune de Banikoara présente la plus grande particularité en raison de la disparition totale des jachères. Les productions agricoles sont de faibles rendements basés sur la culture sur brûlis demandeuse de grandes superficies (figure 49).

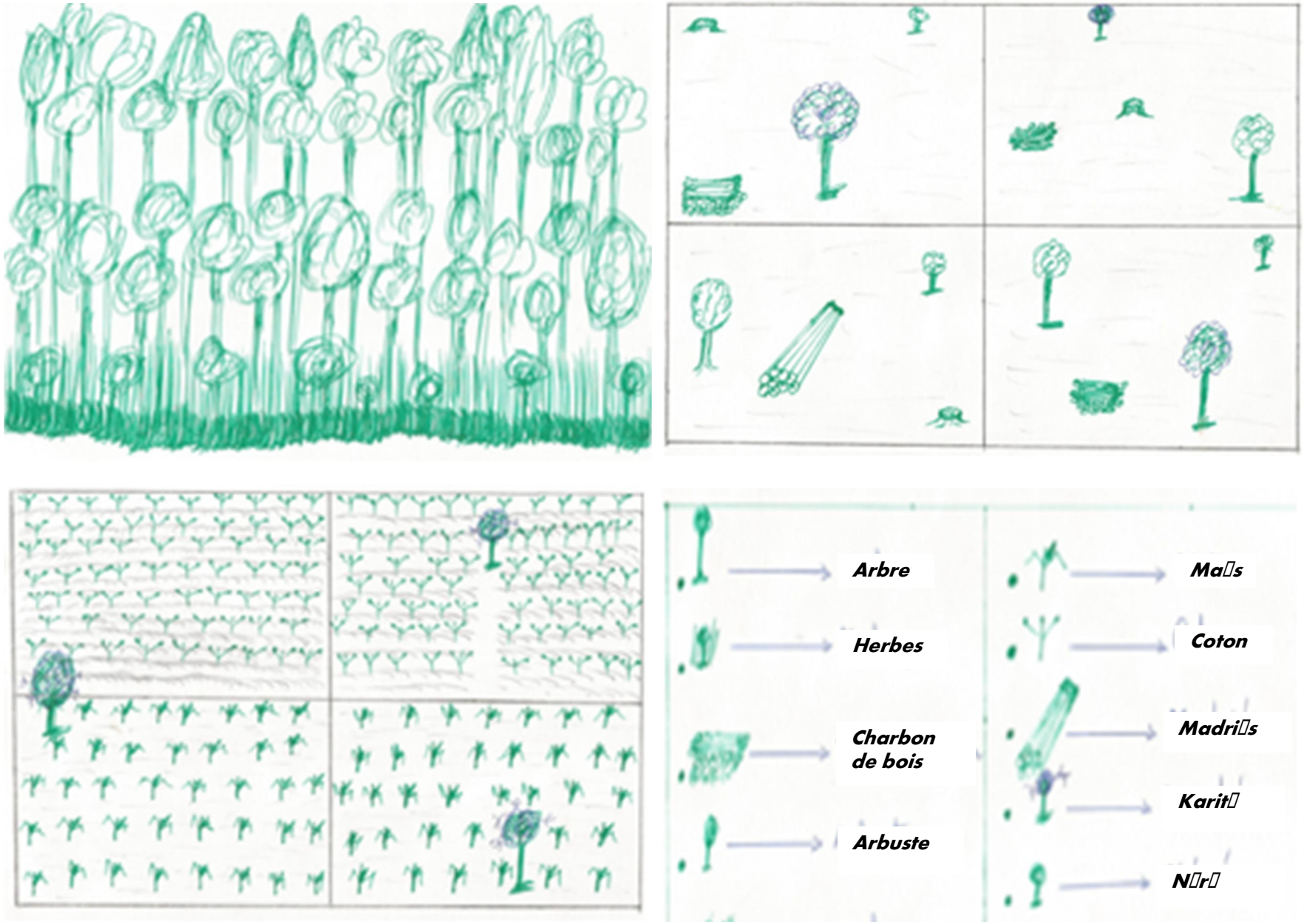


Figure 49 : Mode de transformation du milieu avec l'hypothèse d'un état fictif constitué à 100 % de végétation naturelle
Conception *: Orou Séko, avril 2017*

De l'observation de la figure 49, il ressort qu'à l'état naturel la végétation est composée de toutes les strates. L'action de l'homme sur celle-ci engendre la disparition de toutes les strates à l'exception des mésophanérophytes. Au niveau de cette dernière strate, les autres espèces sont éliminées pour ne laisser que *Vitellaria paradoxa* ou butyrospermum parkii (appelé également « l'arbre à beurre » ou « l'or des femmes »), *et Parkia biglobosa*. En outre, les feux de végétation sont allumés par les producteurs au cours des défrichements culturaux ou par les chasseurs pour dégager les milieux giboyeux. Ces feux consument toute la végétation avec des impacts négatifs sur la faune sauvage. Ils sont la cause de l'appauvrissement progressif des sols avec pour conséquence l'érosion. Les signes annonciateurs de la perte de fertilité des sols sont légion dans le secteur d'étude (planche 19).



Planche 19 : Présence de *Striga hermontheca* dans un champ de sorgho à Ségbana
Prise de vues : *Orou Séko, septembre 2016*

Les photos de la planche 19 montrent l'espèce végétale annonciatrice de la perte de fertilité des sols dans le village de Libantè à Ségbana. La présence de cette espèce sur un champ n'est pas un bon signe pour l'attente de bons rendements.

Outre cela, la transhumance non contrôlée entraine la dégradation des ressources forestières à travers des émondages sévères et la mutilation d'arbres. Chaque année, un nombre important de têtes supplémentaires de gros et petits ruminants transhumants en provenance des pays limitrophes comme le Burkina Faso et le Niger se déversent sur le département de l'Alibori, provoquant un surpâturage accompagné de conséquences fâcheuses sur le couvert végétal. Quelques espèces de ligneux fourragers tels que *Afzelia africana, Khaya senegalensis* et de *Pterocarpus erinaceus* sont coupées. Ainsi, la strate ligneuse est sérieusement perturbée par l'élevage des bovins qui constitue une source importante de régression du couvert forestier.

6.1.2 Impacts environnementaux de l'adoption de nouvelles activités économiques

L'exploitation forestière est la troisième source de dégradation du couvert végétal après l'agriculture et l'élevage. Les populations se ruent vers cette activité dans le but de compenser les pertes de productions consécutives dues aux variabilités climatiques. Il est ainsi constaté une exploitation sélective et incontrôlée de certaines espèces. L'exploitation des produits forestiers et la carbonisation de bois sont considérées comme des réponses à la baisse des revenus et à la dégradation des conditions de vie.

En outre, la demande urbaine en bois de chauffe et de charbon de bois est un facteur aggravant de dégradation du couvert végétal. Les foyers domestiques traditionnels à bois et à charbon de bois sont les équipements de cuisson les plus répandus. Aussi, le recours à la médecine traditionnelle participe à la dégradation du couvert végétal en raison de l'utilisation de différents organes des plantes (feuilles, fruits, fleurs, écorces et racines) pour le traitement certaines maladies. A cet effet, plusieurs essences forestières s'amenuisent et deviennent de plus en plus rares (planche 20).



Planche 20 : Quelques formes d'utilisation des plantes par les populations
Prise de vues : *Orou Séko, octobre 2016*

De l'examen des photos de la planche 20, il ressort que l'exploitation forestière (20.1) est une activité importante dans le département de l'Alibori. La coupe des bois est destinée à la fabrication des meubles. Les plantes à travers leur racine, feuilles (20.2) et écorces (20.3) sont également utilisées par les populations à des fins thérapeutiques. Paradoxalement, on observe un faible renouvellement des forêts surtout en ce qui concerne les essences rares et à longue durée de croissance. Le tableau XXX résume les différents moyens d'existence et les composantes de l'environnement affectées ainsi que les impacts qui en découlent.

Tableau XXX : Principales activités et composantes affectées

Sources d'impacts	Composantes affectées	Impacts	Nature	Durée	Etendue	Degré de perturbation	Importance
Milieu physique							
Culture itinérante sur brûlis/Ecobuage	Sol	Dégagé pour les semis	Positive	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
		Destruction des éléments nutritifs	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
	Air	Pollution de l'air par la poussière et par les fumées	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
Labour par les machines agricole/charrue	Sol	Dégradation du sol par remuement ou par compaction	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
		Destruction des éléments nutritifs	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Faible
Utilisation des produits chimiques de synthèse	Sol	Dégradation des sols (perte des matières organiques) par accumulation de métaux lourds	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
	Eau	Dégradation de la qualité de l'eau par accumulation de métaux lourds	Négative	Permanente	Régionale	Moyen	Forte
	Air	Pollution de l'air par les gaz nocifs et odeurs nauséabondes	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
Usage des résidus agricoles et de fientes d'animaux	Eau	Dégradation de la qualité des eaux par comblement et pollution	Négative	Permanente	Régionale	Faible	Faible
	Air	Pollution de l'air par les gaz nocifs et odeurs nauséabondes	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
Augmentation des emblavures et exploitation excessive des espaces culturaux	Sol	Dégradation des sols (perte des matières organiques)	Négative	Permanente	Locale	Forte	Forte
	Eau	Exploitation des couloirs de passage de l'eau, comblement et pollution des cours d'eau	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
Transhumance incontrôlée des troupeaux bovins	Sol	Dégradation du sol par compaction	Négative	Ponctuelle	Régionale	Faible	Faible
	Eau	Surexploitation des points d'eau existant pour l'abreuvement des animaux ; pollution des points et cours d'eau	Négative	Ponctuelle	Régionale	Moyen	
	Air	Pollution de l'air à travers les gaz dégagés par les animaux t aussi les bouses de bovins	Négative	Permanente	Régionale	Faible	Faible
Feux de végétation	Sol	Destruction des éléments nutritifs du sol	Négative	Ponctuelle	Locale	Moyen	Moyen
	Eau	Accélération de l'évapotranspiration	Négative	Ponctuelle	Locale	Faible	Faible
	Air	Destruction de la couche d'ozone	Négative	Permanente	Régionale	Forte	
Usages	Sol	Dégradation des sols ; accélération de l'érosion	Négative	Ponctuelle	Locale	Faible	Faible

traditionnels des espèces végétales		pluviale					
Production du bois de chauffe et du charbon	Air	Destruction de la couche d'ozone	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
Forte croissance démographique	Sol	Pression, appauvrissement et dégradation des sols	Négative	Permanente	Locale	Forte	Forte
	Eau	Forte pression, amenuisement et pollution des ressources en eau	Négative	Permanente	Locale	Forte	Moyenne
	Air	Pollution et dégradation environnementale	Négative	Permanente	Régionale	Moyen	Faible
Milieu biologique							
Culture itinérante sur brûlis/Ecobuage	Végétation	Destruction de la végétation et disparition des espèces (*Parkia biglobosa, Annona senegalensis, Vitellaria paradoxa, etc.*)	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Forte
	Faune sauvage	Diminution des animaux et des oiseaux ayant pour abris la végétation détruite	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
		Disparition ou rareté de certaines espèces animales ayant pour abris la végétation détruite	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
Utilisation des produits chimiques de synthèse	Végétation	Destruction de la végétation par accumulation de métaux lourds	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Forte
	Faune aquatique	Diminution des espèces halieutiques par la dégradation de la qualité des eaux et le phénomène de comblement	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
Usage des résidus agricoles et de fientes d'animaux	Faune aquatique	Diminution des espèces halieutiques par la dégradation de la qualité des eaux et le phénomène de comblement	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
Augmentation des emblavures et exploitation excessive des espaces culturaux	Végétation	Destruction de la végétation et disparition de certaines espèces	Négative	Permanente	Locale	Forte	Forte
	Faune sauvage	Disparition ou rareté de certaines espèces animales ayant pour abris la végétation détruite	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
	Faune aviaire	Destruction de l'habitat, disparition et migration de certaines espèces d'oiseaux	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
Transhumance incontrôlée des troupeaux bovins	Végétation	Destruction de la végétation et disparition de certaines espèces	Négative	Ponctuelle	Régionale	Faible	Faible
	Faune sauvage	Disparition ou rareté de certaines espèces animales ayant pour abris la végétation détruite	Négative	Ponctuelle	Régionale	Moyen	
	Faune aquatique	Dégradation de la qualité des eaux et le phénomène de comblement	Négative	Permanente	Régionale	Faible	Faible
Feux de végétation	Végétation	Destruction de la végétation et disparition de certaines espèces	Négative	Ponctuelle	Locale	Moyen	Moyen

	Faune sauvage	Disparition ou rareté de certaines espèces animales ayant pour abris la végétation détruite	Négative	Ponctuelle	Locale	Faible	Faible
	Faune aviaire	Affolement, destruction de l'habitat des oiseaux, migration	Négative	Ponctuelle	Régionale	Forte	Forte
Usages traditionnels des espèces végétales	Végétation	Destruction de la végétation et disparition de certaines espèces	Négative	Ponctuelle	Locale	Faible	Faible
Production du bois de chauffe et du charbon	Végétation	Destruction de la végétation et disparition de certaines espèces	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible
	Faune aviaire	Destruction de l'habitat des oiseaux	Négative	Ponctuelle	Locale	Faible	Faible
Forte croissance démographique	Végétation	Destruction de la végétation et diminution/disparition de certaines espèces,	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
	Faune sauvage	Destruction de leur habitat, affolement, migration, diminution et disparition de certains animaux sauvages	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
	Faune aviaire	Destruction de leur habitat, affolement, migration, diminution et disparition de certains oiseaux	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
	Faune aquatique	Destruction de leur habitat, affolement, migration, diminution et disparition de certaines espèces aquatiques	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne

Source des données *: Enquêtes de terrain, 2016*

Il ressort de l'examen du tableau XXX que les éléments de l'environnement affectés sont l'air, l'eau, le sol pour le milieu physique. Les composantes affectées pour le milieu biologique sont la faune sauvage, aviaire, aquatique et la végétation. Les impacts environnementaux liés aux mutations agricoles et à l'accroissement de la population sont importants. Il est noté une dégradation et régression du couvert végétal, la pollution de l'air, du sol et de l'eau. Les habitats des espèces de la faune sauvage, aquatique et aviaire sont sérieusement menacés. Les pratiques agricoles identifiées, basées surtout sur l'augmentation des emblavures et l'abandon des jachères dans le secteur d'étude, ont plus d'impacts négatifs qui perdurent dans le temps.

6.1.3 Manifestations des impacts de l'adaptation des moyens d'existence sur les composantes floristiques et fauniques

La déforestation se manifeste à travers la disparition des essences de valeur et de la faune. Les trois dernières décennies sont caractérisées par une disparition progressive de plusieurs essences forestières. Le phénomène nouveau observé est celui de l'extension des espaces agricoles (surtout dans les zones cotonnières comme Banikoara, Kandi, etc.) pour la culture entraînant aussi une destruction massive des arbres. En plus de la diminution ou de la disparition des essences forestières, la déforestation entraine une régression des populations animales sauvages, élément important de la diversité biologique.

6.2 Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres dans le département de l'Alibori en 1990 et 2006

Le département de l'Alibori est caractérisé par la dégradation du couvert végétal due aux activités agricoles et pastorales, à la recherche du bois de chauffe et aux feux de végétation. Les textes régissant la bonne gestion environnementale ont commencé par faire leur apparition au Bénin à partir de 1990. Seulement, jusqu'à cette décennie l'application de ces textes n'est toujours pas totalement effective. Néanmoins, même si l'élaboration et l'application n'ont pas automatiquement contribué à restaurer les forêts, elles ont permis de freiner l'avancée de la dégradation du couvert végétal. L'analyse comparative des cartes d'occupation des terres de 1990, 2006 et de 2015 ont permis d'apprécier la dynamique du couvert végétal (figure 50 et 51).

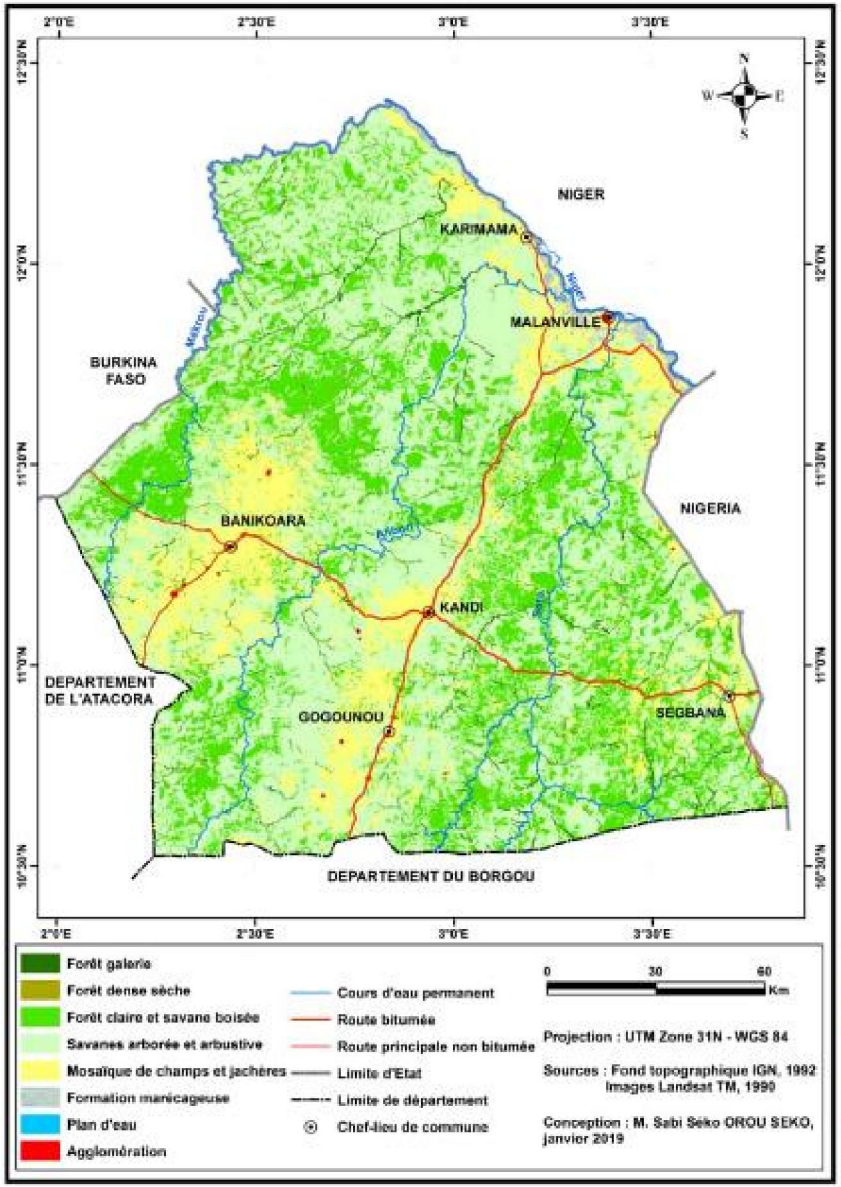


Figure 50 : Occupation des terres en 1990 dans le département de l'Alibori

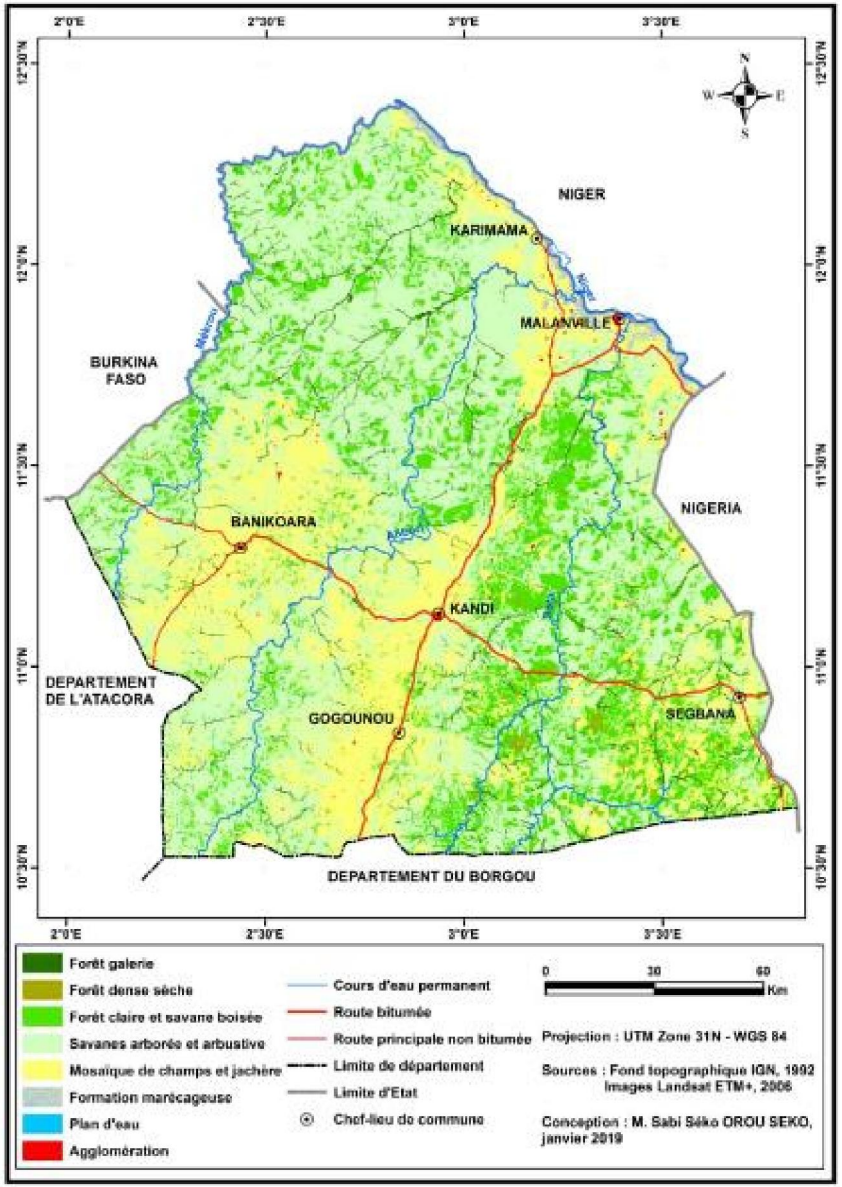


Figure 51 : Occupation des terres en 2006 dans le département de l'Alibori

L'observation de la figure 50 montre que la physionomie de la végétation en 1990 est dominée par les savanes arborées et arbustives. Elle est parsemée par des forêts claires et des savanes boisées.

Par ailleurs, à l'observation de la figure 51, on constate que les forêts denses sèches existent mais sont très peu remarquables. Elles se retrouvent au cœur des principales aires protégées, du fait de la faible anthropisation de celles-ci. Les unités d'occupation des terres changent dans le temps suite à l'accroissement de la population et à l'intensification des activités agricoles.

6.2.1 Occupation des terres du département de l'Alibori en 2015

Les terres agricoles se raréfient en raison de la forte production. Les périodes de jachère deviennent plus courtes et la demande pour des terres supplémentaires exerce une plus grande pression sur les forêts, sur les terres boisées et les parcours naturels. Les cultures de jachère ont perdu de leur valeur. Dans le département de l'Alibori, la savane arborée et la savane arbustive occupent la grande proportion de l'espace à l'instar de la mosaïque de cultures et jachères en 2015. La figure 52 présente l'occupation des terres en 2015 dans le département de l'Alibori.

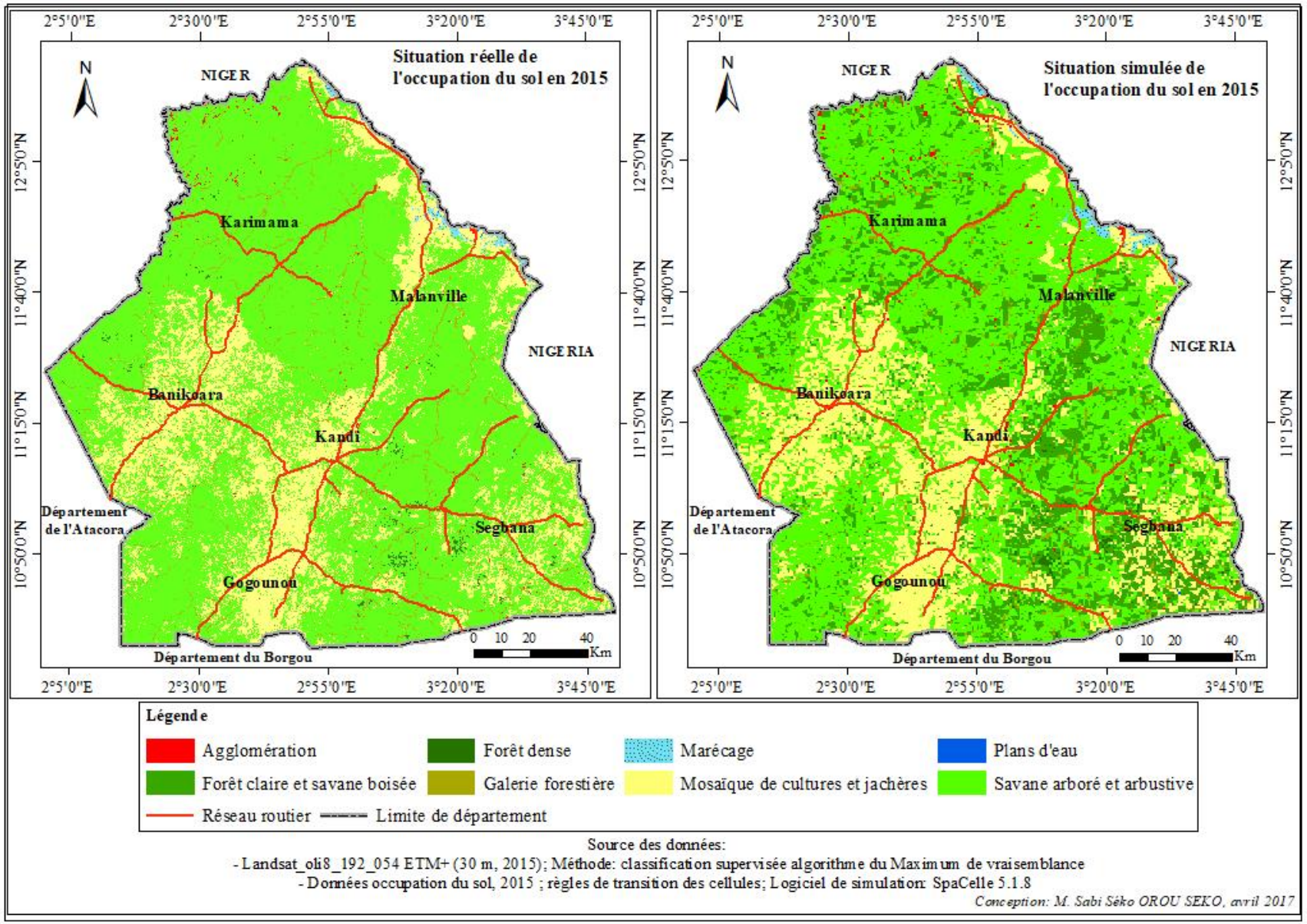


Figure 52 : Evolution des unités d'occupation des terres entre la situation réelle 2015 et la situation simulée en 2015

L'examen de la figure 52 montre une abondance des mosaïques de champs et jachères sont les plus observées. Les forêts claires et savanes boisées sont réduites en des îlots et concentrées dans les aires protégées. Les galeries forestières apparaissent par endroits le long des affluents des cours d'eau mais subissent une véritable dégradation. La figure 53 présente l'état simulé de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori.

