Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH)
****

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)
****

Faculté des Sciences et Techniques (FAST)
****

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP) "Espaces, Cultures et Développement"

Chaire UNESCO de Sciences Technologie et Environnement (CUSTE)

Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR)

Thèse de Doctorat de Géographie et Gestion de l'Environnement de l'Université d'Abomey-Calavi

Spécialité : Géoscience de l'environnement et aménagement de l'espace

N° d'enregistrement/_____/EDP/GEN

DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUME ET DE GLAZOUE AU BENIN : DETERMINANTS ET IMPLICATIONS SOCIO-ECONOMIQUES

Présentée par : Dossou Edouard AKPINFA

Sous la Direction de :

Christophe Sègbè HOUSSOU,
Professeur Titulaire de Géographie à l'Université d'Abomey-Calavi

Soutenue publiquement devant le jury composé de:

Président	:	Prof. BIAOU Gauthier, Université Nationale d'Agriculture (Bénin)
Rapporteur	:	Prof. HOUSSOU Christophe Sègbè, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Examinateur	:	Prof. AMADJI Guillaume Lucien, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Examinateur	:	Prof. KOFFIE-BIKPO Céline Yolande, Université Félix HOUPHOUET BOIGNY- COCODY–ABIDJAN, (Côte d'Ivoire).
Examinateur	:	Dr. (MC) SOKEMAWU Koudzo, Université de Lomé (Togo)

Date de soutenance : 26 octobre 2017

Mention : Très honorable avec les félicitations du jury

Sommaire

_Toc484102730INTRODUCTION GENERALE 11

PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET METHODES DE RECHERCHE 16

CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE 17

CHAPITRE 2 : METHODES DE RECHERCHE 56

DEUXIEME PARTIE : FONDEMENTS DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASS-ZOUME ET DE GLAZOUE 97

CHAPITRE 3 : FONDEMENTS NATURELS, HUMAINS ET ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LE MILIEU D'ETUDE 98

CHAPITRE 4: CAUSES DE LA DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUME ET DE GLAZOUE 140

CHAPITRE 5 : MANIFESTATIONS DE LA DEGRADATION DES TERRES 177

TROISIEME PARTIE : EFFETS DE LA DEGRADATION DES TERRES ET PERSPECTIVES POUR UNE GESTION DURABLE DES TERRES 207

CHAPITRE 6 : EFFETS ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE LA DEGRADATION DES TERRES 208

CHAPITRE 7: GESTION PREVENTIVE ET CORRECTIVE DE LA DEGRADATION DES TERRES 243

CONCLUSION GENERALE 284

BIBLIOGRAPHIQUE 288

ANNEXES 342

Dédicace

A

Mes parents pour leurs prières et encouragements

Remerciements

Cette thèse est le résultat de nombreux échanges scientifiques et de collaboration avec des personnes auxquelles j'aimerais exprimer toute ma reconnaissance.

Je tiens à témoigner d'abord ma profonde gratitude à mon Directeur de thèse, Monsieur le Professeur Christophe Sègbè HOUSSOU, pour ses orientations, ses exhortations, sa contribution et son entière disponibilité à diriger ce travail malgré ses multiples occupations.

Je remercie très sincèrement les membres du jury pour leur contribution scientifique très précieuse au document de thèse.

Je prie tous les prérapporteurs d'accepter mes remerciements pour avoir apporté leurs diverses contributions à l'amélioration de la qualité scientifique de ce document.

Je pense également aux enseignants du Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT) puis ceux de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Culture et Développement » de l'Université d'Abomey-Calavi, pour les riches enseignements reçus.

Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans l'encadrement des animateurs du Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR). Mes premières pensées vont vers le Professeur Emérite Benoît N'BESSA, fondateur du laboratoire et guide scientifique, pour ses incessants et continus conseils. Ma reconnaissance va également à l'endroit des Professeurs Léon Bani BIO BIGOU, Jean Yves TOHOZIN, Ibouraïma YABI et Toussaint VIGNINOU. Je n'oublie pas les Docteurs Benjamin ALLAGBE, David BALOUBI, Aboubakar KISSIRA, Rogatien TOSSOU, Georges ALE, Georges NOBIME, Jean Bosco VODOUNOU et Roméo KADJEGBIN, pour leurs conseils, observations et commentaires.

Mes remerciements vont également:

- Au Docteur Romaric EHINNOU et au Prof. Dr. Ir. Daniel CHOUGOUROU, qui m'ont encouragé à me lancer dans cette entreprise ;
- à mes frères et sœurs pour leurs appuis financier, matériel et moral;

- à mon épouse Magbakou Marie GBAGUIDI et mes enfants Onilary Grâce Maynard Kaffo et Régis Olouwafèmi Maurel, pour avoir supporté mes absences répétées, mes caprices et mes humeurs quelques fois quand le travail me crée des soucis, voici le résultat de vos sacrifices ;
- à tous mes amis, Guy OTENIA, Patient ATCHO, Yves BATCHO, Guillaume DAGOUE, Alferd AICHEOU, Souléman AHODJIDE, Martin HONDJENOU, Marius AKPO, Séraphin MOUZOUN;
- à tous ceux qui de près ou de loin ont apporté leur contribution et soutien dans la réalisation de ce travail. Je vous dis merci.

Liste des sigles et abréviations

ACA	**:**	Analyse Coût Avantage
BM	**:**	Banque Mondiale
BOA	**:**	Banque Of Africa
CAP	**:**	Consentement à Payer
CARDER	**:**	Centre d'Action Régional pour le Développement Rural
CeRPA	**:**	Centre Régional pour la Promotion Agricole
CES	**:**	Conservation des Eaux et des Sols
CFA	**:**	Communauté Financière Africaine
CILSS	**:**	Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CNUCLCD	**:**	Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification
CRA	**:**	Centre de Recherche Agricole
CSE	**:**	Centre de Suivi Ecologique
CSFD	**:**	Comité Scientifique Français de la Désertification
DAP	**:**	Disposition à Payer
DPP	**:**	Direction de la Programmation et de la Prospective
DPSIR	**:**	Driving forces, Pressures, State, Impact, Responses
FAO	**:**	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FEM	**:**	Fonds pour l'Environnement Mondial
FFOM	**:**	Force, Faiblesse, Opportunité et Menace
FIDA	**:**	Fonds International pour le Développement Agricole
FLASH	**:**	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
FPEIR	**:**	Force, Pression, Etat, Impact, Réponse
FSA	**:**	Faculté des Sciences Agronomiques
GDT	**:**	Gestion Durable des Terres
GIC	**:**	Groupement Intercommunal des Collines
GIFS	**:**	Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
GLASOD	**:**	Global Assessment of Human-induced Soil Degradation
IB	**:**	Indice de Brillance

IMF	**:**	Institution de Micro-Finance
INRAB	**:**	Institut National pour la Recherche Agricole
INSAE	**:**	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
IS	**:**	Instabilité Structurale
JAS	**:**	Jour Après Semis
LADA	**:**	Land Degradation Assessment in Drylands project
LECREDE	**:**	Laboratoire Pierre PAGNEY ''Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement''
LEDUR	**:**	Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales
MAEP	**:**	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MCAP	**:**	Montant du Consentement à Payer
MCJ	**:**	Mosaïque de Cultures et Jachères
MEA	**:**	Millenium Ecosystem Assessment
MEC	**:**	Méthode d'Evaluation Contingente
MEPN	**:**	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
NDVI	**:**	Indice de Végétation par Différence Normalisée
OCDE	**:**	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OMM	**:**	Organisation Météorologique Mondiale
ONASA	**:**	Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire
ONG	**:**	Organisation Non Gouvernementale
ORSTOM	**:**	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
OS	**:**	Objectif Spécifique
PAE	**:**	Plan d'Action Environnementale
PANA	**:**	Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques
PDC	**:**	Plan de Développement Communal
PDE	**:**	Projet de Développement de l'Élevage
PDPA	**:**	Projet de Développement de la Production Animale
PER	**:**	Pression, Etat, Réponse
PFSE	**:**	Projet de Fourniture des Services Energétiques
PGFTR	**:**	Projet de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains

PGRN	**:**	Projet de Gestion des Ressources Naturelles
PIB	**:**	Produit Intérieur Brut
PIR	**:**	Proche Infra Rouge
PNUD	**:**	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	**:**	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PPA	**:**	Parité du Pouvoir d'Achat
ProCGRN	**:**	Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelles
ProSOL	**:**	Projet de Protection et réhabilitation des sols pour améliorer la sécurité alimentaire
PTF	**:**	Partenaire Technique et Financier
QR	**:**	Question de Recherche
RD	**:**	Recherche Développement
RGPH	**:**	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
RTD	**:**	Réhabilitation des Terres Dégradées
RUSLE	**:**	Revised Universal Loss Soil Equation
SAS	**:**	Statistical Analysis System
SAU	**:**	Surface Agricole Utile
SCDA	**:**	Section Communale de Développement Agricole
SDAC	**:**	Schéma Directeur d'Aménagement Communal
SEDAGRI	**:**	Société d'Etat pour le Développement Agricole
SPSS	**:**	Statistical Package for Social Science
SWOT	**:**	Strengths, Weaknesses, Opportunities Threats
TNDVI	**:**	Indice de Végétation par Différence Normalisée Transformée
UF	**:**	Unité Fourragère
USLE	**:**	Universal Loss Soil Equation
WRI	**:**	World Resources Institute

Résumé

La terre constitue un facteur essentiel de production pour les populations rurales du Bénin. La satisfaction des besoins en ressources alimentaires et en revenus financiers entraine de nombreuses sollicitations des terres à but agricole. La dégradation des terres constitue donc une menace importante pour la production agricole et la survie des populations. L'objectif général de cette thèse est d'analyser les facteurs et implications de la dégradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Centre du Bénin.

Cette thèse est fondée sur les analyses quantitatives et qualitatives provenant de plusieurs sources. Les investigations ont été menées auprès de 394 chefs de ménage agricole et de 58 personnes ressources. De même, des données ont été relevées au niveau de 30 stations d'observation et 25 groupes de discussion organisés. Les échantillons de sol prélevés (30) ont été analysés au laboratoire. Des essais agricoles ont été installés et suivis au cours des campagnes agricoles 2014-2015 et 2015-2016. L'analyse statistique des données socioéconomiques, agronomiques et de changement d'état de surface a été faite.

Les résultats révèlent que les principales causes de la dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué sont l'action de la poussée démographique et des eaux, renforcée par les activités humaines. Les manifestations de la dégradation des terres sont l'érosion, le déficit en éléments nutritifs des sols, la réduction de la quantité de matière organique et l'acidification. Les pertes de terres dues à l'érosion hydrique sont de l'ordre de 0,54 à 1655,72 t/ha/an et la recherche montre que 45,67 % des terres du milieu d'étude sont très vulnérables à l'érosion. Prenant en compte toutes les formes de dégradation des terres, cette recherche révèle que 36 % des terres du milieu d'étude sont fortement dégradées et méritent des actions correctives pour accroitre la production agricole. Le coût de la dégradation des terres est estimé à 1.604.922.499 F CFA en 2016 soit 23 698 F CFA/ha. Le consentement des producteurs à payer pour la restauration des terres dégradées est évalué à 24 922 F CFA/ha/an.

En réaction à une telle situation, les producteurs et les services d'encadrement agricole développent des stratégies de gestion préventive et corrective de la dégradation des terres.

Mots clés : Dassa-Zoumé, Glazoué, systèmes culturaux, dégradation des terres agricoles, gestion durable.

Abstract

Land is an essential factor of crop production for the rural populations of Benin. The needs for Food Resources and Financial Income help to complete many land demands for agricultural purposes. Land Degradation is therefore an important threat to Agricultural Production and the Survival of Populations. The general objective of this thesis is to analyze the factors and implications of the agricultural Land Degradation in the districts of Dassa-Zoumé and Glazoué located in the Center of Benin.

This thesis is based on quantitative and qualitative analyzes from several sources. Investigations were conducted with 394 Heads of Agricultural Households and 58 Resource Persons. Similarly, data were collected from 30 Monitoring Stations and 25 Focus Groups were also held. Soil samples taken (30) were analyzed in laboratory. Agricultural trials were installed and monitored during the agricultural years 2014-2015 and 2015-2016. Statistical data analysis of socio-economic, agronomic and surface change was completed.

The results disclose that the main sources of land degradation in Dassa-Zoumé and Glazoué communes are the action of the Demographic Growth and Water Surge, reinforced by Human Activities. The manifestations of Land Degradation are erosion, nutrient deficiency soil, reduction of the amount of organic matter and acidification. Land losses due to water erosion are in the range of 0.54 to 1655.72 t / ha / year and research shows that 45.67% of the study area are highly vulnerable to erosion. Taking into account all forms of land degradations, this research reveals that 36% of the land located in the study area are severely degraded and deserve Corrective Action to increase Agricultural Production. The cost of Land Degradation is estimated at 1,604,922,499 F CFA in 2016, which makes 23,698 F CFA/ha. The Producer's readiness to pay for the restoration of degraded land is estimated at 24,922 F CFA / ha / yr.

In response to this situation, Producers and Agricultural Supervisory Authorities develop Preventive Risk and Corrective Management Strategies of the Land Degradation.

Key words: Dassa-Zoumé, Glazoué, Cropping Systems, Land Degradation, Sustainable Management.

INTRODUCTION GENERALE

La dégradation des écosystèmes constitue l'un des enjeux majeurs du développement durable (MEA, 2005). Elle est devenue un problème planétaire depuis quelques décennies. L'importance et la dimension de la dégradation des écosystèmes varient suivant le niveau de développement des pays, des régions ou même des communautés (WRI, 2008).

Dans la plupart des pays tropicaux, la satisfaction des besoins alimentaires et économiques des populations toujours croissantes se fait à travers l'exploitation des ressources naturelles. On admettait en 1980 qu'environ 200 millions d'habitants des pays tropicaux vivent de l'agriculture itinérante sur brûlis, ce qui entraine la destruction de plusieurs centaines de milliers d'hectares de formations naturelles (Gény et *al.*, 1992). Ainsi, l'homme joue un rôle de premier plan dans la modification de l'environnement global. Au début des années 1990, près de 40 % de la surface terrestre avaient été convertis en terres cultivées et en pâturages permanents au détriment des forêts et des prairies (WRI, 1998). L'effectif sans cesse croissant des populations a entrainé une pression considérable sur les ressources à cause de la corrélation positive entre cet accroissement démographique et les demandes en emblavures agricoles, en sécurité alimentaire et en énergie combustible (Oloukoï, 2012).

Le Bénin dispose de ressources naturelles très favorables au développement de l'agriculture. D'après les résultats de l'inventaire des potentialités agricoles de 2008, le Bénin disposerait de quelques 4 757 000 ha de terres cultivables dont seulement 35 % sont actuellement exploitées. L'agriculture participe à hauteur de 39 % à la formation du PIB et 90 % des recettes d'exportation du pays (Mondé, 2008 ; INSAE, 2012 ; Zakari et *al.*, 2012).

Malgré cette forte dépendance, l'agriculture béninoise n'est pas en mesure d'assurer une sécurité alimentaire durable à la population (Kadjègbin, 2014). Les systèmes agropastoraux restent dépendant du temps : climat, durée des processus biologiques de formation des plantes, périssabilité de nombreux produits agricoles, etc.

Selon l'activité exercée, la terre, l'eau, les pâturages et la main-d'œuvre constituent au Bénin, les facteurs de production essentiels pour les populations rurales. Ainsi, les besoins en ressources alimentaires et en revenus financiers concourent à maintes sollicitations des terres à but agricole au Bénin. Or, à l'instar de tous les pays de l'Afrique au sud du Sahara, le Bénin subit depuis plusieurs décennies, une baisse de sa pluviométrie et des pressions de plus en plus importantes sur les ressources naturelles (Hountondji et *al.*, 2009). Les effets combinés de la croissance démographique (3,25% entre 1979 et 2002 ; INSAE, 2003 et 3,5 entre 2002 et 2013 ; INSAE, 2015) et les perturbations climatiques ont affecté le système bio-productif et induit la dégradation des terres qui se manifeste sous différentes formes suivant le milieu physique et les systèmes de production dans les différentes zones agro-écologiques (Amadji et *al.*, 2014).

Le coût des distorsions induites par la dégradation des terres dans le fonctionnement des systèmes de production traditionnels dépasserait quarante-deux (42) milliards de dollars/an dans le monde entier (Dregne et *al.*, 1992), sans compter les coûts cachés, liés à l'utilisation accrue de fertilisants, la perte de biodiversité et de paysages uniques.

Une étude commandée par le Mécanisme Mondial a estimé que la dégradation des terres provoquait une diminution de 3 à 5 % du PIB agricole dans le monde (Berry et *al*, 2003). Les pertes sont très différentes d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays, atteignant des valeurs d'au moins 6,6 % au Paraguay et 24 % au Guatemala (Morales et *al.*, 2012). Il s'en suit une aggravation des difficultés socio-économiques, l'insécurité alimentaire, les migrations, la réduction des options de développement et la dégradation des écosystèmes.

En Afrique, le Comité Scientifique Français de la Désertification (CSFD) a évalué le coût économique de la dégradation des terres à environ 502,30263 milliards de FCFA (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2009). Au niveau des pays touchés, le coût économique est estimé entre 1 et 9 % du PIB agricole. L'incidence des dégradations liées à l'érosion s'est traduite par une baisse des rendements de l'ordre de 2 à 40 % avec une moyenne de 8,2 % pour le continent (Den Biggelaar et *al.*,

2004). Scherr et *al.* (1997) estiment que s'il n'était pas mis un frein à l'érosion accélérée, les diminutions de rendement vers 2020 seraient de 16,5 % pour tout le continent et de 14,5 % pour l'Afrique subsaharienne. Au Ghana par exemple, la dégradation des terres réduira le revenu agricole de 4,2 milliards de dollars, soit environ 5 % du PIB agricole de la décennie 2006-2015 (Diao et *al.*, 2007).

Au niveau mondial, il y a une corrélation positive entre pauvreté et dégradation des terres. Environ 42 % des personnes pauvres dans le monde dépendent de zones dégradées ou marginales pour assurer leur subsistance, par rapport à 32 % des modérément pauvres et 15 % des non-pauvres (Nachtergaele et *al.*, 2010). En effet, la pauvreté est à la fois une cause et une conséquence de la dégradation des terres agricoles. Les ménages les plus pauvres et les plus vulnérables dans les pays en développement sont souvent les plus touchés par les répercussions de la dégradation des terres. Ceci est en grande partie dû au fait que leurs moyens de subsistance sont étroitement liés à la base aux ressources naturelles (CNULCD, 2013). Les pauvres ne sont pas seulement touchés par les coûts directs liés à la « dépendance » de terres dégradées. Une fois que les terres sont dégradées, cette dégradation entraîne des boucles de rétroaction négative, qui influencent ensuite des processus naturels plus larges (Von Braun et *al.*, 2012). La pauvreté pousse les populations à exploiter leur environnement de manière non durable, en raison de l'insuffisance des richesses, de l'inadéquation des droits de propriété et de l'accès limité au marché, aux sources de micro-financement, aux technologies améliorées, aux infrastructures et services sociaux de base, ce qui les empêche d'investir dans la gestion de l'environnement. Selon les estimations de l'INSAE (2012), l'incidence de la pauvreté au Bénin était de 39,7 % en 2011 et la pauvreté touche essentiellement les populations vivant en milieu rural, qui tirent leur subsistance de l'agriculture et de l'élevage. La combinaison des réalités climatiques et des pratiques agricoles et pastorales non durables se traduit par des niveaux élevés de dégradation des terres agricoles. Ce phénomène contribue également à exacerber la pauvreté.

Malgré le premier rang qu'occupe le coton dans les exportations au Bénin, l'incidence de la pauvreté est particulièrement élevée dans les zones productrices de

coton, notamment les départements du Borgou-Alibori (FIDA, 2006). Cette conception d'une relation interactive entre la pauvreté et l'environnement est également évoqué par Tovo (1995) qui affirme qu'à l'allure où vont les choses, ce sont les pauvres qui seront à la fois les principales victimes et les principaux auteurs de la dégradation de l'environnement au Bénin.

La terre étant le principal facteur de production, sa dégradation devient de plus en plus un enjeu majeur pour le développement du secteur agricole au Bénin, la principale stratégie actuelle d'accroissement des revenus agricoles reposant sur l'augmentation des superficies cultivées.

La situation est quasi identique dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les activités quotidiennes des populations affectent négativement le système bio-productif avec une baisse de plus en plus prononcée de la fertilité des sols. Par conséquent, on enregistre une baisse des rendements face à une population sans cesse croissante, ce qui constitue de graves préjudices à la réalisation des objectifs d'amélioration de la productivité et de la compétitivité du secteur agricole et rural.

L'analyse des indicateurs de l'insécurité alimentaire dans lesdites Communes montre l'existence de deux (02) types d'insécurité alimentaire : insécurité alimentaire modérée dans chacune des deux (02) communes avec respectivement 42,58 % à Dassa-Zoumé contre 42,74 % à Glazoué, et insécurité alimentaire grave avec respectivement 08,38 % à Dassa-Zoumé contre 05,64 % à Glazoué (Kadjègbin, 2014).

La présente thèse ambitionne de faire une analyse géographique de la dégradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué afin de comprendre les mécanismes qui les sous-tendent et leurs incidences socio-économiques sur les ménages de cette aire géographique.

La thèse est structurée en trois parties et sept chapitres. La première partie est consacrée aux fondements de l'étude à travers le cadre théorique (chapitre 1) et la démarche de recherche (chapitre 2). Les caractéristiques physiques et humaines qui sous-tendent la production agricole (chapitre 3) de même que les causes et manifestations de la dégradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-

Zoumé et de Glazoué (chapitres 4 et 5) forment l'ossature de la seconde partie et, la troisième partie aborde les implications économiques et sociales de la dégradation des terres agricoles (chapitre 6), de même que les stratégies développées par les différents acteurs pour une gestion durable des terres (chapitre 7).

PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET METHODES DE RECHERCHE

La terre, un des facteurs de production se distingue des autres facteurs par les différents rapports liant l'homme à son espace. Ces rapports, en termes d'activité agricole, dépassent le simple support physique pour s'étendre au système foncier qui détermine les modalités d'appropriation de la terre et des ressources naturelles, et la sécurité des droits sur celles - ci (FAO, 1999).