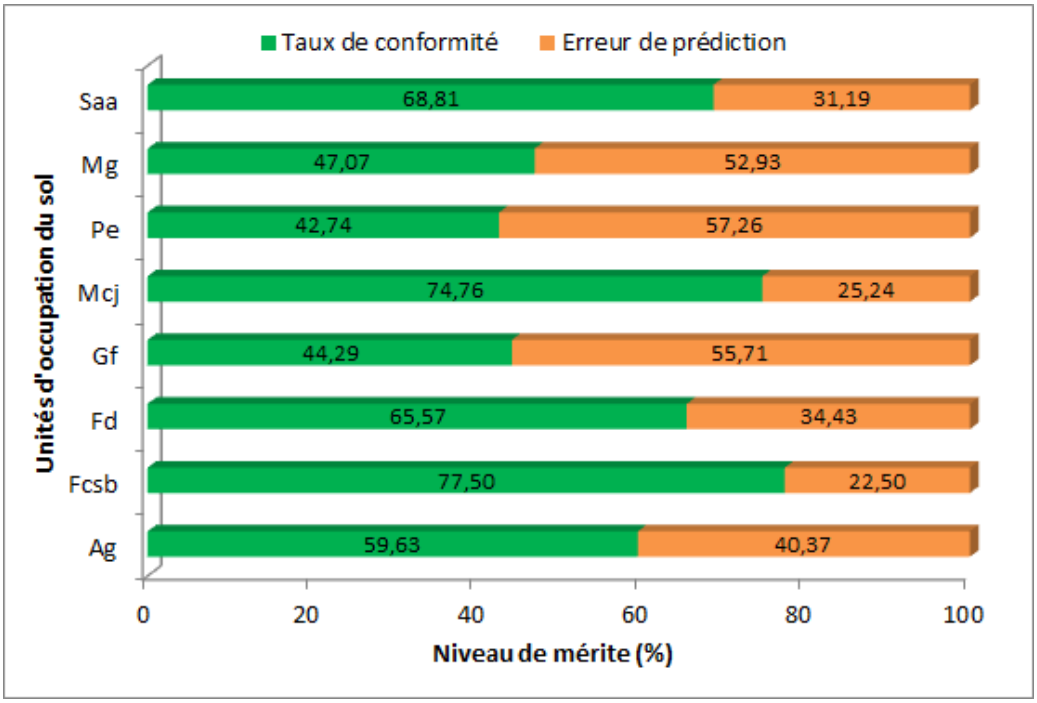


Figure 53 : Taux de conformité de l'ensemble des unités simulées pour 2015
***Source** : Traitement des données*

Légende : FG **:** Forêt galerie ; FCSB : Forêt claire et savane boisée ; SASA : Savanes arborée et arbustive ; MCJ : Mosaïque de Champs et Jachères; Ag : Agglomération ; Mg : Marécages ; PE : Plan d'eau

Il ressort de l'analyse de la figure 53 que 60,05 % de pixels sont contigus et 39,95 % d'erreur d'omission observées sur les marécages (52,93 %), les galeries forestières (55,71 %) et les points d'eau (57,26 %).

6.2.2 Evaluation de la dynamique de l'occupation des terres de 1990 à 2015 dans le département de l'Alibori

Les unités d'occupations des terres ont connu pour certaines une forte régression et pour d'autres une augmentation importante (tableau XXXI).

Tableau XXXI : Unités d'occupation des terres de 1990 à 2015

Unités d'occupation	1990		2006		2015	
	Sup (ha)	Pourcentage (%)	Sup (ha)	Pourcentage (%)	Sup (ha)	Pourcentage (%)
Plan d'eau	2 500,85	0,09	3472,777	0,13	2444,987	0,09
Marécage	7 100,98	0,26	8100,986	0,30	5848	0,21
Forêt dense	8 573,24	0,32	9873,54	0,37	5845,249	0,21
Forêt claire et savane boisée	951 392,05	35,43	799540,006	29,78	208159,164	7,29
Forêt galerie	99 473,89	3,70	79953,101	2,98	78003,1975	2,9
Savane arborée et savane arbustive	1 189 0706,13	46,51	1161009,72	43,24	1418344,125	52,82
Mosaïque de cultures et Jachères	358 736,69	13,36	614033,693	22,87	945751,984	35,22
Agglomération	9 054,02	0,33	9054,0178	0,33	20641,1644	0,76
Total	**2 685 037,87**	**100**	**2685037,87**	**100**	**2685037,871**	**100**

Source : Interprétation des images ETM de 1990, ETM+ de 2006 et Oli 2015

L'examen du tableau XXXI montre qu'à 46,51 %, le territoire du département de l'Alibori est en 1990 occupé par les savanes arborée et arbustive. L'espace occupé par la forêt claire et savane boisée fait 35,43 %. Toutefois, l'intensité de la dégradation du couvert végétal se fait plus observer sur cette unité d'occupation des terres (figure 54).

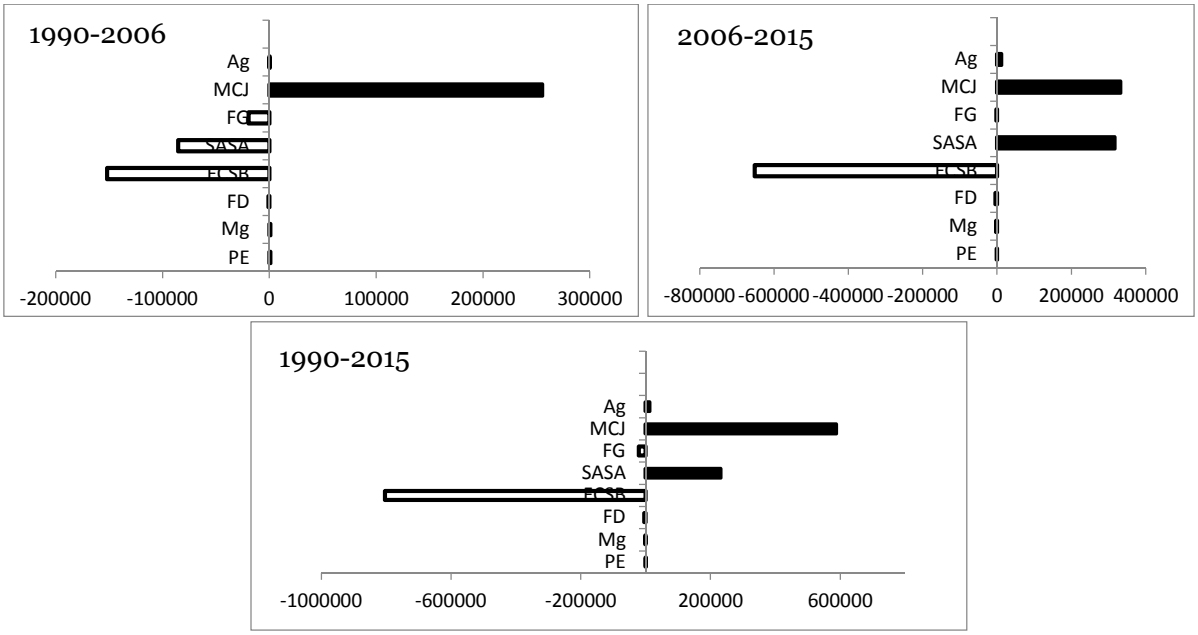


Figure 54 : Bilan de l'évolution des formations végétales et autres unités d'occupation des terres entre 1990-2006 ; 2006-2015 et 1990-2015

La figure 54 (1990-2006) présente l'évolution des différentes unités d'occupation entre 1990 et 2015. Au cours de cette période, les mosaïques de champs et jachères ont connu une progression considérable au détriment des forêts claires et des savanes (boisée, arborées et arbustives) ainsi que des forêts galeries. Mais, pour les périodes 2006 à 2015 et 1990 à 2015 présentées ; seulement les forêts claires et savanes boisées ont connu une évolution régressive contrairement aux savanes arborées et arbustives et mosaïques de champs et jachères qui ne cessent de progresser.

6.3 Occupation et utilisation des terres à l'horizon 2050

La prédiction de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori s'appuie sur deux scénarios "catastrophe" et de la "stabibilité environnementale".

6.3.1 Scénario "catastrophe" à l'horizon 2050

La figure 54 présente l'occupation et l'utilisation des terres du département de l'Alibori à l'horizon 2050.

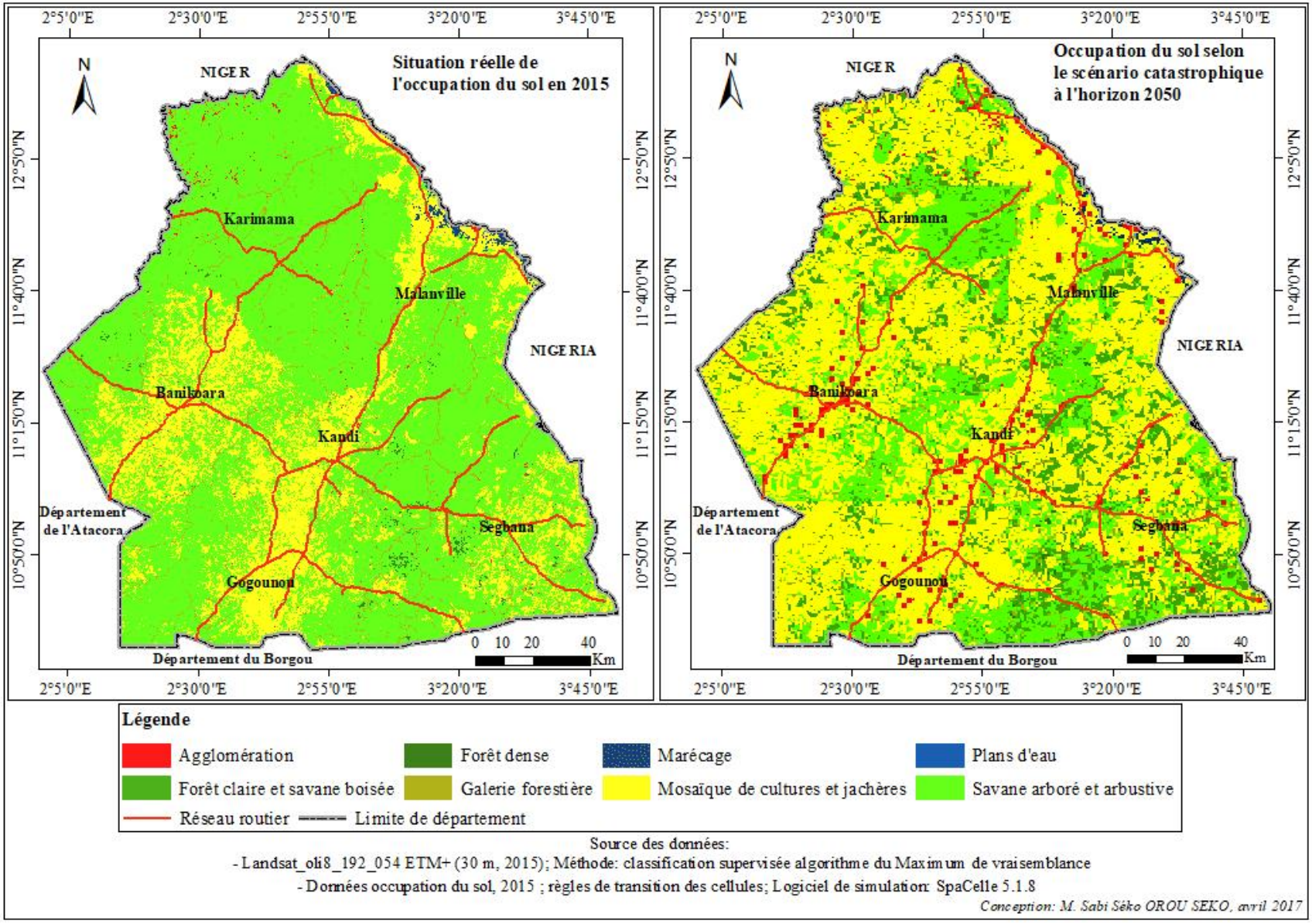


Figure 55 : Occupation des terres pour le scénario "catastrophe" à l'horizon 2050

L'analyse de la figure 55 révèle en 2050, une extension des agglomérations et des mosaïques de cultures et jachères avec une régression des forêts. En 2050 si la tendance actuelle est maintenue, le phénomène d'anthropisation du milieu va s'accentuer aux dépens des formations végétales dans le département de l'Alibori. L'on note ainsi une savanisation du couvert végétal au détriment des formations végétales naturelles comme les forêts denses et les forêts claires. Aussi, les forêts claires, les savanes boisées ainsi que les savanes claires et arbustives connaitront-elles une régression fulgurante.

6.3.2 Scénario "stabilité environnementale"

Le scénario catastrophe a fait ressortir une dégradation intensive des unités paysagères, contrairement à la tendance vers la stabilité environnementale. La figure 56 présente l'occupation et l'utilisation des terres du département de l'Alibori à l'horizon 2050 selon le scénario de la stabilité environnementale.

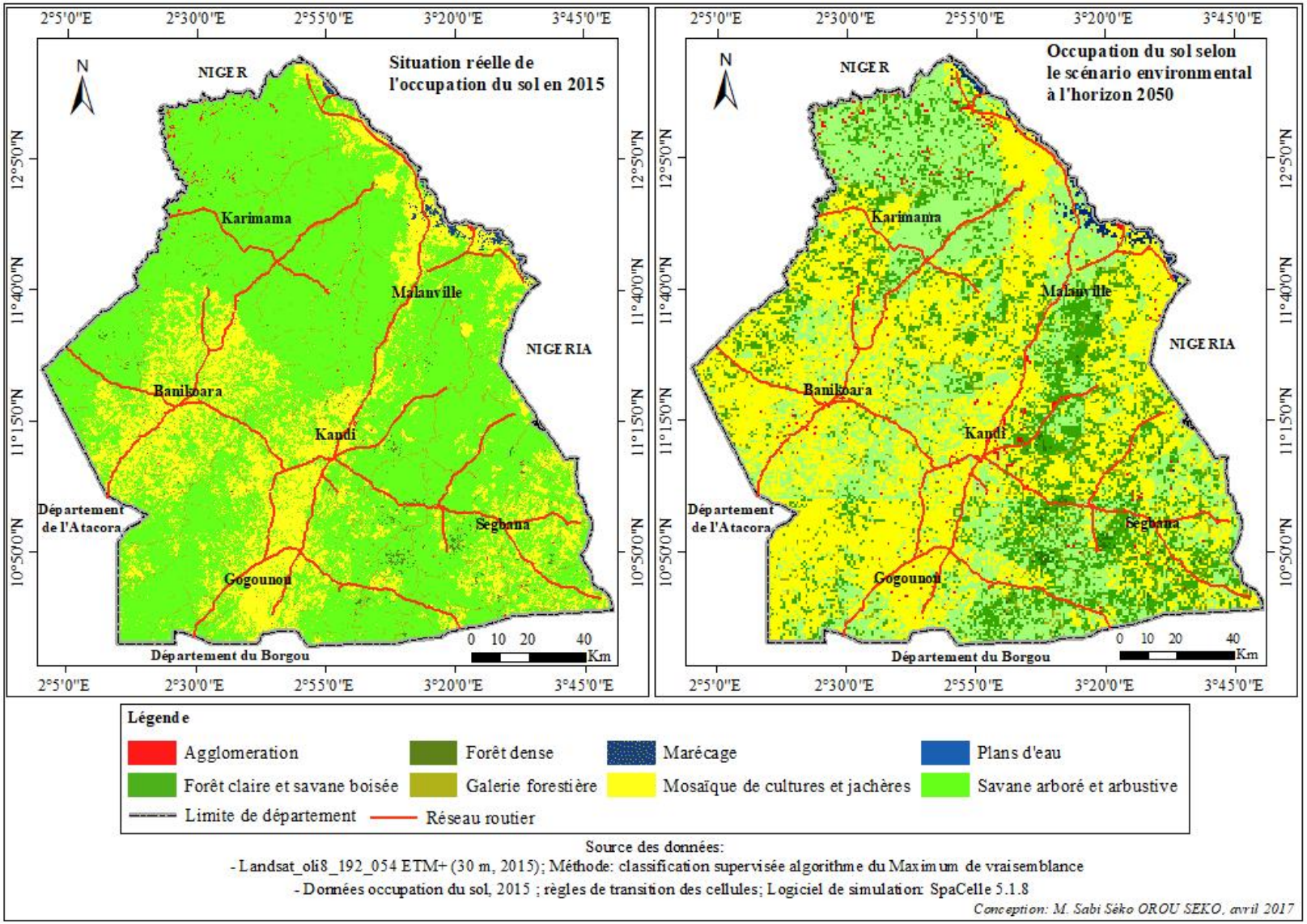


Figure 56 : Occupation des terres selon le scénario de "stabilité environnementale" à l'horizon 2050

De l'examen de la figure 56, il ressort que toutes les unités d'occupation des terres du département de l'Alibori, notamment les formations naturelles et anthropiques ont présenté un état de régression ou de progression très peu sensible. La dynamique observée concerne plus les forêts claires et savanes arbustives car leur degré de dégradation reste considérable (tableau XXXII).

Tableau XXXII : Unités d'occupation des terres à l'horizon 2050 selon le scénario de "tendance vers la catastrophe" et "stabilité environnementale"

Unités d'occupation des terres	Tendance vers la catastrophe		Stabilité environnementale	
	Superficie (ha)	Pourcentage (%)	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Plan d'eau	730,91	0,03	1339,52	0,05
Marécage	1532,72	0,06	3516,84	0,13
Forêt dense	1946,11	0,07	3628,16	0,13
Forêt claire et savane boisée	214200,33	7,98	331500,57	12,34
Forêt galerie	15312,11	5,90	50273,07	1,87
Savane arborée et savane arbustive	427731,01	15,93	759331,35	28,28
Mosaïque de cultures et Jachères	1996530,63	74,36	1518576,24	56,56
Agglomération	27054,05	1	16872,12	0,29
Total	**268 503 7,87**	**100**	**2685037,87**	**100**

***Source** : Résultats de traitement des données, 2015*

Il ressort de l'analyse du tableau XXXII que dans le département de l'Alibori selon le scénario de la « catastrophe », les superficies des savanes arborées et arbustives seront réduites de 52,82 % en 2015 à environ 15,93 % en 2050. Les agglomérations quant à elles, vont s'étendre de 0,76 % en 2015 à 1 % en 2050. De même, les mosaïques de cultures et jachères pourraient s'étendre de 35,22 % à 74,36 % en 2050 (figure 57).

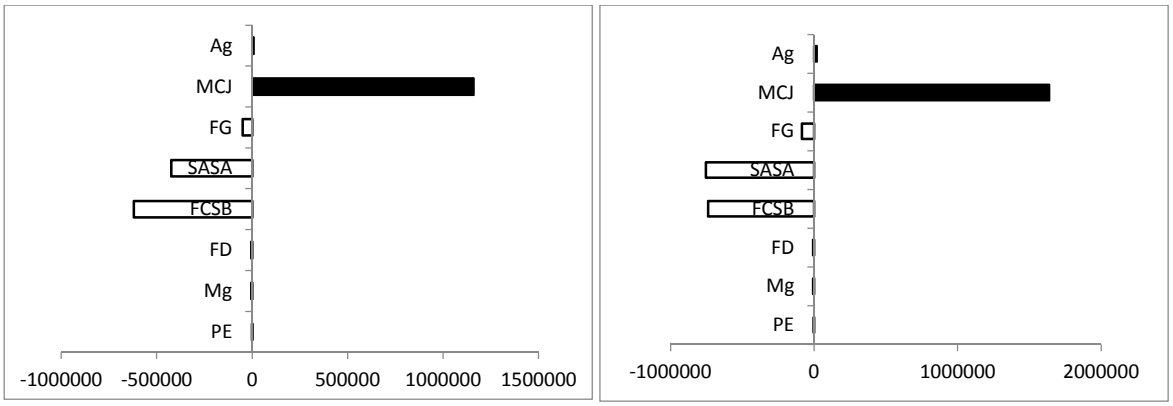


Figure 57 : Bilan de l'évolution des unités paysagères des scénarii "environnementale" et "catastrophe" 2015-2050

De l'analyse de la figure 57, il ressort qu'avec le scénario de la stabilité environnementale, la dégradation du couvert végétal va diminuer. Par contre, les

résultats développés par le scénario tendance vers la catastrophe montrent que le phénomène d'anthropisation du milieu va s'accentuer aux dépens des formations végétales naturelles du département de l'Alibori en 2050.

6.4 Gestion concertée de l'environnement pour un développement durable

L'empiètement considérable des aires protégées dans le département de l'Alibori est dû à la gestion non harmonisée et très peu orthodoxe des espaces libres d'accès aux populations. L'échec de la gestion coercitive de l'environnement fondée sur la stricte application des textes et lois justifie la nécessité de la concertation qui doit se baser sur quelques principes fondamentaux. Aujourd'hui, aborder la question de gestion de l'environnement en mettant spécifiquement l'accent sur les aires protégées, serait faire fausse route. A cet effet, la gestion de l'environnement doit être perçue dans sa globalité et non dans la seule dimension des aires protégées. L'implication et surtout la responsabilisation des communautés dans la gestion rationnelle de leur environnement développeront de moins en moins leurs "hostilités" vis-à-vis de leur milieu immédiat. Dans ce cas-là, le défi de développement durable ne peut être relevé que lorsque les communautés à la base se sentent consulter, impliquer et surtout responsabiliser dans la protection et la conservation de leur environnement immédiat.

Mieux, la gestion environnementale dans une logique temporelle, doit en dehors de la mission de protection et de l'éducation à l'environnement tenir compte du développement local tout en ne perdant pas de vue l'aspect durable. C'est pourquoi il faut garantir aux communautés leurs intérêts tant économiques que socioculturels. La prise de mesures juridiquement contraignantes doit être précédée en amont, de la vulgarisation des textes et lois et d'une sensibilisation plus accrue de l'utilité pour tous d'un environnement mieux géré. Toute politique de gestion durable de l'environnement sans responsabilisation effective des communautés à la base est d'avance plus ou moins vouée à l'échec. La leçon fondamentale qu'il faut tirer est que les populations doivent être éveillées sur ce que l'environnement en lui-même est une richesse d'où la nécessité de sa bonne gestion. Ainsi, cette vision conduira l'Homme à faire la paix avec son environnement à travers une politique de reboisement intensif et une lutte volontariste contre la déforestation. Conformément à cela, la création d'un Cadre de Concertation pour une Gestion Durable de l'Environnement (CCGDE) s'impose dans le département de l'Alibori afin de lutter efficacement contre les délits de l'Homme sur son milieu (figure 58).

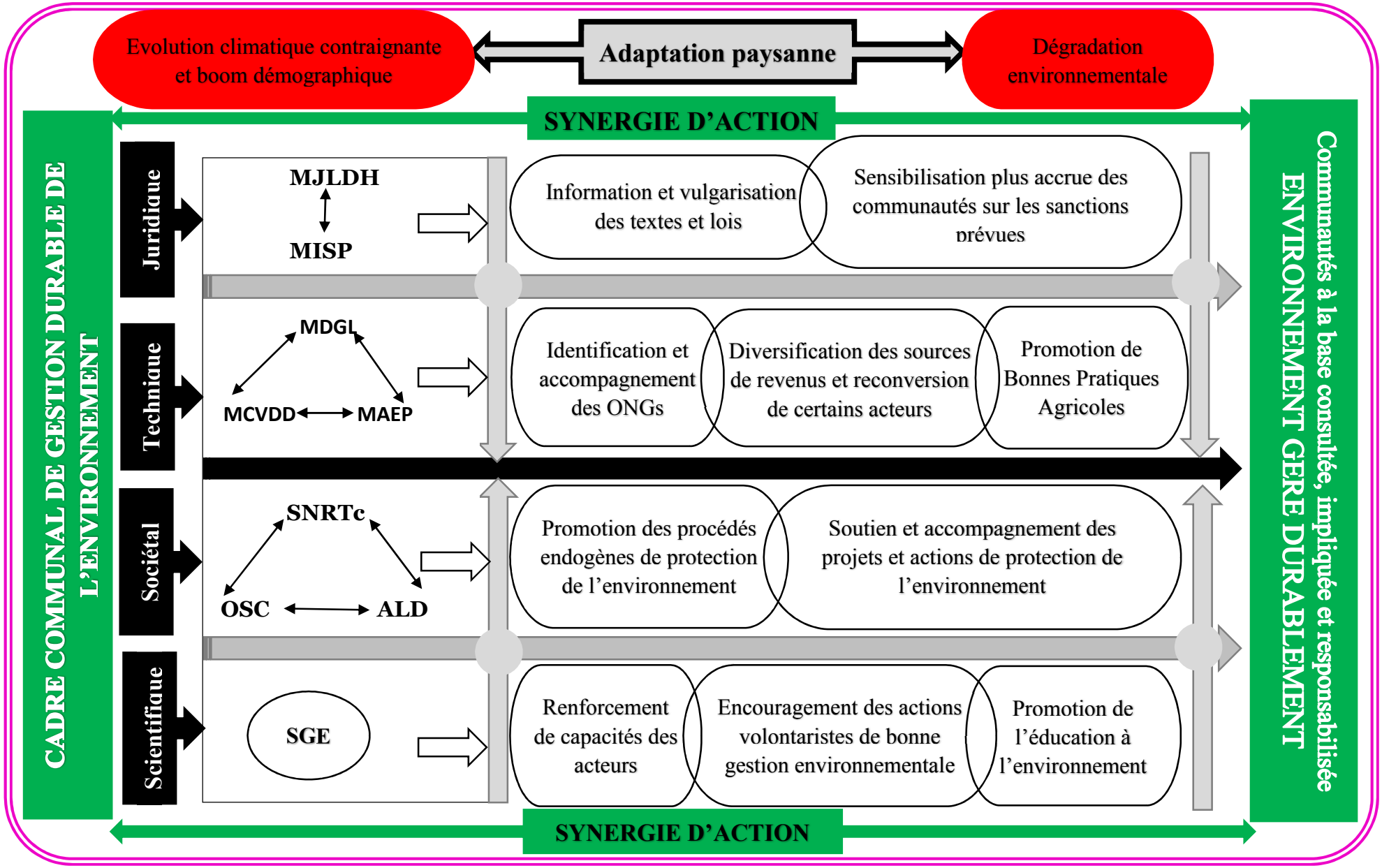


Figure 58 : Cadre local de concertation pour une gestion durable de l'environnement

MJLDH = Ministère de la Justice, de la Législation et des Droits de l'Homme ; MISP = Ministère de l'Intérieur et de la Sécurité Publique ; MAEP = Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche ; MCVDD = Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable ; MDGL = Ministère de la Décentralisation et de la Gouvernance Locale ; OSC = Organisation de la Société Civile ; ASL = Associations Locales de Développement ; SNRTc = Sage, Notables, Religieux et Têtes couronnées ; SGE = Spécialiste en Gestion de l'Environnement.

Le cadre de concertation pour la gestion durable de l'environnement présenté par la figure 58 est une structure locale composée des responsables techniques des ministères impliqués dans la régularisation, la protection et la conservation de notre cadre de vie. Ce cadre permettra de réduire ou d'éradiquer les entorses à la ligne de conduite environnementale à travers la décentralisation effective de la politique verte basée sur la reforestation.

Par ailleurs, il est difficile aujourd'hui de parler de dérèglement climatique sans évoquer la destruction de l'environnement qui en est la cause et dont l'Homme est le principal acteur. Considérant cela, la protection de l'environnement ne doit plus être seulement l'objet des scientifiques et des décideurs mais aussi et surtout une affaire des communautés à la base. L'échec de la gestion coercitive et ensuite participative de l'environnement est dû non seulement à la méconnaissance des textes et lois, mais surtout à la non responsabilisation des communautés et l'absence totale de l'éducation à l'environnement. Le cadre local de concertation proposé dans cette recherche est une option de gestion où les populations seront associées et plus responsabilisées. Sa vision est d'impliquer véritablement les populations en leur montrant l'utilité d'être en harmonie avec leur environnement dans un contexte de forte croissance démographique et de variabilité climatique.

Les investigations socio-anthropologiques ont permis de comprendre que de plus en plus, les communautés ont connaissance que la destruction de l'environnement contribue aux dérèglements climatiques qui impactent négativement la production agricole. L'urgence d'informer les populations sur ce que leur survie dépend des actes qu'elles posent sur l'environnement n'est plus à démontrer. A cet effet, il s'impose de sensibiliser sur les bonnes pratiques agricoles, de procéder à la diversification des sources de revenus à travers la reconversion de certains acteurs agricoles et de mettre l'accent sur la reforestation de l'environnement basée sur l'arboriculture. De plus, le cadre de concertation communal dans son bon fonctionnement peut suspendre sans délai les projets périlleux pour l'environnement. Les sensibilisations sur la protection de l'environnement doivent être quotidiennes et le degré de sensibilité de la population au respect de son environnement doit se faire ressentir progressivement. La ferme

volonté des communautés de protéger leur environnement peut conduire à la naissance d'un milieu complètement verdoyant et au développement de l'écotourisme qui peut être profitable aux populations locales elles-mêmes. Cela passe forcément par des actions de sensibilisation environnementale et d'éducation au développement durable auprès des communautés locales. Pour éviter le laxisme, ce cadre aura un local au niveau communal et produira mensuellement un rapport d'activité sur l'état de l'environnement.

6.5 Discussion des résultats

La problématique examinée dans cette thèse est axée sur les mutations agricoles dues aux tendances climatique et démographique ainsi que leur implication sur la dynamique environnementale.

L'interprétation des statistiques climatologiques après traitement révèle une baisse pluviométrique de 115,54 mm entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015 et une augmentation de 0,96°C des températures moyennes au cours des périodes 1951-1978 et 1979-2015. L'examen de la documentation historique, des témoignages et des récits rapportés, qui concernent le Nord Bénin et précisément le département de l'Alibori confirme, d'une part, cette diminution des pluies mensuelles et annuelles et l'augmentation des températures d'autre part. De plus, les champs moyens mensuels et annuels de pluie établie sur la période 1951-2015 indiquent que le secteur de l'étude est inégalement arrosé par les précipitations telles que démontrés par Askew et Rodda (1995) ; Vissin (2007) ; Koumassi (2014) ; Zakari (2015) et Sarê *et al.* (2016). Les communes de Malanville et de Karimama sont de ce fait moins arrosées comparativement aux autres communes. Elles bénéficient d'un climat soudano-sahélien et constituent une zone de transition climatique. Ce même constat est fait par Afouda (1990) qui, après avoir réalisé une étude comparative de deux séries pluviométriques trentenaires (1951-1980 et 1965-1994), a examiné l'ampleur de la variabilité pluviométrique et conclu que les traits caractéristiques du climat sahélien sont de plus en plus présents dans le nord du Bénin. Tout de même, il est important de signaler que les séries climatologiques considérées ne sont pas les mêmes car les travaux de l'auteur datent de plus de deux décennies. Cela fait apparaître quelques différences dans les spécificités d'analyse. Cette mauvaise répartition des précipitations est, selon Dugué (2012), due à l'avancée du désert, la déforestation et l'absence de politique de reboisement. Cette situation de variabilité pluviométrique et

thermométrique rend vulnérable l'agriculture qui est la principale activité dans le département et occupant 77,91 % des populations.

Outre la tendance climatique contraignante marquée par une baisse des précipitations et une augmentation des températures, le secteur d'étude est également caractérisé par un taux de croissance démographique très élevé. Ainsi, de 213 078 en 1979, le département de l'Alibori a vu sa population passer à 867 463 habitants en 2013 soit quatre fois sa population en moins de quatre décennies. Wokou (2015) est parvenu aux mêmes résultats dans le bassin du Zou au Bénin. Ainsi, au regard des résultats présentés supra, l'hypothèse selon laquelle le département de l'Alibori est caractérisé au cours des six dernières décennies par des tendances à la baisse des hauteurs pluviométriques et à la hausse des températures ainsi qu'au croit démographique est confirmée.

A la suite de l'analyse des statistiques climatologiques et de l'appréciation des perceptions paysannes, il ressort que le département de l'Alibori est sujet à plusieurs risques climatiques. Ces derniers concernent l'augmentation de la température, la prolifération des ravageurs, le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement de la saison culturale, les sécheresses et les inondations sporadiques qui affectent négativement plusieurs variables. Au nombre de ces dernières avons-nous, la production végétale, animale, halieutique et la végétation qui sont affectées par les risques plausibles identifiés. Chédé (2012) et Affo-Dogo (2012) avaient abouti à ces résultats dans leurs recherches sur « vulnérabilité et stratégies d'adaptation aux changements climatiques respectivement dans la commune de Savè au Bénin et de la communauté rurale de Kpimé au Togo ». Mais, le milieu et la période d'étude ainsi que le nombre de risques identifiés et des variables affectées diffèrent des résultats de cette recherche.

En comparant la moyenne des sous périodes 1951-1969 et 1970-2015, il est constaté un démarrage tardif de 10 jours et une fin précoce de 8 jours de moins occasionnant une diminution du nombre de jours pluvieux et un raccourcissement de la saison pluvieuse. A cet effet, l'augmentation des températures, les longues séquences sèches ou sécheresse agronomique, le démarrage tardif et la fin précoce des saisons culturales favorisent la prolifération des ravageurs et l'invasion des adventices. Ces résultats obtenus corroborent ceux de Parry (1990), de Sombroek et Gommes (1997) et du GIEC (2001 et 2007) pour qui, les adventices subiront les mêmes accélérations de cycle,

bénéficieront autant de la fertilisation carbonée que la végétation cultivée, seront en compétition pour l'eau avec les cultures durant les phases de germination et de montaison et seront pour Ogouwalé (2006) des compétitrices plus sévères pour les cultures telles que le maïs ou le sorgho.

D'une façon générale, les fluctuations climatiques ont rendu vulnérables les producteurs et ont dégradé leur condition d'existence déjà très critique. Ces résultats ne sont pas à l'antipode de ceux obtenus par Ogouwalé (2001) et PANA-Bénin (2009) pour qui, les dérèglements climatiques perturbent les cycles culturaux, bouleversent le calendrier agricole et rendent non opérationnelles les normes culturales empiriques ; avec comme conséquence la détérioration des rendements et des pertes importantes de récoltes (Boko, 1988 ; Afouda, 1990), mettant ainsi en péril les agricultures déjà fragiles (Issa, 2012). Cette situation est aggravée dans le secteur de la recherche par l'augmentation rapide de la population qui s'est ajoutée aux perturbations climatiques.

Cependant, suite à la quasi-certitude de la modification actuelle du climat et de la dépendance presque totale de l'agriculture aux facteurs naturels dans le département de l'Alibori, des mesures d'adaptation ont été développées par les paysans. Ces mesures sont nombreuses et diversifiées, les unes moins privilégiées que les autres. Elles sont basées sur le réaménagement du calendrier agricole, la diversification des sources de revenus, les associations des cultures, les semis précoces, l'adoption de nouvelles variétés plus adaptées et surtout l'intensification de l'utilisation des intrants, l'abandon de la jachère et l'augmentation des emblavures. Les résultats obtenus dans ce travail se rapprochent de ceux de Dimon (2008) dans le département de l'Alibori, même si ce dernier n'a pas fait une démarcation entre les mesures d'adaptation privilégiées et celles qui le sont moins par les producteurs. Aux inondations sporadiques et vents violents, les producteurs ont développé des mesures peu rationnelles basées sur les sacrifices aux dieux et parfois à l'abandon des zones à risque. Ces résultats confirment ceux obtenus par IDID-ONG (2008). Pour le contrôle et la maitrise de la prolifération des ravageurs, de l'invasion, de la concurrence et de la résistance des adventices ; les producteurs ont procédé à l'usage abusif et incontrôlé des produits phytosanitaires. Ce constat reste largement partagé par certains auteurs notamment (Ogouwalé, 2006) et particulièrement (GIEC, 2001) pour qui, les incidences de la concurrence des adventices seront atténuées en raison de l'augmentation de l'efficacité des herbicides. Cette amélioration de l'efficacité des herbicides (sélectifs et de synthèses) associée à

l'utilisation de nouvelles machines de labour et à l'augmentation rapide de la population conduisent conséquemment à l'augmentation des emblavures dans le département de l'Alibori telle que démontré par Wokou (2015) dans le bassin du Zou au Bénin.

Les déclarations des paysans sur le terrain et les statistiques agricoles du MAEP confirment cette augmentation des emblavures. On conclut que dans le département de l'Alibori, la durée des jachères est considérablement réduite ou n'existe plus complètement dans certaines Communes. Ce résultat est confirmé par le coefficient de Ruthenberg qui est de R<66, montrant que c'est le système de culture permanente qui est adoptée avec une pression énorme sur les terres agricoles. Ces analyses sont conformes à ceux de Vissin (2007) et Zakari (2015). Ces différents résultats obtenus, en comparaison avec ceux d'autres auteurs, confirment la deuxième hypothèse de la recherche qui stipule que l'augmentation des emblavures, l'utilisation abusive des intrants chimiques et l'abandon de la jachère sont les principales mesures développées pour l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique actuelles.

En conséquence, les mesures d'adaptation développées par les producteurs face aux différents risques climatiques identifiés, exacerbés par l'évolution démographique exponentielle, laissent des effets néfastes sur l'environnement. Oloukoï (2012) et Wokou (2015) avaient déjà abouti à ces mêmes résultats en estimant que la croissance accélérée des populations, tout en étant une force pour la production agricole, crée également un bouleversement dans les pratiques culturales. En considérant les différentes classes d'occupation des sols, les résultats de cette recherche ont révélé que les forêts galeries et les forêts claires et savanes boisées ont connu une régression continue de leur superficie entre 1990-2015 au profit des savanes arborées et arbustives et des mosaïques de champs et jachères. Plusieurs auteurs sont parvenus à la même conclusion dans d'autres secteurs notamment Carr *et al.* (2005) et Toko Issiaka *et al.* (2016).

L'évolution du climat, la forte croissance démographique, le tout couronné par une mauvaise organisation humaine expliquent l'importante destruction environnementale dans le département de l'Alibori. Ce résultat obtenu est en concordance avec les travaux de Dugué (2012) qui fait remarquer que la destruction totale ou partielle des forêts peut être volontaire : les agriculteurs défrichent pour

accéder à de nouveaux espaces afin de développer des productions nouvelles ou simplement en vue d'accroître les surfaces cultivées pour compenser la croissance démographique et/ou la baisse des rendements. Il estime dans le même sens que la dégradation du couvert environnemental peut être également le résultat d'activités génératrices de revenus plus ou moins légales : exploitation forestière, fabrication de charbon de bois, etc. On observe alors un processus de désertification dans l'Alibori et les analyses prédictives ne sont guère reluisantes pour le développement durable.

Cette recherche fait ressortir à partir du modèle SpaCelle une extension des espaces agricoles au détriment des formations végétales à l'horizon 2050. Gbaguidi (2016) a fait les mêmes observations dans le bassin d'approvisionnement sud en utilisant la même démarche méthodologique avec le même modèle. Dans le même sens, le GIEC (2001 et 2007) annonce qu'il est admis que les évolutions climatique et démographique s'intensifieront et auront des conséquences environnementales importantes dans les pays en développement au cours des prochaines décennies. Plusieurs auteurs ont donc démontré que la forte croissance démographique et les adaptations paysannes à l'évolution climatique participent à la dynamique régressive du couvert végétal. Seulement, le secteur d'étude n'avait pas encore fait l'objet de recherche sur les analyses prospectives de la dynamique environnementale. Au vu des résultats obtenus pour cette recherche et de ceux de plusieurs autres auteurs, l'hypothèse selon laquelle l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique engendre une importante dégradation environnementale dans le département de l'Alibori est vérifiée.

Conclusion partielle

L'augmentation des températures, la prolifération des ravageurs, le démarrage tardif des précipitations, la rupture précoce des pluies, les sécheresses agronomiques, les inondations sporadiques et les vents violents sont les risques auxquels les moyens d'existence sont vulnérables dans le département de l'Alibori. Cette vulnérabilité agricole due aux risques climatiques, ajoutée à l'accroissement démographique, a suscité de la part des producteurs l'adoption de nouvelles stratégies culturales. L'on a assisté à l'augmentation des emblavures, à l'abandon des jachères et à l'usage excessif et incontrôlé des produits phytosanitaires dans le but de subvenir aux besoins, d'assurer la sécurité alimentaire et par ricochet améliorer les conditions de vie. Cette situation ne reste pas sans inconvénient sur l'environnement.

Les différentes composantes environnementales notamment l'air, l'eau, le sol, la faune sauvage, aquatique, aviaire et la végétation se trouvent fortement affectées par les activités humaines dans le département de l'Alibori de 1990 à 2015. Les stratégies d'adaptation paysanne expliquent la dégradation du couvert végétal. Cette dernière se manifeste à travers la sahélisation de l'espace et l'apparition des espèces végétales caractéristiques des régions sahéliennes. Les formations végétales se sont fortement dégradées et ont régressé au profit des agglomérations et des mosaïques de cultures et jachères. Les projections faites sur 2050 ne sont pas prometteuses quant à l'atteinte des objectifs du développement durable dans le département de l'Alibori. Les projections en 2050 à travers les scénarios de stabilité environnementale et tendance vers la catastrophe ne sont guère reluisantes.

Conclusion

La présente recherche est une contribution à l'approfondissement des connaissances sur les liens entre climat-population-agriculture et l'impact combiné de ceux-ci sur l'environnement. En plus, une simulation environnementale à l'horizon 2050 est faite dans un contexte de forte croissance démographique ajoutée aux impacts de l'évolution des pratiques agricoles due aux variabilités climatiques.

Le département bénéficie d'un climat soudanien et soudano-salien moins arrosé vers les communes de Malanville et de Karimama comme l'indiquent les champs moyens annuels et mensuels. Les précipitations de 1951 à 2015 sont caractérisées par une tendance générale à la baisse sur toutes les stations. Les températures minimales, maximales et moyennes connaissent, quant à elles, une tendance à la hausse. L'augmentation de la température moyenne durant cette période est de 0,96°C. Les analyses plus spécifiques montrent une diminution moyenne du nombre de jours de pluies allant de 7 % à 11 % entre les sous périodes 1951-1969 et 1970-2015. Ce constat dans le département engendre des risques climatiques notamment la hausse des températures, les sécheresses agronomiques, la prolifération des ravageurs, le raccourcissement de la saison culturale, le démarrage tardif des précipitations ainsi que les inondations sporadiques. Ces évènements climatiques de plus en plus contraignants occasionnent un bouleversement du calendrier agricole et une complication des tâches agricoles. Ils rendent vulnérables les producteurs et dégradent leurs conditions de vie suite à la baisse des rendements à laquelle ils sont confrontés.

En outre, la forte croissance démographique vient s'ajouter à cette situation déjà critique pour la production agricole. Des analyses faites, la population est passée de 213 078 en 1979 à 355 950 habitants en 1992 puis de 521 093 en 2002 à 867 463 habitants en 2013. Les taux d'accroissement inter-transitaire sont passés de 3,63 % (1979-1992), 3,94 % (1992-2002) et 4,61 % (2002-2013). La grande masse (80 % environ) de cette population est rurale et s'adonne aux activités agricoles. Pour faire face à la variabilité climatique et répondre aux exigences d'une population en augmentation rapide, les producteurs ont dû modifier les pratiques culturales et adopter des stratégies nouvelles basées sur l'usage excessif et incontrôlé des produits phytosanitaires, l'augmentation des emblavures, réduction/abandon de la jachère et le développement de nouvelles techniques. Les valeurs des coefficients d'Allan L obtenues des Communes sont toutes inférieures à 5, ce qui explique une

surexploitation des terres due au système de culture permanente à caractère extensif adopté par les producteurs. Ces derniers à plus de 90 %, ont abandonné les semis en poquets au profit des semis sur sols labourés par traction animale. Cette dernière est aussi continuellement remplacée par les *tracteurs*. D'une façon générale, il a pu être observé une adaptation des producteurs aux contraintes diverses. Ceci témoigne bien de leur capacité à développer leurs propres réponses aux problèmes nouveaux auxquels ils sont confrontés, et il est peu logique de nos jours d'étudier les adaptations proposées par les opérateurs de développement sans s'intéresser d'abord aux réponses paysannes. Toutefois, il serait peu orthodoxe de très tôt idéaliser ces dernières car la capacité d'adaptation des producteurs a parfois des effets pervers, comme cela a été observé dans cette recherche. Ainsi, dans le département de l'Alibori, les nouvelles stratégies d'adaptation à l'accroissement rapide de la population ajoutée à l'évolution climatique fragilisent les principales composantes de l'environnement.

Cependant, la cartographie des changements spatio-temporels des unités paysagères à partir de l'analyse diachronique d'images satellitaires Landsat TM 1990, ETM^{+} 2006 et OLI 2015 a révélé que le département est caractérisé par une extension des formations anthropiques au détriment des formations végétales naturelles notamment une régression des superficies des forêts claires et savanes boisées et des forêts denses sèches qui sont respectivement passées de 951 392,05 et 8 573,24 ha en 1990 à 208159,164 et 5 845,249 ha en 2015. Par contre, les surfaces cultivées et les agglomérations ont connu une augmentation de leur superficie passant respectivement de 358 736,69 et 9 054,02 ha en 1990 à 945 751,984 et 20641,1644 ha en 2015. En plus, les analyses prédictives de l'occupation des terres à l'horizon 2050 ont révélé une régression des formations végétales pour le scénario tendance catastrophe. Les savanes arborées et arbustives régresseront de 52,82 % en 2015 à 15,93 % en 2050. Les mosaïques de cultures et jachères quant à elles pourraient s'étendre de 35,22 % à 74,36 % en 2050.

Par contre, pour le scénario de « stabilité environnementale », les forêts claires et savanes boisées gagneront 6,84 % en passant de 5,5 % en 2015 pour 12,34 % en 2050. Les mosaïques de cultures et jachères quant à elles, connaîtront une progression entre 2015 et 2050 en passant de 35,22 % à 56,56 %. Alors, dans de nombreuses localités du département, la déforestation est citée par les producteurs comme source des difficultés liées à l'évolution marquante du climat. Il est indispensable de reconnaitre

que ce processus complexe de dégradation n'est pas forcément irréversible, mais les moyens à mobiliser pour l'enrayer dépassent de beaucoup les seules capacités des communautés elles-mêmes. Le boisement, le reboisement, la reforestation et l'éducation environnementale reviennent en fil conducteur comme mesure incontournable. Néanmoins, dans cette recherche, il reste encore bien des inconnues qui limitent la parfaite compréhension du sujet traité.

Par ailleurs, la démarche utilisée pour l'étude de l'exposition des producteurs à l'évolution climatique et démographique n'a pas pris en compte tous les aspects connus pour l'analyse de la vulnérabilité. Elle a juste pris en compte l'identification et les impacts des risques sur les principaux moyens d'existence.

En outre, cette recherche n'a pas tenu compte des mesures institutionnelles d'adaptation notamment les aménagements hydro-agricoles et l'accès des producteurs aux informations météo-climatiques.

De plus, la recherche n'a pas fait cas de la projection climatique pouvant permettre de prévenir l'exposition de l'agriculture aux vicissitudes futures du climat.

Plus loin, l'utilisation et l'adaptation du modèle SpaCelle en milieu tropical soulève quelques questions de similarité environnementale car, il a été originalement conçu dans le contexte français. Pour réaliser les cartes prospectives sous SpaCelle, un problème lié au fonctionnement du modèle a été mis en évidence. Cela provient d'une limite du modèle à simuler les processus de changement d'un type d'unité d'occupation vers un autre, présentant des états intermédiaires tels que reconnu par Langlois (2001) et Gbaguidi (2016). Le modèle SpaCelle n'a pas d'outils d'évaluation propre, la validation des résultats de simulation nécessite l'utilisation de Google EarthPro© et la du calcul du taux de conformité. Les recherches futures porteront sur ces insuffisances relevées. Suite à cela, il sera question d'étudier :

- ✓ degré de vulnérabilité des moyens d'existence en fonction de l'occurrence et de la sévérité des risques agricoles dans le département de l'Alibori ;
- ✓ accès des producteurs aux informations météo-climatiques et amélioration des rendements agricoles dans le département de l'Alibori ;
- ✓ l'impact agricole des tendances climatiques futures sur les moyens d'existence dans le département de l'Alibori.

Bibliographie

Abdoulaye D., 2015 : Dynamique de l'occupation des terres et ses incidences sur l'écoulement dans le bassin versant de l'Ouémé à l'exutoire de Bétérou (Nord-Bénin). Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi. Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Cultures et Développement », 253 p.

ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement), 2001 : Guide général de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement, 76 p.

ABE 1999 : Loi-cadre sur l'Environnement en République du Bénin. Loi n° 98-030 du 12-02-1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin, collection ABE, 66 p.

Adambiokou A. J. 2001 : Gestion des terroirs et planification de l'utilisation des ressources humaines dans la Commune de Klouékanmè. Mémoire de DEA. FLASH/UAC, 96 p

Adefolalu D. O., 1986 : Further aspects of sahelian drought as evident from rainfall regime of Nigeria. *Arch. Meteorol. Gophys. Bioclimatol.*, Ser. B, 36, 277-295.

Adejuwon, J. O., Balogun, E. E., Adejuwon, S. A., 1990 : On the annual and seasonnal patterns of rainfall fluctuations in sub-saharian West-Africa, *Journal of Climatology*, 10, pp. 839-848.

Adjahossou S. B. 2005 : Biodiversité végétale facteur de productivité et de durabilité de l'agriculture : Cas du département de l'Atlantique ". Thèse de doctorat unique de Géographie et Gestion de l'environnement, Abomey- Calavi; EDP/ FLASH / UAC, 232 p.

Adjanohoun E. J., Adjakidje V., Ahyi M. R. A., Ake Assi L., Akoegninou A., d'Almeida J., Akpovo F., Bouke K., Chadare M., Cusset G., Dramane K., Eyme J., Gassita J-N., Gbaguidi N., Goudoté E., Guinko S., Hougnon P., Issa L. O., Keita A., Kiniffo H.V., Kone-Bamba D., Musampa Nseyya A., Saadou M., Sodogandji Th., de Souza S., Tchabi A., Zinsou Dossa C. & Zohoun Th. 1989 : *Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. Médecine traditionnelle et pharmacopée*. ACCT, 895 p.

Adjemian A., Grillet J-P., Delemotte B 2002 : Utilisation des produits phytosanitaires chez les exploitants agricoles : pratiques, effets indésirables et aspects évolutifs. Archives des maladies professionnelles et de médecine du travail ; 63(2) : 77-82.

Adger W. N. 2006 : "Vulnerability", *Global Environmental Change*, Vol. 16, 268-281 pp.

Affo-dogo A. 2007 : Analyse de la variabilité de la saison des pluies au sud Togo et son impact sur les conditions d'alimentation hydrique du maïs, Mémoire d'ingénieur agro-météorologique, Niamey, p 88.

Afouda F. 1990 : L'eau et les cultures dans le Bénin central et méridional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leur relation avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat nouveau régime, Paris IV Sorbone, 428 pages.

Afouda A., Agbossou K. E. et Toukon C. 2002 : Caractérisation de la variabilité du régime pluviométrique béninois et de son impact sur la production vivrière: cas du maïs. *In Annales des Sciences Agronomiques*, vol 18, n0 1, pp 102-108.

Agbadjagan J. 1999 : Ressources en eau et développement agricole en pays Agonlin. Mémoire de maîtrise de Géographie, FLASH/UAC 110 p.

Agbahungba G. & Depommier D. 1989 : Aspects du parc à Karités-Nérés (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.f. *Parkia biglobosa* jacq. Benth.) dans le sud du Borgou (Bénin). *Revue BFT, n°222, 4 trimest.*

Agbahungba G., Sokpon N. & Gandé Gaoué O. 2001 : Situation des Ressources Génétiques Forestière du Bénin, 36 p.

Agbo V. Sokpon N., Hough, J. West C. P. 1993 : Population-Environment dynamics in a constrained ecosystem in Northern Benin. In: Ness, G. D., Drake, W. D. & Brechin, S.R. (eds) Population – Environment dynamics. *Ideas and observations*: 283 – 303.

Agossou S. M. D. 2008 : Adaptation aux changements climatiques : perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs des communes de Glazoué et de Savalou au centre du Bénin. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur agronome ; 197 p.

Aïlo A. K. 2010 : Contribution à l'analyse des stratégies locales de lutte contre les inondations à Cotonou, mémoire de DEA, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire Espace, UAC, 76 p.

Akoègninou A. et Akapgana k. 1997 : Etude cartographique et dynamique de la végétation de l'aire classée de la colline de savalou (Bénin), J. *Bot. Sot. Bot. Fr.* 345 p.

Akognongbe A., Abdoulaye, D. Vissin E. W. & Boko M. 2016 : Dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oueme à l'exutoire de Bétérou (Bénin). Afrique Science: *Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(2).