Mais la terre, en devenant progressivement un facteur de production rare, apparaît aujourd'hui comme l'un des enjeux d'importance pour les communautés paysannes (Faure, 1990). Il se pose alors un problème de sécurisation des terres pour une croissance accrue de la production.

Des informations actuelles, pertinentes et fiables concernant la dégradation des terres sont nécessaires au niveau local et national voire continental afin de restaurer, de protéger et de gérer durablement les ressources en terres, notamment étant donné les incertitudes que font naître les changements climatiques et les impacts des pressions humaines croissantes (Dewitte et *al.*, 2012).

Dans cette partie, il est présenté la problématique de cette thèse, la clarification des concepts clés utilisés et la synthèse de la revue de la littérature sur la dégradation des terres. De même, il est décrit la démarche utilisée en vue d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de cette recherche.

CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE

Le présent chapitre aborde la problématique du sujet, les hypothèses, les objectifs et la clarification des concepts. De même, le point des connaissances des travaux effectués sur les différents aspects du sujet a été effectué à travers une synthèse bibliographique.

1.1 Problématique

1.1.1 Justification du sujet

L'agriculture est l'une des sources principales de nourriture, d'emplois et de revenus dont dépend la majeure partie de l'humanité pour se procurer durablement des moyens d'existence (BM, 2007). Les terres cultivables ont été de tout temps, le support de la production agricole. Sans elles, point de culture. C'est certainement à cause du caractère fondamental de leur rôle dans la production agricole, que les terres cultivables font l'objet de sollicitation accrue de la part de la population rurale et même de la part des citadins (Sounon Bouko, 2010). Ainsi, la dégradation des terres agricoles compromet les moyens de subsistance d'un milliard d'habitants de la planète (FEM/ FIDA, 2002). Selon la FAO (2011), un quart des ressources en terre du monde sont dans un état de dégradation extrême, 8 % sont modérément dégradées, 36 % sont stables ou légèrement dégradées et 10 % sont "en cours de bonification". Certaines régions du monde sont plus touchées que d'autres. En Afrique par exemple, jusqu'aux deux tiers de la superficie productive sont concernés par la dégradation des terres (TerrAfrica, 2012).

Ce phénomène frappe tout particulièrement le continent africain en raison de sa forte vulnérabilité: grande proportion de zones arides, semi-arides et humides sensibles à la dégradation, périodes de sécheresse pouvant s'étendre sur plusieurs années successives, perte de fertilité, érosion, grande sensibilité des productions agricoles et de l'élevage aux déficits pluviométriques, part importante de la production agricole dans le PIB, augmentation continue de la population, instabilité des prix agricoles, baisse des revenus et augmentation de la pauvreté (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2009).

Le développement équilibré et durable de l'espace national, articulé avec l'essor de l'agriculture, est une priorité affichée par le gouvernement béninois. Ce dernier entend poursuivre et renforcer le processus de décentralisation, la réforme foncière, la gestion de l'environnement et des ressources naturelles tout en faisant du Bénin une puissance agricole dynamique à l'horizon 2025. Ces objectifs ont été réaffirmés dans la politique nationale de sécurisation foncière et le Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole, tous deux adoptés en 2011.

Dès lors, il est indispensable de penser à la mise en place d'un système agricole durable. Un tel système suppose l'aménagement et la conservation du capital en ressources naturelles ainsi qu'une orientation des progrès techniques et institutionnels propres à garantir la satisfaction continue des besoins des générations présentes et futures (Martin et *al.*, 1998). Ce système durable permettrait la conservation des ressources en terre et en eau et des ressources génétiques végétales et animales, en vue de garantir ‘’un environnement économiquement viable et socialement acceptable’’ (FAO, 2001).

En effet, le secteur agricole occupe une place prépondérante dans l'économie béninoise. Moteur de la croissance économique du pays, il est caractérisé par la prédominance d'exploitations familiales dont l'essentiel de la production est orienté vers l'autosubsistance. Globalement, l'agriculture occupe au Bénin, plus de 70 % de la population active, contribue à 40 % du Produit Intérieur Brut (PIB) et assure près de 90 % des exportations (MAEP, 2009). Malgré cette forte dépendance, l'agriculture béninoise n'arrive pas encore à satisfaire la demande nationale. Si les crises alimentaires n'ont pas encore atteint l'ampleur des pays sahéliens, il n'en demeure pas moins que le pays est souvent confronté à de déficits alimentaires (Kadjègbin, 2014). Entre 1976 et 1997, environ 46 % des béninois ont connu une pénurie alimentaire suite aux sécheresses (Afouda, 1990 ; Odjo, 1997 ; Boko, 1998). Certaines couches de la population sont en permanence dans la menace d'une insécurité alimentaire à cause des difficultés d'accès aux ressources, des aléas climatiques, de l'enclavement des zones de production et des pratiques culturales inappropriées qui entraînent l'appauvrissement des sols (Kadjègbin, 2014).

L’un des problèmes assez préoccupants de l’agriculture béninoise est le faible rendement de la production agricole qui est restée presque stable au cours des deux dernières décennies, alors que les besoins de la population ont continué à augmenter, du fait de la croissance démographique (Ahomadikpohou, 2015). Les populations en quête d’espaces cultivables et de pâturages pour améliorer les productions, exercent des pressions importantes sur les terres qui conduisent à la saturation foncière, à la dégradation des sols et des ressources ligneuses (Van Den Akker et *al*. 2010).

Les Communes de Dassa-Zoumè et de Glazoué ne sont pas épargnées par cette situation. Faisant partie de la zone agro-écologique du centre Bénin qualifié de ‘’grenier’’ agricole, ces deux communes n’arrivent pourtant plus à nourrir ses populations (Kadjègbin, 2014).

Les exploitants agricoles se plaignent de la "fatigue" de leurs sols parce qu'ils constatent que les rendements agricoles baissent considérablement malgré des investissements en temps de travail de plus en plus élevés (Agossou et Igué, 2002). En effet, le déclin des rendements de cultures résulte de la dégradation progressive des terres qui ont déjà naturellement une faible fertilité (Amadji et *al.*, 2014).

La situation est d’autant plus préoccupante qu’au cours du processus d’élaboration des documents de planification locale (Plans de Développement Communaux), conduit suivant une démarche méthodologique particulièrement participative, un accent particulier a été mis par les exploitants agricoles, sur les enjeux environnementaux, la gestion durable des ressources naturelles et la restauration des terres agricoles dégradées. Le diagnostic posé dans les PDC des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué exprime donc clairement le besoin d'améliorer la productivité des terres agricoles et la préservation de l’environnement.

Toute intervention visant une gestion durable des terres exige, des recherches approfondies en amont pour répertorier l’ensemble des facteurs impliqués de façon directe ou indirecte dans l’évolution du phénomène, surtout chercher à savoir comment ces facteurs se conjuguent et interagissent dans le temps et dans l’espace et évaluer ses impacts sur les populations. Fort de ce qui précède, la recherche s’est

intéressée à la question suivante. Quels sont les fondements et implications de la dégradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ?

De cette question principale, se dégagent les préoccupations ci-après:

- quels sont les principaux déterminants de la dégradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ?
- quel est l'état actuel de la dégradation des terres agricoles dans ces deux communes?
- quelles sont les effets économiques et sociaux de la dégradation des terres agricoles dans ce milieu?
- quelles sont les stratégies développées par les acteurs pour une gestion durable des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ?

Les préoccupations de la thèse, déclinées en questionnements sont abordées à travers une démarche ayant pour cadre géographique la zone agro-écologique du centre Bénin et plus particulièrement les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Il est donc nécessaire d'expliquer le choix porté sur ces deux communes.

1.1.2 Justification du choix du milieu d'étude

Le milieu de recherche est situé dans la zone agro-écologique du Centre Bénin (zone V), entre 1°41' et 2°39'de longitude est et entre 7°27' et 8°31' de latitude Nord. Le choix de cette partie du Bénin est fondé sur quatre (04) éléments à savoir: zone de transition climatique, de colonisation agricole à relief relativement accidenté et qui enregistre une forte exploitation forestière.

- **Un espace de transition climatique**

Les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué correspondent à une zone de transition entre le climat subéquatorial au sud et le climat soudanien au nord. De ce fait, le milieu d'étude présente des caractéristiques météorologiques intermédiaires entre deux types de climat, ce qui l'expose davantage à une fragilité climatique (LECREDE, 1996). Il paraît donc opportun d'analyser l'influence de cette fragilité climatique sur la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

- **Un espace de colonisation agricole**

Le milieu d'étude est aussi une zone de transition agro-écologique dont les caractéristiques lui confèrent un attrait particulier pour l'exploitation agricole et forestière. Le territoire dispose d'une importante superficie de terres cultivables et de bas-fonds aménageables pour le maraichage, la pisciculture et la riziculture. Ainsi, les paysans des régions densément peuplées du Sud (Abomey, Bohicon, Za-Kpota, Houègbo) d'une part, et ceux en provenance du Nord-Ouest (Matéri, Cobly, Boukoumbé, Tanguiéta, Ouaké) ou les terres agricoles sont rares d'autre part participent notamment depuis les années soixante- dix aux processus de colonisation agricole de la région du centre. A la recherche de nouvelles terres agricoles, ceux-ci viennent s'installer de façon spontanée ou organisée dans les milieux ruraux vacants et propices aux activités agricoles. L'installation des colons agricoles s'est traduite par une extension de l'occupation de l'espace rural, entraînant avec elle, le rétrécissement des espaces vacants et l'augmentation des déboisements. De ce fait, le milieu d'étude enregistre continuellement de fortes perturbations, depuis une vingtaine d'années, dont les manifestations apparentes se rapportent à la dégradation du couvert végétal. L'agriculture extensive, l'exploitation incontrôlée des ressources naturelles, les feux de végétation, etc., sont les facteurs anthropiques les plus indexés jusque-là quand il s'agit de "diagnostiquer" l'évolution régressive des écosystèmes dans cette région (Sounon Bouko, 2010). La pression sur les terres cultivables est donc accélérée dans le milieu d'étude par un effectif croissant de migrants venus du plateau d'Abomey et des régions septentrionales affectées par une dégradation avancée des terres fertiles. Ainsi, les superficies emblavées sont passées de 79 121 ha au cours de la campagne 2002-2003 à 138 198 ha pour la campagne agricole 2011-2012 soit un accroissement de 42,75 % en 10 ans. Il paraît donc nécessaire d'analyser l'impact des pratiques agricoles sur la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

- **Un espace à relief relativement accidenté**

Les pentes du milieu d'étude sont généralement comprises entre 2 et 5 %. Toutefois, il importe de noter la présence de versants possédant une déclivité

supérieure à 15 % voire même 60 % (MEPN/PAGEFCOM, 2010). Ces fortes pentes favorisent l'érosion des sols. Il paraît donc opportun d'analyser l'impact de la topographie sur la dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude.

- **Un espace de forte exploitation forestière**

Le milieu d'étude connait depuis environ deux décennies un regain d'intérêt pour l'exploitation des ligneux en vue de la production du charbon de bois ou de bois d'œuvre. Les pratiques de fabrication de charbon de bois en cours et qui reposent exclusivement sur la coupe des bois verts, impactent négativement le couvert végétal. Le deuxième facteur bien identifié sur le terrain et qui affecte sérieusement l'équilibre écologique fragile du milieu d'étude est la coupe de bois d'œuvre destinés à l'exportation. Les espèces marchandes qui sont fortement en exploitation sont: Kosso (*Pterocarpus erinaceus*, Bois de Veine), Kpakpa (*Afzelia africana*), Zatin (*Daniellia oliveri*) et Hètin (*Zanthoxylum zanthoxyloides* ou Fagara). Ces essences forestières sont exportées vers la Chine, l'Inde ou le Pakistan (GIC/PAGDT, 2014). Par rapport au cycle de vie de ces arbres (plus de trente ans avant d'avoir une valeur marchande en bois d'œuvre), le rythme des coupes en cours et la quasi absence de plantation des arbres en remplacement provoque un déséquilibre de l'écosystème du milieu d'étude. Il paraît donc nécessaire d'analyser l'impact de l'exploitation des ligneux sur la dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude.

Quelles sont alors les hypothèses qui soutendent cette recherche ?

1.2 Hypothèses du travail

Cette recherche est basée sur l'hypothèse principale suivante : « les terres agricoles connaissent une évolution essentiellement régressive dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué principalement sous l'effet des pressions anthropiques ; ce qui engendre des pertes de revenus aux producteurs».

Cette hypothèse générale est subdivisée en quatre hypothèses spécifiques à savoir :

- les pratiques agropastorales et d'exploitation forestière actuelles sont les principaux vecteurs de la dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude ;

- les terres agricoles du milieu d'étude sont à un niveau de dégradation élevé ;
- la dégradation des terres engendre une perte de plus de 50 % des revenus agricoles ;
- les producteurs agricoles développent des stratégies peu efficaces pour faire face à la dégradation des terres.

Les hypothèses ainsi formulées ont permis de formuler les objectifs de la recherche.

1.3 Objectifs de la recherche

La présente recherche vise de façon globale à « caractériser les causes de la dégradation des terres agricoles et ses effets économiques et sociales dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Bénin ».

Il s'agit de façon spécifique de :

- analyser les facteurs de dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude ;
- déterminer le niveau de dégradation des terres agricoles du milieu d'étude ;
- caractériser les implications économiques et sociales de la dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude ;
- examiner les stratégies développées par les producteurs agricoles pour faire face à la dégradation des terres.

Le contenu du tableau I permet de mieux cerner le cadre logique de la thèse.

Tableau I: Synthèse des hypothèses de travail, objectifs de l'étude et questions de recherche

Question principale : Quels sont les fondements et implications de la dégradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ?		
Hypothèse principale : Les terres agricoles connaissent une évolution essentiellement régressive dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué principalement sous l'effet des pressions anthropiques, ce qui engendre des pertes de revenus aux producteurs.		
Objectif général : Caractériser les causes de la manifestation de la dégradation des terres agricoles et ses impacts sur les ménages des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Bénin.		
Questions de recherche	**Hypothèses spécifiques**	**Objectifs spécifiques**
QR1.1 : Quels sont les déterminants de la dégradation des terres agricoles ?	**H1 :** Les pratiques agropastorales et d'exploitation forestière actuelles sont les principales sources de dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude	**OS1 :** Analyser les facteurs de dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude
QR2.1 : Quelle est l'état actuel de la dégradation des terres agricoles ?	**H2 :** Les terres agricoles du milieu d'étude sont à un niveau élevé de dégradation	**OS2 :** Déterminer le niveau de dégradation des terres agricoles du milieu d'étude
QR3.1 : Quelles sont les impacts économiques de la dégradation des terres agricoles ?	**H3** : La dégradation des terres engendre une perte de plus de 50 % des revenus agricoles.	**OS3** : Caractériser les incidences économiques de la dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude
QR4.1 : Quelles sont les stratégies développées par les producteurs pour faire face à la dégradation de leur terre ?	**H4 :** Les producteurs agricoles développent des stratégies peu efficaces pour faire face à la dégradation des terres	**OS4** : Examiner les stratégies développées par les producteurs pour faire face à la dégradation des terres

Ce cadre logique a permis d'identifier les concepts clés et les théories sur lesquelles reposent cette recherche.

1.4 Clarification des concepts et théories

1.4.1 Clarification des concepts structurants de la recherche

Dans le processus de réalisation du présent travail, il est apparu opportun de clarifier certains concepts afin de circonscrire le champ sémantique du thème, étant entendu que les mots n'ont souvent de sens que par rapport au contexte de leur emploi.

Terre: La terre est la « partie de la surface terrestre qui englobe toutes les composantes naturelles, normalement stables ou ayant une dynamique cyclique prévisible, qui sont situées au-dessus et en-dessous de cette surface. Ces composantes sont le sol, l'atmosphère et le climat, les formes du modelé, le matériau originel du sol, l'eau, la faune, la végétation, les résultats d'activités humaines présentes ou passées, dans la mesure où elles ont des conséquences significatives sur l'utilisation actuelle et future du terrain par l'Homme » (Brabant, 1991).

Le concept de « terre » est plus large que celui de « sol ». En effet, le « sol » constitue l'objet principal du concept de « terre ». Le sol est le « *produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent* » (Lozet et Mathieu, 1990). Le sol a donc la dimension d'un volume. Son sens est proche de celui du terme anglais « soil ».

Dans le cadre de la présente recherche, le terme de « terre » est employé avec un sens plus proche du terme anglais « land ». Il inclut le sol tel que précédemment défini mais accorde une forte importance à la manière dont ce sol est couvert et dont l'homme le gère. Les terres agricoles sont celles arables.

Dégradation *:* La dégradation est définie comme un infléchissement du potentiel des ressources, du fait d'un ou d'une série de phénomène(s) agissant sur la terre, à savoir : l'érosion hydrique et éolienne et l'envasement provoqué par l'eau et le vent, la régression à long terme de la végétation naturelle ou l'approvisionnement de sa biodiversité, le cas échéant et la salinisation et l'alcanisation (PNUE, 1991).

Selon George (1978), la dégradation est la transformation ou l'évolution négative (érosion, destruction, décomposition, etc.) d'une plante ou d'un sol. Il désigne aussi un processus naturel ou provoqué, destructeur de l'équilibre d'un sol entre profil, végétation et milieu (Lambin, 2001). La dégradation peut être aussi vue comme une destruction irrémédiable ou comme une étape de décomposition d'un système précédent une réorganisation suivant de nouveaux critères et donc un élément structurant.

Dans le cadre de la présente recherche, le terme dégradation se définit comme une destruction ou une détérioration d'un système.

Dégradation des terres: L'article 1 de la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (CNUCLCD, 1995) définit la dégradation des terres comme «la diminution ou la disparition, dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment de phénomènes dus à l'activité de l'homme et à ses modes de peuplement, tels que : i) l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau ; (ii) la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou économiques du sol ; et (iii) la disparition à long terme de la végétation naturelle ».

La dégradation des terres est : « toute forme de détérioration du potentiel naturel des sols qui altère l'intégrité de l'écosystème soit en réduisant sa productivité écologiquement durable, soit en amoindrissant sa richesse biologique originelle et sa capacité de résilience » (FEM, 2005).

La dégradation des terres doit être située dans un contexte spatial, temporel, économique et social. En fonction du contexte, l'idée qu'on a de la dégradation varie.

Dans le cadre de la présente recherche, la dégradation des terres est le processus qui réduit ou qui détruit la capacité des terres pour la production agricole, végétale, animale et forestière.

Impact: Le mot « impact » vient du latin « impactus », du participe passé de « impigue », signifiant heurté. D'un point de vue strictement écologique, les impacts sont décrits comme des déviations de dynamiques naturelles d'évolution aboutissant à des modifications de l'état théorique d'écosystème (Landreau, 2004). Pour Poutrel et Wasserman (1977) cité par Vodounou (2002), un impact est une perturbation engendrée par une action sur les composantes du milieu. L'impact représente les effets sur le milieu résultant d'un niveau de pollution (de l'air, de l'eau ou du sol)

dépassant le niveau admissible. Les effets directs ou indirects doivent être appréciés à court, moyen et long terme. Il peut s'agir également des effets positifs engendrés par les activités ou projets des hommes. En réalité, ils sont les effets à long terme d'une activité.

Dans le cadre de cette recherche, l'impact est défini comme étant '' toute modification quantitative, qualitative et fonctionnelle, positive ou négative, subie par tout ou une partie d'un système (cible) à la suite d'un choc ou stress externe (d'origine anthropique ou naturelle), et dont la magnitude dépend de la valeur et de la vulnérabilité du système qui est la cible''. L'impact amène la cible à un état futur différent de ce qu'il aurait été dans sa tendance d'évolution ''normale''.
Il résulte qu'un impact peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur un objet pris dans le sens large du terme (c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains), en comparaison de la situation probable advenant la non-réalisation d'un projet (Wathern, 1988). Dans cette recherche, c'est l'ensemble des incidences ou des conséquences négatives que peut avoir la dégradation des terres agricoles sur le bien-être des ménages.

Espace : La notion d'espace est définie selon Lévy et Lussault (2013) comme lieu plus ou moins délimité, où peut se situer quelque chose ; c'est une surface délimitée. Ce concept peut être suivi d'un adjectif pour désigner expressément un milieu. Ainsi, « *l'espace agricole, défini comme l'étendue exploitée à des fins de production, de récoltes de plantes cultivées ou d'élevage de bétail, occupe une fraction plus ou moins étendue de la surface totale, suivant la plus ou moins grande extension de terrains naturellement stériles, dans les conditions techniques actuelles du milieu, et suivant l'intensité de l'effort de mobilisation du potentiel productif propre à chaque société* » (George et Verger, 2013). L'espace agricole se définit comme l'espace utilisé au cours d'une année prise comme référence. En revanche, l'espace rural désigne le paysage rural comportant les secteurs plantés, les terres labourés aux cultures, les pâturages ou jachères, les marais, la forêt, la savane, etc. Il s'agit donc de l'espace où prédominent les activités agricoles et qui

s'étend au-delà des périphéries des villes. Dans le contexte administratif national, l'espace rural s'oppose à l'espace urbain, cadre spatial de chaque chef-lieu de commune où se développent plus naturellement les activités tertiaires et parfois secondaires.

Système de production : C'est la combinaison des facteurs de production et la production elle-même dans une exploitation agricole. Selon Adjiou (1987), les systèmes de production sont les expressions concrètes de choix des agriculteurs, étant donné les conditions naturelles, la capacité productive de l'outillage agricole en relation étroite avec les méthodes de production et enfin les possibilités du marché. Pour Gnanho (2008), le système de production met en exergue les technologies utilisées et les types de travaux effectués. Il concerne aussi les modes de transmission des ressources entre les générations, les technologies ou le savoir-faire caractérisant l'exploitation (Biaou, 1997 cité par Hounkanrin, 2015). Les systèmes de production sont souvent des ensembles interdépendants dont la variété des ressources naturelles, le capital humain, social et financier permettent aux exploitants l'usage des outils appropriés, et la pratique des techniques de production et de transformation après récolte, de sorte qu'à côté des cultures et de l'élevage, les activités de subsistance des ménages peuvent inclure la pêche, l'agroforesterie, la chasse et la cueillette. Un système de production est fortement influencé par l'environnement rural extérieur caractérisé par les stratégies politiques, les institutions, les marchés et les liens avec l'information. Par contre, un système d'exploitation agricole est défini comme un ensemble de systèmes de production individuels qui ont généralement des ressources de base, des modes opératoires, des moyens de subsistance des ménages et des contraintes semblables, et pour lesquels des stratégies de développement et des interventions semblables seront appropriées (Dixon et *al*, 2001).

Le système de production regroupe plusieurs sous-systèmes dont le système de culture, le système d'élevage et le système de transformation de matières premières. Le système de culture se définit par une surface de terrain traitée de manière

homogène par des cultures avec leur ordre de succession et par les itinéraires techniques qui leur sont appliqués (Adégbidi, 1994).

En somme, la dégradation des terres agricoles est le processus qui réduit ou qui détruit la capacité des terres pour la production agricole, végétale, animale et forestière. Il s'agit d'un processus entrainant la détérioration des propriétés et des fonctions du sol. Les déterminants de la dégradation des terres agricoles sont les facteurs qui sous-tendent le phénomème. Ce sont les causes directes ou indirectes de la dégradation des terres agricoles.

Les différents concepts élucidés permettent de dégager les théories liées à cette thèse.

1.4.2 Théories liées aux concepts

Les concepts utilisés dans le cadre de cette thèse sont liés de façon transversale à certaines théories comme celle de l'innovation et de la diffusion puis celle des systèmes.

1.4.2.1 Théorie de l'innovation et de la diffusion

Le processus de transformation qui affecte le milieu physique et humain de l'espace rural au Bénin s'inscrit dans le cadre théorique de l'innovation et de la diffusion des techniques et technologies agricoles. Les systèmes de production en vigueur dans la zone agro-écologique du centre Bénin, résultent des diverses transformations et mutations aussi bien dans la pratique des activités que dans leur organisation spatiale. Ces transformations, souvent des réponses aux diverses contraintes naturelles, techniques et humaines que rencontrent les producteurs, peuvent relever de l'innovation ou simplement des stratégies d'adaptation des populations locales. Ces innovations et stratégies peuvent être internes, c'est-à-dire directement initiées et mises en œuvre par les paysans ou externes pour celles qui sont proposées par des projets, l'Etat ou les ONG.

L'adoption d'une innovation est consécutive à une prise de décision. Selon Van Den Ban et *al.* (1994) c'est un processus mental qui commence depuis le premier contact de l'individu avec l'innovation, jusqu'à l'étape de rejet ou d'acceptation. Rogers

(1995), explique que la diffusion est un processus par lequel une innovation est communiquée à tout moment aux membres d'un système social à travers certains canaux. Une innovation quant à elle, est une idée, une pratique ou objet perçu comme nouveau par un individu ou d'autres unités. Le modèle de diffusion de l'innovation stipule qu'une technologie a circulé de sa source vers les utilisateurs finaux par l'intermédiaire des agents. De plus, la diffusion de cette innovation par les utilisateurs potentiels est une fonction de la majorité des attributs personnels de l'utilisateur. Le processus de diffusion d'une innovation se produit dans le temps et consiste en une série d'actions. Rogers (1995) et Adams et *al* (1992) ont distingué cinq phases dans cette série dont la première est la connaissance ou la phase d'information. Cette phase est celle par laquelle une innovation est communiquée dans le temps à travers certains canaux parmi les membres d'un système social. La diffusion étant un type particulier de communication dans laquelle l'information échangée concerne des idées ou technologies nouvelles, l'efficacité du transfert d'innovation ainsi que son résultat dépendra donc du type de canal de communication utilisé.

On peut dès lors se poser la question de savoir comment le processus d'innovation et de diffusion des technologies ou stratégies d'adaptation s'opère dans le cadre de la gestion durable des terres au centre du Bénin.

1.4.2.2 Théorie générale des systèmes

L'analyse systémique en géographie s'ancre dans une tentative d'orienter cette discipline, science de l'interaction spatiale, par l'application de styles cognitifs adaptés, à prendre globalement en compte la dimension spatiale des problèmes à résoudre dans un écosystème sensible. Selon Atta (1994) cité par Kouassi (2000), tout espace géographique est une structure dont l'organisation est liée à plusieurs variables, la meilleure analyse ne peut être que globale, c'est-à-dire systémique. La théorie systémique affirme que tout est système, ou tout peut être conceptualisé selon une logique de système (Boundja, 2014).

Cette approche systémique, appliquée au milieu d'étude constitue un modèle qui conduit à une analyse de l'espace en interaction, c'est-à-dire soumis à un

déterminisme de relations entre potentialités agricoles, les formes d'organisation socioculturelle, les techniques et moyens de production agricole, la commercialisation des produits, le recyclage des revenus et la consommation. Cette approche a permis de vérifier les résultats obtenus en combinant entre autre, les éléments qui viennent d'être brièvement présentés dans l'espace d'étude. Il s'agit d'examiner l'action anthropique sur l'espace écologique du centre Bénin, soumis à des transformations irréversibles. L'analyse de la succession des actions menées par les acteurs pour produire, transformer, transporter, vendre et consommer est faite.

Ces différentes théories ont été abordées dans la littérature scientifique de même que les méthodes et outils utilisés dans l'analyse des questions relatives à la dégradation des terres.

1.5 Revue de littérature

Plusieurs travaux scientifiques ont abordé la problématique de la dégradation de l'environnement et celle des terres agricoles en particulier. Cette synthèse bibliographique fait d'une part le point des différentes méthodes utilisées pour cartographier, comprendre et évaluer les coûts sociaux et économiques de la dégradation des terres et d'autre part le point des connaissances sur certains concepts clés de la recherche.

1.5.1 Cartographie de la dégradation des terres

La cartographie de la dégradation des terres a été le plus souvent abordée sous l'angle de l'érosion. Néanmoins, certains auteurs ont tenté d'appréhender le phénomène dans sa globalité. Quatre grands types de méthodes sont utilisés pour évaluer et cartographier la dégradation des terres (Brabant et Cheverry, 2012):

1. Le recours aux « dires à titre d'expert », c'est-à-dire à des spécialistes de terrain, qui connaissent bien leur région et sont aptes à déceler les signes d'une détérioration de la qualité des sols. Pour couvrir la planète, de nombreux experts et des coordinateurs régionaux sont ainsi mobilisés. Ont-ils tous la même conception de ce qu'est la dégradation des sols ?
2. La télédétection, dont les progrès permettent de repérer des superficies de plus en plus petites révélant des signes de détérioration : érosion, salinisation

par exemple. Mais certains indicateurs, comme une diminution du taux de matière organique, ou une compaction des sols ne sont que rarement décelables sur ce type d'image. Les pollutions chimiques sont très difficiles à identifier.

3. L'analyse morphologique des sols. Les pédologues s'intéressent à la genèse des sols, à leur évolution, que ce soit dans le plan vertical (différenciation des sols en horizons) ou dans le plan latéral (évolution temporelle de la couverture pédologique) et se réfèrent à la taxonomie des sols qu'ils ont établie. Chaque catégorie de sol a en effet une sensibilité et une résilience particulière vis-à-vis des différents types de dégradation. Les pédologues accordent en outre une grande importance à la morphologie des sols, à leur « anatomie ». Un bon sol est pour eux comme un sol bien « organisé », avec une bonne porosité. La compaction sera donc fréquemment considérée comme un signe fort d'une dégradation de la qualité du sol. La stabilité de ce bon état structural sera logiquement une qualité complémentaire. Une bonne activité biologique décelable morphologiquement, liée par exemple à l'activité de la mésofaune (ver de terre) constituera un indicateur important à leurs yeux. Une cartographie pédologique détaillée reste un investissement précieux, mais très consommateur de temps et d'argent.
4. Les analyses chimiques, physiques, biologiques, sur des échantillons de sols. Ces dernières méthodes sont désormais sophistiquées, et assez bien standardisées à l'échelle planétaire. La mise au point récente d'indicateurs biologiques relatifs à la microflore du sol (empreintes moléculaires, profils d'acides gras phospholipidiques,...) et à la faune du sol (lombricidés, collemboles, acariens,…) constitue un progrès important. Mais, outre le coût de la collecte de cette batterie d'indicateurs, les incertitudes analytiques peuvent être du même ordre de grandeur que les variations temporelles que l'on espère mettre en évidence !

Ces différentes méthodes ont été utilisées sur tous les continents et particulièrement en Afrique.

Gueye (2013) a procédé à la cartographie de la dégradation des terres dans la région de Kaolack au Sénégal. L'approche utilisée est basée sur l'extraction d'information à partir d'images satellitaires (télédétection aérospatiale) qui permettent d'étudier tous les phénomènes visibles à la surface de la terre, et donc en particulier à la surface des sols nus ainsi que les diverses occupations du sol selon la saison ou l'année. Les images utilisées dans le cadre de ce travail couvrent une période d'observation allant de 1996 à 2010 soit 15 ans et sont de deux types :

- ALOS, 10 mètres de résolution, datant de 2010,
- SPOT, 20 mètres de résolution, datant des années 1996 et 2000.

Elles utilisent différents capteurs satellitaires : SPOT-4 et ALOS-AVNIR2. Les caractéristiques techniques de ces deux capteurs offrent une bonne résolution spatiale et une acquisition multi spectrale couvrant les spectres optiques du visible et du proche infrarouge. Certains travaux de terrain ont été réalisés dans le cadre de l'étude : i) séances de travail avec les différents acteurs concernés par la dégradation des terres dans la région de Kaolack, ii) identification des principales unités de sols devant faire l'objet de sondages en vue des analyses de laboratoire, prélèvement d'échantillons de sols, iii) géo-référencement des sites d'observation.

Pour dégager les différents niveaux de dégradation des terres dans le milieu d'étude, Gueye (2013) a eu recours au calcul des indices spectraux. Les paramètres utilisés sont de deux sortes : végétale et pédologique. Ainsi, l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et l'Indice de Végétation Transformé (TNDVI) ont été déterminés par rapport au paramètre végétal et l'Indice de brillance (IB) pour le paramètre pédologique.

L'indicateur le plus important en matière de végétation est l'indice de végétation qui donne des informations sur la végétation verte contenue dans l'image.

De très nombreux indices de végétation ont été construits et utilisés depuis maintenant une quarantaine d'années (Bannari et *al.*, 1995). Ils prennent la forme soit d'expressions très basiques (simple différence ou simple ratio), soit de formules beaucoup plus complexes. On a l'habitude de les classer en familles d'indices selon qu'ils prennent ou non en compte les facteurs externes aux couverts végétaux, tels

que l'influence de l'atmosphère, la contribution spectrale des sols, la teneur en eau des végétaux (indices de sécheresse), etc.

L'indice de végétation le plus connu et le plus utilisé est l'indice de végétation par différence normalisée ou indice de Tucker (NDVI en anglais) (Rouse et Haas, 1973 ; Tucker, 1979).

Les raisons de son utilisation fréquente tiennent principalement à sa simplicité de calcul, à son caractère normalisé et à sa réputation de moindre sensibilité vis à vis de facteurs externes tels que les propriétés optiques du sol, la géométrie de l'éclairement ou les effets atmosphériques.

Le NDVI se calcule avec les bandes Rouge et Proche Infra Rouge selon la formule (PIR-R)/(PIR+R). Son expression est la suivante :

$$NDVI = \frac{\text{PRIR}-\text{PR}}{\text{PRIR}+\text{PR}} \quad (1)$$

Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs plus élevées.

L'Indice de Végétation Transformé ou Transformed Normalized Difference Vegetation Index (TNDVI) (Deering et *al*., 1975), se calcule avec les bandes Rouge et Proche Infra Rouge selon la formule Sqrt {(Bande PIR-Bande R/Bande PIR+Bande R) + 0.5}. C'est un Indice semblable au NDVI qui permet d'étudier la biomasse.

L'Indice de Brillance (IB), quant à lui, est un indicateur de la teinte des sols nus et des roches. Son expression est la suivante:

$$IB = \sqrt{\text{PIR}^2 + \text{R}^2} \quad (2)$$

L'IB met en évidence :

- l'humidité des sols ;
- les rugosités de surface ;
- la couleur des sols ;

A la suite du calcul de ces trois indices, Gueye (2013) a procédé à la normalisation ou égalisation d'histogramme. En effet, l'approche étant qualitative, les valeurs de contraste des pixels obtenus lors des calculs des indices qui sont comprises dans des intervalles de valeurs différentes sont normalisées pour pouvoir les combiner et

procéder à une classification. La méthode de la transformation linéaire a été utilisée. Elle consiste en un étirement ou étalement des valeurs de tous les indices obtenus sur les nouveaux minimum (en général 0) et maximum (en général 255).

La combinaison des différents indices spectraux a permis à l'auteur d'obtenir un indice synthétique sur une image permettant d'apprécier les niveaux de dégradation. Le tableau II présente la classification des niveaux de dégradation.

Tableau II: Classification des niveaux de dégradation

Classes des réflectances	Degré de dégradation	Limite des classes (niveau de gris)
1	Très faible	0 à environ 55
2	Faible	55 à environ 100
3	Moyenne	100 à environ 150
4	Forte	150 à environ 200
5	Très forte	200 à 255

Source : Gueye, 2013

Au total, quatre (04) types de cartes de synthèse ont été produits par Gueye (2013) suite à cette classification:

- une carte de la dégradation des terres en 1996, 2000 et 2010 ;
- une carte de la dynamique de la dégradation de 1996-2000, 2000-2010 et 1996-2010 ;
- une carte de la vitesse de la dégradation des terres de 1996-2000, 2000-2010 ;
- une carte de la variation de la vitesse de la dégradation des terres de 1996-2000, 2000-2010.

L'approche utilisée par Gueye (2013) comporte des limites dont essentiellement : la qualité des images, la période d'acquisition des images, la durée des opérations techniques. A cause des différences d'échelle et de formats des données d'entrée, des problèmes de superposition des shapefiles, des données extraites des cartes et des images se posent. De plus, les types de classes des différentes occupations du sol (1985, 2002 et 2010) étant différents, leur comparaison ne peut se faire pour toutes les classes d'occupation des sols.

Brabant (2008) a développé une méthodologie de cartographie de la dégradation des terres. Cette méthode s'applique à différentes échelles : depuis l'exploitation agricole jusqu'à un pays tout entier. La procédure est surtout applicable en zone tropicale et subtropicale. Elle a été utilisée avec succès en Afrique et en Asie, à l'échelle nationale (Togo) et provinciale (Vietnam).

Le résultat est constitué d'une représentation cartographique de l'état de dégradation des terres. Cette carte est basée sur un seul indice synthétique d'état de dégradation.

Le principe de cette méthode est basé sur trois étapes :

- au laboratoire, il a été procédé à l'exploitation des données existantes sur le milieu naturel et le contexte socio-économique (cartes, archives, statistiques, données de terrain, …). Ces données ont permis de délimiter des unités physiographiques au sein du milieu d'étude qui constituent des polygones quand elles sont retranscrites sur une carte topographique. Chaque unité a pu ainsi être constituée d'un ou plusieurs polygones dispersés sur le terrain. L'exploitation d'images aériennes et satellitaires a permis d'affiner ce découpage selon l'utilisation et l'occupation des terres. Cette étape s'est conclue avec l'élaboration d'une carte provisoire de la zone à étudier divisée en polygones ;
- sur le terrain, il a été procédé à l'identification de trois indicateurs dans des sites tests préalablement sélectionnés au sein des polygones. Ces indicateurs sont : le type de dégradation, son extension et son intensité. Six variables complémentaires sont déterminées : vitesse de dégradation, tendance, historique, causes, vulnérabilité des sols, effets hors site. Chaque polygone défini dans l'étape 1 est ainsi caractérisé par ces trois indicateurs en plus de ses caractéristiques physiques, socio-économiques et modes d'exploitation des terres ;
- au laboratoire, il a été effectué un calcul de l'indice synthétique de dégradation des terres pour chacun des polygones à partir des trois indicateurs principaux. Cet indice est reporté dans chaque polygone de la carte provisoire et a permis d'établir la carte définitive. Le résultat est une

carte montrant un zonage du terrain. Chaque zone, représentée par un polygone, est caractérisée par un indice (indice synthétique) visualisé par un gradient de couleur selon l'intensité de la dégradation (allant de 1 à 5).

Trois indicateurs ont permis à Brabant (2008) de construire l'indice synthétique d'état de dégradation des terres.

- Indicateur 1 : les différents types de dégradation sont représentés par un symbole compréhensible au niveau international (par exemple Ws pour Water sheet erosion : érosion en nappe).
- Indicateur 2 : l'extension de la dégradation s'exprime en pourcentage de la superficie affectée par le type de dégradation dans la zone de terrain concernée. Cinq classes d'extension sont définies.
- Indicateur 3 : le degré de dégradation (ou stade de gravité) est défini selon cinq classes et un seuil lié aux possibilités de restauration des terres selon chaque type de dégradation.

La méthode est accompagnée de fiches proposant des indicateurs pour identifier sur le terrain 36 types de dégradation, leur extension et degré.

L'indice synthétique est constitué de deux indicateurs qualitatifs (type et degré) et d'un indicateur quantitatif (extension). Ainsi, l'Indice équivaut à (=) : classe de l'extension (1 à 5) + classe du degré (1 à 5).

La limite de l'approche mise en place par Brabant (2008) réside dans l'absence d'utilisation d'indices radiométriques. De plus, c'est une méthode qui nécessite assez de moyens donc coûteuse.

Le projet LADA (Land Degradation Assessment in Drylands project) a élaboré un cadre méthodologique et des outils pour l'évaluation et la cartographie de la dégradation/gestion durable des terres à l'échelle globale, à l'échelle nationale et à l'échelle locale (CSE, 2010).

Le principe sur lequel s'appuie le projet est que le niveau de dégradation ou de gestion durable d'une terre dépend largement des besoins et objectifs de l'exploitant, des itinéraires techniques, des moyens de production employés (main-d'œuvre, capital) et des niveaux de production atteints. Tout cela se structure à

travers les systèmes de production qui ne sont rien d'autre qu' « un ensemble structuré de moyens de production (travail, terre, équipement) combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs de l'exploitant (ou du chef de l'unité de production) et de sa famille » (Jouve, 1992).

La méthode utilisée par LADA est le recours aux « dires à titre d'expert ». L'identification des zones dégradées ou non est basée sur la perception des services techniques locaux, des paysans et de personnes ressources locales. Un outil a été développé à cet effet : le questionnaire pour l'évaluation de la dégradation des terres. L'administration de ce questionnaire aux différents acteurs a permis l'identification des principaux types de dégradations, leur étendue, degré, taux, causes et impacts sur les services des écosystèmes. Les résultats obtenus ont été organisés sous forme de tableaux matriciels Excel qui ont servis à l'élaboration des cartes.

Les limites de cette approche résident dans la compréhension des questions et la formulation des réponses par les enquêtés. De plus, l'évaluation devant se faire au même moment sur toute l'étendue du milieu d'étude, cela nécessite la mise en place de plusieurs équipes d'enquête avec des disparités dans la maîtrise des outils et par conséquent dans la qualité des informations recueillies.

Les différentes méthodes de cartographie de la dégradation des terres permettent de se rendre compte de l'ampleur du phénomène. Cette dégradation a un coût économique et social qui a été évalué par certains auteurs.

1.5.2 Evaluation des coûts de la dégradation des terres

Les ressources naturelles du point de vue économique constituent des biens « libres ». Les biens libres d'usage commun sont sans prix contrairement aux biens privés (Ba, 2006). L'exploitation non durable des biens environnementaux pose aujourd'hui la problématique de leur renouvellement et de leur pérennité. De plus, leur contrôle est à l'origine de plusieurs conflits entre les usagers. L'épuisement de ces biens appelle de plus en plus la mise en place de méthodes de gestion rationnelle et durable. Pour arriver à cette fin, l'évaluation économique s'avère être

une nécessité. L'absence d'un prix effectif sur le marché de ces biens a entraîné le développement de méthodes alternatives d'évaluation.

Plusieurs familles de techniques d'évaluation des biens environnementaux existent et reposent principalement sur l'analyse coûts-avantages (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2009). L'Analyse Coût Avantage (ACA) permet d'évaluer le coût des dommages évités par la mise en place d'une politique, et les bénéfices qui en découlent pour les consommateurs. Yelkouni (2010) classe les méthodes permettant cette évaluation en deux catégories:

- les méthodes utilisant des préférences révélées, déduites des comportements effectifs des individus sur le marché (changement de productivité, prix hédonistes, coûts de transport, dépense de protection) ;
- les méthodes utilisant des préférences exprimées en se basant sur les déclarations sur la valeur qu'ils attribuent à l'environnement (évaluation contingente, analyse conjointe).

L'évaluation directe des préférences révélées sur le marché réel est la plus simple (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2009). Le changement de productivité donne une information sur la variation de l'état de l'environnement ; cette information est directement mesurable via les variations de production de biens et services marchands. La valeur du bien environnemental est ici appréciée par sa contribution aux activités productives des agents économiques. L'évaluation par changement de productivité procède en deux étapes : détermination des effets physiques d'une variation de l'environnement sur l'activité économique ; mesure de la valeur monétaire de la fonction écologique endommagée.

La méthode des prix hédoniques repose sur l'idée selon laquelle la demande des consommateurs ne s'adresse pas au produit lui-même mais aux caractéristiques qu'il renferme. Elle tente d'établir la valeur d'un bien environnemental et de ses services en ayant recours à un marché de substitution (Rosen, 1974). Ce marché permet d'identifier les caractéristiques du bien environnemental qui sont valorisés par les individus. Par exemple, l'étude des prix de l'immobilier permet d'attribuer une valeur à la présence d'un parc alentour, ou de bruits et de pollution (Smith et Ching Huang, 1993). On obtient le consentement à payer des agents pour

privilégier ou éviter ces caractéristiques environnementales, puis le montant des bénéfices retirés d'une amélioration de l'environnement.