Alain R., 2006 : Dictionnaire historique de la langue française, *Le Robert* vol. 1, Paris, 1381 p.

Alcamo T., Henrichs T. 2009 : Towards guidelines for environmental scenario analysis, Environmental Futures: *The Practice of Environmental Scenario Analysis*, first ed., Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, p. 13–35.

Ali A. T., Lebel et Amani A. 2003 : Invariance in the spatial structure of Sahelian rain _elds at climatological scales. *Journal of Hydrometeorology* 4(6), pp. 996_1011.

Amoussou E. 2010 : Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat unique, Université de Bourgogne, Centre de Recherches de Climatologie (CRC) CNRS – UMR 5210, 315 p.

Arouna O. 2008 : Evaluation du plan d'aménagement participatif des forêts classées de Goungoun, de la Sota et de rôneraie de Goroubi au Bénin : détermination des critères et indicateurs locaux de réussite de gestion forestière ; Mémoire de maîtrise professionnelle, Université Abomey-Calavi, 57 p.

Arouna O. 2012 : Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : Implication pour l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat en Géographie, UAC, 246 p.

Askew A. J., Rodda J. C. 1995 : Addressing arid zone problems. In : L'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement. Mélanges à la mémoire de Jean Rodier (Actes de la conférence de Paris, 2-4 Mai 1995) (édité par P. Chevallier & B. Pouyaud), *IAHS Publ*. n° 238 pp 113- 124.

Assaba H. M. 2014 : Impacts des péjorations pluviométriques et de la dynamique de l'occupation du sol sur les ressources en eau dans le bassin versant du fleuve Ouémé à l'exutoire de Savè. Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi, 232 p.

Assani A. A. 1999 : Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916-1996) à Lumbashi (Congo-Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique (oscillation australe) et océanique (el niño/la niña). Bulletin *sécheresse*, Vol. 10, n° 4, pp 245-252.

Atlas 2007 : La zone écologique fragile des pays du sahel : Intégration régionale en Afrique de l'Ouest ; série environnement, 12 p.

Aubertot J. N., Barbier J. M., Carpentier A., Gril J. J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I. et Voltz M. 2005 : Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France), 64 p.

Azonkponon, N. 2001 *: Conservation in situ de l'iroko (Milicia excelsa) dans l'aire culturelle Vodun au Bénin*. Mem. de DESS (3è cycle) en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, FSA/UNB, Benin. 107 p.

Balanchet D. 1989 : Croissance de la population et du produit par tête au cours de la transition démographique : un modèle malthusien peut-il rendre compte de leurs relations. Population, Paris, pp. 615-630.

Baudoin M-A, 2012 : Etude de l'adaptation aux changements climatiques des populations rurales africaines Le cas de communautés agricoles au sud du Bénin, Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire Faculté des Sciences 327 p.

Bernier J. 1965 : Sur les probabilités d'occurrence des sécheresses et des étiages. *Bulletin du Centre de Recherches et d'Essais de Chatou*, n° 11, 3-12.

Ben Arfa N. 2006 : Politique agricole et changement structurel des exploitations agricoles : une application de la méthode de chaînes de Markov non stationnaires à la région de Midi-Pyrénées. Mémoire de Master, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, Montpellier, France, 86 p.

Biaou G. 1999 : Ambiance climatique, calendrier agricole et rendement bioclimatique dans le Zou-Nord: Cas de la sous-préfecture de Savè. Mémoire de DEA, EDP, FLASH, 72 p.

Bigot S., Brou T. Y., Oszwald J., Diedhiou A., 2005 : Facteurs de la variabilité pluviométrique en Côte d'Ivoire et relations avec certaines modifications environnementales. *Sécheresse*; 16.

Bernier B. 1992 : Introduction à la macroéconomie. *Dunod,* Paris, 217 p.

Bloundi J. 2005 : Population et environnement pastoral en Afrique tropicale. In Population et Environnement dans les pays du Sud. *Edition Karthala*, Paris, France, pp 179-198.

Boko M. 1988 : Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne Dijon, France, 2, 601 p.

Boko M. 2005 : Dimensions technologiques du développement durable. Bénin, UAC, Centre des Publications Universitaires, pp 3-21.

Boko M., I. Niang A. Nyong C. Vogel A. Githeko M. Medany B. Osman-Elasha R. Tabo et Yanda P. 2007 : Afrique. *Dans :* Parry *et al.* (2007) : Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 433–467.

Boserup E. 1965 : Conditions of agricultural growth. Aldine, New York.

Boserup E. 1981 : Population and technological change. University of chicago press. Chicago.

Bouvier C. 1986 : Etude du ruissellement urbain à Niamey. Rapport général, tome 3 : Interprétation des données, rapport CIEH-ORSTOM ; 12 p.

Brown, D. G., Aspinall, R., and Bennett, D. A. 2006 : Landscape Models and Explanation in Landscape Ecology – a Space for Generative Landscape Science? *Professional Geographer*, 58 (4), 369–382.

CARE (Cooperative for Assistance and Relief Everywhere) 2010 : Analyse de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation aux changements climatiques, 52 p.

Carney D. 1998 : Implementing the sustainable livelihoods approach. In D. Carney, (éds). *Sustainable rural livelihoods: what contribution can we make?* Department for International Development, Londres.

Carney, D. 1999 : *Approach to sustainable livelihoods for the poor*. ODI. Poverty briefings. www.oneworld.org/odi/briefings/pov2.html.

Carr L.D., Suter L. & Barberi A., 2005 : Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. *Population and Environment* 27 (1) :89-113.

Chabi B. I. H. (2015) : Gestion des risques en agriculture dans la Commune de Ouèssè. Mémoire de Master 2, MIRD/FLASH/UAC, 119 p.

Chédé F. 2012 : Vulnérabilité et stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans du Département des Collines au Bénin : cas de la Commune de Savè. Mémoire de Master II, Centre Régional AGRYMETH, 86 pages.

Chetaille A., Duffau A., Horréard G., Lagandré D., Oggeri B., Rozenkopf I. et GRET 2011 : Gestion des risques agricoles par les petits producteurs Focus sur l'assurance récolte indicielle et le warrantage, AFD, document de travail, mai 2011, 86 p.

CILSS (Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel) 2009 : Cadre harmonisé bonifié d'analyse permanente de la vulnérabilité courante. *Rapport de synthèse (Mauritanie, Niger, Sénégal)*, 30 p.

Cleaver K. et Schreiber G. 1994 : Reversing the the spiral: the population, agriculture and environment nexus in sub-saharan Africa. World Bank (Directions in Development series). Washington.

CENAGREF (Centre National de Gestion des Réserves de Faune) 2003 : Etude de l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes (eau de surface substrat des réserves de faune) dans les complexes des aires protégées de la Pendjari et de W. CENAGREF/MAEP. 93 p.

CES (Conseil Economique et Social) 2011 : apport d'activité sur la déforestation au Bénin : enjeux et perspectives, 34 p.

CIRAD (Centre internationale de Recherche pour le Développement Agronomique) 2011 : Brochure forêt tropicale réduite 2 16 pages Cirad février 2011 ; avenir des forêts tropicales : un enjeu mondiale.

CMA/AOC (Concentration Maximale Admise) 2002: First session of the Conference on Cotton and Global Trade; pp 17-24.

Denett M. D., Rodgers J. A., Stern R. D. 1985 : A reappraisal of rainfall trends in the sahel. Journal of Climatology, n°5, 353-362.

DFID (Department For International Development) 1999 : *Sustainable guidance sheets: framework*. Londres 315 p.

Dhonneur G. 1978): Traité de météorologie tropicale. 78190 Trappes : Direction de la Météorologie, pp. 151.

Diallo H., Bamba I., Barima Y. S. S., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maiga M. et Bogaert J. 2011 : Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse*, Vol. 22, pp 97.

Diéllo 2007 : Interrelations Climat – Homme – Environnement dans le Sahel Burkinabé : impacts sur les états de surface et la modélisation hydrologique. Thèse de doctoract, *université montpellier II* 395 p.

Dimon R. 2008 : Adaptation aux changements climatiques : Perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation développées par les producteurs des communes de Kandi et de Banikoara au Nord du Bénin. Thèse d'ingénieur agronome. UAC/FSA. 130 p.

Djenontin A. J., Amidou M. & Baco M. N. 2004 : Diagnostic gestion du troupeau : Gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au nord Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 43: 30.

Djènontin A J., 2005 : Interactions élevage-environnement : adaptation des modes d'élevage des bovins à l'extension des espaces cultivés au Nord-Est du Bénin. Mémoire DEA, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, 112 p.

Djènontin A. J., Houinato M., Toutain B. & Sinsin B., 2009 : Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-Est du Bénin. *Sécheresse* 2009, 20 (4) : pp 346-53.

Djenontin J. A. 2010 : Dynamique des stratégies et pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord- Est du Bénin. Thèse de doctorat, FSA, Université d'Abomey- Calavi, 203 p.

Djogbénou S. F. 2008 : Impacts environnementaux des stratégies d'adaptation de l'agriculture à l'évolution du climat dans le Département des Collines. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH/ UAC, 86 p.

Djohy G., 2010 : Une analyse des dynamiques sociopolitiques et organisationnelles d'adaptation des éleveurs dans l'Alibori (Nord-Bénin). Mémoire de DEA, FSA, UAC, Abomey-Calavi, Bénin, 128 p.

Diallo H., Bamba I., Barima Y. S. S., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maiga M. et Bogaert J. 2011 : Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse, Vol.* 22, pp 97-107.

DIELLO 2007 : Interrelations Climat–Homme–Environnement dans le Sahel Burkinabé : impacts sur les états de surface et la modélisation hydrologique. *Université Montpellier II. Thèse de doctorat* ; 395 p.

Dossoumou C. J. 2010 : Implications environnementales de la pression humaine sur les terroirs villageois des communes de Glazoué et Dassa-Zoumè. Mémoire de DEA de Géographie et Gestion de l'environnement, Abomey- Calavi; EDP/ FLASH / UAC, 92 p.

Druyan, L. M., Feng, J., Cook, K. H., Xue, Y., Fulakeza, M., Hagos, S. M., Konare, A., Moufouma-Okia, W., Rowell, D. P., Vizy, E. K., et Ibrah, S. S., 2002 : The WAMME regional model intercomparison study. *Climate Dynamics*.

Dugué M-J 2012 : Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne, 50 p.

ENDA (Ecole Nationale D'Art) et CIAT (Compagnie Industrielle d'Application Thermique) 2005 : Renforcement des capacités en matière d'évaluation de la vulnérabilité et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Modules I, II, III du Manuel Winograd (Colombie); 369 p.

Falloux F. 1992 : Agriculture, population et environnement: leurs inter-relations en Afrique., Paris.

Fangnon B. 2012 : Qualité des sols, systèmes de production agricole et impacts environnementaux et socioéconomique dans le département du Couffo au sud du Bénin. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH/ UAC, 303 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1985 : FAOWatershed Management Field Manual. FAO Conservation Guide, vol. 13., Rome, 187 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995 : Evaluation des ressources forestières 1990. Pays tropic. Etudes FAO Forêts 112, Rome, Italy. 42 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1997 : Rapport sur l'alimentation mondiale. Rapport sur la situation alimentaire en République du Bénin. Cotonou, 17 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2011 : Situations des forêts dans le monde, 181 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1999 : *State of the world's forests*. Doc. FAO. 154 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2005: Programme multinational d'amélioration de la compétitivité de la filière coton-textile. Rapport d'identification au Mali, Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Bénin. FAO, Rome, Italie, 66p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2002: Food insecurity: When people must live with hunger and fear starvation. The state of food insecurity in the world 2002. FAO. Rome, Italy, 214 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2006 *:* L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde *: Eradiquer la faim dans le monde pour réaliser les objectifs du Millénaire pour le développement,* FAO, Rome, 2005, 40 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2007: Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries perspectives framework and priority.

FAO/IPGRI/ICRAF 1998 : Situation des ressources génétiques forestières du Bénin ; 38 p.

Fankhauser S. et burton I. 2011 : Spending Adaptation Money Wisely, The Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, *London School of Economics and Political Science : Working Paper* No. 37, London.

Fontaine B. et Bigo S. 1991 : Modes de sécheresse ouest-africains et température de surface océanique. *Veille Climatique Satellitaire*, 38, 37-49.

FOSA- Bénin 2001 : L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA). République du Bénin, Ministère du Développement Rural, Direction des Forêts et des Ressources Naturelles. Bénin, 64 p.

Ganglo, C. J. 1999 : Phytosociologie de la végétation naturelle de sous, écologie et productivité des plantations de teck (*Tectona grandis* L.f.) du sud et du centre Bénin. Thèse de doctorat. Section interfacultaire d'Agronomie. Laboratoire de Botanique, Systématique et de Phytosociologie. Université Libre de Bruxelles. 391 p.

Gaoué O. G. & Sogbohossou E. 2001 : Etude de la gestion pastorale du complexe forestier Monts Kouffe -Wari Maro (Axes Beterou - Agbassa Et Ouberou-Igbomakoro). Rapport de Mission Bénin Consulting Services, Cotonou, Bénin.

Gbaguidi A., Faouziath S., Orobiyi A., Dansi M., Akouègninou A. et Dansi A. 2015 : Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l'impact des changements climatiques sur la production et la diversité du niébé (Vigna unguiculata (L.) Walp.) et du voandzou (Vigna subterranea (L) Verdc.) au Bénin. *In International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 9, n° 5, pp 2520-2541.

Gbaguidi A. H. U. 2016 : Dynamique des ressources en bois-énergie et impacts sur les écosystèmes forestiers du bassin d'approvisionnement sud de la république du Bénin. Thèse de doctorat en Géographie, UAC, 259 p.

Gbaï I. N. (2015) : Impacts des systèmes d'exploitation des ressources naturelles sur les écosystèmes dans le bassin de la Beffa au Bénin, Afrique de l'ouest. Thèse de doctorat en Géographie, UAC, 315 p.

Geny P., Waechter P. et Yatchinovsky A. 1992 : Environnement et développement rural: Guide de la gestion des ressources naturelles. Frisson-Roche, 418 pp.

George P. (1970) : Dictionnaire de la géographie. 3è Ed. PUF, Paris, 485p.

GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat) 1994 : Guide méthodologique pour l'étude de la vulnérabilité et adaptation. Island Press. Caveli, California, 300 p.

GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat) 1991: Climate change : The IPCC Response Strategies. Island Press, Washington, DC, 44 p.

GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat) 2007 : Changements climatiques 2007. Les éléments scientifiques. 1re édition, Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, 158 p.

GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat) 2001 : Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. *Island Press*, Washington, 53 p.

GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat), 2001 : Pauvreté et changements climatiques : Rapport sur réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques. *Berlin Media Company*, Allemagne, 43 p.

GIEC, 2013. *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.

Gnanglè C. P., Glèlè Kakaï R., Assogbadjo A. E., Vodounnon S., Yabi J. A., Sokpon N., 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. Climatologie 8:27-40.

Gnanho J. B. B. (2008) : Impacts environnementaux des systèmes culturaux dans la commune d'Allada. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC, FLASH, 89 p.

Gnanho J. B. 2011 : Facteurs humains de la dégradation de l'environnement dans la commune d'Allada. Mémoire de DEA, EDP, FLASH, UAC, 91 p.

Gnanho J. B. 2016 : Dynamique de l'environnement sur le plateau d'allada au benin : tendances facteurs, et scenarii de gestion, Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH/ UAC 242 p.

Goffin (1992) : La santé et l'environnement : pour une collectivité active en recherche. Crdi, Ottawa-Canada ; 40 p.

Grayson R. et G. Blöschl 2000 : Spatial Patterns in Catchment Hydrology. Cambridge : Cambridge university press, 395 p.

Guédou Gangbe R. 2005 : Répartition spatiale et stratégies d'évolution des peuplements à ANOGEISSUS (DC.) Guill. Et Perr. Dans la forêt classée de la Lama, DEA ? Option gestion de l'environnement ; FSA/UAC, 68 p.

Guèye M. et Sivakumar M.V.K. 1992 : Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date de début des pluies au Sénégal. Compte rendu des travaux n°2, Niamey (Niger) : centre sahélien de l'ICRISAT, 16 p.

Guibert H., Allé U. C., Dimon R. O., Dédéhouanou H,Vissoh P. V., Vodouhé S. D., Tossou R. C., Agbossou E. K., 2010 : Correspondance entre savoirs locaux et scientifiques : Perceptions des changements climatiques et adaptations au Bénin. ISDA 2010, Montpellier, 1-12.

Guillot G. et Lebel T. 1999 : Approximation of Sahelien rainfall _elds with meta-Gaussian random functions. Part 1 : parameter estimation and comparison to data. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 13, pp. 113_130.

Hahn-Hadjali K. Ouedraogo A., Thiombiano A., Guinko Sita 1996 : The influence of humain impact on biodiversity in WestAfrican savannas. International Senckenberg Conference on Global BiodiversityResearch in Europe. Frankfurt a. M., p. 32.

Haman A. (2000) : La gestion des ordures ménagères dans la ville de Garoua au Cameroun. Mémoire de DEA, FLASH/UAC, 71 p.

Houédjissin R. C. 2004 : La ruralité : Les nouvelles technologies de la gestion durable des terroirs dans les communes rurales du Bénin : Cas de la commune d'Agbangnizou (Zou). Thèse de doctorat unique de Géographie et Gestion de l'environnement Université Abomey- Calavi, EDP/FLASH/UAC, 265 p.

Houeha H. (2002) : Gestion des collecteurs primaires revêtus de la ville de Cotonou au Bénin : cas de Bantè Mémoire de DEA, FLASH/UAC 79P.

Houndagba J. 2015 : Dynamique des paysages naturels au centre du Bénin. Thèse de doctorat d'Etat, EDP, FLASH, UAC, 354 P.

Houndénou C., Hernandez K. 1998 : Modification de la saison pluvieuse dans l'Atakora (1961-1990) : Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin (Afrique Occidentale), pp. 23-34.

Houndénou, C. 1999 : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de doctorat de géographie, UMR 5080, CNRS « climatologie de l'Espace Tropical », Université de Bourgogne, Centre de Recherche de Climatologie, Dijon, 341 p.

Houngbo N.E. 2008 : Dynamique de la pauvreté et pratiques agricoles de conservation de l'environnement en milieu rural africain : le cas du plateau Adja au Sud-Bénin. Thèse de doctorat unique Abomey- Calavi, EDP/FLASH/UAC, 288 p.

Hountondji Y. 2008 : Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de doctorat. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège, Belgique, 153 p.

Houssou-Goé 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 ; FSA/UAC, 160 p.

Hubert P., Carbonnel J.P. 1987 : Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest. *Journal of Hydrology*, 95 : 165-183.

Hubert P., Carbonnel J.P., Chaouche, A., 1989 : Segmentation des séries hydrométriques. Application à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'Ouest. *Journal of hydrology*, 110: 349-367 pp.

IDID-ONG [Initiatives pour un Développement Intégré Durable], 2008 : Projet de renforcement des capacités d'Adaptation des acteurs Ruraux Béninois face aux Changements Climatiques (PARBCC) : Diagnostic participatif des risques climatiques et stratégies endogènes d'adaptation face aux changements et à la variabilité climatiques au bénin, Rapport d'étude, 79 p.

IIDD (Institut International de Développement Durable) 2008 : Initiatives pour un Développement Intégré Durable ; 79 p.

IFPRI (International Food Policy Research Institute) 2009: Climate Change Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. Food Policy Report, 30 p.

Igué J. O. 1997 : Carte de la sécurité alimentaire, LARES, nouvelle édition. Cotonou ; 28 p.

IMPETUS-Bénin 2007: Benin Atlas - Re search results version 0.7. IMPETUS, Remote Sensing Research Group, University of Bonn, Bonn. 147 p.

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique) 2013: $RGPH_4$: Que retenir des effectifs de population en 2013 ?, 33 p.

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

Issa M. S. 2012 : Changements climatiques et agro-systèmes dans le moyen Bénin : Impacts et stratégies d'adaptation. Thèse de doctorat unique de géographie, UAC/FLASH/EDP, 278 p.

Jouve P. 2004 : Croissance démographique transitions agraires et intensification «développement durable : leçons et perspectives» Université de Ouagadougou, pp 53-59.

Kabore O., DA E. D., Boko M. 2016 : Climat, migration, et dégradation des terres autour du lac de la Kompienga (Burkina-Faso) ; Cotonou Bénin ; ISBN-10 : 978-99919-2-469-4 ; pp 252-265.

Kamto M. (1996) : Le droit de l'environnement en Afrique. Paris, Edicef / Aupelf, pp 312.

Katé S., Dagbenonbakin G. D., Agbangba C. E., De Souza J. F., K. G., Azontondé A., Ogouwalé E., Tenté B., Sinsin B. 2014 : Perceptions locales de la manifestation des changements climatiques et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Banikoara au Nord-Bénin, *Journal of Applied Biosciences* 82 : pp 7418-7435.

Kâté S., Hounmenou G. C., Amagnidé A., Houndonougbo P. V., Tchobo A., Tenté B., Diarra S., Sinsin B. 2015 : Changement climatique, mécanisme actuel de prévention et de gestion des conflits entre agriculteurs et éleveurs en zone agropastorale de production cotonnière au nord bénin : cas de la Commune de Banikoara, *African Crop Science Journal*, Vol. 23, No. 1, ISSN 1021-9730/2015 $4.00, pp. 9-26.

Klein, R.J.T., Eriksen, S.E.H., L.O. Næss, A. Hammill, T.M. Tanner, C. Robledo and K. O'Brien (2007): "Portfolio screening to support the mainstreaming of adaptation to climate change into development assistance", Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper 102, Stockholm. Disponible sur le site http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/twp102.pdf.

Kodja D. J. 2013 : Le système climatique planétaire dans lequel s'inscrit l'Afrique de l'Ouest et le Bénin en particulier, subit des modifications à grande échelle qui restent amplifiées par les facteurs naturels et anthropiques tant régionaux, que locaux, mémoire de DEA, UAC/FLASH/DGAT, 108 p.

Kouassi A. M., Kouamé K. F., Koffi Y.B., Dje K. B., Paturel J. E. et Sekouba Oulare S. 2010 : Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. Cybergeo: European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage, document 513, mis en ligne le 07 décembre 2010. URL:http://cybergeo.revues.org/index23388.html.

Kouassi A. M., Kouamé K. F., Ahoussi K. E., Oularé S. et Biemi J. 2012 : Impacts conjugués des changements climatiques et des pressions anthropiques sur les modifications de la couverture végétale dans le bassin versant du N'zi-bandama (Côte d'ivoire). *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, Vol. 20, pp 124-146.

Koumassi D. H. 2014 : Risques hydroclimatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota à l'exutoire de Couberi. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH, 244 p.

Koutchika Ehinnou R. 2006 : Environnement et santé des enfants de 0 à 15 ans dans la commune de Glazoué. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH/UAC, 93 p.

Lambin E. F., Turner B. L. & Geist H. I. 2001 : The causes of land-use and land-coyer change: Moving beyond the myths. Global Environmental Change Il : 261- 269.

Landreau C. 2004 : Impact des activités physiques de pleine nature-Outils d'évaluation et gestion environnementale. Mémoire de Maîtrise de Géographie–IGA, 106 p.

Langlois P. 2001 : Le modèle SpaCell. Base de données du Groupe Modèles du GDR Libergéo : pp. 111

Lawin 2007 : Analyse climatologique et statistique du régime pluviométrique de la haute vallée de l'Ouémé à partir des données pluviographiques AMMA-CATCH Bénin. Thèse de doctorat. LTHE, UMR5564, CNRS-IRD-INPG-UJF-CIPMA-FAST-UAC. 231 p.

Le Barbe L., Ale G., Millet B., Texier H. et Borel Y. 1993 : Monographie des ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. Paris, ORSTOM, 540 p.

Lebrun J. 1947: La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. Inst. Parcs. Nat. Congo Belge, Exp. Parcs Nat. Albert. Mission Lebrun (1937-1938). 800 p.

Le Lay M. 2006 : Modélisation hydrologique dans un contexte de variabilité hydroclimatique. Une approche comparative pour l'étude du cycle hydrologique à méso-échelle au Bénin ; PhD thesis, LTHE/UJF/INPG, Grenoble (France), 251 p Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, LTHE, UMR 5564, CNRS-INPG-IRD-UJF, 251 p.

Léopold L. B., Charke F. E., Hanshaw B. B. et Bashley J. R. 1971: A procedure for evaluation environmental impacts. US Geological Survey Ciralar, Washington, D.C, 645 P.

Leroy M., Derroire G., 2012 : Concepts et dispositif de gestion durable des forêts tropicales : une analyse critique de la prise en charge des enjeux environnementaux, AgroParisTech-Engref ,19 p.

L'Hôte Y., Mahé G. 1996 : Afrique de l'Ouest et Centrale. Carte des précipitations moyennes annuelles (Période 1951-1989). ORSTOM.

Loi n°98-030 du 12 Février 1998 portant Loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin

Lombry T. 2000 : Météorologie élementaire. http://www.astrosurf.org/lombry meteo-tropicale. Aegeus.

Loko L., Dansi A., Agré P., Akpa N., Dossou-Aminon I., Assogba P. et Sanni A. (2013) : Perceptions paysannes et impacts des changements climatiques sur la production et la diversité variétale de l'igname dans la zone aride du nord-ouest du Bénin. In International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol 7, n°2, pp 672-695.

Lubès-Niel H., Masson J. M., Paturel J. E. et Servat E. 1998 : Variabilité climatique et statistiques. Etude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques. Revue des Sciences de l'Eau, 3, pp. 383-408.

MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche) 2009 : Projet de renforcement des capacités nationales de suivi des ressources en eau axe sur la gestion de l'eau agricole. Edition définitive, Cotonou, 75 p.

MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche) 2011 : Compendiums des statistiques agricoles. Cotonou.

MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche) 2011 : Plan stratégique de la relance du secteur agricole (PSRA). 107 p.

Mahé, G., L. Hôte, Y., Olivry, J. C. & Wotling, G. 1996 : Trends and discontinuities in regional rainfall of West and Central Africa: 1951.1989. *Hydrol. Sci. J.* 46 (2), 211.226.

Mahé G. et Olivry J. C. 1995 : Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'Ouest et Centrale de 1951 à 1989. *Sécheresse*, Vol. 6, n° 1, pp. 109-117.

Makondo C. C., Chola K. and Moonga B. 2014 : Climate Change Adaptation and Vulnerability: A case of Rain Dependent Small-Holder Farmers in Selected Districts in Zambia. *American Journal of Climate Change*, 3,388-403.

Malthus T. R. 1803 : An essay ont the principle of population or a view of its past and present effects on human happiness.

Mama A. & Sinsin A. B. 2002 : Problèmes de cohabitation entre la faune sauvage et les populations d'Alfakoara au Bénin. In Proceedings of symposium-workshop on mammal study and biodiversity. Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming (VZZ), Société pour l'Étude et la Protection des Mammifères Réseau Rongeurs et Environnement (RéRE), Bénin, pp. 117-124.