La méthode des coûts de remplacement postule qu'il est possible de remplacer des pertes de fonction productives du milieu naturel par du capital artificiel et que ce capital artificiel permettra de restaurer les fonctions perdues. Le prix de marché de ce capital artificiel permet d'attribuer une valeur à la perte environnementale. Cette évaluation doit être réaliste, c'est-à-dire que la solution de remplacement doit être la moins coûteuse parmi des solutions alternatives. Cette méthode est utile lorsque les données économiques et physiques sont difficiles à estimer ou à obtenir : le scénario de remplacement est indépendant des préférences des individus sur les marchés. Par exemple, lorsque les quantités de nutriments du sol sont connues, ainsi que leurs variations, il est possible d'attribuer une valeur en utilisant le prix des engrais commerciaux.

La méthode d'évaluation contingente révèle les préférences des individus, lesquelles servent de base pour l'évaluation des biens environnementaux (Willinger, 1996 ; Bateman et Turner, 1993). En général, on calcule la variation de bien-être c'est-à-dire l'ajustement de revenu nécessaire pour garder un niveau d'utilité constante, soit initiale, soit finale : pour un gain en bien-être (changement de quantité qui accroît l'utilité). Il s'agit du consentement à payer pour s'assurer de l'arrivée du changement, ou du consentement à recevoir si le gain n'arrive pas ; pour une perte en bien-être (changement de quantité qui diminue l'utilité). Il s'agit également du consentement à payer pour éviter que la perte n'arrive, ou du consentement à recevoir si la perte arrive. En pratique, des enquêtes sont effectuées auprès des individus leur demandant de déterminer le montant qu'ils sont prêts à payer ou à recevoir pour garder un même niveau de bien-être. Cette méthode présente de nombreuses limites : notamment, les résultats obtenus varient selon l'information dont dispose l'individu sur la ressource ; le consentement à payer diffère du consentement à recevoir, il lui est inférieur, lors de l'évaluation d'un même bien environnemental.

Comme tout bien environnemental, l'évaluation économique de la dégradation des terres est un problème aussi bien méthodologique que conceptuel (Bachta et

Mimoun, 2001). Le fait d'attribuer à la dégradation des terres une valeur monétaire est souvent une tâche délicate qui demande un travail d'évaluation hors marché ou un recours à des prix reconstitués (valeur d'option, prix hédonistes, coût d'opportunité, etc.).

Au nombre des méthodes retenues pour l'estimation de la valeur perdue sur les terrains agricoles et de parcours, figurent la perte en productivité, les coûts de remplacement et les pertes en terre (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2009).

La méthode des coûts de remplacement consiste à évaluer la quantité d'azote et de phosphore perdus à l'hectare et à leur attribuer un coût à partir du prix des engrais commerciaux disponibles sur le marché. Les mesures de la perte de productivité se fondent sur des techniques diverses allant du jugement d'expert à la modélisation. Certaines évaluations se fondent sur la mesure des pertes en terre à l'échelle d'un pays et en déduisent la perte de production d'après les rendements agricoles en céréales.

Dregne (1992) a utilisé la méthode des pertes de productivité pour évaluer les coûts de la dégradation des terres au niveau mondial. L'étude distingue trois types de terre en fonction des activités économiques qui s'y mènent : les surfaces irriguées (3 %), les zones de culture pluviale (9 %) et les pâturages (88 %). Des classes de degré de dégradation ont été ensuite définies (dégradation légère, dégradation modérée, dégradation sévère et dégradation très sévère) puis il est établit un lien entre les niveaux de dégradation et la perte de productivité des terres.

Selon Ouassa Kouaro (2008), la dégradation des terres engendre des coûts pour les producteurs, et partant, la dislocation de la structure familiale et des liens sociaux. Ainsi, pour calculer le coût de la dégradation des terres, Dregne (1992) n'a retenu qu'un niveau de dégradation : au moins modéré. L'auteur n'a pas pris en compte la dégradation légère dans son étude. La perte de revenus résultant d'une dégradation au moins modérée des terres a été estimée à 40 %.

La perte de productivité due à la dégradation des terres est donc ramenée à un prix qui est la valeur annuelle de la production agricole, culture ou bétail, perdue en raison de cette dégradation. Se fondant sur des études réalisées en Australie et aux

Etats Unis, Dregne (1992) évalue le coût de la perte de productivité comme ci-après :

- terres irriguées : 250 dollars par hectare selon une dégradation au moins modérée ;
- cultures pluviales : 38 dollars par hectare ;
- pâturages : 7 dollars par hectare.

Ces montants ont été ensuite multipliés par la superficie de terres au moins modérément dégradées dans chacune des catégories.

L'étude de Dregne (1992) est un travail de référence pour l'évaluation des coûts de la dégradation des terres. Les résultats obtenus sont cités dans la plupart des documents traitant de la dégradation des terres et de ses coûts. Cependant, certaines limites peuvent être relevées selon Requier-Desjardins et Bied-Charreton (2009).

- La mesure des surfaces dégradées est en premier lieu un élément contestable : en effet, Dregne estime à 70% le pourcentage des terres arides dégradées. Les études sur ces aspects sont rares et donnent des résultats disparates. Ainsi, l'étude GLASOD menée en 1991 porte à 20 % le taux de dégradation des sols des terres arides (Le Houérou, 1995). Toutefois, une étude d'impact menée en 2003 évalue à 10% le pourcentage des terres arides dégradées. Le Millenium Ecosystem Assessment (2005), retient un intervalle de 10 à 20% et reconnaît qu'une étude supplémentaire serait nécessaire. Ces différences sont donc imputables au fait que dans un cas, la dégradation du couvert végétal et des sols sont pris en compte tandis que dans les autres, seule la dégradation des sols est estimée.
- L'extrapolation des résultats des études microéconomiques menées en Australie et aux Etats-Unis à l'échelle mondiale est également sujette à caution : en effet, comment savoir si des mesures économiques valables pour ces régions sont applicables par exemple dans le cas des systèmes de production agricoles en Afrique.
- Le choix d'une perte de productivité de 40% dans le cas d'une dégradation au moins modérée est réfutable, et fait fi probablement de la diversité des

pertes de productivité réelles dues à la dégradation des terres, mais il permet de mener à bien le travail d'évaluation.

A partir des données issues des diverses études menées de 1986 à 2002, Berry et *al* (2003) ont évalué les coûts directs de la dégradation des terres en Ethiopie. Les auteurs montrent que ces coûts comprennent :

- les coûts des nutriments perdus avec l'érosion de la couche arable, ou les coûts de remplacement ;
- la perte de production due à la perte de ces nutriments et aux pertes en sols ;
- les coûts de la déforestation (perte de production en bois) ;
- les coûts dus à la perte de capacité de charge du bétail ;

Pour mener cette recherche, Berry et *al.* (2003) ont utilisé deux méthodes : la méthode des coûts de remplacement et la méthode de perte de productivité. Dans la mise en œuvre de la méthode de coûts de remplacement, seule la perte en azote en raison de l'érosion a été prise en compte.

Sarraf (2003) a mené, pour le compte de la Banque Mondiale, deux études sur l'évaluation des coûts des dommages liés à la dégradation de l'environnement au Maroc (2003a) et en Tunisie (2003b). Ces études évaluent les conséquences de la dégradation environnementale d'une part sur la santé et la qualité de vie et d'autre part sur le capital naturel. Six catégories environnementales sont distinguées : eau (a), air (b), sols, forêts et biodiversité (c), déchets (d), littoral (e), environnement global (f). Chaque catégorie environnementale est divisée en deux catégories économiques, impacts sur la santé et la qualité de vie ; impact sur le capital naturel.

L'évaluation comprend trois étapes : l'identification, la quantification et l'inventaire des dommages (par exemple l'érosion des sols) ; la quantification des impacts de la dégradation (comme la perte de productivité agricole) ; et l'évaluation monétaire de ces impacts.

L'auteur a utilisé la méthode des pertes de productivité dans l'évaluation des coûts de la dégradation des terres. Ainsi, ce sont les pertes de productivité agricole entraînées par l'érosion hydrique, par la salinisation et la désertification qui sont estimées. De la surface en terre perdue annuellement suite à ces phénomènes, on

dérive la production perdue *via* le rendement moyen du blé à l'hectare. Puis, la valeur de cette production perdue est estimée à partir du prix international du blé. L'étude distingue deux types de terre : les terres de culture et les terres de parcours.

Le coût de la dégradation des terres de cultures a été estimé à travers la valeur de la production agricole perdue suite à une diminution de la productivité de la terre. L'auteur évalue dans un premier temps l'étendue des surfaces dégradées. Deux degrés de dégradation sont distingués, plus de 50 % ou érosion modérée et moins de 50 % ou érosion légère, ainsi que les surfaces en terres de cultures correspondantes. La production perdue est obtenue à partir de la baisse associée des rendements en céréales. Le prix du blé au producteur est utilisé pour valoriser monétairement la production perdue.

Le coût de la dégradation des terres de parcours est estimé à partir de la valeur de la production fourragère perdue. Ainsi, l'auteur s'appuie sur la mesure des surfaces en parcours et la part des parcours dégradés ; 46 % des parcours steppiques et 19 % des parcours forestiers sont dégradés. Sur la base de la production fourragère par ha (en zone steppique et zone forestière), et des taux de perte fourragère retenus 6 % et 10 %, l'auteur évalue la fourchette du nombre d'Unités Fourragères (UF) perdues. En se basant sur le prix de l'orge, le coût de la production fourragère perdue suite à la dégradation des terres de parcours a été déterminé.

Ces deux études menées par Sarraf (2003) utilisent deux méthodes distinctes pour évaluer le coût de la dégradation des terres : dans le cas de la Tunisie, la surface perdue en terre sert de base au calcul de la production perdue ; dans celui du Maroc, c'est la perte de productivité liée à la dégradation des terres qui permet d'obtenir la perte de production. Dans les deux rapports, on ignore la source de la mesure des surfaces agricoles perdues et l'origine du choix des taux de perte de productivité utilisés.

Une évaluation du coût de la dégradation du sol faite également en Tunisie (Bachta et Mimoun, 2001), a utilisé deux méthodes (directe et indirecte) à savoir la méthode d'évaluation contingente et celle de la fonction de production.

L'évaluation contingente a été faite en trois phases (préparation, entretiens et traitement). L'idée est d'établir, avec les agriculteurs concernés par le problème de dégradation de leur sol, un marché contingent dont le bien à évaluer est la dégradation. La disposition des agriculteurs à payer (DAP) pour protéger leurs terres est une estimation de la valeur monétaire de la dégradation du sol. La méthode a donc été employée pour obtenir de l'information sur cette disposition à payer à l'aide d'un questionnaire qui renferme les éléments suivants :

- une description détaillée du bien à évaluer (dégradation des terres) ;
- des questions relatives aux caractéristiques de l'enquêté ;
- des questions permettant à l'enquêté de proposer une évaluation.

L'entretien directe et la technique du « jeu d'enchères » ont été utilisés : au cours des enquêtes, des valeurs monétaires ont été suggérées progressivement à l'enquêté qui devrait répondre par oui ou par non. La dernière valeur, après laquelle l'agriculteur refuse une augmentation, a été retenue comme la DAP.

Le protocole utilisé dans le cadre de cette recherche comporte des limites reconnues par les auteurs. Il s'agit de :

- l'apparition du comportement de « resquilleur » c'est-à-dire l'effet de stratégie qu'un enquêté peut développer pour révéler une fausse valeur de DAP dans le but de ne pas supporter les charges financières que sa réponse peut autoriser. La DAP dans ce cas est sous-estimée ;
- l'effet de complaisance qu'un enquêté peut exprimer juste pour se conformer aux attentes de l'enquêteur.

Ces différents effets peuvent donc biaiser la valeur de la DAP estimée. Hurlé et Pérez (1999) classent ces biais en deux catégories :

- les biais non-instrumentaux : décomposés en biais de stratégie et biais hypothétique. Le premier est dû aux caractéristiques du bien à évaluer. Le deuxième est dû à l'utilisation d'un marché hypothétique où rien ne garantit que le comportement de l'individu à travers ce marché est le même que dans un marché réel ;

- les biais instrumentaux : causés par le manque de précision lors de l'exercice d'évaluation contingente.

Conscients de l'importance de ces limites, Bachta et Mimoun (2001), ont décidé d'approcher la valeur économique de la dégradation des terres par une autre méthode indirecte et d'apprécier la convergence des résultats obtenus. La deuxième méthode utilisée a été la fonction de production.

Selon ces auteurs, l'adoption de cette approche part de l'hypothèse qui veut que pour deux zones identiques sur les plans climatique, pédologique, techniques de production et d'orientation culturale, mais différentes en ce qui concerne la protection de leurs sols, les productivités du facteur terre soient différentes.

Cette approche requiert alors l'estimation d'une fonction de production dans au moins, deux zones pour mesurer la différence de productivités du facteur terre. Or, Heady et Dillon (1972) estiment que pour qu'un modèle représentant une fonction de production soit faisable, sa construction doit impliquer un compromis entre deux types d'ajustement nécessaires:

- les variables considérées dans le modèle sont déterminées par la nature et la disponibilité de l'information ;
- la représentation fonctionnelle est choisie pour être manipulable sur le plan statistique (en termes d'estimation et de test).

Les facteurs conventionnels retenus par Bachta et Mimoun (2001) sont : le capital immobilisé (K) à l'exception du facteur terre, le travail (L), la mécanisation (M) et l'ensemble des autres facteurs variables de production agrégés (S). La variable endogène (Y) retenue est une production agricole agrégée (céréaliculture et arboriculture fruitière). Toutes les variables ont été divisées par la surface agricole utile (T) donnant lieu à une unité de mesure de DT/hectare. La terre n'a pas été retenue comme variable à part entière pour des raisons de manque d'information sur les prix de la terre dans le milieu d'étude. La fonction de production est représentée par le modèle linéaire ci-après :

$$\frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{T}} = \alpha_0 + \alpha_k \frac{K}{T} + \alpha_l \frac{L}{T} + \alpha_m \frac{M}{T} + \alpha_s \frac{\mathrm{S}}{T} \mu \qquad (3)$$

pour la zone à sol non dégradé

$$\frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{T}} = \beta_0 + \beta_k \frac{K}{T} + \beta_l \frac{L}{T} + \beta_m \frac{M}{T} + \beta_s \frac{\mathrm{S}}{T} \nu \quad (4)$$

pour la zone à sol dégradé

Où les α_i, et les βi sont des paramètres à estimer, μ et v sont des résidus aléatoires.

Pour capter l'effet de la dégradation du sol sur les productivités moyennes de la terre et étant donné les difficultés de caractériser quantitativement cette dégradation, une variable dummy (d) a dû être introduite comme régresseur dans l'équation (3). L'insertion de cette variable muette permet d'estimer les deux modèles sous la forme d'une seule régression. Cette variable muette (d) prend la valeur 1 (d=1) si le sol est dégradé et la valeur 0 (d=0) si le sol est protégé. L'équation du modèle inter zone s'écrit alors de la manière suivante :

$$\frac{\mathrm{Y}}{\mathrm{T}} = \alpha_0 + d(\beta_0 - \alpha_0) + \alpha_k \frac{K}{T} + d(\beta_k - \alpha_k)\frac{K}{T} + \alpha_l \frac{L}{T} + d(\beta_l - \alpha_l)\frac{L}{T} + \alpha_m \frac{M}{T} +$$

$$+ d(\beta_m - \alpha_m)\frac{\mathrm{M}}{T} + \alpha_s \frac{\mathrm{S}}{T} + d(\beta_s - \alpha_s)\frac{\mathrm{S}}{T} + \varepsilon \quad (5)$$

Où ε est un résidu aléatoire.

Si d=1, (5) est la même que (4) et si d=0, l'équation (5) est la même que (3).

Conformément à l'hypothèse de départ, Bachta et Mimoun (2001) démontrent que la valeur économique de la dégradation est déduite par la différence entre les constantes des deux modèles (3) et (4), soit le coefficient (β_0-α_0) associé à la variable muette d dans le modèle (5) à estimer.

Cette méthode d'évaluation de la dégradation des terres à travers la fonction de production comporte également des limites ou contraintes au nombre desquelles, la difficulté de caractériser quantitativement la dégradation des terres : il n'est pas évident de trouver suffisamment d'information en terme physique sur la dégradation. C'est pour contourner cette difficulté que Bachta et Mimoun (2001) ont supposé dans leur étude que les sols de la zone traitée par des aménagements de Conservation des Eaux et des Sols (CES) ne sont pas dégradés et inversement.

1.5.3 Dégradation des terres agricoles

La terre offre aux êtres humains les moyens de vivre. Elle est pourvoyeuse de ressources vitales à l'homme. Environ 36 % de la surface de la terre est constituée de terres à usage agricole (Ellis et *al*, 2010; Foley et *al*, 2011). D'après les travaux

de la FAO (1990), le plus grave problème auquel se trouvent confrontés les pays africains en général et le Bénin en particulier à long terme est celui de la dégradation des terres.

Les estimations du degré de dégradation des terres varient, mais il semble qu'environ un tiers des terres arables du monde soient touchées par la dégradation et la désertification (CNUCD, 2015), ce qui signifie que les problèmes de dégradation sont très étendus, en augmentation et présents sur tous les types de couvert végétal et d'écologie agricole (Le et *al*, 2014), plus particulièrement dans les régions arides (CNUCD, 2015; FEM, 2005).

Selon les estimations de la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (UNCCD), de 1981 à 2003, près du quart (24 %) de la surface de la Terre est devenu dégradé, ce qui a affecté quelques 1500 millions de personnes. Chaque année, près de 12 millions d'hectares de terre (presque la taille du Bénin) sont perdus en même temps que tout le potentiel pour produire 20 millions de tonnes de grains (UNCCD, 2012). La FAO estime qu'au cours des 40 dernières années, l'érosion a ôté à la production près d'un tiers des terres arables dans le monde (Fischer et *al*, 2011). Les estimations de la perte annuelle des sols fertiles oscillent entre 24 milliards de tonnes (UNCCD, 2012) et 75 milliards de tonnes (Gnacadja, 2012; Eswaran et *al*, 2001). En effet, en 2011 déjà le ministère français des affaires étrangères et européennes a présenté un rapport sur « la dégradation des terres et la désertification » à travers sa direction générale de la mondialisation, du développement et des partenariats. Dans ce rapport la dégradation des terres affecte près de la moitié de la surface de la planète, une centaine de pays sur tous les continents et un tiers de la population mondiale parmi les plus pauvres et les plus vulnérables (MFAEE, 2011).

L'Afrique est particulièrement vulnérable à la dégradation des terres et est la région la plus gravement affectée (Lal, 1995; Nellemann et *al*, 2009; Obalum et *al*, 2012). La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) estime que la détérioration des terres affecte jusqu'aux deux tiers de surfaces de terres productives en Afrique (UNCCD, 2013; Jones et *al*, 2013), et dans le

document intitulé *Review Report on Drought and Desertification in Africa*, il est déclaré qu'au moins 485 millions de personnes ou 65 % de la population africaine est affectée (ECA, 2007).

Au Bénin, les terres fortement dégradées représentent 16 % du territoire, tandis que les terres moyennement dégradées 40 % et les terres faiblement dégradées 44 % (MEPN, 2008). Par contre, selon INRAB (1995), les zones fortement dégradées au Bénin sont de l'ordre de 29 % et les zones moyennement dégradées sont de l'ordre de 33%. Plusieurs auteurs ont signal que la degradation physique est plus importante dans les zones Centre et Nord qu'au Sud Bénin (CEPED-CENAP, 1992; Igué et Youssouf, 1996; Igué, 2000; Igué, 2007; Bello, 2006; Azontondé et *al*., 2010). Au plan de la degradation chimique, plusieurs auteurs ont montré que les sols du Sud-Bénin n'ont pas présenté des limitations dues au potassium tandis que ceux du Centre-Bénin ont présenté des limitations modérées à sévères pour le développement des cultures. Igué et al. (2008), Igué (2009) et Igué et al. (2014) ont rapport que les sols cultivés ont perdu leurs potentiels agricoles, dans la majorité des cas, comparativement à la forêt qui présente des limitations classées de faibles à très faibles au niveau des éléments nutritifs.

Togbé (1996), renseigne sur le rythme de la dégradation des terres cultivables sous l'action anthropique dans le Sud-Bénin. Selon cet auteur, la destruction du potentiel végétal a laissé place à l'érosion hydrique et la réduction des surfaces fertiles propices à l'agriculture. Adam et Boko (1993), ont noté que la végétation des plateaux du sud-Bénin est dégradée et que de la côte jusqu'à la latitude de Setto, la formation végétale naturelle primaire a pratiquement disparu.

La dégradation des terres peut prendre plusieurs formes et est associée à un usage spécifique des terres – par exemple, la dégradation des terres due au sel peut devenir un problème sérieux pour l'agriculture (Qadir et *al*, 2014). Par contre, les mêmes terres utilisées pour construire un établissement touristique ne seront pas affectées par une telle dégradation d'un point de vue économique.

1.5.4 Causes de la dégradation des terres agricoles

De nombreux facteurs sont à la base de la dégradation des terres. Lambin et *al.* (2013) en ont identifié quinze regroupés en deux catégories: les facteurs directs et les facteurs sous-jacents. Les facteurs directs sont la topographie, l'occupation des sols, l'érodibilité des sols, les ravageurs et maladies, la gestion durable des terres et le développement d'infrastructures. Les facteurs sous-jacents sont par contre la densité de la population, l'accès aux marchés, le régime foncier, la pauvreté, l'accès à des services de vulgarisation agricole, la décentralisation, les politiques internationales et l'emploi non agricole.

Au Bénin, plusieurs auteurs s'accordent sur le caractère dégradant de l'agriculture. C'est ainsi que Mama et *al.,* 1991 affirment que près de 100 000 ha de végétation naturelle disparaissent chaque année à cause du défrichement. Les activités agricoles affectent énormément la végétation dans toutes les régions tropicales et leurs incidences prennent une allure catastrophique, surtout dans les écosystèmes fragiles (Adjanou, 2008).

L'agriculture entraîne nécessairement une simplification de l'écosystème, une diminution de la production de biomasse, en particulier des litières et par conséquent, la réduction du taux de matières humiques du sol et la dégradation des horizons superficiels (Roose, 1994). Biaou (1995) affirme 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. Pour Honlonkou (1999), les causes de la destruction de la végétation sont aggravées par les activités agricoles. Dans le même ordre d'idées, Demon (1991) indique que l'appauvrissement des sols relève des activités humaines. Houedjissin (2001) pour sa part mentionne que l'exploitation continue des terres pendant des siècles a engendré la dégradation des sols ferralitiques (90 %) en raison de l'utilisation des pratiques culturales traditionnelles.

Pour Toko et da Matha Sant'Anna (1999) ; Arouna et *al.*, (2010), « les activités humaines dominées par l'agriculture constituent les causes majeures de cette dégradation ». C'est dans ce contexte de vulnérabilité agricole, chargé de risques

pour l'environnement que N'Douma (1996) cité par Tenté (2000) a montré que la pratique des feux de végétation après le défrichement des champs pour la production agricole a pour conséquences : la destruction du couvert végétal, l'érosion des sols et la baisse des rendements agricoles. Il s'en suit donc que les manifestations les plus visibles de la dégradation des écosystèmes sont le recul du couvert végétal, l'extension de l'érosion sous toutes ses formes et, à plusieurs endroits, la baisse généralisée de la qualité des eaux des cours et plans d'eaux (Houngbo, 2008). Pour cet auteur, la durée des jachères devient de plus en plus courte et ne permet pas la régénérescence des sols. De même, Fangnon (2012) note que l'accroissement de la population entraîne une pression foncière qui se manifeste par une surexploitation du milieu et par conséquent, une dégradation de l'environnement, mettant en péril la durabilité de l'agriculture. Wokou (2014) a montré que le bassin du Zou a connu une croissance démographique soutenue avec un taux d'accroissement inter-transitaire de 2,64 % entre 1979 et 1992, de 2,91 % entre 1992 et 2002 et serait de 2,97 % entre 2002 et 2012. Avec cet accroissement, l'IAT (Indice Agro démographique des Terres) du bassin est inférieur à 0,5 ha/hbt sauf à Bantè, Savalou et Djidja où la situation est acceptable (0,5 <IAT< 1). En 2050, aucune des 11 communes du bassin ne fera exception car l'IAT variera entre 0,03 et 0,2 ha/hbt. A cette situation déjà critique s'ajoute, une tendance au réchauffement d'environ 0,9 °C sur la période 1971-2010, une décroissance des totaux pluviométriques annuels, notamment au cours des années 1970 et 1980 ainsi que des fluctuations saisonnières.

Pour Azontondé (1993), la dégradation des sols est influencée par la forte pression démographique. C'est dire donc que l'accroissement de la population entraîne une pression foncière qui se manifeste par une surexploitation et la dégradation des terres cultivables avec de nombreuses conséquences économiques et sociales.

1.5.5 Implications économiques et sociales de la dégradation des terres agricoles

La dégradation des terres menace les services éco-systémiques mondiaux, notamment les produits agricoles, l'air pur, l'eau douce, la régulation des

perturbations, la régulation climatique, les offres de loisirs et les sols fertiles (Walker et *al*., 2002; MEA, 2005; PNUE, 2012 ; Von Braun et *al*., 2013). De nouvelles estimations de l'Initiative ELD sur la perte de valeur des services écosystémiques placent leur coût entre 6,3 et 10,6 mille milliards de dollars des Etats Unis par an. Ces effets de la dégradation des terres et de la désertification sont répartis de manière inégale entre les populations (FEM, 2005; Low, 2013) et touchent généralement les plus vulnérables, c'est-à-dire les ruraux pauvres. Ces populations dépendent souvent des terres pour se nourrir et pour vivre, et cette relation intime les rend plus vulnérables aux ramifications de la dégradation (ELD, 2013).

Dans les zones arides d'Afrique, les populations endurent déjà la pauvreté, l'insécurité alimentaire, des taux de mortalité élevés, entre autres difficultés, et celles-ci sont exacerbées par la dégradation des terres, ce qui entraîne souvent l'appauvrissement, les migrations et les conflits (UNCCD, 2012; Jones et *al.*, 2013).

Au Bénin, selon MEPN (2008 b), la baisse de la fertilité des sols entraîne une utilisation plus accrue d'engrais minéral et fait subir une diminution des rendements de plusieurs spéculations végétales. En outre elle occasionne l'installation des cultures dans les forêts classées et l'éloignement des champs par rapport aux lieux d'habitation. La dégradation des terres agricoles se traduit par l'épuisement qualitatif et quantitatif des terres cultivables et une réduction de la durée de la jachère (Hounkpotodé, 2001 cité par Hounkanrin, 2015). Ainsi, les coûts liés à la baisse des rendements des cultures du maïs et du coton donnent un montant de 23.913.727.000 F CFA par an dans les départements du Borgou et de l'Alibori (MEPN, 2008 b). Cette situation engendre un exode rural de plus en plus prononcé des populations rurales vers les villes, avec pour corollaire une insécurité alimentaire et la croissance de la pauvreté dans les zones de départ.

1.5.6 Stratégies de gestion durable des terres

La Gestion Durable des Terres cherche à éviter ou à inverser la dégradation des terres en ciblant des activités susceptibles de préserver et d'améliorer les capacités

productives des terres arables, des forêts et des pâtures, à préserver l'intégrité des bassins hydrographiques et la capacité des couches aquifères à répondre aux besoins en matière d'approvisionnement en eau et autres usages (Liniger et *al.*, 2011). En effet, les pratiques de gestion durable des terres sont celles qui permettent de garantir indéfiniment la résilience écologique et la stabilité des services écosystémiques, tout en fournissant de la nourriture et divers moyens de subsistance aux populations humaines (ELD, 2015). Ainsi, une meilleure gestion des terres pourrait aider à inverser la dégradation des sols et à augmenter les rendements agricoles. Les stratégies et pratiques de gestion durable des terres visent à prévenir la dégradation des terres, restaurer les terres dégradées et réduire le besoin de nouvelles conversions de forêts naturelles (TerreAfrica, 2009 a). La gestion durable des terres prend en compte la gestion des sols, de l'eau, des ressources végétales et animales. La GDT inclut aussi les dimensions écologiques, écono-miques et socioculturelles (Hurni, 1997).

Un large éventail de pratiques de gestion durable des terres s'est développé au cours de ces dernières décennies, pour répondre aux impacts négatifs de la dégradation des terres et augmenter la productivité agricole à long terme (WRI, 2014). Les bonnes pratiques sont celles qui augmentent la production, sont rentables, d'un bon rapport qualité / prix, avec des retours d'abord rapides puis sur le long terme. Elles sont faciles à apprendre, bien acceptées sociale-ment et culturellement, facilement adoptées et prises en compte, respectueuses de l'environnement et adaptées à toutes les parties prenantes, y compris les groupes socialement marginalisés (FAO, 2008). La classification des pratiques GDT varie selon les auteurs. WOCAT (2011) distingue neuf catégories de pratiques GDT à savoir: la Gestion intégrée de la fertilité des sols, la Gestion intégrée des ravageurs, l'agriculture de conservation, la récupération des eaux pluviales, la gestion de la petite irrigation, les barrières naturelles contre l'érosion, l'agroforesterie, la gestion intégrée d'agriculture et d'élevage puis le pastoralisme et la gestion des pâturages. Au Bénin, la GIZ (2016) regroupe les pratiques GDT en six catégories réparties comme suit : i) Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS), ii) Agriculture de conservation, iii) Conservation des Eaux et des Sols (CES), iv) Gestion Intégrée de l'Agriculture et

de l'Elevage, v) Agroforesterie et Forêts individuelles et vi) Adaptation aux Changements Climatiques (ACC).

Au total, il ressort de la revue de la littérature que la dégradation des terres est un phénomène qui compromet la durabilité des ressources naturelles si importantes pour les conditions de vie des populations, surtout celles rurales d'Afrique. Pour faciliter les prises de décisions et établir les priorités des interventions dans la lutte contre la dégradation des terres - que ce soit au niveau local, national ou mondial - il est indispensable que tous les acteurs concernés aient la même compréhension du phénomène. C'est pourquoi, des méthodes ont été développées pour cartographier le phénomène et évaluer son coût. Mais si des investigations approfondies ont été menées dans plusieurs pays (Sénégal, Togo, etc.), il n'en est encore rien pour le Bénin en général et les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en particulier.

Conclusion partielle

La dégradation des terres fait partie des plus grands défis environnementaux du monde. Elle demeure un problème majeur pour l'agriculture béninoise, du fait des menances tants sur la sécurité alimentaire que sur les revenus des producteurs. Cette situation peu reluisante, qui sera certainement de plus en plus exacerbée par les effets des changements climatiques, appelle nécessairement de nouvelles formes d'intervention pour prévenir et juguler progressivement la dégradation des terres.

Plusieurs recherches ont été menées sur différents aspects de la dégradation des terres dans le monde, en Afrique et au Bénin. Les résultats des ces recherches montrent que la gestion durable des terres est un préliminaire indispensable pour intensifier durablement les productions agricoles. La quête de solutions à la dégradation des terres passe d'abord par une meilleure compréhension du processus de la dégradation des terres et surtout de l'identification de ses causes et conséquences. Cela nécessite, tant au niveau national que local, des outils efficaces d'identification et de suivi de ce phénomène. Une analyse approfondie des problèmes de dégradation des terres est donc indispensables au niveau local. Ce type d'analyse fait encore défaut au Bénin. Il convient alors de mobiliser des

matériels et méthodes pour conduire une recherche à la fois systémique, analytique et prospective sur la dégradation des terres au niveau local au Bénin.

CHAPITRE 2 : METHODES DE RECHERCHE

Ce chapitre présente la démarche adoptée pour aboutir aux différents résultats obtenus. Les méthodes consistent en la collecte des données et informations sur la dégradation des terres. Lesdites données sont par la suite traitées à l'aide de méthodes statistiques, graphiques et cartographiques. Les résultats issus de ces traitements sont enfin analysés. Ainsi, sont abordés succèssivement, les données et informations utilisées, les méthodes de collecte et de traitement des données collectées et les modèles d'analyse des résultats.

2.1 Données et informations utilisées

Les principales données quantitatives et qualitatives collectées dans le cadre de cette recherche varient suivant les objectifs fixés. Il s'agit des données climatologiques, pédologiques, agricoles et socio-démographiques.

Les données climatologiques concernent les précipitations journalières, les températures journalières et l'évapotranspiration potentielle (ETP). Elles sont extraites de la base de données de l'ASECNA sur la période 1937-2015 et ont permis d'analyser l'influence de la variabilité climatique sur la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

Les données pédologiques sont constituées des échantillons de sols prélevés et analysés au laboratoire afin d'identifier les carences en éléments nutritifs des sols du milieu d'étude. Les données agricoles sont constituées essentiellement des statistiques des rendements agricoles de 2005 à 2016. Elles sont issues du compendium des SCDA de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les données agricoles collectées ont permis d'analyser la dynamique de la production agricole dans le milieu d'étude à travers l'évolution dans le temps des emblavures, des productions et rendements des principales spéculations agricoles.

Les données collectées sur le couvert végétal concernent les différentes formations végétales et leur évolution à travers la matrice de transition. Les analyses se sont appuyées sur ces données pour apprécier les différentes mutations du couvert végétal dues aux activités agricoles.

Les statistiques socio-démographiques issues des résultats du recensement de 1979, 1992, 2002 et 2013 disponibles à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) ont été également utilisées. Des informations ont été collectées sur les modes d'exploitation des terres agricoles, les systèmes de culture pour déterminer leur influence sur la dégradation des terres. Enfin, les informations relatives aux stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs face à la baisse de la fertilité des sols ont été collectées.

Ces données et informations ont été collectées avec des méthodes spécifiques.

2.2 Méthodes, techniques et outils de collecte des données et informations

La collecte des données a commencé par une phase de documentation avant les travaux de terrain.

2.2.1 Recherche documentaire

Pour bien cerner tous les aspects de la thématique, la recherche documentaire a consisté dans une première phase, à recenser dans diverses structures, les ouvrages, les rapports d'activités, les articles scientifiques, les documents techniques et divers documents d'ordre général et spécifique. Un tri a été fait par la suite et les documents retenus sont ceux dont le contenu répond aux questions de recherche.

La deuxième phase de cette recherche documentaire a été consacrée à la lecture des documents retenus, à la prise de notes et au classement des données (quantitatives et qualitatives). La recherche documentaire est faite au niveau des centres de recherche dont les champs d'investigation ont rapport avec la présente recherche. Il s'agit notamment du Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), du Centre de Recherche Agricole du Centre Bénin (CRA-Centre Bénin), de l'Institut National de Recherche Agricole du Bénin (INRAB), du centre de documentation de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH), de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), du Ministère de

l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), du Ministère en charge de l'environnement, etc. De même, plusieurs sites web ont été consultés.

Cette recherche documentaire a permis de disposer d'une quantité importante d'informations ayant servi à enrichir le cadre théorique du sujet. Elle a également permis de définir les pistes à emprunter pour rechercher les données et informations qui ne peuvent être produites que par les recherches de terrain.

2.2.2 Travaux de terrain

Les travaux de terrain ont consisté à mener des enquêtes auprès des producteurs et personnes ressources, à réaliser des sondages pédologiques et de l'expérimentation agricole puis à faire le contrôle terrain des unités d'occupation du sol.

2.2.2.1Enquêtes auprès des ménages agricoles et personnes ressources

2.2.2.1.1 Echantillonnage

La taille de l'échantillon de même que les personnes choisies ont été déterminées sur la base de critères précis.

- **Taille de l'échantillon**

Les résultats du recensement général de la population et de l'habitation de 2013 (RGPH4) ont servi de base pour déterminer la taille de l'échantillon. La formule de Schwartz (1995) a été utilisée à cet effet. Ainsi, si ''**n**'' désigne la taille minimale de l'échantillon, on a :

$\mathbf{n= Z\alpha^2 \times pq/i^2}$ (6)

Zα = écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ;

p= proportion de ménages agricoles par rapport au nombre de ménages dans le milieu d'étude (effectif des ménages agricoles = 28 358 et effectif total de ménages = 44 980) soit p = 63 % ;

i= précision désirée égale à 5 % ;

q = 1-p (ici, q = 37 %) ;

$n= (1,96)^2 \times 0,63 (1 – 0,63) / 0,05^2 = 358$ ménages.

En ajoutant à cette valeur les 10 % représentant les phénomènes de réponses erronées et de non réponse, la taille minimale de l'échantillon revient à 394 ménages.

Technique d'échantillonnage

La recherche a été réalisée selon une technique d'échantillonnage à plusieurs niveaux. Trente six (36) villages ont été tirés de façon aléatoire. Il s'agit des unités d'échantillonnage primaires. Les cent seize (116) villages du milieu d'étude ont été classés par ordre alphabétique et numérotés. Le numéro de chaque village est écrit sur un bulletin qui est plié par la suite. Tous les bulletins sont deposés dans une urne. Le tirage est fait après le mélange des bulletins dans l'urne. Une fois le tirage terminé, les villages sélectionnés sont regroupés par Arrondissement et par Commune (tableau III).

Le ménage est l'unité d'échantillonnage. L'échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille (PPT) a été utilisé. C'est la méthode par laquelle la probabilité de sélectionner une unité d'échantillonnage donnée est proportionnelle à sa taille. La taille de l'échantillon par village dépend donc du nombre total de ménages dans ledit village.

Ne disposant pas de la liste exhaustive de tous les ménages de chacun des villages, la base de données de la zone sanitaire Dassa-Zoumé et Glazoué a été mise à contribution pour sélectionner les ménages à enquêter. Cette base contient la liste des enfants vaccinés dans le cadre du Programme Elargi de Vaccination (PEV) en 2014. Le tirage au sort des enfants est fait dans chaque village avec une liste d'attente de cinq enfants. L'unité déclarante dans le cadre de cette recherche est le chef de ménage. Ainsi, lorsque l'enfant tiré au hard est identifié dans le village, le chef de ménage auquel celui-ci appartient est soumis au questionnaire.

Au regard de ces considérations, treize (13) arrondissements sur les vingt (20) que compte le milieu d'étude ont été sélectionnés (soit 65 %). De plus, 36 villages sur les 116 (soit 31 %) du milieu d'étude ont été choisis (tableau III).

Tableau III: Répartition des ménages enquêtés par arrondissement et par villages

Communes	Arrondissements	Villages	Nombre de ménages enquêtés	Pourcentage (%)
Dassa-Zoumé ***(7 arrondissements sur 10 soit 70 %)***	Kèrè **(31 ménages)**	Kèrè	13	3,30
		Tangbé	5	1,27
		Okéméré	10	2,54
	Kpingni **(34 ménages)**	Bakèma	3	0,76
		Fita	8	2,03
		Vèdji	21	5,33
	Lèma **(17 ménages)**	Lèma	11	2,79
		Zankoumadon	6	1,52
	Gbaffo **(17 ménages)**	Awaya	5	1,27
		Gbaffo	11	2,79
	Paouignan **(74 ménages)**	Gbowèlè	19	4,82
		Agbogbomè	20	5,08
		Adjanoudoho	11	2,79
		Hounkpogon	10	2,54
		Ouissi	11	2,79
	Tré **(16 ménages)**	Gankpétin	6	1,52
		Kpékpédé	4	1,02
		Laguèma-Tré	3	0,76
	Dassa 2 **(22 ménages)**	Moumoudji	16	4,06
		Modji	5	1,27
Glazoué ***(6 arrondissements sur 10 soit 60 %)***	Gomé **(36 ménages)**	Haya	6	1,52
		Tankossi	3	0,76
		Gomé	26	6,60
	Sokponta **(27 ménages)**	Camaté	6	1,52
		Sokponta	21	5,33
	Kpakpaza **(21 ménages)**	Yawa	5	1,27
		Sowé/Atogbo	5	1,27
		Kpakpaza	9	2,28
	Thio **(42 ménages)**	Hoco	11	2,79
		Assromihoué	15	3,81
		Agouagon	14	3,55
	Ouèdèmè **(42 ménages)**	Kpota	14	3,55
		Goto	13	3,30
		Yagbo	13	3,30
	Aklampa **(38 ménages)**	Sowiandji	11	2,79
		Allawénonsa	13	3,30
		Antadji	11	2,79
TOTAL		**36**	**394**	**100**

Source : Travaux de terrain, février 2015

Au total, les personnes interviewées sont réparties dans 36 villages comme le montre la figure 1.

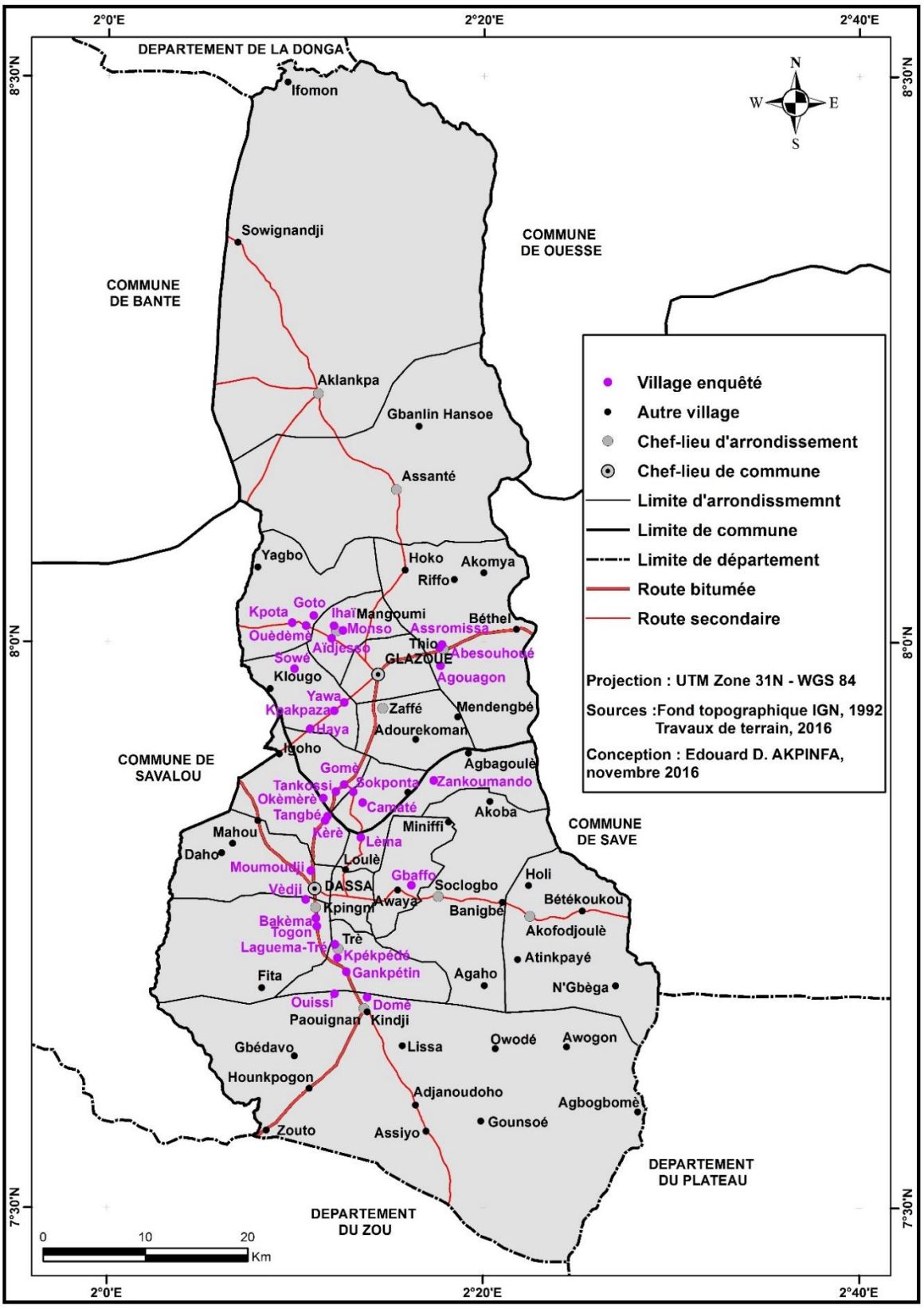


Figure 1: Localisation des villages d'enquête

Les données ont également été collectées auprès de 58 personnes ressources réparties comme suit :

- deux (02) Responsables de Développement Rural;
- douze (12) techniciens agricoles;
- quatre (04) agents communaux;
- dix (10) autorités locales;
- dix sept (17) chefs de terre (Baalè);
- neuf (09) responsables d'organisations paysannes;
- quatre (04) agents de sécurité (Police et Gendarmerie).