Mariko M. 1996 : Learning from the Future: Competitive Foresight Scenarios, first ed., John Wiley & Sons Inc., New York, p. 81–108..

Maurizio B., Lorenzo G., Andrea D. V., Idrissa A., Birama D., et Mamadou N. 2008 : Les prévisions saisonnières et leurs impact sur la prévention de l'insécurité alimentaire: Le cas d'étude de la campagne 2007/2008 et la prévision pour la campagne 2008/2009. Seasonal forecasting in West Africa, its applications and anticipating future climate change (p.38). Niamey: AMMA/ENSEMBLES workshop.

MECCAGPDPE-PNUD [Ministère d'Etat Chargé de la Coordination de l'Action Gouvernementale, du Plan, du Développement et de la Promotion de l'Emploi, et le Programme des Nations Unies pour le Développement] 2000 : Dynamique démographique, question agraire, et urbanisation au Bénin. Etudes Nationales de Perspectives à long terme. NLTPS-BENIN 2025., 147p. + Annexes.

McKee T. B., Doesken N. J., et Kleist J. (1993): The relationship of drought frequency and duration to time scale.

Médeou F. 2015 : Ambiances bioclimatiques et changements climatiques dans le Département des Collines au Bénin : Vulnérabilité socio-sanitaire et performance des agriculteurs. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH, UAC, 229 p.

MEPN (Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature) 2008 : Programme d'Action national d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin (PANA BENIN).

MEHU 1999 : Loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin. Cotonou. République du Bénin. 64 p.

MEHU (Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme) 2001 : Communication Nationale Initiale du Bénin sur les Changements Climatiques ; Cotonou St-Michel Bénin 94 p.

MEHU (Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme) 2003 : Aptitude des sols et leur répartition au Bénin : Etat des lieux et prospectives d'aménagement à l'horizon 2025, étude n° 12, Rapport final, 62 p.

MEHU (Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme) 2009 : Quatrième rapport national du Bénin sur la convention des nations unies sur la diversité biologique. PNUD, Cotonou, 172 p.

MEHU (Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme) 2011 : Communication Nationale Initiale du Bénin sur les Changements Climatiques, 94 p.

Mémento de l'agronome (2002) : Version numérique.

Ménard C. 2004 : Gestions des risques climatiques en agriculture : Engager une nouvelle dynamique, 105 p.

Niang Diop I. 2007 : Vulnérabilité des côtes sénégalaises aux changements climatiques. Plan National d'Actions pour l'Adaptation, 154 p.

Nicholson S. E. 1998 : Interannual and interdecadal climate variability of rainfall over African continent during the last two centuries. *In Water Resources Variability in Africa during the XXth century* (ed. by E. Servat, D. Hughes, J. M. Fritsch et M. Hulme), Abidjan, Côte d'Ivoire, 107-116.

Nicholson S. E. 2001 : The nature of rainfall variability over Africa on time -scales of decades to Millenia. Global and Planetary Change, 26, pp. 137–158.

Notestein F. W. 1944 : Problems of policy in relation to areas of heavy population pressure. Milbank Memorial Fund Quarterly, 22 (n°4).

Notestein F. W. 1945 : Population : the long view. In : Scultz E. (Editor*). In: Food for the world.* University of Chicago Press. 36-57.

OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) 2000 : Indicateurs environnementaux pour l'agriculture : Questions clées et conceptions. Vol 2, Paris Cedex 16 France, 226 p.

Ogouwalé, E. 2004 Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA, UAC/EDP/FLASH, 119 p.

Ogouwalé E. 2006 : *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*. Thèse de doctorat unique, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302p.

Ogouwalé R., Ogouwalé E., Houssou C. et Boko M. 2010 : Impacts de la pejoration climatique observee sur les ressources en eau dans le haut bassin versant de l'Okpara au Benin (Afrique de l'Ouest). *Publie In Actes du XXIII^{eme} colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC)*, pp 475-480.

Ogouwalé R. 2013 : Changements climatiques, dynamique des états de surface et prospectives sur les ressources en eau dans le bassin versant de l'okpara à l'exutoire de Kaboua. Thèse de doctorat unique, EDP, UAC, FLASH, 205 p.

Olivry J. C. (1983) : Le point en 1982 sur l'évolution de la sécheresse en Sénégambie et aux îles du Cap-Vert. Examen de quelques séries de longue durée (débits et précipitations). Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol., 20 (1) : 47-69.

Olivry J-C., Bricquet J.-P. et Mahé G., 1993 : Vers un appauvrissement durable des ressources en eau de l'Afrique humide ? In "*Gladwell J.S. (ed.) Hydrology of warm humid regions", Proceedings of the AISH Symposium*, Yokohama, Japan, IAHS n° 216, pp 67-78.

Oloukoi J. 2013 : Socio-économique et écologique des changements de l'occupation des terres au Bénin », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 13 Numéro 1 | avril 2013, mis en ligne le 16 avril 2013, consulté le 02 février 2014. URL :http://vertigo.revues.org/13267 ;DOI : 10.4000/vertigo.13267.

OMM (Organisation Mondiale Météorologique) 1992 : Guide des pratiques hydrologiques, Organisation météorologique mondiale, Publication n° 168,

OMS (Organisation Mondiale de la Santé) 1992: Notre planète, notre santé : Rapport de la commission OMS santé et environnement, Génève, pp 18 – 25.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 1994 : Notre planète, notre terre, Genève, 197 p.

ONU-PNUE, 2007 : Rapport GEO-4, voir page 38/574 de la version française

Orékan A. V. O. (2000) : Impact de l'exploitation des bas-fonds sur la santé des populations : Cas des sous- préfectures de Dassa-Zoumè et de Glazoué, mémoire de DEA, UAC/FLASH, 79p.

Orou Séko S. S. M. 2012 : Contraintes relatives à la relance de la production cotonnière dans la Commune de Banikoara. Mémoire de maitrise en géographie, DGAT/FLASH/UAC, 92 p.

Orou Séko S. S. M., Tamakpi J., Yabi H. 2013 : Activités alternatives aux difficultés de relance de production cotonnière dans la Commune de Banikoara. *Cahier du cbrst n°4*, pp 428-443.

Orou Séko S. S. M. 2013 : Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaire en coton culture dans la Commune de Banikoara. Mémoire de master en géographie, MIRD/FLASH/UAC, 99 p.

Oszwald J., Lefebvre A., Arnault De Sartre X., Thalès M. & Gond V., 2010: Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de maçaranduba (para, brésil) entre 1997 et 2006. *Télédétection*, 9: 97-111.

Ouédraogo M. 2001 : Contribution à l'étude de l'impact de la variabilité climatique 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 p.

Ozenda P. 1982 : Les végétaux dans la biosphère. Doin, Paris, France, 431 p.

PANA-Bénin (Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques) 2008 : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN). Programme d'action National d'adaptation aux Changements Climatiques du Benin. Rapport; 2008. http://unfccc.int/resource/docs/napa/ben01f.pdf. 10/08/2014 à 12h.

PANA-Bénin (Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques) 2009 : Projets prioritaires du Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA-BENIN), 20 p.

Paturel, J. E., Servat, E., Lubès, H., Delattre M. O. 1997 : Variabilité climatique et analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne. Soumis pour publication à Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Institut de France.

Paturel J.E., Ouattara F., Mahé G., Lubes-Niel H., Servat E., L'Aour A. 2001 : Evolution du climat au Burkina-Faso au cours de la seconde moitié du XXième siècle. FRIEND quadriennal meeting, Cape Town, South Africa, March 2002.

Pettitt A. N. 1979: A non-parametric approach to the change-point problem; 122 p.

Pontius R. G. et Schneider L.C. 2001 : Land-cover change model validation by an ROC prediction. *In* Smarandache F., Dezert J. : Advances and Applications of DSmT for information Fusion. From Evidence to Plausible and Paradoxical Reasoning for Land, 62 p.

Pontius R. G., Huffaker D., and Denman K. 2004 : Useful Technics of Validation for Spatially Explicit Land-Change Models. *Ecological Modelling*, 179(4): 445–461.

PNUD (Programme des Nations-Unies pour le Développement) 2013 : Etude de Vulnérabilité du Secteur Agricole face aux Changement Climatiques en Côte d'Ivoire ; 105 pages ; Rapport définitif de consultation).

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) 2001 : L'avenir de l'environnement en Afrique : le passé, le présent et les perspectives d'avenir. Nairobi, Kenya, 422 p.

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) 2007 : L'Afrique a intérêt à se prémunir contre les bouleversements climatiques. *In PNUE*. L'environnement au service du développement. http://new.unep.org/Documents.Multilingual/, Consulté le 15 septembre 2016.

Ramel R. 2005 : Impacts des processus de surface sur le climat en Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat de l'UJF. Université Joseph Fourier de Grenoble, France, 149 p.

Ruthenberg H. 1980 : Farming systems in the tropics, London : Oxford University press, 3rd edition, 235 p.

Raynaut C. 1997: Sahels. Diversité et dynamiques des relations société-nature. Karthala-GRID, Paris, 430 pp.

Sagna P. 2005 : Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique de l'occidentale. Thèse de doctorat d'Etat des lettres. Tome I II, Dep. Géo, Fac. des Lettres et Science, Université de Cheikh Anta Diop, Sénégal, Dakar 277 p.

Sarê B. A., Totin Vodounon S. H., Yabi I., Houssou C. S., Sinsin B 2016 : Qualité de la saison pluvieuse dans la périphérie de la réserve de biosphère transfrontalière du w (Bénin). *Colloque en hommage au Professeur MICHEL BOKO Volume 1* : Climatologie et Environnement ; Abomey-Calavi 384-392 pp.

Sarr B., Traoré S. et Salack S. 2007 : Évaluation de l'incidence des changements climatiques sur les rendements des cultures céréalières en Afrique soudano-sahélienne. Centre Régional Agrhymet, CILSS, Niamey.89 p.

Schwartz D. 1995 : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4ème édition. Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.

Scouvart M. & Lambin E. F, 2006 : Approche systémique des causes de la déforestation en Amazonie brésilienne : syndromes, synergies et rétroactions. L'*Espace Géographique,* 3 : 241-254.

Servat E., Paturel J. E., Kouamé B., Travaglio M., Ouédraogo M., Boyer J. M., Lubès-Niel H., Fritsch J. M., Masson J. M. et Marieu B. 1998 : Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et centrale. Water Resources Variability in Africa during the XXth Century (Proceedings of the Abidjan' 98 Conference held at Abidjan, Côte d'lvoire, November 1998. *IAHS Publ.* No. 252, pp. 323-337.

Servat E., Paturel J. E., Lubès H., Kouamé B., Ouedraogo M., Masson J. M. 1997 : Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part one: Detailed analysis of the phenomenon in Côte d'Ivoire. *Journal of Hydrology*, 191: 1-15.

Sieglstetter R. & Wittig R. 2002 : Utilisation des ligneux sauvages et son effet sur la végétation dans la région d'Atakora (Bénin nord-occidental). Etudes flor. Vég. Burkina Faso 7, 23-30.

Sinsin B. 1985 : Impacts des activités anthropiques sur la faune et la végétation dans le Périmètre Kandi-Banikoara-Kérou. Mémoire d'Ing. Agron., Fac. Sc. Agron., Univers. Nat. Bénin.

Sinsin B. & Saïdou A. 1998 : Impact des feux contrôlés sur la productivité des pâturages naturels des savanes soudano-guinéennes du Ranch de l'Okpara au Bénin. Annales des sciences Agronomiques du Bénin 1. pp 11 -30.

Sircoulon J., Olivry J. C. 1986 : Caractéristiques d la sécheresse actuelle en Afrique de l'Ouest et Centrale (considération sur les stations pluviométriques de longue durée et les débits des rivières. In : Colloque international sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, Ouagadougou 20-24 mai 1986. Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), *Série Hydrologie,* 20 pp.

Sircoulon J. (1990) : Impact possible des changements climatiques à venir sur les ressources en eau des régions arides et semi-arides. WMO/TD-n°380, 87 p.

Smith et Scheriber 1973: Point processes of seasonal thunderstorm rainfall: Distribution of rainfall events. Water ressources research 10 (4). pp 871-884.

Smit B. & Skinner M. W. 2002: Adaptation options in agriculture to climate change: A typology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7:85-114.

Smol J. P. 2010 : A Planet in flux : How is life on Earth reacting to climate change? *NATURE*. Vol 483. p15.

Sokpon N. 1994 : Tenure foncière et propriété des ligneux dans les systèmes agroforestiers traditionnels au Bénin. *Ann. Fac. Sc. Kisangani, n° spéc.*, pp: 115 - 122.

Sokpon, N. & Ouinsav 2001 : Utilisation de *Khaya senegalensis* en médecine traditionnelle au Bénin. *Revue de Médecine et Pharmacopées Africaines* (sous presse).

Soro G. E., Anouman D. G.L., Goula Bi T.A., Srohorou B., Savane (2014) : Caractérisation des séquences de sécheresse météorologique a diverses échelles de temps en climat de type soudanais : cas de l'extrême nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°18, Juin 2014, pp. 107-124

Sounon Bouko B., Sinsin B. et Bio Goura B. 2007 : Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin.Tropicultura, 25 (4) : 193-199.

Stebbing E. P. 1935 The encroaching Sahara: the threat to the West African colonies. Geographycal Journal, 85: 506-524.

Stebbing E. P. 1938 : The man-made desert in Africa: erosion and drought. Journal of the Royal African Society (3-40).

Sultan B, Baron C, Dingkuhn M, Janicot S. 2005 : Agricultural impacts of large large-scale variability of the West African monsoon. *Agric For Meteorol*; 128 : 93-110.

SWAC (Sea Water Air Conditioning) 2008 : Nouveaux contextes et enjeux de sécurité alimentaire au sahel et en Afrique de l'ouest ; Le Seine Saint-Germain, 4 Boulevard des Iles 92130 Issy-les Moulineaux ; 44 p.

Tabutin D. 1995 : Relations entre démographie et environnement. Population et environnement au Maghreb, Academia, L'Harmattan, 19 p.

Tanaka, M., Weare, B. C., Navato, A. R., Newell, R. E. 1975 : Recent African rainfall patterns. *Nature*, 255, 201-203.

Tchamié T. T. K. et Bouraima M. 1997 : Les formations végétales du plateau Soudou-Dako dans la chaîne de l'Atacora et leur évolution récente (Nord Togo). J. Bot. Soc. Bot. Fr. 3: 83-94.

Tchibozo C. F. 1981 : Contribution à l'étude biogéographique de la région de l'Atacora Etude typologique des unités de paysage du versant oriental de la chaîne de l'Atacora (à la hauteur de Natitingou). Thèse de doctorat 3è Cycle, Université de Paris 7 – Jussieu. E.U.R de Géographie Physique, 326 p.

Tenté B. A. 2005 : Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : secteur Perma- Toucountouna (Bénin). Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 252 p.

Tenté B. et Sinsin B. 2002 : Diversité et structure des formations arborescentes du secteur Perma-Toucountouna dans la chaîne de l'Atacora (Bénin). *Vég. Burkina Faso6* : 31-42.

Thouret J-C et D'ercole R. (1996): Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales, *Cal~. Sci. hum. 32 (21 96 : 407-422* 17 p.

Tiffen M., Mortimore M. et Gichuki F. (1994) : More people, less erosion: environmental recovery in kenya. Wylie and sons. London.

Toko I. M. et da Matha Sant'Anna M. 1999 : Evolution de l'utilisation du terroir dans la sous-préfecture de Banikoara (Nord-Bénin). Cahiers agricultures 1999, 8 pp 135-141.

Toko I. 2008 : Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des topos séquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de doctorat en Géographie. Université d'Abomey Calavi. Cotonou. 241 p.

Toko I., Arouna O. & Sinsin B. 2010 : Cartographie des changements spatio-temporels de l'occupation du sol dans la forêt classée de l'Alibori supérieur au Nord-Bénin. *BenGéo*, 7: 22-39.

Toko Issiaka N., Arouna O., Toko Imorou I. 2016 : Cartographie de la dynamique spatio -temporelle des parcours naturels des troupeaux transhumants dans les Communes de Banikoara et de Karimama au bénin (Afrique de l'Ouest), *European Scientific Journal November 2016 edition vol.12, No.32 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431* pp 251-268.

Torrens P. et O'Sullivan D. 2001: « Cellular automata and urban simulation: where do we go from here? », Environment and Planning B 28 163-168.

Totin V. S. H. 2010 : Sensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : Stratégies de gestion durable. Thèse de doctorat unique de l'Université d'Abomey-Calavi. 272 p.

Toulmin. C. 2009: Climate change in Africa. ZED Books, Londreset New York, 172 p.

Tricart J. 1978 : Géographie applicable. Paris, Masson, Collection de géographie applicable, 204 p.

Trochain J. L. Blasco, F. & Puig, H. 1980 : Ecologie Vegetale de la zone intertropicale non désertique. Université Paul Sabatier. Toulouse 1980. 468 p.

UICN (Union Internationale de Conservation de la Nature), 2006 : Plan d'action stratégique pour la gestion rationnelle et communautaire des ressources biologiques et des écosystèmes des sites et des couloirs de migration du lamantin d'Afrique de l'ouest dans la zone humide du sud-Bénin, 77 p.

UICN (Union Internationale de Conservation de la Nature), 2011 : Projet « Intégration de l'adaptation au changement climatique dans les stratégies de réduction de la pauvreté en Afrique de l'Ouest» Version final, 22 p.

Vischel 2006 : Impacts de la variabilité pluviométrique de méso-échelle sur la réponse des systèmes hydrauliques sahéliens : Modélisation, simulation et désagrégation ; Thèse de doctorat à l'INPG ; 289 p.

Vissin W. E. 2001 : Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger. Mémoire de DEA en Climatologie, CRC Dijon, Université de Bourgogne, 52 p.

Vissin E. W. 2007 : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois, 310 p.

Volkoff B. 1970 : Carte pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200000. Feuille de Porto, étude n°121. ORSTOM, Cotonou-Bénin, 80p + annexes.

Wittig 2002: On the Early history of Urban Ecology in Europe. American Society, vol. XVIII-pp 85-97.

Whitehead, A. 2002 : Tracking livelihood change : theoretical, methodological and empirical perspectives from North-East Ghana. In *Journal of southern African Studies*.vol.28, N°3, January. pp 575-598.

Wilson I. 1998 : Mental maps of the future: an intuitive logics approach to scenarios, 95 p.

Wittig, 2002: On the Early history of Urban Ecology in Europe. *American Society, vol. XVIII*-pp 85-97.

Wokou G. et Boko M. 2010 : Evaluation des contraintes pédoclimatiques au développement de la riziculture sur le plateau d'Agonlin. In Revue du Laboratoire de climatologie de l'Université d'Abomey-Calavi, pp 48-71.

Wokou G. 2011 : Les plans fonciers ruraux et la gouvernance environnementale dans le Zou à Agbangnizoun. DESS en Démocratie et Gouvernance, Université Sherbrooke, Canada/UAC, Chaire UNESCO, 84 p.

Wokou G., Ogouwalé E., Yabi I. et Domingo E. 2012b : Tendances climatiques et mutations agricoles dans le bassin du Zou au Bénin (Afrique de l'Ouest). In Publication de l'AIC 2012, pp 775.

Wokou G. 2014 : Croissance démographique, évolution climatique et mutations agricoles et environnementales dans le bassin versant du Zou au Bénin. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH, UAC, 252 p.

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.

Yallou C. G. 1994 : Le maïs au Bénin : atouts et perspectives : production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'Ouest. *Actes du séminaire Maïs Prospère*. Centre de Coopération Internationale et Recherche Agronomique pour le Développement et Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Nationale du Bénin. pp 115-122, Cotonou.

Yehouénou E. 2005 : Les résidus de pesticides chimiques de synthèse dans les eaux, les sédiments et les espèces aquatiques du bassin versant du fleuve Ouémé et du lac Nokoué. Thèse de doctorat unique de l'Université d'Abomey.

Yohannes H. 2016 : A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. *J Earth Sci Clim Change Vol 7,* 2,1–8.

Zakari S., Yabi. I., Ogouwalé E., Boko M. 2012 : Analyse de quelques caractéristiques de la saison des pluies dans le Département du Borgou (Bénin, Afrique de l'ouest). Actes de XXVème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Grenoble, France, 5-8 septembre 2012, pp. 693-698.

Zakari S. 2015 : Vulnérabilité des parcours naturels aux changements climatiques dans le bassin de la Sota à l'exutoire de Couberi (Benin). Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH, UAC, 203 p.

Zougmoré R., Traoré A. S., Mbodj Y. 2015 : Paysage scientifique, politique et financier de l'Agriculture Intelligente face au Climat en Afrique de l'Ouest. Document de Travail n° 118. Programme de recherche du CGIAR sur le Changement Climatique, l'Agriculture et la Sécurité Alimentaire. Objectif loin d'être atteint, in Soura A, 96 p.

Publications scientifiques

1. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou,** Tamakpi Jaures, Yabi Hervé et Ogouwalé Euloge 2013 : Activités alternatives paysannes face aux difficultés de relance de la production cotonnière à Banikoara (Bénin, Afrique de l'Ouest). Cotonou-Bénin, *cahier du cbrst n°4*, pp 428-443.

2. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou,** TOKO ISSIAKA Nourou, SEIDOU Alassan Assani, Ogouwalé Euloge et TENTE Brice 2018 : Dynamique d'occupation des terres dans le département de l'Alibori de 1990 à 2015, Congo, *Baluki, n°3, Vol. II,* pp 34-50.

3. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou**, OGOUWALE Euloge, TENTE Brice 2018 : Modeling of environmental dynamics using the Spacelle software in the department of Alibori in Benin (West Africa), USA, *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) ISSN (Print) 2313-4410, ISSN (Online) 2313-4402 http://asrjetsjournal.org/* pp 211-226.

4. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou** et OGOUWALE Euloge (*2019)* : Stratégies d'adaptation de l'agriculture a l'évolution climatique dans le département de l'Alibori (Bénin, Afrique de l'Ouest), Congo Brazaville, Université Marien NGOUABI, *Baluki, Tome I, (3ème année),* ***n°5, Vol. III****, ISSN ID (2620748)*. Actes du colloque en hommage aux professeurs Bonaventure Maurice MENGHO et Marie-Joseph SAMBA KIMBATA, Publiée par le Laboratoire Géographie, Environnement, Aménagement (LAGEA), pp 237-253.

5. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou** et OGOUWALE Euloge : Variabilité pluviométrique et qualité des saisons culturales dans le département de l'Alibori (Bénin, Afrique de l'ouest). *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, **N°08, Volume 1**, octobre 2019, pp 43-63.

Articles rédigés, soumis-acceptes et en cours de publication

1. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou,** TABOU Talahatou et OGOUWALE Euloge : Vulnérabilité de l'agriculture a l'évolution climatique dans le département de l'Alibori (Bénin, Afrique de l'ouest), soumis-accepté et validé à la revue internationale Afrique Science basée en Côte d'Ivoire.

Articles en cours de rédaction non encore soumis

1. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou** et OGOUWALE Euloge : Répartition spatio-temporelle des précipitations et des températures dans le département de l'Alibori (Bénin, Afrique de l'Ouest).

2. **OROU SEKO Sabi Séko Mahamadou** et OGOUWALE Euloge : Evolution des évènements pluviométriques extrêmes dans le département de l'Alibori (Bénin, Afrique de l'Ouest).

Liste des figures

Figure 1	Quatre phases de la transition démographique dans le monde	17
Figure 2	Estimations de l'évolution des quatre indicateurs et de la population de 1944 à 2002 sur le bassin du Nakambé à Wayen	18
Figure 3	Présentation de la vulnérabilité au dérèglement climatique : définition des concepts et relations	19
Figure 4	Volumes annuels d'aide alimentaire et prix des céréales dans le monde de 1970 à 2005	22
Figure 5	Mode de transformation du milieu avec l'hypothèse d'un état fictif constitué à 100 % de végétation naturelle	24
Figure 6	Schéma du développement durable : à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable »	33
Figure 7	Situation du département de l'Alibori	38
Figure 8	Classification de la capacité d'adaptation	55
Figure 9	Modèle d'analyse des mutations agricoles et environnementales liées à l'évolution climatique et démographique	57
Figure 10	Diagramme schématique de la cartographie de l'occupation des terres	60
Figure 11	Délimitation des zones climatiques de l'Afrique de l'Ouest	66
Figure 12	Diagramme ombrothermique du département de l'Alibori entre 1951-1969 et 1970-2015	67
Figure 13	Variation inter-mensuelle des hauteurs pluviométriques entre 1951 et 2015	68
Figure 14	Champ moyen annuel des précipitations de 1951 à 2015 du département de l'Alibori	69
Figure 15	Champs de pluie moyens mensuels (1951-2015)	71
Figure 16	Topographie du département de l'Alibori	72
Figure 17	Composantes géologiques du département de l'Alibori	73
Figure 18	Caractéristiques pédologiques du département de l'Alibori	74
Figure 19	Réseau hydrographique du département de l'Alibori	77
Figure 20	Taille de la population du département de l'Alibori en fonction des catégories d'âge	78
Figure 21	Tendance de la production agricole dans le département de l'Alibori	81
Figure 22	Evolution de la production des principales espèces élevées	83
Figure 23	Indice pluviométrique du département de l'Alibori de 1951-2015	91
Figure 24	Résultats des tests de Buishand et de Pettitt appliqués à la série des précipitations annuelles de 1951 à 2015	92
Figure 25	Tendance pluviométrique interannuelle dans le département de l'Alibori de 1951 à 1969 et de 1970 à 2015	93
Figure 26	Indice pluviométrique des sous périodes 1951-1969 et 1970-2015 dans le département de l'Alibori	95
Figure 27	Dates de débuts et de fins de saisons de pluies	98
Figure 28	Evolution des débuts et de fins de saison entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015	100
Figure 29	Evolution des séquences sèches dans le département de l'Alibori	101

Figure 30	Tendance de la longueur de la saison pluvieuse dans le département de l'Alibori	102
Figure 31	Température moyenne à Kandi de 1951 à 2015	103
Figure 32	Résultats des tests de Pettitt appliqués à la série des températures maxi, mini et moyenne annuelles de 1951 à 2015	104
Figure 33	Indices thermométriques maximale, minimale et moyenne de Kandi de 1951-2015	105
Figure 34	Evolution interannuelle des températures maximales, minimales et moyennes de 1951 à 2015	106
Figure 35	Caractéristiques annuelles de la vitesse du vent de 1951-2015	107
Figure 36	Caractéristiques mensuelles de la vitesse du vent de 1951-2015	107
Figure 37	Humidité relative à la station de Kandi	108
Figure 38	Perceptions des indicateurs de l'évolution du climat	109
Figure 39	Causes de l'évolution du climat selon les paysans	110
Figure 40	Effectif et densité de la population par Commune de 1979 à 2013	111
Figure 41	Densité de la population au Km^2 dans le département de l'Alibori	112
Figure 42	Evolution de la population de l'Alibori de 1979 à 2013	113
Figure 43	Migration des populations dans le département de l'Alibori	115
Figure 44	Evolution de la population et des actifs agricoles du département de l'Alibori de 1979 à 2015	115
Figure 45	Diagramme de vulnérabilité socio-économique des moyens d'existence dans le département de l'Alibori	124
Figure 46	Capacité d'adaptation des paysans de l'Alibori	127
Figure 47	Durée d'exposition aux pesticides et effets sur la santé	136
Figure 48	Système de rotation de cultures dans le département de l'Alibori	140
Figure 49	Mode de transformation du milieu avec l'hypothèse d'un état fictif constitué à 100 % de végétation naturelle	146
Figure 50	Occupation des terres en 1990 dans le département de l'Alibori	153
Figure 51	Occupation des terres en 2006 dans le département de l'Alibori	153
Figure 52	Evolution des unités d'occupation des terres entre la situation réelle 2015 et la situation simulée en 2015	155
Figure 53	Taux de conformité de l'ensemble des unités des terres simulées pour 2015	156
Figure 54	Bilan de l'évolution des formations végétales et autres unités d'occupation des terres entre 1990-2006 ; 2006-2015 et 1990-2015	158
Figure 55	Occupation des terres pour le scénario de " la catastrophe à l'horizon 2050	159
Figure 56	Occupation des terres pour le scénario de "stabilité environnementale à l'horizon 2050	161
Figure 57	Bilan de l'évolution des unités paysagères des scénarii "environnementale" et "catastrophe" 2015-2050	162
Figure 58	Cadre local de concertation pour une gestion durable de l'environnement	164

Liste des planches

Planche 1	Quelques principales spéculations dans le département de l'Alibori	80
Planche 2	Reste de tiges après récolte destiné au pâturage à Kandi	83
Planche 3	Produit de pêche du fleuve Niger à Malanville	84
Planche 4	Défrichage avant labour à Ségbana	85
Planche 5	Opération de désherbage à Sonsoro (Kandi) et à Karimama	86
Planche 6	Types de grenier pour la conservation des récoltes à Banikoara (6.1) et à Kandi (6.2)	89
Planche 7	Produits agricoles exposés au marché de Kandi (7.1) et de Banikoara (7.2)	90
Planche 8	Attaque du cotonnier et du maïs par *Helocoverpa amigeria* à Banikoara et à Ségbana	120
Planche 9	Etat du marigot à caïman en août et en février à Goumori	121
Planche 10	Champs inondés à Malanville dans l'arrondissement de Guéné	122
Planche 11	Tas de coton brûlé dans la Commune de Banikoara	123
Planche 12	Résidus de récoltes stockés en saison sèche	130
Planche 13	Utilisation d'herbicides non sélectifs à Angaradébou Kandi	134
Planche 14	Opération de désherbage des cultures	135
Planche 15	Utilisation d'engrais chimique à Wagou (Commune de Banikoara)	135
Planche 16	Traitement insecticide à Mondoukoka et à Goumori (Commune de Banikoara)	136
Planche 17	Opération de sarclo-buttage dans la Commune de Banikoara	137
Planche 18	Association de cultures à Ounet (16.1), Goumori (16.2) et à Libantè (16.3) dans le département de l'Alibori	139
Planche 19	Présence de *Striga hermontheca* dans un champ de sorgho à Ségbana	147
Planche 20	Quelques formes d'utilisation des plantes par les populations	148

Liste des photos

Photo 1	Savane arborée à Banikoara dans le département de l'Alibori	75
Photo 2	Cours d'eau Alibori dans la Commune de Banikoara	76
Photo 3	Labour par traction animale à Goumori	87
Photo 4	Réalisation des poquets pour le semis à Malanville	88
Photo 5	Plants de maïs affectés par les séquences sèches à Arbonga (Banikoara)	121
Photo 6	Labour par Labour par tracteur à Goumori (Banikoara)	133
Photo 7	Semis répétés de coton à Banikoara	138

Liste des tableaux

Tableau I	Stations parcourues	40
Tableau II	Récapitulatif des Communes ; arrondissements et villages parcourus	43
Tableau III	Localités d'enquête et unités d'observation dans le département de l'Alibori	44
Tableau IV	Répartition des personnes ressources enquêtées	45
Tableau V	Classification de la sévérité de la sécheresse et des années humides	50
Tableau VI	Matrice d'identification et d'analyse des pratiques agricoles	52
Tableau VII	Différentes couleurs affectées aux probabilités	54
Tableau VIII	Sous indicateurs des moyens d'existence	54
Tableau IX	Matrice d'identification et d'évaluation des impacts sur les composantes de l'environnement	55
Tableau X	Cadre de référence	56
Tableau XI	Principales spéculations dans le département de l'Alibori	79
Tableau XII	Caractéristiques des années humides dans l'Alibori	96
Tableau XIII	Caractéristiques des années sèches dans l'Alibori	97
Tableau XIV	Dates de débuts et de fins des saisons pluvieuses de la période 1951-2015	99
Tableau XV	Dates de débuts et de fins des saisons pluvieuses entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015	101
Tableau XVI	Nombre de jours de pluies et les écarts entre les périodes 1951-1969 et 1970-2015	103
Tableau XVII	Variation mensuelle de l'insolation entre 1951 et 2015	109
Tableau XVIII	Evolution actuelle du taux d'accroissement démographique	114
Tableau XIX	Projections des actifs agricoles par Commune à l'horizon 2050	116
Tableau XX	Impacts des tendances climatique et démographique sur les variables	125
Tableau XXI	Evaluation des sous indicateurs des moyens d'existence des producteurs de l'Alibori	126
Tableau XXII	Options d'adaptations paysannes aux tendances climatique et démographique	128
Tableau XXIII	Coefficient de Ruthenberg R	131
Tableau XXIV	Catégorisation des actifs agricoles	131
Tableau XXV	Comparaison du temps de travail entre machine agricole et traction animale	132
Tableau XXVI	Association des cultures	139
Tableau XXVII	Ancien et nouveau calendrier cultural dans le département de l'Alibori	141
Tableau XXVIII	Synthèse des pratiques agricoles dans le département de l'Alibori	143
Tableau XXIX	Coefficient L d'Allan dans le département de l'Alibori	145
Tableau XXX	Principales activités et composantes affectées	149
Tableau XXXI	Unités d'occupation des terres de 1990 à 2015	157
Tableau XXXII	Unités d'occupation des terres à l'horizon 2050 selon le scénario de "tendance vers la catastrophe" et "stabilité environnementale"	162

ANNEXES

Annexe 1 : Points de contrôle terrain dans le département de l'Alibori

N°	Unité d'occupation	POINT_X	POINT_Y	Arrondissement	Commune
1	Forê claire et savane boisée	520547,39	1247621,07	Angaradebou	Kandi
2	Savane arboré et arbustive	524116,39	1247892,07	Angaradebou	Kandi
3	Savane arboré et arbustive	524116,39	1247917,07	Angaradebou	Kandi
4	Mosaïque de cultures et jachères	502868,00	1247922,00	Angaradebou	Kandi
5	Forê claire et savane boisée	523508,39	1250081,07	Angaradebou	Kandi
6	Mosaïque de cultures et jachères	519155,00	1250229,00	Angaradebou	Kandi
7	Savane arboré et arbustive	505647,00	1251986,00	Angaradebou	Kandi
8	Mosaïque de cultures et jachères	507768,00	1255086,00	Angaradebou	Kandi
9	Savane arboré et arbustive	492715,91	1263262,61	Angaradebou	Kandi
10	Mosaïque de cultures et jachères	508759,00	1265735,00	Angaradebou	Kandi
11	Savane arboré et arbustive	501491,97	1268283,47	Angaradebou	Kandi
12	Savane arboré et arbustive	494927,56	1275688,11	Angaradebou	Kandi
13	Savane arboré et arbustive	486025,56	1275931,11	Angaradebou	Kandi
14	Forê claire et savane boisée	493520,56	1282741,11	Angaradebou	Kandi
15	Savane arboré et arbustive	489761,56	1283727,11	Angaradebou	Kandi
16	Mosaïque de cultures et jachères	423396,10	1190105,33	Bagou	Gogounou
17	Agglomération	469341,00	1191932,00	Bagou	Gogounou
18	Mosaïque de cultures et jachères	467821,00	1193472,00	Bagou	Gogounou
19	Agglomération	457164,00	1194731,00	Bagou	Gogounou
20	Agglomération	469757,00	1195443,00	Bagou	Gogounou
21	Savane arboré et arbustive	464152,00	1195629,00	Bagou	Gogounou
22	Forê claire et savane boisée	448003,34	1196233,01	Bagou	Gogounou
23	Savane arboré et arbustive	447355,34	1196793,01	Bagou	Gogounou
24	Mosaïque de cultures et jachères	471575,00	1197818,00	Bagou	Gogounou
25	Galerie forestière	424782,55	1198752,50	Bagou	Gogounou
26	Savane arboré et arbustive	458349,34	1200727,01	Bagou	Gogounou
27	Agglomération	473897,00	1201244,00	Bagou	Gogounou
28	Savane arboré et arbustive	439793,34	1203094,01	Bagou	Gogounou
29	Agglomération	471022,00	1204456,00	Bagou	Gogounou
30	Savane arboré et arbustive	447320,34	1205059,01	Bagou	Gogounou
31	Mosaïque de cultures et jachères	455556,34	1205547,01	Bagou	Gogounou
32	Savane arboré et arbustive	431313,77	1206053,79	Bagou	Gogounou
33	Savane arboré et arbustive	458453,37	1212959,45	Bagou	Gogounou
34	Forê claire et savane boisée	446779,66	1215237,24	Bagou	Gogounou
35	Savane arboré et arbustive	453901,81	1227077,62	Bagou	Gogounou
36	Agglomération	435191,00	1246827,00	Banikoara	Banikoara
37	Mosaïque de cultures et jachères	437097,00	1247754,00	Banikoara	Banikoara
38	Mosaïque de cultures et jachères	434309,00	1248586,00	Banikoara	Banikoara
39	Agglomération	438589,55	1249159,05	Banikoara	Banikoara
40	Agglomération	438172,00	1258033,00	Banikoara	Banikoara
41	Mosaïque de cultures et jachères	437918,00	1262991,00	Banikoara	Banikoara
42	Mosaïque de cultures et jachères	511697,00	1219354,00	Bensekou	Kandi
43	Savane arboré et arbustive	507527,00	1222197,00	Bensekou	Kandi
44	Savane arboré et arbustive	511466,95	1228755,55	Bensekou	Kandi
45	Savane arboré et arbustive	529061,00	1315605,00	Birni-Lafia	Karimara
46	Marécage	526329,00	1319875,00	Birni-Lafia	Karimara
47	Savane arboré et arbustive	524253,00	1324232,00	Birni-Lafia	Karimara
48	Mosaïque de cultures et jachères	523084,00	1330442,00	Birni-Lafia	Karimara
49	Agglomération	514391,00	1331647,00	Bogo-Bogo	Karimara
50	Agglomération	511504,00	1337918,00	Bogo-Bogo	Karimara
51	Mosaïque de cultures et jachères	512885,00	1340621,00	Bogo-Bogo	Karimara
52	Agglomération	508810,00	1343025,00	Bogo-Bogo	Karimara
53	Mosaïque de cultures et jachères	482324,00	1227262,00	Donwari	Kandi
54	Agglomération	484233,00	1229172,00	Donwari	Kandi
55	Agglomération	486320,00	1230089,00	Donwari	Kandi
56	Mosaïque de cultures et jachères	486252,00	1232949,00	Donwari	Kandi
57	Mosaïque de cultures et jachères	478861,16	1237663,50	Donwari	Kandi
58	Savane arboré et arbustive	470329,59	1240825,86	Donwari	Kandi
59	Savane arboré et arbustive	447790,00	1264324,00	Founogou	Banikoara
60	Mosaïque de cultures et jachères	442017,00	1266048,00	Founogou	Banikoara

61	Mosaïque de cultures et jachères	442657,00	1266440,00	Founogou	Banikoara	91	Forê claire et savane boisée	484119,00	1201830,00	Gounarou	Gogounou
62	Agglomération	450100,00	1269017,00	Founogou	Banikoara	92	Mosaïque de cultures et jachères	482023,00	1208978,00	Gounarou	Gogounou
63	Mosaïque de cultures et jachères	449452,00	1269577,00	Founogou	Banikoara	93	Savane arboré et arbustive	529526,39	1252342,07	Guéné	Malanville
64	Mosaïque de cultures et jachères	441890,00	1275878,00	Founogou	Banikoara	94	Savane arboré et arbustive	536840,39	1252927,07	Guéné	Malanville
65	Mosaïque de cultures et jachères	449417,00	1277843,00	Founogou	Banikoara	95	Savane arboré et arbustive	529272,39	1257300,07	Guéné	Malanville
66	Mosaïque de cultures et jachères	457653,00	1278331,00	Founogou	Banikoara	96	Savane arboré et arbustive	539144,39	1258633,07	Guéné	Malanville
67	Savane arboré et arbustive	428975,87	1281420,74	Founogou	Banikoara	97	Savane arboré et arbustive	533371,39	1260357,07	Guéné	Malanville
68	Mosaïque de cultures et jachères	440136,00	1285320,00	Founogou	Banikoara	98	Savane arboré et arbustive	520532,87	1270034,27	Guéné	Malanville
69	Savane arboré et arbustive	543086,20	1294233,59	Garou	Malanville	99	Savane arboré et arbustive	533244,39	1270187,07	Guéné	Malanville
70	Agglomération	556855,00	1299199,00	Garou	Malanville	100	Agglomération	513684,00	1277783,00	Guéné	Malanville
71	Agglomération	556327,00	1303179,00	Garou	Malanville	101	Forê claire et savane boisée	523733,60	1280958,86	Guéné	Malanville
72	Agglomération	551998,00	1304218,00	Garou	Malanville	102	Forê claire et savane boisée	500737,56	1282627,11	Guéné	Malanville
73	Agglomération	551871,00	1304332,00	Garou	Malanville	103	Savane arboré et arbustive	496277,56	1285716,11	Guéné	Malanville
74	Mosaïque de cultures et jachères	488540,00	1194691,00	Gogounou	Gogounou	104	Savane arboré et arbustive	514212,70	1287348,07	Guéné	Malanville
75	Agglomération	481786,63	1198477,25	Gogounou	Gogounou	105	Savane arboré et arbustive	501519,56	1288066,11	Guéné	Malanville
76	Mosaïque de cultures et jachères	442250,00	1252668,00	Gomparou	Banikoara	106	Savane arboré et arbustive	523562,52	1291709,03	Guéné	Malanville
77	Savane arboré et arbustive	442342,00	1256510,00	Gomparou	Banikoara	107	Savane arboré et arbustive	503480,56	1292482,11	Guéné	Malanville
78	Savane arboré et arbustive	427179,30	1220193,94	Goumori	Banikoara	108	Forê claire et savane boisée	497204,56	1293397,11	Guéné	Malanville
79	Agglomération	415320,00	1222681,00	Goumori	Banikoara	109	Savane arboré et arbustive	510485,56	1294563,11	Guéné	Malanville
80	Mosaïque de cultures et jachères	436650,47	1226551,80	Goumori	Banikoara	110	Savane arboré et arbustive	496401,56	1294954,11	Guéné	Malanville
81	Agglomération	423086,00	1232316,00	Goumori	Banikoara	111	Agglomération	524460,00	1296213,00	Guéné	Malanville
82	Mosaïque de cultures et jachères	421719,00	1232531,00	Goumori	Banikoara	112	Savane arboré et arbustive	510385,56	1296412,11	Guéné	Malanville
83	Agglomération	422421,00	1234286,00	Goumori	Banikoara	113	Forê claire et savane boisée	500397,56	1297781,11	Guéné	Malanville
84	Savane arboré et arbustive	411076,12	1234496,77	Goumori	Banikoara	114	Savane arboré et arbustive	507276,35	1298250,76	Guéné	Malanville
85	Agglomération	421594,00	1237347,00	Goumori	Banikoara	115	Savane arboré et arbustive	497431,56	1298766,11	Guéné	Malanville
86	Savane arboré et arbustive	410503,37	1245001,75	Goumori	Banikoara	116	Savane arboré et arbustive	534351,00	1299835,00	Guéné	Malanville
87	Mosaïque de cultures et jachères	412249,14	1252076,87	Goumori	Banikoara	117	Savane arboré et arbustive	500329,56	1300641,11	Guéné	Malanville
88	Mosaïque de cultures et jachères	415078,14	1252402,87	Goumori	Banikoara	118	Savane arboré et arbustive	517663,00	1300753,00	Guéné	Malanville
89	Savane arboré et arbustive	406586,14	1258144,87	Goumori	Banikoara	119	Agglomération	526269,00	1301415,00	Guéné	Malanville
90	Forê claire et savane boisée	403424,14	1261274,87	Goumori	Banikoara	120	Agglomération	523394,00	1301526,00	Guéné	Malanville
91	Forê claire et savane boisée	484119,00	1201830,00	Gounarou	Gogounou	121	Mosaïque de cultures et jachères	522468,22	1289788,75	Guïnï	Malanville

122	Agglomération	495199,00	1236654,00	Kandi I	Kandi	153	Savane arboré et arbustive	489310,60	1309752,82	Karimara	Karimara
123	Mosaïque de cultures et jachères	489117,45	1244275,40	Kandi I	Kandi	154	Savane arboré et arbustive	470227,60	1310520,82	Karimara	Karimara
124	Mosaïque de cultures et jachères	500828,00	1244436,00	Kandi I	Kandi	155	Savane arboré et arbustive	473796,60	1310791,82	Karimara	Karimara
125	Agglomération	493198,79	1230558,65	Kandi II	Kandi	156	Savane arboré et arbustive	473796,60	1310816,82	Karimara	Karimara
126	Mosaïque de cultures et jachères	496308,00	1228720,00	Kandi III	Kandi	157	Savane arboré et arbustive	485905,60	1312239,82	Karimara	Karimara
127	Mosaïque de cultures et jachères	498338,00	1233434,00	Kandi III	Kandi	158	Savane arboré et arbustive	473188,60	1312980,82	Karimara	Karimara
128	Mosaïque de cultures et jachères	498001,00	1236236,00	Kandi III	Kandi	159	Savane arboré et arbustive	483376,60	1313718,82	Karimara	Karimara
129	Mosaïque de cultures et jachères	460446,00	1273511,00	Karimara	Karimara	160	Savane arboré et arbustive	486798,60	1313755,82	Karimara	Karimara
130	Savane arboré et arbustive	471079,23	1278466,80	Karimara	Karimara	161	Savane arboré et arbustive	479206,60	1315241,82	Karimara	Karimara
131	Savane arboré et arbustive	484013,56	1282607,11	Karimara	Karimara	162	Savane arboré et arbustive	486520,60	1315826,82	Karimara	Karimara
132	Savane arboré et arbustive	485315,56	1287124,11	Karimara	Karimara	163	Savane arboré et arbustive	489590,60	1315904,82	Karimara	Karimara
133	Savane arboré et arbustive	491919,56	1289364,11	Karimara	Karimara	164	Forê claire et savane boisée	491462,60	1317317,82	Karimara	Karimara
134	Savane arboré et arbustive	476549,02	1290042,59	Karimara	Karimara	165	Galerie forestière	493517,60	1319249,82	Karimara	Karimara
135	Savane arboré et arbustive	449699,00	1290657,00	Karimara	Karimara	166	Savane arboré et arbustive	478952,60	1320199,82	Karimara	Karimara
136	Savane arboré et arbustive	466341,35	1292054,91	Karimara	Karimara	167	Savane arboré et arbustive	488824,60	1321532,82	Karimara	Karimara
137	Forê claire et savane boisée	488133,56	1293427,11	Karimara	Karimara	168	Savane arboré et arbustive	470405,12	1321857,72	Karimara	Karimara
138	Savane arboré et arbustive	490843,56	1294291,11	Karimara	Karimara	169	Forê claire et savane boisée	483051,60	1323256,82	Karimara	Karimara
139	Savane arboré et arbustive	457525,65	1294601,16	Karimara	Karimara	170	Savane arboré et arbustive	483691,60	1323648,82	Karimara	Karimara
140	Savane arboré et arbustive	474662,78	1296007,43	Karimara	Karimara	171	Savane arboré et arbustive	491134,60	1326225,82	Karimara	Karimara
141	Savane arboré et arbustive	489798,56	1297136,11	Karimara	Karimara	172	Savane arboré et arbustive	490486,60	1326785,82	Karimara	Karimara
142	Savane arboré et arbustive	489395,56	1297665,11	Karimara	Karimara	173	Savane arboré et arbustive	501480,60	1330719,82	Karimara	Karimara
143	Savane arboré et arbustive	467751,60	1302671,82	Karimara	Karimara	174	Savane arboré et arbustive	482924,60	1333086,82	Karimara	Karimara
144	Savane arboré et arbustive	467798,60	1304732,82	Karimara	Karimara	175	Agglomération	519997,10	1334034,81	Karimara	Karimara
145	Savane arboré et arbustive	478131,60	1304962,82	Karimara	Karimara	176	Savane arboré et arbustive	490451,60	1335051,82	Karimara	Karimara
146	Savane arboré et arbustive	487102,60	1305305,82	Karimara	Karimara	177	Savane arboré et arbustive	498687,60	1335539,82	Karimara	Karimara
147	Savane arboré et arbustive	475343,60	1305794,82	Karimara	Karimara	178	Mosaïque de cultures et jachères	518228,00	1336689,00	Karimara	Karimara
148	Savane arboré et arbustive	491757,60	1306336,82	Karimara	Karimara	179	Forê claire et savane boisée	486660,00	1214935,00	Kassakou	Kandi
149	Savane arboré et arbustive	479624,14	1306367,86	Karimara	Karimara	180	Mosaïque de cultures et jachères	482200,00	1218024,00	Kassakou	Kandi
150	Savane arboré et arbustive	477222,60	1306733,82	Karimara	Karimara	181	Savane arboré et arbustive	500900,84	1219083,41	Kassakou	Kandi
151	Savane arboré et arbustive	484986,60	1308976,82	Karimara	Karimara	182	Agglomération	487442,00	1220374,00	Kassakou	Kandi
152	Savane arboré et arbustive	484153,60	1309146,82	Karimara	Karimara	183	Agglomération	489403,00	1224790,00	Kassakou	Kandi

184	Mosaïque de cultures et jachères	473950,79	1248482,60	Kokey	Banikoara	214	Savane arboré et arbustive	435671,56	1305039,11	Kompa	Karimara
185	Savane arboré et arbustive	476779,79	1248808,60	Kokey	Banikoara	215	Savane arboré et arbustive	439722,56	1305942,11	Kompa	Karimara
186	Agglomération	448276,00	1252544,00	Kokey	Banikoara	216	Savane arboré et arbustive	439786,56	1306123,11	Kompa	Karimara
187	Forê claire et savane boisée	484286,79	1253622,60	Kokey	Banikoara	217	Savane arboré et arbustive	438288,56	1306148,11	Kompa	Karimara
188	Mosaïque de cultures et jachères	468287,79	1254550,60	Kokey	Banikoara	218	Savane arboré et arbustive	456064,86	1306292,11	Kompa	Karimara
189	Mosaïque de cultures et jachères	444871,00	1255031,00	Kokey	Banikoara	219	Galerie forestière	448649,56	1306970,11	Kompa	Karimara
190	Savane arboré et arbustive	485573,79	1255602,60	Kokey	Banikoara	220	Forê claire et savane boisée	445616,56	1308018,11	Kompa	Karimara
191	Savane arboré et arbustive	470339,79	1255958,60	Kokey	Banikoara	221	Savane arboré et arbustive	443952,56	1308553,11	Kompa	Karimara
192	Mosaïque de cultures et jachères	445764,00	1256547,00	Kokey	Banikoara	222	Forê claire et savane boisée	449262,56	1308806,11	Kompa	Karimara
193	Savane arboré et arbustive	465125,79	1257680,60	Kokey	Banikoara	223	Savane arboré et arbustive	446146,56	1309399,11	Kompa	Karimara
194	Savane arboré et arbustive	487509,79	1257732,60	Kokey	Banikoara	224	Forê claire et savane boisée	439770,56	1309668,11	Kompa	Karimara
195	Agglomération	448340,00	1258309,00	Kokey	Banikoara	225	Savane arboré et arbustive	442792,56	1310248,11	Kompa	Karimara
196	Savane arboré et arbustive	445486,00	1258618,00	Kokey	Banikoara	226	Savane arboré et arbustive	446110,56	1310680,11	Kompa	Karimara
197	Mosaïque de cultures et jachères	448556,00	1258696,00	Kokey	Banikoara	227	Savane arboré et arbustive	440794,56	1313155,11	Kompa	Karimara
198	Savane arboré et arbustive	475979,79	1259119,60	Kokey	Banikoara	228	Savane arboré et arbustive	449268,56	1314519,11	Kompa	Karimara
199	Savane arboré et arbustive	480262,79	1259266,60	Kokey	Banikoara	229	Savane arboré et arbustive	440841,56	1315216,11	Kompa	Karimara
200	Mosaïque de cultures et jachères	450428,00	1260109,00	Kokey	Banikoara	230	Savane arboré et arbustive	451174,56	1315446,11	Kompa	Karimara
201	Savane arboré et arbustive	481342,79	1261087,60	Kokey	Banikoara	231	Savane arboré et arbustive	460145,56	1315789,11	Kompa	Karimara
202	Mosaïque de cultures et jachères	452483,00	1262041,00	Kokey	Banikoara	232	Savane arboré et arbustive	448386,56	1316278,11	Kompa	Karimara
203	Savane arboré et arbustive	425645,00	1238250,00	Kokiborou	Banikoara	233	Savane arboré et arbustive	464800,56	1316820,11	Kompa	Karimara
204	Agglomération	425709,00	1238431,00	Kokiborou	Banikoara	234	Forê claire et savane boisée	452667,11	1316851,15	Kompa	Karimara
205	Mosaïque de cultures et jachères	424211,00	1238456,00	Kokiborou	Banikoara	235	Savane arboré et arbustive	450265,56	1317217,11	Kompa	Karimara
206	Mosaïque de cultures et jachères	425693,00	1241976,00	Kokiborou	Banikoara	236	Savane arboré et arbustive	458488,56	1318172,11	Kompa	Karimara
207	Savane arboré et arbustive	429397,56	1290373,11	Kompa	Karimara	237	Forê claire et savane boisée	457196,56	1319630,11	Kompa	Karimara
208	Forê claire et savane boisée	430844,61	1296198,42	Kompa	Karimara	238	Savane arboré et arbustive	462353,56	1320236,11	Kompa	Karimara
209	Savane arboré et arbustive	448245,90	1296413,84	Kompa	Karimara	239	Savane arboré et arbustive	443270,56	1321004,11	Kompa	Karimara
210	Savane arboré et arbustive	435796,56	1300223,11	Kompa	Karimara	240	Savane arboré et arbustive	446839,56	1321275,11	Kompa	Karimara
211	Savane arboré et arbustive	436498,56	1301978,11	Kompa	Karimara	241	Savane arboré et arbustive	446839,56	1321300,11	Kompa	Karimara
212	Forê claire et savane boisée	437848,56	1303529,11	Kompa	Karimara	242	Forê claire et savane boisée	458948,56	1322723,11	Kompa	Karimara
213	Savane arboré et arbustive	443653,56	1303691,11	Kompa	Karimara	243	Forê claire et savane boisée	446231,56	1323464,11	Kompa	Karimara