2.2.2.1.2 Outils de collecte des données

Les différents outils utilisés pour collecter les données et informations sont entre autres le questionnaire, les guides d'entretien et la grille d'observation.

- **Questionnaire**

Le questionnaire a servi à collecter des données auprès des ménages échantionnés. Il est structuré en cinq sections. La première section concerne l'identification de l'exploitant à travers son sexe, son âge, son niveau d'instruction, …. Quant à la deuxième partie, elle traite des modes d'accès à la terre, de la taille et de la situation des exploitations agricoles. La troisième section aborde les types de sol, les cultures pratiquées et l'appréciation de l'exploitant sur la qualité du sol. Les questions relatives aux facteurs de dégradation et à leurs impacts économiques sont indiquées dans la section 4 et les stratégies développées par les acteurs pour faire face à la dégradation des terres font l'objet de la cinquième section.

- **Guides d'entretien**

Les guides d'entretien ont servi à recueillir des informations auprès des personnes ressources. Ils sont présentés sous forme d'une liste de thèmes.

- **Grille d'observation**

Elle a été utilisée pour analyser le paysage et recueillir des informations spatio-temporelles.

Les matériels utilisés pour collecter les données sont constitués d'un appareil photographique numérique pour la prise des images et d'un GPS pour les coordonnées géographiques.

2.2.2.1.3 Techniques de collecte des données

Pour collecter les données, quatre (04) techniques fondamentales ont été utilisées: l'enquête par questionnaire, les entretiens individuels, le focus group et l'observation directe de terrain.

- **Enquêtes par questionnaire**

Elles ont permis de collecter des données auprès des ménages agricoles. Ces enquêtes ont porté sur les variables importantes en rapport avec les activités agricoles, les impacts de ces activités sur les ressources naturelles. Ainsi, les opinions, les perceptions des populations rurales sur les causes de la dégradation des terres, ses conséquences et les stratégies développées, sont recueillies.

- **Entretiens individuels**

Les entretiens individuels ont été réalisés avec des acteurs de développement agricole en activité ou à la retraite, des élus locaux et des responsables des organisations paysannes. Ces personnes ressources qui se sont prononcées sur les conditions et les tendances de la dégradation des terres, les facteurs explicatifs, les réponses apportées par l'état et l'adoption par les producteurs, des technologies de gestion durable des terres. Ainsi, 58 personnes ressources ont été interviewées.
Elles n'ont pas manqué de faire des propositions pour une gestion durable des terres dans le milieu d'étude.

- **Focus group**

Les entretiens de groupe ou focus group (groupes de discussion) ont été animés dans tous les villages riverains des stations d'observation. A travers un brainstorming, des informations ont été collectées sur les perceptions et attitudes des acteurs locaux, sur les conditions et les tendances de la dégradation des terres, les facteurs explicatifs et les réponses des communautés. Au total, 25 focus group ont été organisés et chaque focus group a regroupé 5 à 12 personnes (Photo 1).



Photo 1 : Séance de discussion de groupe à Béthel (Glazoué)
Prise de vue : Oténia, Juillet 2015

La photo 1 montre une séance d'entretiens collectifs où les informations sont recueillies chez des personnes de sexe et d'âge différents.

- **Observations directes de terrain**

Les observations ont duré toute la période des travaux de terrain. Elles ont permis de voir le comportement des agriculteurs lors des travaux champêtres, de découvrir le mode de préparation ou d'exploitation des champs et de constater les impacts des activités agricoles sur l'environnement. Il s'agit de confronter les pratiques avec les discours, le vécu et les déclarations des personnes interrogées. Ainsi, les observations ont permis de mieux appréhender les connaissances endogènes et les problèmes auxquels sont confrontés les agriculteurs.

Compte tenu de la superficie du milieu d'étude (3461 Km^2), une prospection systématique du terrain n'a pas été possible. Ainsi, trente (30) stations d'observation ont été installées sur la base des unités pédologiques présentes, de leur superficie et de leur distribution spatiale. Il s'agit de stations circulaires de rayon 500 m soit 785 000 m^2. La figure 2 suivante montre la distribution spatiale des stations d'observation installées.

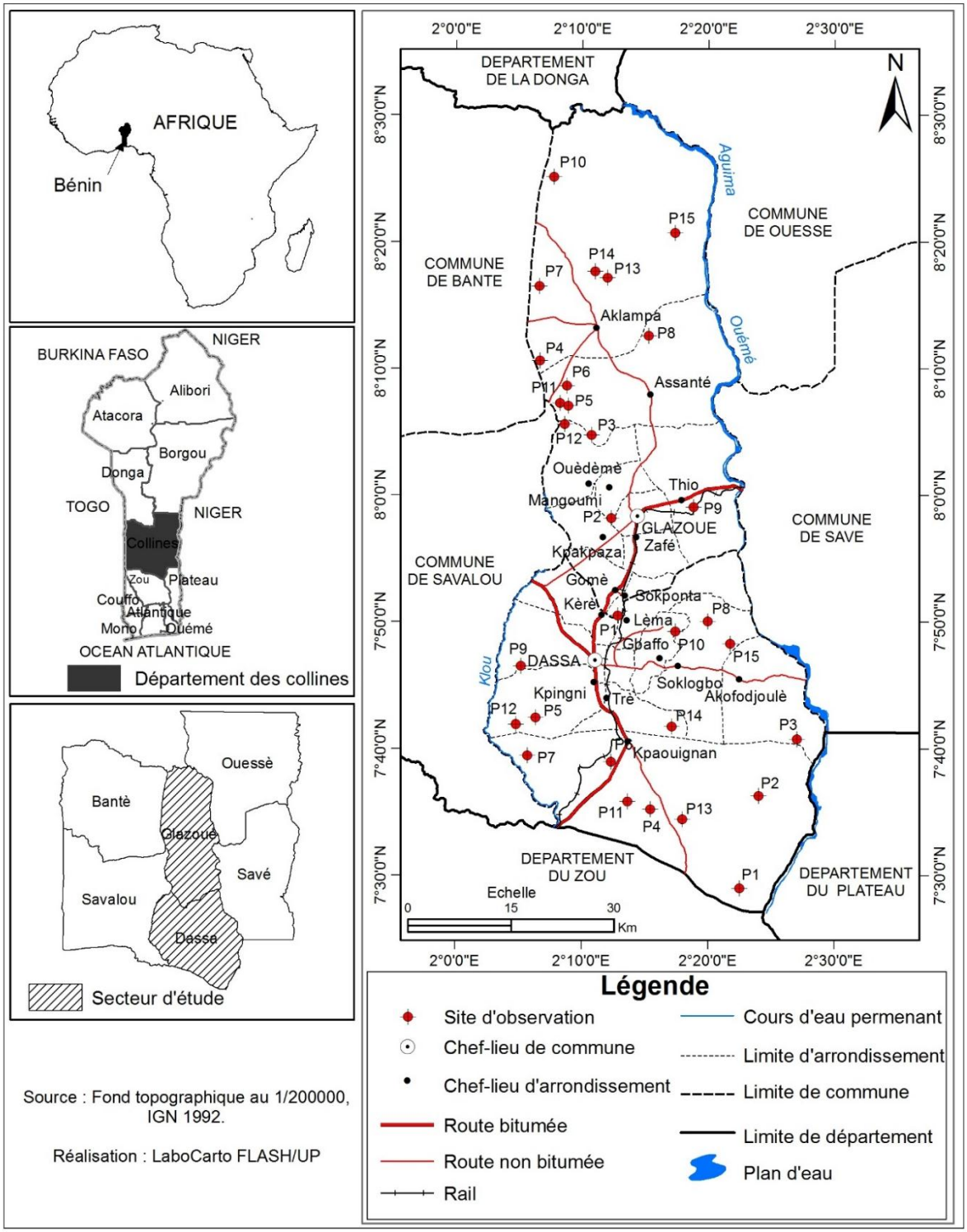


Figure 2: Répartition spatiale des stations d'observations installées

Deux campagnes d'observation ont été faites au niveau de chaque station. La première a eu lieu en saison des pluies (juillet- août 2014) et la deuxième en saison sèche (janvier- février 2015).

Les données collectées lors des observations de terrain ont été complètées par des sondages pédologiques.

2.2.2.2Sondages pédologiques

2.2.2.2.1 Choix des sites de prélèvement

Les échantillons de sol ont été prélevés au niveau de chacune des stations d'observation installées. Au total, trente (30) échantillons composites de sol ont été prélevés à l'aide de matériels et outils spécifiques.

2.2.2.2.2 Matériels utilisés

Les matériels utilisés dans le processus de prélèvement des échantillons de sol sont :

- Une sonde (tarière) pour faire des prélèvements de sol ;
- Un GPS (Global Positioning System) Garmin 60 pour relever les coordonnées géographiques du lieu de prélèvement ;
- Un ruban de 100 mètres;
- Une boussole pour s'orienter ;
- Une machette pour ouvrir les layons (déblayer le terrain) ;
- Sacs en plastique avec les codes échantillons ;
- Caisses en plastique pour porter ou mélanger les échantillons ;
- Rouleau de papier essuyant ;
- Gants de terrain ;
- Glacières.

2.2.2.2.3 Techniques de prélèvement

Les divers prélèvements sont réalisés à l'aide d'une tarière hollandaise de 5 cm x 20 cm. En tournant, dans le sens des aiguilles d'une montre, la tarière est introduite dans le sol afin d'obtenir une "carotte" complète d'environ 20 cm de profondeur. La totalité de la "carotte" est ensuite mise dans le sachet plastique correspondant. Cinq (5) prélèvements sont faits au niveau de chaque station. Ces prélèvements sont par la suite mélangés avant d'extraire l'échantillon de sol du site. Les carottes de sol échantillonnées ont été mélangées dans un seau jusqu'à ce qu'on ne puisse plus

distinguer les carottes. Il s'agit donc d'un échantillon composite par station d'observation.

2.2.2.3.Expérimentation agricole

2.2.2.3.1 Choix des sites

Les sites d'expérimentation ont été choisis sur la base de la carte de dégradation des terres élaborée par le GIC/PAGDT (2014). Outre les critères d'ordre physique, la spatialisation faite par le GIC/PAGDT s'est basée sur les éléments ci-après: la teneur en matière organique, le pH, la teneur en azote total, la teneur en phosphore assimilable, la teneur en potassium et la capacité d'échange cationique. Ces critères ont permis de cartographier les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué suivant trois niveaux de dégradation des terres: fortement dégradée, moyennement dégradée et faiblement dégradée. Les sites ont été choisis dans chacune des zones identifiées (fortement dégradée, moyennement dégradée et faiblement dégradée).

2.2.2.3.2 Matériel

Le matériel végétal utilisé dans cet essai est le maïs (*Zea mays L.*, 1753), principale culture des populations de la zone d'étude. C'est spécifiquement la variété DMR qui a été utilisée. Elle est une variété à pollinisation libre (composite), de 90 jours. Le recouvrement de l'épi est assez bon. Les grains, de couleur blanche, sont de type mi-denté, mi-farineux et mi-vitreux avec un potentiel productif de 3 à 4,9 tonnes/ha en milieu réel (Igué et *al.*, 2013). Cette variété de maïs est très bien appréciée par les producteurs au Sud et au Centre du Bénin (Yallou et *al.*, 2010).

2.2.2.3.3 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est le bloc de Fisher avec trois (3) traitements en douze (12) répétitions (chaque producteur étant une répétition). Ainsi, il y a eu quatre (4) producteurs par degré de dégradation des terres (fortement dégradée, moyennement dégradée et faiblement dégradée). Il s'agit d'un dispositif de blocs séparés à un facteur et deux niveaux. Le premier niveau étant sans fumure et le deuxième avec fumure minérale.

Chaque bloc constitue une répétition et chaque répétition est exécutée par un producteur sur son exploitation. Les blocs sont séparés et les parcelles élémentaires sont des carrés de 20 m de côté. Toutes les parcelles choisies ont reçu le maïs et l'arachide comme précédents culturaux.

2.2.2.3.4 Suivi des opérations culturales

Le suivi des opérations culturales a été fait pendant les campagnes agricoles 2014-2015 et 2015-2016. Après le nettoyage du site expérimental, le labour des parcelles en billonnage a été fait à l'aide de la houe. Le semis direct est effectué à raison de deux à trois graines par poquets suivant un écartement de 40 cm entre les poquets et 80 cm entre les lignes et une profondeur de semis de 3 cm environ. Le semis a été fait le même jour pour toutes les répétitions. Il en est de même du sarclage.
La fumure minérale a été faite suivant la dose recommandée par les services d'encadrement agricole (NPK: 150 Kg/ha et Urée: 50 Kg/ha).

2.2.2.3.5 Variables mesurées

Le choix des principales variables mesurées est basé sur les critères d'évaluation des performances de la culture du maïs telles que mentionnées par les producteurs. Au niveau de chaque parcelle élémentaire, six (6) plants sont sélectionnés de façon aléatoire et marqués à l'aide d'une étiquette en plastique attachée au pied de la plante pour mesurer les variables. Les mesures ont été effectuées aux 15ème, 30ème, 45ème et 60ème jours après le semis (JAS) pour les variables suivantes:

- ✓ la longueur et la largeur des feuilles florales à la floraison mâle;
- ✓ le nombre de feuille par plant identifié;
- ✓ la hauteur des plants;

En plus, le nombre d'épis, le poids total des épis récoltés sur la surface utile de même que le poids de la biomasse ont été déterminés à la fin du cycle végétatif du maïs.

2.2.2.4.Contrôle terrain des unités d'occupation du sol

2.2.2.4.1 Choix des sites

Les sites de contrôle terrain des unités d'occupation du sol sont les trente (30) stations d'observation installées sur la base des unités pédologiques présentes. Il s'agit de stations circulaires de rayon 500 m soit 785 000 m^2.

2.2.2.4.2 Matériels et outils

La mission de vérité terrain a été réalisée grâce à une carte d'occupation du sol, un GPS et une fiche de relevé. Cette fiche comporte des informations pertinentes relatives au lieu du relevé, notamment la localisation du site, les coordonnées géographiques, le type d'occupation du sol issues de la télédétection, le type d'occupation du sol sur le terrain conformément à la classification provisoire et enfin la description physique du site.

2.2.2.4.3 Techniques de contrôle

Le contrôle a été fait par la réalisation de quatre (4) opérations successives à savoir :

Opération 1: Tracking des différentes unités végétales présentes (Forêt galerie, Forêt dense, Forêt claire savane boisée, Savane arborée arbustive, Cultures et jachères, Plantation, Agglomération, Plan d'eau).

Opération 2 : Observation des types et sous-type de dégradation des terres.

Opération 3 : Tracking des différents sous-types de dégradation observés précédemment.

Opération 4 : Appréciation du degré de dégradation. L'opérateur se positionne à l'endroit où la dégradation a été identifiée, apprécie le degré de dégradation et lui attribue un score (confère grille en annexe 5).

2.3 Traitement des données et informations collectées

Les données et informations collectées ont fait l'objet de divers traitements en fonction de leur nature et à l'aide d'outils spécifiques.

Les méthodes ayant permis de traiter les données collectées sur le terrain sont globalement de trois (03) ordres. Il s'agit des méthodes de traitement des données

socio-économiques issues des enquêtes auprès des ménages et personnes ressources, des données des sondages pédologiques, des données collectées lors de l'expérimentation agricole et de celles relatives à l'occupation du sol.

2.3.1 Traitement des données socio-économiques

Les données socio-économiques collectées sur le terrain ont fait d'abord l'objet d'un dépouillement manuel. En effet, les fiches d'enquête ont été comptées et vérifiées pour s'assurer que toutes les localités d'étude ont été prises en compte. Les résultats des dépouillements ont constitué la base des données traitées et exploitées aux plans qualitatif et quantitatif. Les opinions émises ont été classées par thématique et par idée dominante. Le croisement des idées s'est fait en fonction des objectifs de recherche.

Le traitement statistique des données transférées sur Word et Excel a permis de réaliser des tableaux et des graphiques qui ont été analysés et commentés. Les graphiques sont en diagramme pour une bonne visualisation. Ils sont présentés aussi en courbes pour mieux déterminer l'évolution des principales cultures.

Certaines données socio-économiques ont subit des traitements spécifiques liés aux objectifs de recherche. Il s'agit principalement de celles liées au consentement à payer (CAP) des producteurs pour la restauration des terres dégradées.

2.3.1.1 Consentement A Payer (CAP) des producteurs pour la restauration des terres dégradées

2.3.1.1.1 Modèle d'estimation du CAP

Les préférences des chefs de ménage de la zone d'étude sont révélées et s'expriment en termes de consentement à payer (CAP). Le CAP est la somme maximale d'argent qu'un individu est prêt à payer plutôt que de renoncer à une amélioration d'un service rendu par un actif naturel. II s'agit de la somme d'argent que le consommateur est disposé à payer pour ne pas subir de pertes quant à la qualité de l'environnement (Dossa, 2016).

Dans le cadre de l'enquête dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué, le consentement à payer (CAP) du ménage agricole est la dépense qu'il serait prêt à engager pour la restauration de ses terres dégradées, et ainsi obtenir en retour une

amélioration de la qualité (fertilité) de son sol afin d'augmenter les rendements de sa production agricole.

Un modèle économétrique a été utilisé pour estimer le CAP. Ce modèle relève du domaine des variables qualitatives. Il s'agit de trouver les variables explicatives des CAP déclarés par les ménages pour la restauration des terres dégradées dans la zone d'étude. Le CAP n'est déclaré que par les ménages qui consentent à payer.

Le modèle Tobit généralisé dont la structure est très similaire à celle du modèle de sélection popularisé par Heckman (1979) est utilisé pour estimer le CAP moyen. En économétrie des variables qualitatives, on présente souvent le modèle développé par Heckman (1979) pour définir le modèle Tobit généralisé (Dossa, 2016). Il consiste à supposer un comportement séquentiel à deux étapes.

Dans une première étape l'individu décide ou non de payer pour la restauration des terres dégradées. Cette décision peut être représentée par un modèle qualitatif dichotomique basée sur un certain critère : $y_{1,i}^{*}$

- Si $y_{1,i}^{*} > 0$, l'individu i décide de payer
- Si $y_{1,i}^{*} \leq 0$, l'individu i décide de ne pas payer

Dans une seconde étape, l'individu décide du montant qu'il va consacrer à la Réhabilitation des Terres Dégradées (RTD), après avoir décidé de payer. On a alors un modèle de données censurées puisque, si l'on note $y_{2,i}$ le paiement effectif du ménage i, celui-ci est défini par $\forall i = 1, 2, .., N$:

$$Y2,i = \begin{cases} y_{2,i}^{*} \text{ si } y_{1,i}^{*} > 0 \\ 0 \text{ si } y_{1,i}^{*} \leq 0 \end{cases}$$

L'avantage de cette modélisation est qu'elle permet notamment de faire apparaître la plus ou moins forte corrélation pouvant exister entre les deux décisions (Tobin, 1958) : consentement à payer (CAP) et montant du consentement à payer (MCAP). La figure 3 suivante met en exergue le modèle expliquant le CAP.

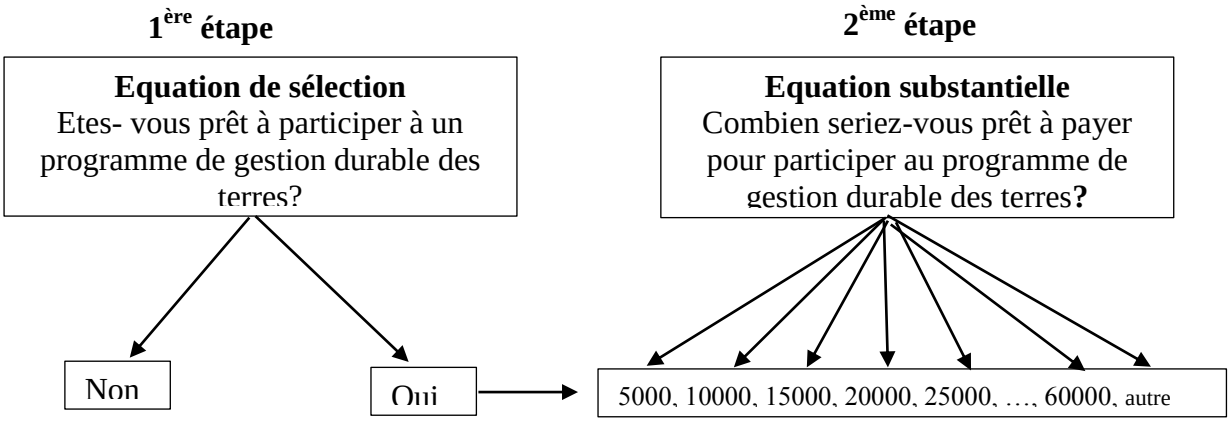


Figure 3: Modélisation de l'équation de sélection et de l'équation substantielle du CAP
Source : Enquêtes de terrain, 2015

Il ressort de la figure 3 que deux étapes sont observées dans le cadre du modèle. La première étape est relative à la participation ou non du ménage au programme de gestion durable des terres. Dans une deuxième phase, le ménage décide du montant à payer. Ainsi, tant que le ménage n'accepte pas participer au programme, on ne peut étudier les facteurs explicatifs du CAP étant donné qu'il n'existerait pas.

Après les enquêtes de terrain, les questionnaires administrés ont été vérifiés pour s'assurer qu'ils sont bien remplis. Les questionnaires mal ou incomplètement remplis sont écartés.

Pour la saisie informatique des données, il a été réalisé un masque de saisie de données à l'aide du logiciel EPI DATA (Epi 3.1) avec un programme de contrôle de fourchettes et d'étendues pour ne saisir que des valeurs ou chaines de caractères autorisés. Puis l'apurement de la base de données obtenue par la vérification des données et la correction des erreurs de saisie et enfin l'exportation des données dans le logiciel SPSS, version 17.0 pour la tabulation. La tabulation a été réalisée grâce au logiciel de traitement statistique SPSS.17 for Windows. La mise en forme des tableaux et graphiques a été faite avec les logiciels Excel et Word.