244	Savane arboré et arbustive	456419,56	1324202,11	Kompa	Karimara	275	Savane arboré et arbustive	528451,39	1242063,07	Lougou	Segbana
245	Savane arboré et arbustive	459841,56	1324239,11	Kompa	Karimara	276	Savane arboré et arbustive	537422,39	1242406,07	Lougou	Segbana
246	Savane arboré et arbustive	452249,56	1325725,11	Kompa	Karimara	277	Forê claire et savane boisée	550111,00	1243010,00	Lougou	Segbana
247	Savane arboré et arbustive	462417,56	1326001,11	Kompa	Karimara	278	Savane arboré et arbustive	542077,39	1243437,07	Lougou	Segbana
248	Savane arboré et arbustive	459563,56	1326310,11	Kompa	Karimara	279	Forê claire et savane boisée	529943,94	1243468,12	Lougou	Segbana
249	Savane arboré et arbustive	464505,56	1327801,11	Kompa	Karimara	280	Forê claire et savane boisée	536037,39	1246088,07	Lougou	Segbana
250	Savane arboré et arbustive	466560,56	1329733,11	Kompa	Karimara	281	Savane arboré et arbustive	539630,39	1246853,07	Lougou	Segbana
251	Galerie forestière	473736,69	1330553,44	Kompa	Karimara	282	Savane arboré et arbustive	533604,39	1246977,07	Lougou	Segbana
252	Mosaïque de cultures et jachères	493867,43	1344271,98	Kompa	Karimara	283	Savane arboré et arbustive	536225,39	1249340,07	Lougou	Segbana
253	Agglomération	506854,00	1344471,00	Kompa	Karimara	284	Forê claire et savane boisée	550582,04	1249671,34	Lougou	Segbana
254	Agglomération	504929,00	1346882,00	Kompa	Karimara	285	Savane arboré et arbustive	533696,39	1250819,07	Lougou	Segbana
255	Agglomération	503493,00	1349416,00	Kompa	Karimara	286	Forê claire et savane boisée	539910,39	1253005,07	Lougou	Segbana
256	Agglomération	587422,00	1181239,00	Libanté	Segbana	287	Forê claire et savane boisée	541782,39	1254418,07	Lougou	Segbana
257	Agglomération	564425,00	1184707,00	Libanté	Segbana	288	Savane arboré et arbustive	543837,39	1256350,07	Lougou	Segbana
258	Agglomération	563702,00	1192750,00	Libanté	Segbana	289	Galerie forestière	541454,39	1263326,07	Madécali	Malanville
259	Mosaïque de cultures et jachères	559470,00	1197100,00	Libantï	Segbana	290	Savane arboré et arbustive	540771,39	1272152,07	Madécali	Malanville
260	Agglomération	553126,00	1207204,00	Libissou	Segbana	291	Savane arboré et arbustive	549007,39	1272640,07	Madécali	Malanville
261	Agglomération	559972,00	1208119,00	Libissou	Segbana	292	Agglomération	554275,00	1282868,00	Madécali	Malanville
262	Agglomération	543203,00	1211794,00	Libissou	Segbana	293	Savane arboré et arbustive	537548,02	1287878,43	Madécali	Malanville
263	Agglomération	559724,00	1219468,00	Libissou	Segbana	294	Agglomération	559844,00	1293663,00	Madécali	Malanville
264	Savane arboré et arbustive	532088,00	1215058,00	Lougou	Segbana	295	Mosaïque de cultures et jachères	554647,42	1278289,78	Madïcali	Malanville
265	Savane arboré et arbustive	532826,00	1218084,00	Lougou	Segbana	296	Mosaïque de cultures et jachères	554180,00	1285046,00	Madïcali	Malanville
266	Mosaïque de cultures et jachères	546638,00	1218663,00	Lougou	Segbana	297	Agglomération	543124,00	1302831,00	Malanville	Malanville
267	Savane arboré et arbustive	544569,00	1224576,00	Lougou	Segbana	298	Mosaïque de cultures et jachères	540799,00	1306143,00	Malanville	Malanville
268	Forê claire et savane boisée	541223,00	1229022,00	Lougou	Segbana	299	Agglomération	545760,00	1311138,00	Malanville	Malanville
269	Forê claire et savane boisée	530879,12	1230372,37	Lougou	Segbana	300	Agglomération	543037,31	1312287,91	Malanville	Malanville
270	Savane arboré et arbustive	557501,13	1232151,23	Lougou	Segbana	301	Savane arboré et arbustive	451995,56	1330683,11	Monsey	Karimara
271	Savane arboré et arbustive	564854,29	1232250,53	Lougou	Segbana	302	Savane arboré et arbustive	461867,56	1332016,11	Monsey	Karimara
272	Savane arboré et arbustive	536064,91	1234006,26	Lougou	Segbana	303	Savane arboré et arbustive	456094,56	1333740,11	Monsey	Karimara
273	Galerie forestière	546123,00	1235110,00	Lougou	Segbana	304	Savane arboré et arbustive	464177,56	1336709,11	Monsey	Karimara
274	Forê claire et savane boisée	559283,06	1237677,08	Lougou	Segbana	305	Savane arboré et arbustive	445150,09	1339528,12	Monsey	Karimara

306	Savane arboré et arbustive	455967,56	1343570,11	Monsey	Karimara	337	Forê claire et savane boisée	430057,34	1182988,01	Ouara	Gogounou
307	Savane arboré et arbustive	483899,67	1345258,03	Monsey	Karimara	338	Mosaïque de cultures et jachères	461232,00	1183399,00	Ouara	Gogounou
308	Savane arboré et arbustive	463494,56	1345535,11	Monsey	Karimara	339	Forê claire et savane boisée	440245,34	1183726,01	Ouara	Gogounou
309	Savane arboré et arbustive	443855,09	1348509,19	Monsey	Karimara	340	Savane arboré et arbustive	443667,34	1183763,01	Ouara	Gogounou
310	Forê claire et savane boisée	454213,56	1353012,11	Monsey	Karimara	341	Savane arboré et arbustive	436075,34	1185249,01	Ouara	Gogounou
311	Mosaïque de cultures et jachères	489732,00	1354391,00	Monsey	Karimara	342	Savane arboré et arbustive	446243,34	1185525,01	Ouara	Gogounou
312	Savane arboré et arbustive	475809,99	1357037,60	Monsey	Karimara	343	Mosaïque de cultures et jachères	448331,34	1187325,01	Ouara	Gogounou
313	Forê claire et savane boisée	463776,56	1358349,11	Monsey	Karimara	344	Savane arboré et arbustive	450386,34	1189257,01	Ouara	Gogounou
314	Marécage	494298,36	1358610,34	Monsey	Karimara	345	Savane arboré et arbustive	435821,34	1190207,01	Ouara	Gogounou
315	Marécage	492092,00	1359765,00	Monsey	Karimara	346	Savane arboré et arbustive	445693,34	1191540,01	Ouara	Gogounou
316	Mosaïque de cultures et jachères	484046,00	1365912,00	Monsey	Karimara	347	Savane arboré et arbustive	440560,34	1193656,01	Ouara	Gogounou
317	Mosaïque de cultures et jachères	460761,65	1170857,88	Ouara	Gogounou	348	Mosaïque de cultures et jachères	429576,00	1235999,00	Ounet	Banikoara
318	Forê claire et savane boisée	424620,34	1172679,01	Ouara	Gogounou	349	Mosaïque de cultures et jachères	434572,00	1239278,00	Ounet	Banikoara
319	Forê claire et savane boisée	433094,34	1174043,01	Ouara	Gogounou	350	Agglomération	434837,00	1241326,00	Ounet	Banikoara
320	Agglomération	470057,00	1174201,00	Ouara	Gogounou	351	Forê claire et savane boisée	508422,00	1235662,00	Saah	Kandi
321	Savane arboré et arbustive	424667,34	1174740,01	Ouara	Gogounou	352	Forê claire et savane boisée	518071,39	1239772,07	Saah	Kandi
322	Savane arboré et arbustive	435000,34	1174970,01	Ouara	Gogounou	353	Forê claire et savane boisée	526545,39	1241136,07	Saah	Kandi
323	Savane arboré et arbustive	443971,34	1175313,01	Ouara	Gogounou	354	Mosaïque de cultures et jachères	508144,00	1241185,00	Saah	Kandi
324	Mosaïque de cultures et jachères	448626,34	1176344,01	Ouara	Gogounou	355	Savane arboré et arbustive	518118,39	1241833,07	Saah	Kandi
325	Savane arboré et arbustive	436492,89	1176375,06	Ouara	Gogounou	356	Mosaïque de cultures et jachères	506189,00	1242262,00	Saah	Kandi
326	Savane arboré et arbustive	434091,34	1176741,01	Ouara	Gogounou	357	Savane arboré et arbustive	527542,39	1243834,07	Saah	Kandi
327	Savane arboré et arbustive	451110,00	1176864,00	Ouara	Gogounou	358	Agglomération	507880,00	1245577,00	Saah	Kandi
328	Savane arboré et arbustive	442314,34	1177696,01	Ouara	Gogounou	359	Agglomération	471948,00	1208239,00	Sam	Kandi
329	Savane arboré et arbustive	446179,34	1179760,01	Ouara	Gogounou	360	Mosaïque de cultures et jachères	469936,00	1214915,00	Sam	Kandi
330	Forê claire et savane boisée	440153,34	1179884,01	Ouara	Gogounou	361	Mosaïque de cultures et jachères	479443,00	1215049,00	Sam	Kandi
331	Mosaïque de cultures et jachères	464394,00	1180269,00	Ouara	Gogounou	362	Mosaïque de cultures et jachères	475684,00	1216035,00	Sam	Kandi
332	Forê claire et savane boisée	427096,34	1180528,01	Ouara	Gogounou	363	Agglomération	471238,00	1219432,00	Sam	Kandi
333	Savane arboré et arbustive	430665,34	1180799,01	Ouara	Gogounou	364	Agglomération	575877,99	1207699,49	Segbana	Segbana
334	Savane arboré et arbustive	430665,34	1180824,01	Ouara	Gogounou	365	Agglomération	569697,00	1211225,00	Segbana	Segbana
335	Mosaïque de cultures et jachères	466446,00	1181677,00	Ouara	Gogounou	366	Savane arboré et arbustive	576362,44	1215057,64	Segbana	Segbana
336	Savane arboré et arbustive	442774,34	1182247,01	Ouara	Gogounou	367	Forêt dense	519643,37	1169219,97	Sokotindji	Segbana

368	Mosaïque de cultures et jachères	524280,37	1175176,97	Sokotindji	Segbana	399	Mosaïque de cultures et jachères	432154,00	1255772,00	Soroko	Banikoara
369	Agglomération	534815,00	1175894,00	Sokotindji	Segbana	400	Forê claire et savane boisée	422585,14	1257216,87	Soroko	Banikoara
370	Forê claire et savane boisée	519820,37	1178265,97	Sokotindji	Segbana	401	Savane arboré et arbustive	423872,14	1259196,87	Soroko	Banikoara
371	Mosaïque de cultures et jachères	538185,89	1187200,08	Sokotindji	Segbana	402	Savane arboré et arbustive	408638,14	1259552,87	Soroko	Banikoara
372	Agglomération	550974,00	1192995,00	Sokotindji	Segbana	403	Savane arboré et arbustive	425808,14	1261326,87	Soroko	Banikoara
373	Mosaïque de cultures et jachères	558484,00	1193198,00	Sokotindji	Segbana	404	Savane arboré et arbustive	414278,14	1262713,87	Soroko	Banikoara
374	Mosaïque de cultures et jachères	547393,00	1195370,00	Sokotindji	Segbana	405	Savane arboré et arbustive	418561,14	1262860,87	Soroko	Banikoara
375	Agglomération	551572,00	1197136,00	Sokotindji	Segbana	406	Savane arboré et arbustive	419641,14	1264681,87	Soroko	Banikoara
376	Forê claire et savane boisée	533636,00	1197353,00	Sokotindji	Segbana	407	Savane arboré et arbustive	422451,94	1274701,72	Soroko	Banikoara
377	Agglomération	547048,00	1199347,00	Sokotindji	Segbana	408	Agglomération	446068,00	1248097,00	Soumpérékou	Banikoara
378	Mosaïque de cultures et jachères	477842,00	1221672,00	Sonsoro	Kandi	409	Agglomération	444683,00	1251779,00	Soumpérékou	Banikoara
379	Mosaïque de cultures et jachères	474056,00	1225735,00	Sonsoro	Kandi	410	Mosaïque de cultures et jachères	450460,65	1242911,14	Soumpïrïkou	Banikoara
380	Mosaïque de cultures et jachères	476766,00	1226599,00	Sonsoro	Kandi	411	Mosaïque de cultures et jachères	450723,00	1249128,00	Soumpïrïkou	Banikoara
381	Savane arboré et arbustive	464902,03	1229022,25	Sonsoro	Kandi	412	Mosaïque de cultures et jachères	444411,00	1250480,00	Soumpïrïkou	Banikoara
382	Mosaïque de cultures et jachères	475318,00	1229973,00	Sonsoro	Kandi	413	Savane arboré et arbustive	517663,00	1300753,00	Tomboutou	Malanville
383	Savane arboré et arbustive	509568,37	1168480,97	Sori	Gogounou	414	Savane arboré et arbustive	512964,56	1302438,11	Tomboutou	Malanville
384	Savane arboré et arbustive	495032,50	1172896,47	Sori	Gogounou	415	Savane arboré et arbustive	512078,56	1303928,11	Tomboutou	Malanville
385	Agglomération	472886,00	1174527,00	Sori	Gogounou	416	Savane arboré et arbustive	509276,56	1304346,11	Tomboutou	Malanville
386	Savane arboré et arbustive	507556,37	1175156,97	Sori	Gogounou	417	Agglomération	525443,00	1308943,00	Tomboutou	Malanville
387	Forê claire et savane boisée	517063,37	1175290,97	Sori	Gogounou	418	Mosaïque de cultures et jachères	534223,00	1309191,00	Tomboutou	Malanville
388	Savane arboré et arbustive	513304,37	1176276,97	Sori	Gogounou	419	Agglomération	531913,00	1310343,00	Tomboutou	Malanville
389	Agglomération	480393,00	1179341,00	Sori	Gogounou	420	Agglomération	522755,00	1310464,00	Tomboutou	Malanville
390	Savane arboré et arbustive	508858,37	1179673,97	Sori	Gogounou	421	Savane arboré et arbustive	506535,67	1310492,40	Tomboutou	Malanville
391	Agglomération	481680,00	1181321,00	Sori	Gogounou	422	Savane arboré et arbustive	511544,46	1315842,08	Tomboutou	Malanville
392	Mosaïque de cultures et jachères	483616,00	1183451,00	Sori	Gogounou	423	Savane arboré et arbustive	431539,00	1240326,00	Toura	Banikoara
393	Agglomération	472086,00	1184838,00	Sori	Gogounou	424	Mosaïque de cultures et jachères	428715,00	1242556,00	Toura	Banikoara
394	Agglomération	476369,00	1184985,00	Sori	Gogounou	425	Agglomération	432033,00	1242988,00	Toura	Banikoara
395	Mosaïque de cultures et jachères	477449,00	1186806,00	Sori	Gogounou	426	Mosaïque de cultures et jachères	426717,00	1245463,00	Toura	Banikoara
396	Savane arboré et arbustive	429193,00	1253312,00	Soroko	Banikoara	427	Mosaïque de cultures et jachères	426764,00	1247524,00	Toura	Banikoara
397	Mosaïque de cultures et jachères	432762,00	1253583,00	Soroko	Banikoara	428	Mosaïque de cultures et jachères	515462,37	1181913,97	Pantrossi	Gogounou
398	Mosaïque de cultures et jachères	432762,00	1253608,00	Soroko	Banikoara	429	Mosaïque de cultures et jachères	514698,00	1184562,00	Pantrossi	Gogounou

Annexe 2 : Différents types de ravageurs et leurs impacts



Annexe 3 : Cultures et activités alternatives face aux tendances climatiques



Annexe 4 : Principaux facteurs de dégradation environnementale dans le département de l'Alibori













Annexe 5 : Projet de recherche-développement appliquée pour une gestion durable de l'environnement dans un contexte de changement géo-démographique

Le boisement, le reboisement et l'enrichissement de certains espaces permettront, tant soit peu, de réduire la dégradation environnementale et de freiner la désertification qui s'annonce à grand pas dans le département de l'Alibori. Les stratégies endogènes d'enrichissement et/ou de régénérescence du couvert végétal sont prises en compte pour faciliter l'adhésion des populations au projet de gestion durable de l'environnement.

Titre du projet : Projet d'Appui à la Gestion Durable de l'Environnement (PAGDE)

Contexte

Le département de l'Alibori subit les effets néfastes des variabilités climatiques et du fort taux d'accroissement naturel des populations. Cette situation complexe occasionne la baisse des rendements, accentue la dégradation des conditions existentielles des producteurs et augmente les besoins alimentaires des communautés rurales et urbaines.

Ce phénomène a suscité de la part des producteurs l'adoption de stratégies nouvelles basées sur l'augmentation des emblavures, l'utilisation abusive des engrais chimiques et l'abandon de la jachère. Ces nouvelles stratégies optées par les producteurs ont des impacts négatifs très remarquables sur la biodiversité en général et le couvert végétal en particulier.

Ce projet vise à réduire la dégradation environnementale à travers la création des forêts communautaires tout en optant pour l'augmentation des rendements.

Objectif global

Réduire la dégradation environnementale dans un contexte de changements climatique et démographique, par la création de forêts communautaires et le boisement des différentes artères des centres villes des Communes et des arrondissements.

Objectifs spécifiques

De façon spécifique, ce projet vise à :

- Promouvoir l'intensification agricole à travers le renforcement des capacités des producteurs sur les bonnes pratiques agricoles ;
- accompagner sur le terrain les acteurs de protection de l'environnement ;
- promouvoir la sylviculture ;
- enrichir les forêts communautaires existantes ;

Activités

Plusieurs activités sont retenues pour l'atteinte des objectifs assignés à ce projet. Il s'agit de :

- identification des sites des forêts communautaires existantes;

- enrichissement des forêts communautaires existantes ;
- sécurisation foncière des espaces dégagés pour le projet ;
- recrutement du personnel nécessaire à la réalisation du projet ;
- formation du personnel recruté pour la réalisation du projet ;
- acquisition des espèces de plants retenus ;
- création de nouvelles forêts communautaires ;
- reboisement des centres villes des Communes et des arrondissements ;
- suivi-évaluation semestrielle et annuelle des activités et prise des mesures nécessaires pour les difficultés observées;

Résultats attendus

Le présent projet vise plusieurs résultats à savoir :

- l'usage des herbicides de synthèse est rationalisé et réduit de 40 % ;
- l'expansion des emblavures est freinée à 50 % ;
- des ressources additionnelles sont créées aux paysans ;
- les organisations et associations intervenant dans la protection de l'environnement sont recensées, connues, associées et soutenues à 100 % ;
- les forêts communautaires sont recensées et de nouvelles créées ;
- les forêts communautaires sont bien gérées par l'ensemble des acteurs avec la participation active des populations
- les écosystèmes sont protégés et préservés contre les modifications climatiques et les actions anthropiques.

Acteurs

Le présent projet sera exécuté sous la tutelle du Laboratoires Pierre Pagney, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE) et du Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE) de l'Université d'Abomey-Calavi. Il associera les autorités locales, les producteurs et le personnel restreint recruté dans le cadre de la mise en œuvre des activités retenues dans le département de l'Alibori.

Risques et obstacles

L'atteinte des objectifs dans la mise en œuvre du projet peut être entravée : par la réticence des populations locales, la non implication effective des autorités locales, le manque ou le financement tardif du projet, le manque ou le faible niveau d'instruction des populations, difficultés d'obtention d'espace pour la concrétisation du projet.

Suivi et évaluation

Un suivi régulier sera effectué par un comité de pilotage. Ce comité appréciera avec exactitude, l'exécution du programme ainsi que le bilan des activités. Des évaluations externes annuelles

et à la fin du projet seront organisées par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie et le Ministère en charge de l'Agriculture.

Partenaires potentiels

Le financement du présent projet nécessitera la sollicitation de certaines institutions, structures et organisations. Ces dernières sont, entre autres, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), le Fond Mondial pour l'Environnement (PNE), du Fond National pour l'Environnement et le Climat (FNEC) et les ONGs à vocation agricole et environnementale.

Durée

Le présent projet couvrira une période de dix (10) ans et suivra le chronogramme.

Tableau: Chronogramme du projet de recherche appliquée

Activités	**An_1**	**An_2**	**An_3**	**An_4**	**An_5**	**An_6**	**An_7**	**An_8**	**An_9**	**An_{10}**
Identification des sites des forêts communautaires existantes										
Identification de nouveaux sites de forêts communautaires										
Délimitation des espaces dégagés pour le projet										
Sécurisation foncière des espaces dégagés pour le projet										
Recrutement et formation du personnel nécessaire à la réalisation du projet										
Acquisition des espèces de plants retenus										
Boisement, reboisement et enrichissement des forêts communautaires existantes										
Suivi-évaluation des activités et prise des mesures pour les difficultés observées										
Confirmation des résultats										

Source : *Résultats de projection*

La concrétisation de cette idée de projet de recherche appliquée nécessitera un budget présenté comme suit.

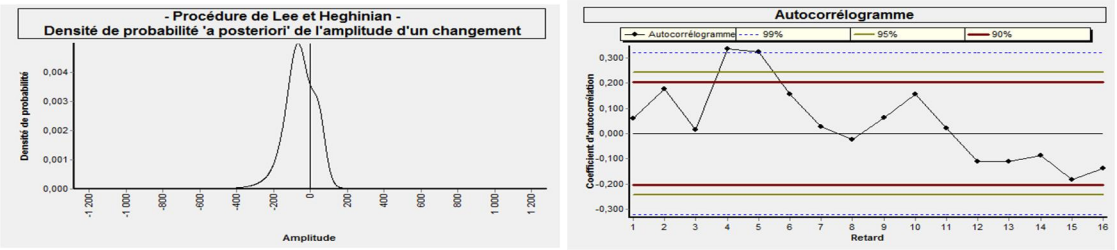
Tableau : Budget du projet

Activités	**An_1**	**An_2**	**An_3**	**An_4**	**An_5**	**An_6**	**An_7**	**An_8**	**An_9**	**An_{10}**
Identification des sites des forêts communautaires existantes	500 000	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Identification de nouveaux sites de forêts communautaires	500 000	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Délimitation des espaces dégagés pour le projet	500 000	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Sécurisation foncière des espaces dégagés pour le projet	2 000 000	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Recrutement et formation du personnel nécessaire à la réalisation du projet	00	750 000	750 000	00	00	00	00	00	00	00
Acquisition des espèces de plants retenus	00	1 125 000	1 125 000	00	00	00	00	00	00	00
Réalisation des cages pour la protection des plants	00	6 250000	6 250000	00	00	00	00	00	00	00
Opérations de boisement, reboisement et enrichissement des forêts communautaires existantes	00	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
Suivi-évaluation des activités et prise des mesures pour les difficultés observées	00	1 000 000	1 000000	1 000000	1 000000	1 000000	1 000000	1 000000	1 000000	1 000000
Point annuel des activités	00	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
Paiement du personnel	3 500 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000	1 050 000
Total annuel (F CFA)	3 500 000	9 675 000	10675000	2 550 000	2 550 000	2 550 000	2 550 000	2 550 000	2 550 000	2 550 000
Total global (F CFA)	**41 700 000 F CFA**									

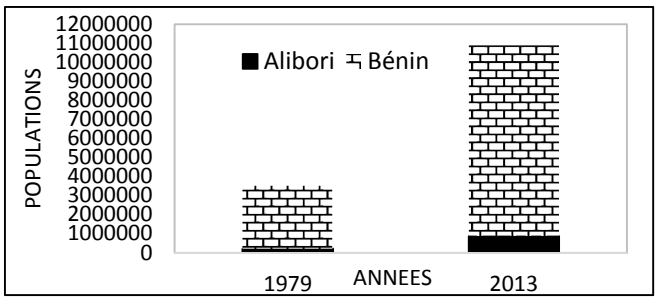
Source : *Résultats de calculs*

Il ressort de l'analyse du tableau que pour une mise en œuvre rationnelle du projet, il faut une mobilisation d'un montant global de quarante et un millions sept cent mille de francs CFA. Les actions communautaires permettront d'amoindrir progressivement le coup de réalisation du projet. Les associations de développement au niveau villages, arrondissements et Communes participeront à travers la main d'œuvre locale à l'effectivité de certaines activités importantes dudit projet. A cet effet, il pourra être exécuté avec une somme de vingt millions de francs (20 000 000 F CFA).