Le logiciel STATA (version 11) a été utilisé pour la régression économétrique. Pour l'équation de sélection, un modèle à choix binaire a été donc utilisé. La variable à expliquer est alors dite qualitative à deux modalités (oui = 1 et non = 0). L'estimation de l'équation de sélection est portée sur la totalité des observations ayant répondu au scénario contingent, donc sur un échantillon de 394 ménages agricoles.

Pour la deuxième étape (« mcap »), relative à l'équation substantielle, les « *Uncensored observation* » de STATA 11 ont été utilisés.

2.3.1.1.2 Facteurs explicatifs du CAP

2.3.1.1.2.1 Variable dépendante

Dans cette étude, la variable dépendante, le consentement à payer pour la restauration des terres dégradées (CAPRTD), est dichotomique. Elle définit si oui ou non un ménage consent à payer pour les mesures de restauration des terres. CAPRTD = 1, si le ménage consent à payer ; CAPRTD = 0 sinon. C'est une variable expliquée du modèle probit (Morimune, 1979).

2.3.1.1.2.2 Variables indépendantes

Six principales variables ont été choisies pour analyser leurs liens avec le CAP du producteur. Il s'agit de la taille du ménage, le niveau d'instruction du chef de ménage, l'âge du chef de ménage et le sexe du chef de ménage.

- **Taille du ménage (TAME)**

Elle se réfère au nombre d'individus dans le ménage. La taille du ménage constitue une source de main d'oeuvre. Un ménage à grande taille (comprise entre 8 et 10 personnes par exemple) est plus disponible à investir dans la conservation du sol (Asrat et *al.*, 2004). C'est une variable explicative quantitative. Il est attendu un signe positif (+) de cette variable. Ceci est confirmé par de nombreux travaux empiriques (Ervin et Ervin, 1982; Adégbidi, 1992; Sidibé, 2004; Asrat et *al*., 2004; Illukpitiya et Gopalakrishnan, 2004; Adégbola et Arouna, 2004; Degla et Kirk, 2009; Gondjeb et *al*., 2011 ; Lillo et *al*., 2014 ; Dossa et *al*., 2014).

- **Le niveau d'instruction du chef de ménage (NINST)**

L'influence du niveau d'instruction formelle du chef de ménage sur son CAP est analysée à travers la variable NINST. C'est une variable dummy, qui prend la valeur 1 si le chef de ménage est instruit et 0 sinon. L'instruction accroît les potentialités du producteur à recevoir, comprendre et utiliser les informations. C'est une variable explicative qualitative. Il est supposé avoir un effet positif (+) sur la décision de payer pour les pratiques de conservation des sols. Cette hypothèse est

soutenue par les résultats d'autres recherches basées sur le consentement à payer (CAP) pour la protection de l'environnement et l'adoption des pratiques de conservation des sols (Clearfield et Osgood, 1986 ; Besse et *al.*, 1997; Garcia, 2001; Illupkitiya et Gopalakrishnan, 2004; Afomassè et *al.*, 2004 ; Gondjeb et *al.*, 2011; Lillo et *al.*, 2014; Dossa et *al.*, 2014 ; Adimassu et *al.*, 2015).

- **L'âge du chef du ménage (AGE)**

Cette variable mesure l'âge du chef de famille en nombre d'années. C'est pour capter l'effet de l'âge sur le CAP pour les mesures de conservation des sols. L'âge une variable explicative quantitative. Dans notre étude il est attendu un effet positif (+) de l'âge sur le CAP, cette hypothèse est conforme aux résultats empiriques de certaines études (Ervin et Ervin, 1982; Garcia, 2001; Sidibé, 2004; Asrat et *al.*, 2004 ; Afomassè et *al.*, 2004; Colombo et *al.*, 2006 ; Huckett, 2010; Gondjeb et *al.*, 2011; Lillo et *al.*, 2014; Dossa et *al.*, 2014 ; Adimassu et *al.*, 2015).

- **Le sexe du chef de ménage (SEX)**

La variable SEX représente le genre de l'enquêté. Plusieurs études ont montré la discrimination des femmes en matière d'accès aux ressources (Adesina et *al.*, 2000 ; Bamire et Manyong, 2003). Elles n'héritent pas la terre et cultivent surtout des parcelles qui leur sont attribuées par leur époux ou acquises par location, prêt ou rarement par achat. Les parcelles qu'elles exploitent sont en général pauvres. Elles n'ont pas aussi le droit d'y planter des arbres, action qui confère la propriété de la terre. Les femmes ne seront donc pas enclines à investir dans la restauration des terres en adoptant les nouvelles technologies de gestion durable des terres. SEX est une variable dichotomique qui prend la valeur 0 lorsque l'enquêté est une femme et 1 pour les hommes.

- **La situation matrimoniale du chef de ménage (SIMAT)**

Le statut matrimonial (SIMAT) détermine les besoins et les dépenses du producteur, et conditionne ses décisions d'améliorer sa productivité agricole. Les agriculteurs mariés ont plus de disponibilité de main d'œuvre et par conséquent,

peuvent adopter plus facilement une stratégie d'adaptation et sont donc prédisposés à un CAP plus élevé que les producteurs non mariés.

Une analyse de corrélation entre les variables indépendantes qui sont incluses dans le modèle a été faite. En effet, la multicolinéarité a plusieurs conséquences dont par exemple, l'obtention des coefficients imprécis et instables. Cette instabilité peut même conduire à des signes pervers. Ainsi, la matrice de corrélation en a été réalisée en vue d'apprécier le degré de corrélation entre les variables explicatives considérées.

La mise en évidence des liens entre le CAP et les caractéristiques socio-démographiques des ménages a été réalisée avec le test de corrélation de Pearson et celui de Spearman. Les fonctions utilisées sont le "test de corrélation" et la "régression linéaire". Les coefficients de corrélation "r" obtenus ont été interprétés :

a) selon la table de Pearson :

- lorsqu' on a $0,7 < | r | < 1$; les deux (2) paramètres évoluent de la même façon. Ils sont liés. L'évolution de l'un influe sur l'autre. Les deux (2) phénomènes sont fortement corrélés ;
- lorsque $0,4 < | r | < 0,7$; les deux (2) variables évoluent de manière approximativement identique. Ils sont moyennement corrélés ;
- lorsque $0 < | r | < 0,4$; les deux (2) variables sont indépendantes. Il n'existe aucun rapport entre l'évolution de l'un et celle de l'autre, aucune corrélation entre les deux (2) variables.

b) selon la table de Spearman :

- si $r = 0$, il n'y a pas de corrélation ;
- si $r < 0$ alors les deux variables évoluent en sens inverse ;
- si $r > 0$ alors les deux variables évoluent dans le même sens.

2.3.2 Traitement des données des sondages pédologiques

Le traitement des données pédologiques et leurs analyses ont été effectués au Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).

Les échantillons de sol prélevés ont été analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey/INRAB). Les analyses ont porté sur le taux de carbone organique (C), le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), l'azote total (N), le phosphore (P) assimilable et le potassium (K). Ces échantillons de sol ont été d'abord séchés. Le séchage s'est fait à l'ombre (à l'abri du soleil pour éviter la perte d'éléments volatiles) pendant environ une semaine pour que toute l'eau soit évaporée. Ensuite, le sol est pesé, émietté, tamisé à 2 mm pour la terre fine, le reste de 20µ à 2000µ et conservé dans un tissu approprié. Le refus ou la charge graveleuse ou encore charge ferrugineuse est pesé et son pourcentage est calculé avant d'être stocké.

2.3.2.1Détermination du pH

La détermination du pH est faite à l'aide du pH-mètre et les différentes interprétations sont présentées dans le tableau IV.

Tableau IV: Grille d'interprétation des valeurs du pH

Valeurs de pH	Qualification
< 4,5	Extrêmement acide
[4,5 – 5,0]	Très fortement acide
[5,1 – 5,5]	Fortement acide
[5,6 – 6,0]	Moyennement acide
[6,1 – 6,5]	Faiblement acide
[6,6 – 7,3]	Neutre
[7,4 – 7,6]	Légèrement alcalin
[7,7 - 8,4]	Modérément alcalin
[8,5 - 9,0]	Fortement alcalin
> 9,1	Très fortement alcalin

Source : PAP, 1976

2.3.2.2 Détermination de la teneur en matière organique

La teneur en matière organique (MO) est déterminée par le produit du pourcentage de carbone du sol et du facteur de conversion et de la constante 1,724 à travers la formule :

MO = %C x 1,724

Pour l'interprétation de la teneur en matière organique, le regroupement a été fait en trois classes réparties comme suit :

- teneur élevée en matière organique, taux supérieur à 1,5 % de MO ;
- teneur moyenne en matière organique, taux compris entre 1 et 1,5 % de MO ;
- teneur faible en matière organique, taux inférieur à 1 % de MO.

2.3.2.4 Azote total

L'azote total est déterminé à la suite de la minéralisation avec l'acide sulfurique (H_2SO4). La distillation est faite en présence de la soude (NAOH) et le dosage de l'azote ammoniacal par H_2SO4 à 1 N. Une grille d'interprétation de la teneur en azote permet de mieux interpréter le taux d'azote dans le sol (tableau V).

Tableau V: Grille d'interprétation de la teneur en azote

VALEURS DE N	INTERPRETATIONS
+ 3 %	Très riche en azote
2– 3 %	Riche en azote
1-2 %	Moyennement riche en azote
-1 %	Faiblement faible en azote

Source : PAP, 1976

2.3.2.5Détermination de la Capacité d'Echange Cationique (C.E.C)

La CEC est la mesure de la taille du réservoir en éléments nutritifs capables de passer facilement dans la solution du sol. Elle varie en général de 8 (sols sableux, pauvres en M.O) à plus de 20 meq/100g (sols argileux, riches en M.O) et indique le remplissage de ce réservoir (Védié, 2008). Elle est déterminée de la même manière que dans le cas de l'azote après déplacement de NH4 fixé sur le complexe absorbant. Ce déplacement est fait par une solution de KCl.

Le tableau VI présente la grille d'interprétation des valeurs de la CEC.

Tableau VI: Grille d'interprétation du CEC

Interprétation	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
CEC	< 5	5 à 10	10 à 25	25 à 40	> 40

Source : PAP, 1976

2.3.2.6Phosphore assimilable

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode BrayI qui passe par l'extraction après agitation du mélange sol-solution BrayI et enfin dosé au colorimètre en présence d'acide ascorbique et du molybdate d'ammonium après un léger chauffage au bain-marie à 80 °C.

La détermination des différentes valeurs du phosphore est faite en multipliant les résultats du laboratoire par la constante 2,3. Le tableau VII présente la grille d'interprétation du taux de phosphore dans les échantillons analysés.

Tableau VII: Grille d'interprétation du sol en phosphore

VALEURS DE P	INTERPRETATIONS
> 20 ppm	Valeur élevée en phosphore
10 à 20 ppm	Valeur moyenne en phosphore
≤ 10 ppm	Valeur faible en phosphore

Source : PAP, 1976

Le tableau VIII présente la grille d'interprétation du degré de dégradation chimique des terres dans le milieu d'étude.

Tableau VIII: Grille d'interprétation du degré de dégradation chimique des terres

Caractéristiques	Faiblement dégradé	Moyennement dégradé	Fortement dégradé	Très fortement dégradé
MO (%)	> 2	1-2	1-0,5	< 0,5
N (%) à pH 6	> 0,08	0,045 – 0,08	0,045-0,03	< 0,03
P.ass.Bray 1	> 20	10-20	10-5	< 5
K (méq/100g de sol)	> 0,4	0,2 – 0,4	0,2-0,1-	< 0,1
CEC (méq/100g de sol)	> 25	10 – 25	10-5	< 5

Source : Adapté de Igué et *al.*, 2013

MO = Matière organique ; N = Azote ; P = Phosphore ; K= Potassium ; CEC = Capacité d'Echange Cationique

2.3.3 Traitement des données d'expérimentation agricole

La surface foliaire est calculée par la méthode développée par Ruget et *al.* (1996) et qui consiste à multiplier la longueur de la feuille florale ligulée par la largeur de la feuille florale affectée d'un coefficient de stabilité de forme qui est de 0,725.

Le poids de la paille ou biomasse (tiges, feuille, et spathes) est estimé en matière sèche. Il consiste à délimiter une surface utile de 0,96 m² et à couper à ras. Le poids connu, l'échantillon est séché puis le poids sec est mesuré pour le calcul de la matière sèche.

Le rendement en grains est estimé après le séchage des échantillons d'épis à l'étuve à 60°C pendant 72 heures. Les épis sont ensuite égrenés par unité expérimentale, le poids des grains et des rafles sont relevés.

Les rendements en grains et en paille ont été estimés suivant la méthode développée par Saïdou (1992) et qui se résume comme suit :

$$Rg = \frac{1000\ x\ P\ x\ MS\ x\ N}{SI}$$

Avec Rg : Rendement en grains (kg MS/ha)

P : Poids total des épis pesés au champ (kg)

MS : Taux de matière sèche des épis

SI : Surface Interprétable (m2)

n : Rapport poids grains secs de l'échantillon après égrenage sur poids total échantillon épis secs.

$$Rp = \frac{1000\ x\ P\ x\ M}{SI}$$

Avec Rp : Rendement en paille (kg MS/ha)

P : Poids total de la paille pesée au champ (kg)

MS : Taux de matière sèche de paille

SI : Surface Interprétable (m2)

Le logiciel Microsoft Excel a été utilisé pour la saisie et le traitement des données. La procédure PROC GLM du logiciel Statistical Analysis System version 9.2 (SAS

v. 9.2) a permis de faire les analyses statistiques (Balogoun et *al*., 2014). Ces analyses ont essentiellement consisté en des analyses de variance à deux facteurs prenant en compte le niveau de dégradation du sol (degraFo= fortement dégradée; DegraFa= faiblement dégradé et DegradMo=moyennement degradé) et les traitements (T0= parcelle non traitée et T1= parcelle traitée).

Le prix moyen du maïs ses dix dernières années, a été utilisé pour déterminer le coût monétaire de la dégradation des terres à travers la formule suivante:

Cm = Pp x Pm

où Cm est le coût monétaire des pertes de productivité agricole, Pp représente la production perdue par hectare du fait de la dégradation des terres et Pm, le prix moyen du maïs.

2.3.4 Traitement des données d'occupation du sol

Les données planimétriques utilisées au cours de cette étude sont les cartes topographiques de l'Institut Géographique National au 1/200 000. Pour les corrections géométriques, quatre images satellitaires MSS et Landsat prises à différentes dates ont été utilisées. Ces données ont fourni le matériel brut pour l'élaboration de statistiques sur les changements du couvert végétal et sur la réalisation des quatre cartes d'occupation du sol (1979, 1992, 2002 et 2013).

2.3.4.1Traitements des images satellitaires

Un ré échantillonnage de l'image MSS de 1979 a été réalisé afin de pouvoir la superposer aux autres images TM de 1992 et ETM+ de 2002 et 2013.

Les interprétations ont été réalisées en utilisant des méthodes manuelles conventionnelles pour l'interprétation des séries temporelles d'images satellitaires. Ces images ont été traitées en utilisant une composition classique de trois bandes (4, 3, 2) en fausses couleurs infrarouges à l'aide du logiciel Erdas Imagine 9.3. Des aires d'entraînement ont été délimitées pour les classifications supervisées par maximum de vraisemblance et pour les validations de ces classifications lors des opérations de vérité terrain.

2.3.4.2Exportation vers un Système d'Information Géographique

Après validation des classifications supervisées, chaque image a été intégrée au Système d'Information Géographique (ArcGIS 9.3). Toutes les images ont été archivées dans ArcGIS 9.3 et vectorisées, ce qui a permis aussi de visualiser les interprétations puis de calculer des statistiques au niveau des types d'occupation du sol pour chacune des quatre dates. Les cartes d'occupation du sol de 1979, 1992, 2002 et de 2013 ont été aussi réalisées.

2.3.4.3Matrice de transition

Les matrices de transition sont élaborées pour décrire les changements d'utilisation des terres pendant une période donnée (Schlaepfer, 2002). Elles ont donc permis de mettre en évidence les différentes formes de conversion qu'ont subies les formations végétales entre 1979 et 1992, entre 1992 et 2002, puis entre 2002 et 2013. Le nombre X de lignes de la matrice indique le nombre de classes d'occupation du sol au temps t_0; le nombre Y de colonnes de la matrice est le nombre de classes d'occupation du sol 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 d'occupation du sol ont été calculées à partir du croisement des cartes d'occupation du sol de 1979, 1992, 2002 et de 2013 à l'aide de la fonction *Intersect* de la boîte à outils Arctoolbox du logiciel ArcGIS 9.3.

2.3.4.4Taux de conversion

Le taux de conversion ou taux de changement d'une classe de végétation correspond au degré de transformation subie par cette classe de végétation en se convertissant vers d'autres classes.

Il s'agit donc de la quantité de changements observés au niveau d'une formation végétale entre deux dates t_0 et t_1. Il permet ainsi de mesurer le degré de conversion d'une formation végétale en d'autres unités d'occupation du sol.

Par ailleurs, le taux annuel d'expansion spatiale a été calculé entre 1979 et 2013 à partir de la formule de Bernier (1992) avec comme variable la superficie (S) des formations naturelles.

$$T = \frac{lnS2 - lnS1}{t.lne} X\ 100$$

S1, la superficie occupée par une unité en année 1 ;
S2, la superficie occupée par la même unité en année 2 ;
t, le nombre d'années d'évolution ;
ln, le logarithme népérien ;
e, la base des logarithmes népériens (e = 2,71828).

Le Taux de Conversion (Tc) de chaque classe d'occupation du sol entre deux dates a été calculé sur la base de la formule suivante (Toyi et *al*., 2013) :

$$Tc = \frac{A2 - A1}{A1} x\ 100$$

où A1 et A2 sont respectivement les superficies initiale et finale de la classe d'occupation du sol. Les valeurs positives de Tc indiquent des progressions de la classe d'occupation du sol tandis que les valeurs négatives traduisent les pertes de végétation au niveau de ladite classe.

2.3.4.5 Corrélation entre unité d'occupation du sol et population

Pour rechercher un lien entre la population et les unités d'occupation du sol, les études de corrélations entre l'évolution de l'effectif de la population et l'évolution des formations naturelles (forêts galerie, savanes arborées et arbustives, …) des deux communes sont réalisées.

La corrélation permet d'établir un lien entre deux variables sans pour autant définir strictement les causalités de la dépendance entre les deux paramètres. Mais, elle montre la plus ou moins grande variance du second élément non constant en fonction du premier, créant ainsi la fonction linéaire : **r = f (x).**

Les études de corrélation sont donc faites à l'aide du coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson (Groupe Chadule, 1994).

La formule utilisée est :

$$\mathbf{r} = \frac{\mathbf{COV}\ (\mathbf{X}, \mathbf{Y})}{\boldsymbol{\sigma}(\mathbf{X})\mathbf{x}\ \boldsymbol{\sigma}(\mathbf{Y})}$$

Avec
• **r** = coefficient de corrélation
• COV(X, Y**)** = covariance de x et y

• **x** = variable effectif de la population
• **y =** variable superficie des unités d'occupation du sol
• σ**x** = écart-type de x
• σ**y** = écart-type de y

Il (r) est toujours compris entre – 1 et 1.

- Si **0,67 <|r|< 1**, alors les deux variables étudiées évoluent de la même manière et l'évolution de l'une influe sur l'autre. Dans ce cas, il existe une forte corrélation linéaire entre les deux variables;
- Si **0,33 <|r|< 0,67**, les deux variables évoluent de manière approximativement identique. Il existe une corrélation raisonnable ou moyenne entre les deux variables;
- Si **0 <|r|< 0,33**, les deux variables sont indépendantes. Par conséquent, il n'existe aucune corrélation entre les deux variables étudiées ;
- Si **r < 0**, les deux variables évoluent en sens inverse ;
- Si **r > 0**, les deux variables évoluent dans le même sens ;
- Si **r = 0**, les deux variables n'ont pas de corrélation linéaire, mais il peut exister d'autres corrélations ou liaisons.

2.3.5 Techniques spécifiques de traitement de certaines données

2.3.5.1Modélisation de l'érosion hydrique

C'est le modèle USLE de Wischmeier qui a été utilisé pour évaluer les pertes dans le milieu d'étude. En effet, suite aux nombreux essais conduits par différents auteurs, Wischmeier (1959) a abouti à l'Universal Soil Loss Equation (USLE) dues à l'érosion pluviale (pluies et ruissellement) puis en 1978 la Revised Universal Loss Soil Equation (RUSLE). Son principe est de comparer l'érosion d'un site quelconque à l'érosion d'une parcelle témoin ayant une longueur de 22,13 m et une pente de 9 % sur jachère nue, c'est à dire labourée périodiquement de manière à ce qu'aucune végétation ne puisse s'y développer et telle que le sol ne puisse former une croûte superficielle. Ce modèle empirique établi à partir du traitement statistique des résultats de nombreuses mesures en parcelles expérimentales menées sur plus de 20 ans exprime les pertes en sol comme le produit de différents facteurs selon la formule:

Pt= 2,24 *R. K. LS. C. P*

Pt est la perte de sol due à l'érosion et constatée par unité de surface pendant une période de temps déterminée. *Pt* est exprimé t/ha/an.

- **Facteur R**

R est appelé facteur pluie ou indice d′érosivité. Il a été défini comme le produit de l'énergie de la pluie par son intensité maximum en 30 minutes. Il peut aussi être considéré comme l'indice moyen annuel d'érosion par la pluie.

Roose (1977) a établi la carte de l'erosivité des pluies sur l'Afrique de l'Ouest, qui permet d'estimer *R.* L'estimation est donnée par la formule :

R= P/2 avec P précipitations moyennes annuelles.

De façon pratique, les précipitations moyennes d'une normale de 30 ans ont été d'abord calculées. Ensuite, la formule de Roose a été appliquée.

Afin que toute la zone soit couverte par les indices, il est appliqué la méthode d'interpolation des points. Pour ce faire, un tableau sous Excel est créé et il a été rattaché à chaque station pluviométrique, ses coordonnées géographiques X et Y ainsi que la valeur de son indice d'érosivité. Par la suite, le tableau obtenu a été exporté dans ArcMap et par la méthode d'interpolation Kriging de Spatial Analyst les différents points représentant l'indice d'érosivité ont été interpolés puis rastérisés.