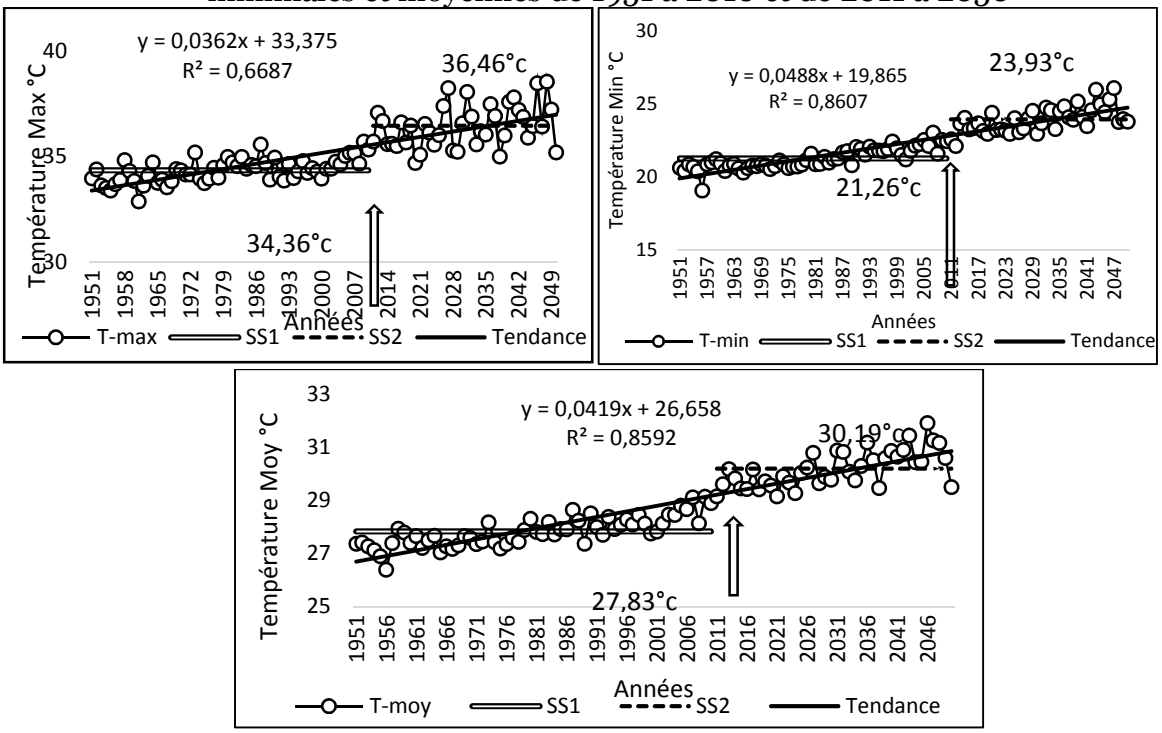
Annexe 4 : Test de rupture



Annexe 5 : Evolution démographique du Bénin et du département de l'Alibori



Annexe 6 : Evolution interannuelle actuelle et future des températures maximales, minimales et moyennes de 1951 à 2010 et de 2011 à 2050



Annexe 5 : Questionnaires

Fondement humains sur le sujet trajectoire climatique, moyens d'existence et dynamique environnementale dans le département de l'Alibori

Nom /__/ Prénoms /__/ Sexe : M /__/ F /__/ Fiche N° /__/

SM	Marié		Divorcé		Veuf		NE		NF	
Profession				Groupe socioculturel						

Niveau d'instruction des enfants	1. Maternel	2. Primaire	3. Second. inférieur	4. Second. supérieur	5. Supérieur	6. Apprentissage
Nombre						
N° Téléphone						

Objectif 1 : Examiner des paramètres climatiques ces quatre dernières décennies

1. Quel est le type de climat dans le département de l'Alibori ?

a- Béninien /__/ ; b- Soudanien /__/ ; c- Sahelien /__/

2. Quel est selon vous le déroulement du calendrier agricole hier et aujourd'hui ?

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Commentaire.....

Quelles sont les manifestations des phénomènes climatiques dans le département de l'Alibori ?		
Inondations ?	Très fréquente Fréquente Moins fréquente	/__/ /__/ /__/
Sécheresses ?	Très fréquentes Fréquente Moins fréquente	/__/ /__/ /__/

Quels sont les secteurs les plus touchés par l'inondation et la sécheresse ?

	Inondation	Sécheresse
Pêche		
Agriculture		
Approvisionnement en eau		
Pisciculture		
Elevage		
Navigation (transport)		
Autres à préciser		

Température ?	Températures très chaude Températures moyenne Température moins chaude Ne sait pas	/__/ /__/ /__/ /__/

Pour le vent ?	Plus de vent /___/ Vent moyen /___/ Moins de c vent /___/ Ne sait pas /___/
Insolation ?	Plus de soleil /___/ Ensoleillement moyen /___/ Moins de soleil /___/ Ne sait pas /___/
Nombre de jours ensoleillés ?	Nombre très important d'ensoleillement /___/ Nombre important d'ensoleillement /___/ Nombre moins important d'ensoleillement /___/ Ne sait pas /___/

Mois plus ensoleillés

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Mois moins ensoleillés

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Mois moins pluvieux

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Mois plus pluvieux

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Mois à température élevée

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Mois à température basse

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

18- Les conditions climatiques sont-elles toujours favorables ?	Oui /___/ Non /___/
Quels sont les manifestations des risques relatifs à la trajectoire climatique?	....
Déficit pluviométrique	Problème de germination /___/ Retard dans la croissance /___/ Chute des capsules /___/
Poche de sécheresse	Problème de germination /___/ Retard dans la croissance /___/ Chute des capsules /___/
Sécheresse	Problème de germination /___/ Retard dans la croissance /___/

	Chute des capsules	/___/
Excès pluviométrique	Problème de germination Retard dans la croissance Chute des capsules	/___/ /___/ /___/
19- Si non, quels sont alors les changements remarqués au niveau des paramètres climatiques ?		
Pour vous la tendance pluviométrique est-elle ?	à la hausse /___/ à la baisse /___/ Stagne /___/ Ne sait pas /___/	
Pour les saisons pluvieuses?	Longue /___/ Courte /___/ Précoce /___/ Tardive /___/ Pas de changements /___/ Ne sait pas /___/	
Pour les saisons sèche?	Longue /___/ Courte /___/ Précoce /___/ Tardive /___/ Pas de changements /___/ Ne sait pas /___/	
Pour nombre de jours de pluie ?	Augmentation /___/ Diminution /___/ Pas de changements /___/ Ne sait pas /___/	
Pour nombre de jours ensoleillés ?	Augmentation /___/ Diminution /___/ Pas de changements /___/ Ne sait pas /___/	
Avez-vous connu par le passé des évènements climatiques extrêmes ?	Oui /___/ Non /___/	
S'agit-il des sécheresses ?	Oui /___/ Non /___/	
Années ou repères	.....	
Manifestations	....	
Durée	.....	
Conséquences	....	
S'agit-il des excès pluviométriques et inondation ?	Oui /___/ Non /___/	
Années ou repères	....	
Manifestations	....	
Durée	Un jour /___/ Une semaine /___/ Un mois /___/ Autres à préciser /___/	
Conséquences	Ressources fauniques /___/ Ressources aquatiques /___/ Ressources floristiques /___/ Habitations /___/ Humains /___/ Champs /___/	
Libre commentaire sur les manifestations de la trajectoire climatique de l'Alibori	....	
Merci de votre aimable attention !!!		

Analyse de la vulnérabilité des moyens d'existence des populations face aux contraintes de la trajectoire climatique

1. Quelles sont les activités que vous menez?	1.1 Agriculture /___/ 1.2 Elevage /___/ 1.3 Pêche /___/ 1.4 Artisanat /___/ 1.5 Commerce /___/ 1.6 Autres /___/
2. Quelle est l'activité dominante ?	1.1 Agriculture /___/ 1.2 Elevage /___/ 1.3 Pêche /___/ 1.4 Artisanat /___/ 1.5 Commerce /___/ 1.6 Autres /___/
3. Pourquoi selon le cas ?	....
4. Quels sont les produits que vous cultivez ?	4.1Coton /___/ 4.2 Maïs /___/ 4.3 Niébé /___/ 4.4 Sorgho /___/ 4.5 Oignon /___/ 4.6 Igname /___/ 5.7 Manioc /___/ 5.8 Autres à préciser /___/
5. Lesquels privilégiez-vous ?	4.1Coton /___/ 4.2 Maïs /___/ 4.3 Niébé /___/ 4.4 Sorgho /___/ 4.5 Oignon /___/ 4.6 Igname /___/ 5.7 Manioc /___/ 5.8 Autres à préciser /___/
6. Quelles superficies emblaviez-vous il y a dix ans?	6.1 (0 à 5 ha) /___/ 6.2 (5 à 10 ha) /___/ 6.3 (10 à 20 ha) /___/ 6.4 (20 ha et plus) /___/
7. Quelles superficies emblavez-vous actuellement ?	6.1 (0 à 5 ha) /___/ 6.2 (5 à 10 ha) /___/ 6.3 (10 à 20 ha) /___/ 6.4 (20 ha et plus) /___/
8. Pourquoi selon le cas ?	....
Quels sont les impacts de la trajectoire climatique sur les activités agricoles dans le département de l'Alibori ?	Commentaire ....
Selon vous, les menaces dues à la tendance climatique de l'Alibori ont-t-elles des effets sur la production agricole ?	Oui /___/ Non /___/
Si oui, comment appréciez-vous les récoltes ?	Gains de récoltes /___/ Pertes de récoltes /___/ Pas de changement /___/
Si pertes il y a, quelles sont les principales causes ?	Mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies /___/ Température trop forte /___/ Rupture de saison /___/ Attaques d'insectes /___/ Mauvaise qualité des produits récoltés /___/ Pertes au stockage /___/ Bouleversement du calendrier agricole /___/

	Inondation des champs /__/

Commentaire

.....

.....

Quels sont les secteurs les plus vulnérables ?

	Inondation	Sécheresse	Forte température	Faible température	Ravageurs
Pêche					
Agriculture					
Approvisionnement en eau					
Pisciculture					
Elevage					
Navigation (transport)					
Autres à préciser					

Quelles sont les cultures les plus vulnérables ?

	Inondation	Sécheresse	Forte température	Faible température	Ravageurs
Fibres					
Légumineuses					
Céréales					
Tubercules					
Elevage					
Autres à préciser					

Pensez-vous que les chutes répétées des rendements des activités agricoles ont des effets sur les conditions de vie de votre ménage ?	Oui /__/ Non /__/
Si Oui comment ?	Divorces /__/ Déscolarisation /__/ Endettement /__/ Exode /__/ Suicides /__/ Autres à préciser /__/
9. Connaissez-vous des insectes ravageurs des cultures?	
les quels..... ?	....
Quelles sont leurs provenances ?	Extérieur Intérieur Locale
Qu'est ce qui explique leur apparition ?	

Inondation	Sécheresse	Forte température	Faible température	Ravageurs

Quelles sont leur période d'apparition ?

Janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Novembre	décembre

Pourquoi ces périodes ?	…… …… ……
Il y a-t-il un lien entre l'apparition de ces insectes et la trajectoire climatique de l'Alibori ?	Oui Non Si oui expliquez …… ……
Quels sont les dommages causés par ces insectes au cours de leur apparition ?	

	Coton	Maïs	Niébé	Sorgho	Igname	Manioc	Patate	Soja	Riz	Gombo
Destruction racines										
Destruction tiges										
Destruction Branches										
Destruction feuilles										
Destruction capsules										
Destruction bougeons										
Destruction graines										
Autres										

Quelles sont les cultures les plus visées par ces insectes ?

	Coton	Maïs	Niébé	Sorgho	Igname	Manioc	Patate	Soja	Riz	Gombo

Pourquoi selon le cas ?	…… ……

Libre commentaire

……
……
……

Merci de votre aimable attention

Identifier les stratégies d'adaptation des moyens d'existence à l'évolution du climat dans le département de l'Alibori

Avez-vous mise en place des stratégies pour faire face aux changements climatiques ?	Commentaire …… …… ……
1. Que faites-vous en cas de sécheresse ?	a) Billonnage /__/ b) irrigation de complément /__/ c)autres à préciser /__/
2. Que faites-vous en cas d'inondation ?	a) drainage /__/ b) abandon du champ /__/ c) autres à préciser /__/
3. Que faites-vous en cas de vent violent ?	a) billon /__/ b) redressement des plantes /__/ c) autres à préciser /__/
4. Que faites-vous en cas du réchauffement thermique ?	a) paillage /__/ b) semis précoce /__/ c) autres à préciser /__/
5. Que faites-vous en cas d'une installation tardive des pluies ?	a) semis répété /__/ b) semis à sec /__/ c) autres à préciser /__/
6. Face à la baisse des rendements quelles stratégies adoptez-vous ?	a) engrais chimique /__/ b) engrais organique /__/ c) autres à préciser /__/
7. Faites-vous la rotation des cultures ?	a) oui /__/ b) non /__/ c) si oui répondez au 8

8. Comment le faites-vous ?

Cultures Années	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	….	Rotation
1						
2						
3						
4						
5						
……..						

9. Faites-vous la rotation des cultures ?	a) oui /__/ b) non /__/ c) si oui répondez au 10

10. Comment la faites-vous ?

	Coton	Maïs	Niébé	Sorgho	Igname	Manioc	Patate	Soja	Riz	Gombo
Coton										
Maïs										
Niébé										
Sorgho										
Igname										
Manioc										
Patate										
Soja										
Riz										
Gombo										
Autres										

Comment faites-vous l'association des cultures ?

	Coton + Maïs	Sorgho + Maïs	Igname + Maïs	Sorgho + Niébé	Arachide + Maïs	Coton + Niébé	Igname + Riz	....	....	....
Culture Principale										
Culture associée										
Pourquoi										
Effets sur les sols										
Autres constats										

7. Quelles sont les stratégies que vous adoptez en cas de baisse de rendement ?	a) rotation des cultures /___/ b) augmentation des emblavures /___/ c) augmentation des emblavures /___/ d) adoption de nouvelles variétés /___/ e) conquête de nouvelles terres fertiles /___/ f) autres à préciser /___/
8. Face aux aléas climatiques quelles sont les autres filières auxquelles vous êtes abonné ?	a) filière anacarde /___/ b) filière maïs /___/ c) autres à préciser /___/
9. Quelles sont les activités que menez en dehors de l'agriculture ?	a) commerce /___/ b) tourisme /___/ c) transport /___/ d) autres à préciser /___/ ....
Comment lutter contre ces insectes ?	Insecticide chimique /___/ Insecticide biologique /___/ Autres à préciser /___/
10. Quelles sont les autres stratégies que vous pensez développer ?	....
11. Quels sont les différents produits phytosanitaires utilisés pour les activités agricoles ?	Herbicides /___/ Insecticides /___/ Engrais chimique /___/
12. Lequel utilisez-vous plus ?	Herbicides /___/ Insecticides /___/ Engrais chimique /___/
13. Quels sont les outils de travail que vous utilisez ?	Houe Hache Autres (à préciser)
14. Quels sont les matériels de travail que vous utilisez?	Charrue Tracteurs Autres (à préciser) ....
11. Quelles sont vos attentes envers le gouvernement ?	....
Commentaire	

.....

Evaluer les conséquences environnementales des moyens d'existence développés face à la trajectoire climatique dans le département de l'Alibori

9. Quel est le mode de cuisson des aliments ?	9.1 Gaz /___/ 9.2 Pétrole /___/ 9.3 Charbon /___/ 9.4 Bois de chauffe /___/
10. Lequel des modes de cuisson privilégiez-vous ?	10.1 Gaz /___/ 10.2 Pétrole /___/ 10.3 Charbon /___/ 10.4 Bois de chauffe /___/
11. Pourquoi selon le cas ?	11.1 Facilité d'accès /___/ 11.2 Abondance /___/ 11.3 Manque de moyen financier /___/ 11.4 Autres à préciser /___/
12. Quel sont les impacts relatifs à l'utilisation de ce mode de cuisson ?	....
13. Comment obtenez-vous du bois pour la fabrication des meubles ?	13.1 Mairie /___/ 13.2 Structure formelle de commercialisation /___/ 13.3 Informelle /___/ 13.4 Importation /___/ 13.5 Directement de la forêt /___/
14. Quelles sont les conséquences directes relatives à l'exploitation du bois pour la fabrication des meubles ?	14.1 Dégradation du couvert végétal /___/ 14.2 Désertification /___/ 14.3 Erosion pluviale /___/ 14.5 Erosion éolienne /___/ 14.6 Erosion fluviale /___/
15. Quelles sont les conséquences indirectes relatives à l'exploitation du bois pour la fabrication des meubles ?	15.1 Disparition de certaines espèces /___/ 15.2 Régression du tourisme /___/ 15.3 Appauvrissement des sols /___/ 15.5 Instabilité pluviométrique /___/ 15.6 Aggravation des conflits /___/
16. Quel est le type de climat dans le département de l'Alibori ?	16.1 Béninien /___/ 16.2 Soudanien /___/ 16.3 Soudano-sahélien /___/ 16.4 Sahélien /___/
Ce type de climat est-il favorable au renouvellement facile de la végétation ?	17.1 Oui /___/ 17.2 Non /___/ 17.3 Justifier selon le cas ....

17. Quelles sont les contraintes climatiques aux activités agricoles ?	
18. Quelles sont les contraintes climatiques au renouvellement du couvert végétal ?	
Quelles sont les systèmes de culture que vous pratiquez dans votre champ ?	Semi échelonné Rotation Culture sur brûlis Jachère Autres (à préciser
Quels sont les moyens de fertilisation que vous utilisez ?	Compost Engrais Bourse de vache Autres
Quelles sont les outils que vous utilisez dans la production ?	Tracteur Charrue Houe
Quels sont les produits phytosanitaires que vous utilisez ?	
Quelles les structures en charge de la gestion et protection de l'environnement dans le département de l'Alibori ?	
Quelles les ONG en charge de la gestion et protection de l'environnement dans le département de l'Alibori ?	
Vos appréciations par rapport à l'application des textes	
Quel type de gestion est fait des forêts du département de l'Alibori ?	
Commentaire	
Merci de votre aimable attention	

Table des matières

Sommaire		2
Sigles et acronymes		4
Dédicace		6
Remerciement		7
Résumé		10
Abstract		11
Introduction		12
	PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE	14
	CHAPITRE PREMIER : CADRE THEORIQUE D'ANALYSE DES TENDANCES CLIMATIQUE ET DEMOGRAPHIQUE ET DE LA DYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE	15
1.1	Etat des connaissances	15
1.1.1	Tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori	15
1.1.2	Vulnérabilité des moyens d'existence à l'évolution climatique	19
1.1.3	Stratégies d'adaptation des moyens d'existence	21
1.1.4	Dynamique environnementale	23
1.2	Clarification des concepts	26
1.2.1	Croissance et pression démographique	26
1.2.2	Stratégie d'adaptation	26
1.2.3	Moyens d'existence durable ou "Sustainable Livelihood"	27
1.2.4	Systèmes de culture et pratiques agricoles	28
1.2.5	Vulnérabilité des moyens d'existence et modes d'existence	29
1.2.6	Environnement	30
1.2.7	Dynamique/dégradation environnementale	31
1.2.8	Gestion durable de l'environnement	32
1.2.9	Scénario	34
1.3	Problématique	34
1.3.1	Justification du sujet	34
1.3.2	Hypothèses de travail	36
1.3.3	Objectifs de recherche	37
1.4	Cadre géographique de la recherche	37
	CHAPITRE II : DEMARCHE METHODOLOGIQUE	40
2.1	Types et sources des données utilisées	40
2.1.1	Données climatologiques	40
2.1.2	Données cartographique de bases existantes et satellites	41
2.1.3	Données démographique et agricole	41
2.1.4	Données socio-anthropologiques	41
2.2	Collecte des données	42
2.2.1	Recherche documentaire	42

2.2.2	Travaux de terrain et outils de collecte des données	42
2.2.3	Echantillonnage et choix des cultures	43
2.3	Traitement des données et analyse des résultats	45
2.3.1	Analyse des tendances climatique dans le département de l'Alibori	45
2.3.1.1	Comblement des données pluviométriques manquantes	46
2.3.1.2	Détection des années de rupture dans les séries temporelles	46
2.3.1.3	Calcul des indices pluviométriques	48
2.3.1.4	Méthode de détermination des moyennes	49
2.3.1.5	Analyse des dates de démarrage et de fin de la saison des pluies	49
2.3.1.6	Détermination de la longueur de la saison des pluies	49
2.3.1.7	Détermination des années extrêmement sèches et extrêmement humides	50
2.3.1.8	Détermination des séquences sèches	50
2.3.2	Analyse de la tendance démographique	51
2.3. 2.1	Détermination du taux d'accroissement de la population	51
2.3.2.2	Estimation de la population à l'horizon 2050	51
2.3.3	Analyse de la vulnérabilité et des mutations agricole dans le département de l'Alibori	52
2-3-3-1	Matrice d'identification des pratiques agricoles	52
2-3-3-2	Détermination du coefficient de Ruthemberg (R)	53
2.3.3.3	Impacts de la dynamique climatique sur les moyens d'existence	53
2.3.3.4	Méthode d'analyse de l'adaptation des moyens d'existence à la tendance climatique	54
2.3.3.5	Méthode d'analyse de la capacité d'adaptation des moyens d'existence	54
2.3.3.6	Evaluation globale des impacts par l'application de la matrice de Léopold	55
2.3.4	Méthode de détection des changements de l'occupation des terres dans le département de l'Alibori	58
2.3.4.1	Mission terrain	58
2.3.4.2	Définition des classes d'occupation du sol	58
2.3.4.3	Analyse des unités d'occupation des terres de 1990 à 2015	59
2.3.5	Simulation de l'occupation des terres du département de l'Alibori au moyen du modèle SpaCelle à l'horizon 2050	61
2.3.5.1	Définition du modèle SpaCelle et données requises	61
2.3.5.2	Scénarii de la dynamique d'occupation des terres dans le département de l'Alibori	62
	DEUXIEME PARTIE : FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE, TENDANCES CLIMATIQUES ET DEMOGRAPHIQUES DU DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	65
	CHAPITRE III : FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	66

3.1	Facteurs physiques de production agricole	66
3.1.1	Contexte climatique du département de l'Alibori	66
3.1.1.1	Variabilité pluviométrique mensuelle et annuelle	67
3.1.1.2	Précipitations mensuelles moyennes	69
3.1.2	Caractéristiques géomorphologique et pédologique du département de l'Alibori	71
3.1.3	Caractéristiques pédologiques du département de l'Alibori	74
3.1.4	Couvert végétal	75
3.1.5	Réseau hydrographique le département de l'Alibori	76
3.2	Facteurs humains à la production agricole dans le département de l'Alibori	77
3.2.1	Caractéristiques de la population du département de l'Alibori	78
3.2.2	Modes d'accès à la terre	78
3.3	Principaux moyens d'existence des populations	79
3.3.1	Principales spéculations agricoles dans le département	79
3.3.2	Evolution des emblavures et productions des principales spéculations	80
3.3.3	Agro-élevage	82
3.3.4	Production halieutique	84
3.3.5	Exploitation forestières	85
3.4	Techniques culturales dans le département de l'Alibori	85
3.4.1	Technique de culture sur brûlis	85
3.4.2	Opération de sarclage	86
3.4.3	Techniques de labour	86
3.4.4	Techniques de semis	87
3.4.5	Sarclo-buttage à l'aide de la daba	88
3.4.6	Récoltes des produits agricoles	88
	CHAPITRE IV : TENDANCES CLIMATIQUE ET DEMOGRAPHIQUE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	91 91
4.1	Tendances climatiques du département de l'Alibori	91
4.1.1	Rythme pluviométrique interannuel dans le département de l'Alibori	91
4.1.2	Evolution pluviométrique dans le département	92
4.1.2.1	Variabilité pluviométrique interannuelle des sous séries 1951-1969 et 1970-2015 dans le département de l'Alibori	92
4.1.2.2	Indices pluviométriques et analyse des séquences humide et sèches des périodes 1951-1969 et 1970-2015	94
4.1.2.3	Dates de début et de fin des saisons pluvieuses	98
4.1.2.4	Séquences sèches dans le département de l'Alibori	101
4.1.2.5	Tendance de la longueur de la saison pluvieuse	102
4.1.3	Tendance thermométrique dans le département de l'Alibori	103
4.1.3.1	Variation mensuelle de la température	103

4.1.3.2	Segmentation des températures interannuelle de 1951 à 2015	104
4.1.3.3	Indice thermométrique	104
4.1.3.4	Variation interannuelle des températures	105
4.2	Caractéristiques des vents, humidité relative et de l'insolation	107
4.2.1	Caractéristiques des vents	107
4.2.2	Humidité relative	108
4.2.3	Caractéristique de l'insolation	108
4.3	Perceptions paysannes sur les tendances pluviométriques et thermométriques	109
4.4	Tendances actuelle et future de la population du département de l'Alibori	110
4.4.1	Caractéristiques de la population	111
4.4.2	Densité de la population du département de l'Alibori	111
4.4.3	Dynamique de la population du département de l'Alibori de 1979 à 2013	113
4.4.4	Migration des populations	114
4.4.5	Croissance démographique future	115
	TROISIEME PARTIE : VULNERABILITE DES MOYENS D'EXISTENCE ; MESURES D'ADAPTATION ET DYNAMIQUE ENVIRONNEMENTALE	118
	CHAPITRE V : VULNERABILITE ET MUTATIONS AGRICOLES DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	119
5.1	Vulnérabilité des moyens d'existence	119
5.1.1	Augmentation des températures	119
5.1.2	Prolifération des ravageurs	119
5.1.3	Sécheresse prolongée	120
5.1.4	Démarrage tardif des pluies et raccourcissement de la saison	122
5.1.5	Inondations sporadiques des champs	122
5.1.6	Violence des vents	123
5.1.7	Vulnérabilité socio-économique des moyens d'existence	123
5.1.8	Risques climatiques et variables affectées	124
5.2	Evaluation des indicateurs de l'adaptation des moyens d'existence aux tendances climatique et démographique	126
5.2.1	Systèmes de culture adoptés face aux tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori	130
5.2.2	Emblavure par catégories de producteurs	131
5.2.3	Comparaison du temps de labour entre machine agricole et traction animale	132
5.3	Nouvelles techniques de culture adoptées	133
5.3.1	Techniques de culture adoptées à l'évolution climatique et démographique dans le département de l'Alibori	133
5.3.1.1	Préparation des sols avant semis à base d'herbicide de synthèse	134
53.1.2	Technique de semis sur un sol labouré	134

5.3.1.3	Utilisation abusive d'engrais chimique pour la fertilisation	135
5.3.1.4	Utilisation abusive d'insecticide pour la lutte contre les ravageurs	136
5.3.2	Sarclo-buttage	137
5.3.3	Adoption de nouvelles variétés et semis répétés ou échelonné	138
5.3.4	Association et rotation des cultures	138
5.3.5	Mise en valeur des bas-fonds	140
5.3.6	Diversification des sources de revenu	141
5.3.7	Réaménagement du calendrier agricole	141
5.3.8	Synthèse des pratiques culturales dans le département de l'Alibori	143
	CHAPITRE VI : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'ADAPTATION DES MOYENS D'EXISTENCE DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI	145
6.1	Dégradation du couvert végétal du département de l'Alibori	145
6.1.1	Impacts environnementaux de l'adaptation des moyens d'existence agricole	145
6.1.2	Impacts environnementaux de l'adoption des activités économiques	148
6.1.3	Manifestations des impacts de l'adaptation des moyens d'existence sur les composantes floristiques et fauniques	152
6.2	Dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres dans le département de l'Alibori	152
6.2.1	Occupation des terres du département de l'Alibori en 1990	154
6.2.2	Evaluation de la dynamique de l'occupation des terres de 1990 à 2015 dans le département de l'Alibori	156
6.3	Occupation et utilisation des terres à l'horizon 2050	158
6.3.1	Scénario "catastrophe" à l'horizon 2050	158
6.3.2	Scénario "stabilité environnementale" à l'horizon 2050	160
6.4	Gestion concertée de l'environnement pour un développement durable	163
6.5	Discussions des résultats	166
Conclusion, limites et perspectives		172
Bibliographie		175
Liste des figures		196
Liste des planches		198
Liste des photos		198
Liste des tableaux		199