- **Facteur K**

K est appelé le facteur sol et caractérise l′érodabilité de ce sol. Elle peut être définie comme la susceptibilité du sol à l'érosion et est établie par rapport à une parcelle standard, évaluée en tenant compte de la texture, de la teneur en matière organique, de la structure et de la perméabilité du sol sans tenir compte du couvert végétal et des pratiques culturales.

A l'origine, les valeurs de *K* ont été déterminées en divisant les valeurs de Pt, obtenues à partir d'expériences de perte de sol dans les précipitations naturelles par *R*. Compte tenu de la nécessité d'étendre l′USLE aux autres sols différents de ceux sur lesquels il a été calé, un nomogramme a été développé afin de déterminer les valeurs de K à partir des propriétés du sol (Wischmeier et *al*., 1971).

L'approximation mathématique de ce nomogramme pour les cas où la fraction limon ne dépasse pas 70 % est la suivante:

$$\mathbf{K = 2{,}1\ M^{1.14}\ (10^{-6})\ (12 - a) + 0.0325\ (b - 2) + 0.025\ (c - 3)}$$

Avec : M= le paramètre de taille des particules (texture), a= taux de matière organique, b= code relatif à la structure de surface, c= classe de perméabilité.

Les facteurs comme la texture et la structure influent sur le ruissellement, et l'inclusion de la perméabilité dans l'équation permet de prendre en compte cet effet (Kinnell, 2010). Pour avoir K en unité métrique, on multiplie l'équation sus mentionnée par 1,29.

De façon pratique, dans la base de données (fenêtre données), on attribue à chaque unité cartographique ses valeurs de M, s, p, et c dans le champ correspondant. Le dernier champ est K, c'est dans celui-ci qu'on introduit la formule ci-dessus, à l'aide de MapBasic™. L'application réalise l'opération automatiquement pour toutes les unités cartographiques. Les valeurs de K trouvées, l'on peut demander à *MapInfo* de générer la couche de K avec une apparence bien définie dans la fenêtre carte, grâce à l'analyse thématique.

- **Facteur LS**

LS est le facteur pente et déclivité. Il tient compte à la fois de la longueur de la pente (L) et de son inclinaison (S).

Dans la pratique, les deux facteurs de pente, L et S sont combinés en un seul facteur topographique qui permet d'évaluer globalement l'influence de la pente sur la vitesse de l'érosion. Dans le modèle USLE, le facteur L est donné par :

$$\mathbf{L = (\lambda\ 22{,}13)\ m}$$

λ est la longueur de pente ; m varie avec le gradient de pente. Il a une valeur de 0,2 pour des pentes de moins de 1% et augmente jusqu'à une valeur de 0,5 pour les gradients de plus de 5% (Wischmeier & Smith, 1978).

- **Facteur C**

C, facteur de couvert végétal est défini dans l'USLE comme le rapport entre la perte de sol d'une parcelle cultivée dans des conditions définies et la perte de sol correspondante d'une parcelle cultivée en jachère nue continue. C'est une mesure

de l'efficacité relative des systèmes de gestion des sols et des cultures dans la prévention ou la réduction des pertes en terre.

Roose (1977) a calculé les valeurs de C pour plusieurs couverts végétaux en Afrique de l'Ouest. Il varie entre 1 sur sol nu à 0,001 pour une culture paillée abondamment.

- **Facteur P**

P, facteur des pratiques culturales antiérosives est une mesure des effets des pratiques visant à modifier le profil, la pente ou la direction de l'écoulement du ruissellement en surface et à réduire ainsi l'érosion. C'est le rapport entre les pertes en terre d'un champ sur lequel on applique des pratiques de conservation et celles d'un champ cultivé dans le sens de la pente.

Les valeurs établies par Roose (1977) pour l'Afrique de l'Ouest varient entre 1 sur un sol nu sans aucun aménagement antiérosif à 0,1 environ, lorsque sur une pente faible, on pratique le billonnage cloisonné.

La figure 4 donne une idée générale sur le fonctionnement du modèle et présente un résumé de la méthodologie utilisée.

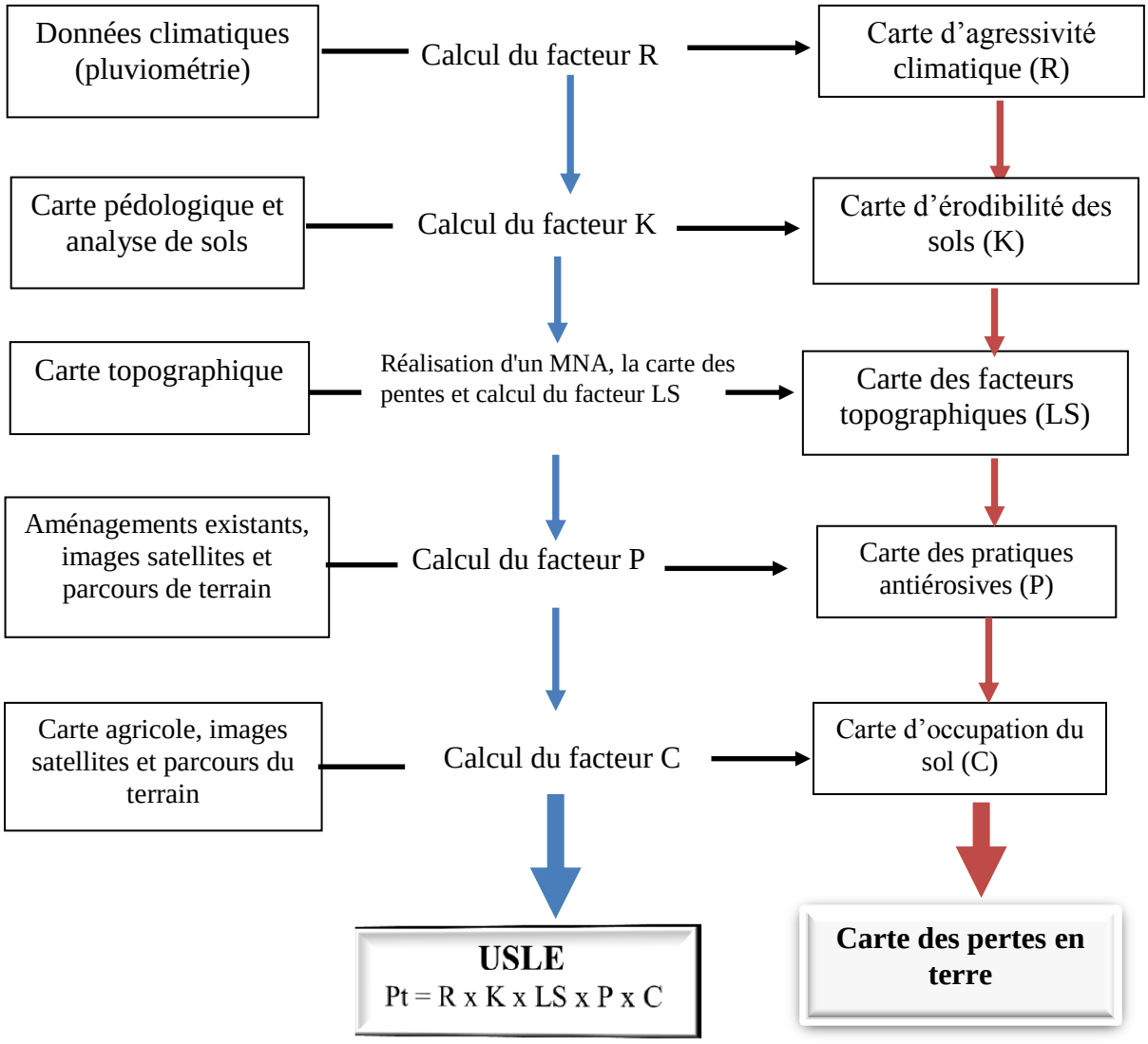


Figure 4: Etapes d'estimation et de cartographie des pertes en terre par le modèle USLE

La figure 4 présente les différentes phases conduisant à l'application de l'équation de Wischmeier de même que la spatialisation des résultats. L'application de ce modèle ne reste pas sans intérêt.

L'équation de Wischmeier permet de juger de l'intérêt des actions à mener en conservation des eaux et des sols (Yacouba et *al.*, 2002). Ainsi, pour diminuer l'érosion (Pt), on peut :

- réduire l'indice d'érosivité (*K*) en améliorant la structure et la perméabilité du sol ;
- agir sur le facteur *C* en faisant en sorte que le sol soit couvert pendant les périodes critiques (fortes pluies) ;

- agir sur le facteur *P* en préconisant des cultures en courbes de niveau ou en bandes alternées.

C'est seulement lorsqu'on aura épuisé ces trois possibilités de lutte qu'il sera nécessaire d'agir sur les facteurs de pente, par des travaux antiérosifs appropriés. Cela nécessite la prise de conscience des producteurs et un accompagnement subséquent des décideurs. L'estimation du coût économique de la dégradation des terres constitue à cet effet, un outil important de prise de décision.

2.3.5.2Evaluation du niveau de dégradation des terres

Les données des différents tracking effectués ont été transférées sur l'ordinateur et une base de données créées. Les surfaces des différentes dégradations constatées ont été calculées et le rapport entre la surface dégradée et la surface de la station d'observation déterminé par la formule :

$$ExST = \frac{\text{Spd}}{\text{St}}$$

Où

ExST = extension de la dégradation

Spd = Surface partie dégradée

St = surface totale

Pour faciliter la constitution de l'indice synthétique de dégradation, cinq classes d'extension sont retenues conformément au tableau IX.

Tableau IX: Les classes d'extension d'un type de dégradation

Classe d'extension	Qualification de l'extension	Limites des classes d'extension d'un type ou sous-type de dégradation dans la zone concernée (en % de la superficie du terrain)
1	Très faible	< 5%
2	Faible	5-25%
3	Moyenne	26-50%
4	Forte	51-75%
5	Très forte	> 75%

Source : Adapté de Brabant, 2008

Le tableau IX présente les critères de classification des extensions de dégradation des terres. Ainsi, lorsque par exemple la surface érodée représente 10 % de la

superficie d'une station d'observation, il est dit que l'extention de l'érosion est faible au niveau de cet espace.

L'indice synthétique d'état de dégradation (tableau X) est obtenu par addition des valeurs de l'extension (de 1 à 5) et celles du degré (de 1 à 5).

Tableau X: Constitution de l'indice synthétique d'état de dégradation

Nombre de combinaisons des indicateurs d'extension (en gras) et de *degré* (en italique)	**Valeur totale de la combinaison de l'extension et du degré**	**Qualification de l'indice d'état de dégradation**	**Valeur de l'indice synthétique d'état de dégradation**
1+ *1*	2	Très faible	**1**
1+*2*/**2**+*1* **1**+*3*/**2**+*2*/**3**+*1*	3 4	Faible	**2**
1+*4*/**2**+*3*/**3**+*2*/**4**+*1* **1**+*5*/**2**+*4*/**3**+*3*/**4**+*2*/**5**+*1*	5 6	Moyen	**3**
2+*5*/**3**+*4*/**4**+*3*/**5**+*2* **3**+*5*/**4**+*4*/**5**+*3*	7 8	Fort	**4**
4+*5*/**5**+*4* **5**+*5*	9 10	Très fort	**5**

Source : Adapté de Brabant, 2008

Il ressort du tableau X que l'indice synthétique d'état de dégradation est obtenu par la combinaison des indicateurs d'extension avec ceux du dégré de dégradation. Le niveau de dégradation est très fort si le résultat de cette addition est égal à 9 ou 10. Par contre, si ce résultat est inférieur ou égal à 2, le niveau de dégradation est très faible.

Les résultats obtenus suite au traitement des différentes données collectées ont été analysés.

2.4 Analyse des résultats

Deux modèles ont été utilisés pour analyser les résultats issus des traitements des différentes données et informations. Il s'agit du DPSIR et du SWOT.

2.4.1 Modèle DPSIR

Dans un contexte d'analyse environnementale, l'approche DPSIR est un cadre conceptuel recommandé par l'OCDE (1993). Cette approche permet une organisation de l'information existante sous forme d'indicateurs tant au niveau du système concerné que des politiques (réglementations et autres), mettant en

évidence les liens de causes à effets en relation avec les modalités de solutions dans une perspective de durabilité environnementale. Le but est l'élaboration de mesures ciblées, la mise en œuvre de programmes de surveillance appropriés, l'élaboration ou la révision de normes et critères appropriés.

Le modèle DPSIR ou FPEIR (Force-motrice, Pression, Etat, Impacts et Réponses) utilisé, fixe un cadre à l'analyse des interactions entre la société et l'environnement. Proposé en 1998 par l'Agence Européenne de l'Environnement, il est développé pour répondre à des problématiques environnementales. Ce modèle est un développement du modèle PER (Pression, Etat, Réponse) de l'OCDE (1993). Selon Tonneau et *al.* (2009) un grand avantage du modèle DPSIR est de permettre de relier des indicateurs de natures différentes sans pour autant recourir à un système d'agrégation, ni disposer d'une connaissance parfaite des causalités à évaluer. Le modèle DPSIR organise la séquence suivante : les activités humaines - les secteurs économiques, la consommation, la démographie, les technologies, … - constituent les forces motrices du système représenté. Ces activités exercent des pressions notamment sur les compartiments environnementaux (Ex : en terme d'émissions de polluants). Par conséquent, l'état des compartiments environnementaux (l'air, l'eau, le sol, les habitats, les espèces) est affecté (Ex : en terme de concentrations de polluants). En aval, ces changements de l'état des compartiments environnementaux induisent des impacts sur la santé des êtres vivants (hommes, flore et faune) et des systèmes de ressources, ainsi que des impacts économiques. En considérant le profil de ces différentes catégories, et particulièrement celui des impacts, des réponses correctives de la société sont élaborées et mises en œuvre. Ces réponses, qu'elles soient de natures réglementaires, économiques ou volontaires, influencent à leur tour la configuration du système.

Les **forces motrices** sont considérées comme les évolutions structurelles (économiques et sociales) extérieures au système mais influençant celui-ci dans ses évolutions dynamiques.

Les autres éléments (Pressions, Etat, Impacts, Réponses) sont considérés comme des éléments internes au système, appréhendés aux niveaux régional et infrarégional dans le cas de notre étude. Les **pressions** sont les pressions directes

exercées sur le capital (économique, environnemental, social, humain) ; l'**état** subit l'effet des pressions en termes de niveau (volume, qualité) de capital qui se traduit par un niveau de ressources environnementales, sociales et économiques ; le changement de cet état du système d'activités se répercute en termes d'**impacts** (économiques, sociaux, sanitaires, environnementaux) de la variation du capital ; les **réponses** sont les mesures publiques ou comportements privés adoptés en réponse à la variation de l'état du capital et à ses impacts (figure 5).

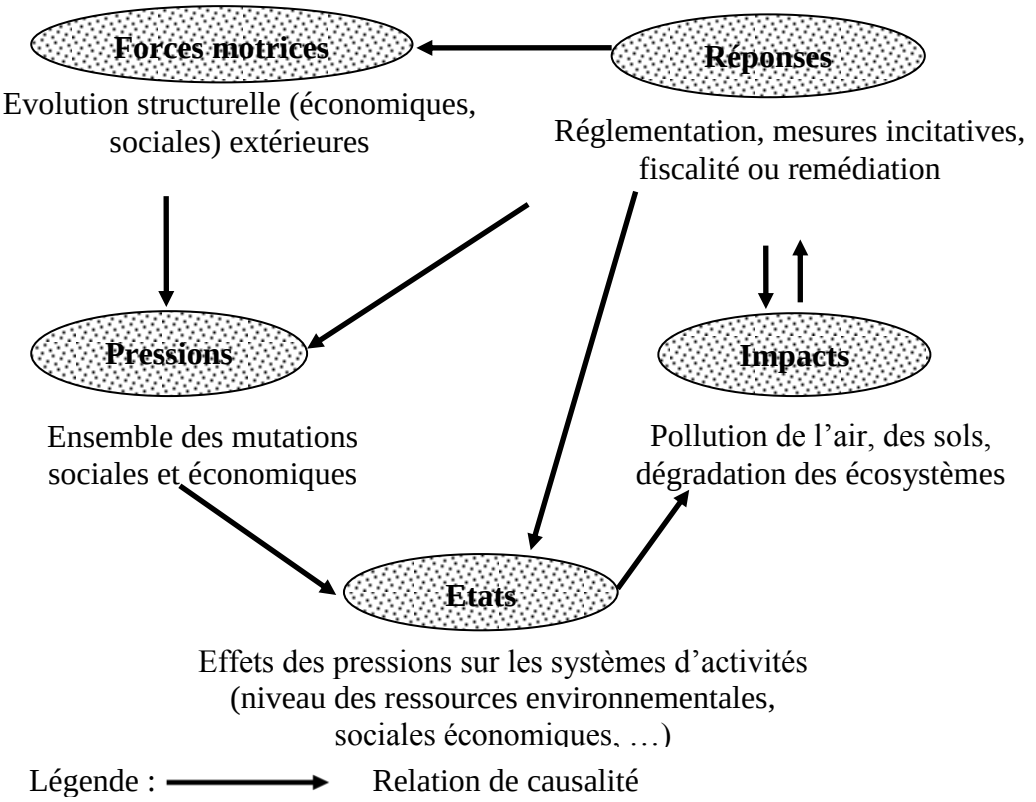


Figure 5: Schéma du modèle DPSIR

Source : Laroche et *al.*, 2006

2.4.2 Modèle SWOT

Le modèle SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities Threats) ou FFOM (Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces) a été développé dans les années 1960 (Johnson et *al*, 2014). C'est est un outil utilisé pour faire émerger les aspects les plus pertinents d'un phénomène et faciliter leur exploitation, leur analyse et leur synthèse en vue de la construction de scenarii ainsi que la vision. Cette méthode d'analyse a donc été retenue dans le présent travail pour la détermination d'options

stratégiques de gestion durable des terres; ceci à partir des facteurs internes et externes (figure 6).

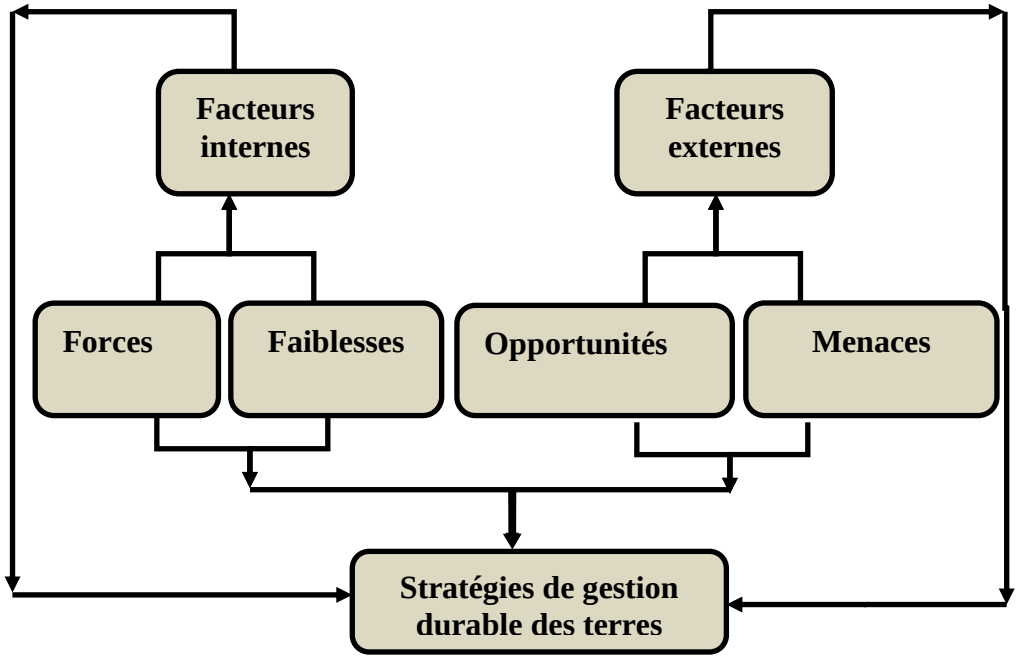


Figure 6: Schéma conceptual du modèle d'analyse SWOT

Source : Adapté de Johnson et *al*., 2014.

Il ressort de la figure 6, les différents éléments de cette analyse:

- les Forces (premier éléments du tableau SWOT), sont des atouts internes des stratégies endogènes de gestion des terres et sur lesquels on pourra s'appuyer dans la mise en œuvre des stratégies, dans la mesure où il devrait favoriser l'efficience des actions s'intégrant dans les axes stratégiques ;
- les Faiblesses (deuxième élément du tableau SWOT), sont des handicaps internes décelés au niveau des stratégies endogènes de gestion des terres, de même que les freins à l'adoption de nouvelles technologies de gestion durable des terres ;
- les Opportunités (troisième élément du tableau SWOT), sont des chances qui se présentent en matière de gestion durable des terres et qui facilitent la réalisation des objectifs. Ce sont des conditions externes favorables à la gestion durable des terres. La détermination de ces opportunités résulte de l'analyse objective de l'actualité nationale et internationale ainsi qu'en particulier, de l'examen d'enquêtes sur le domaine ;

- les Menaces (dernier élément), sont les risques susceptibles d'entraver la réalisation des objectifs. Ce sont les conditions externes défavorables à la gestion durable des terres dans le milieu d'étude.

Les forces, faiblesses, opportunités et menaces de l'organisation du système qu'est la gestion durable des terres ont été donc recueillies et synthétisées. De cette synthèse, il s'est dégagé la problématique majeure de la gestion durable des terres dans le milieu d'étude. L'identification des différents facteurs (internes et externes) a permis de définir des stratégies efficaces pouvant maximiser les forces et opportunités d'une part, d'endiguer les faiblesses et de minimiser les menaces d'autre part.

2.5 Cadre conceptuel de la thèse

Pour permettre une lecture schématique des relations entre la dégradation des terres et ses implications sociales et économiques de même que les stratégies développées par les différents acteurs, un cadre conceptuel a été réalisé (Figure 7). Il permet de faire ressortir les relations de causes à effets entre les activités humaines, les contraintes naturelles, la dégradation des terres et l'aménuisement des revenus des producteurs.

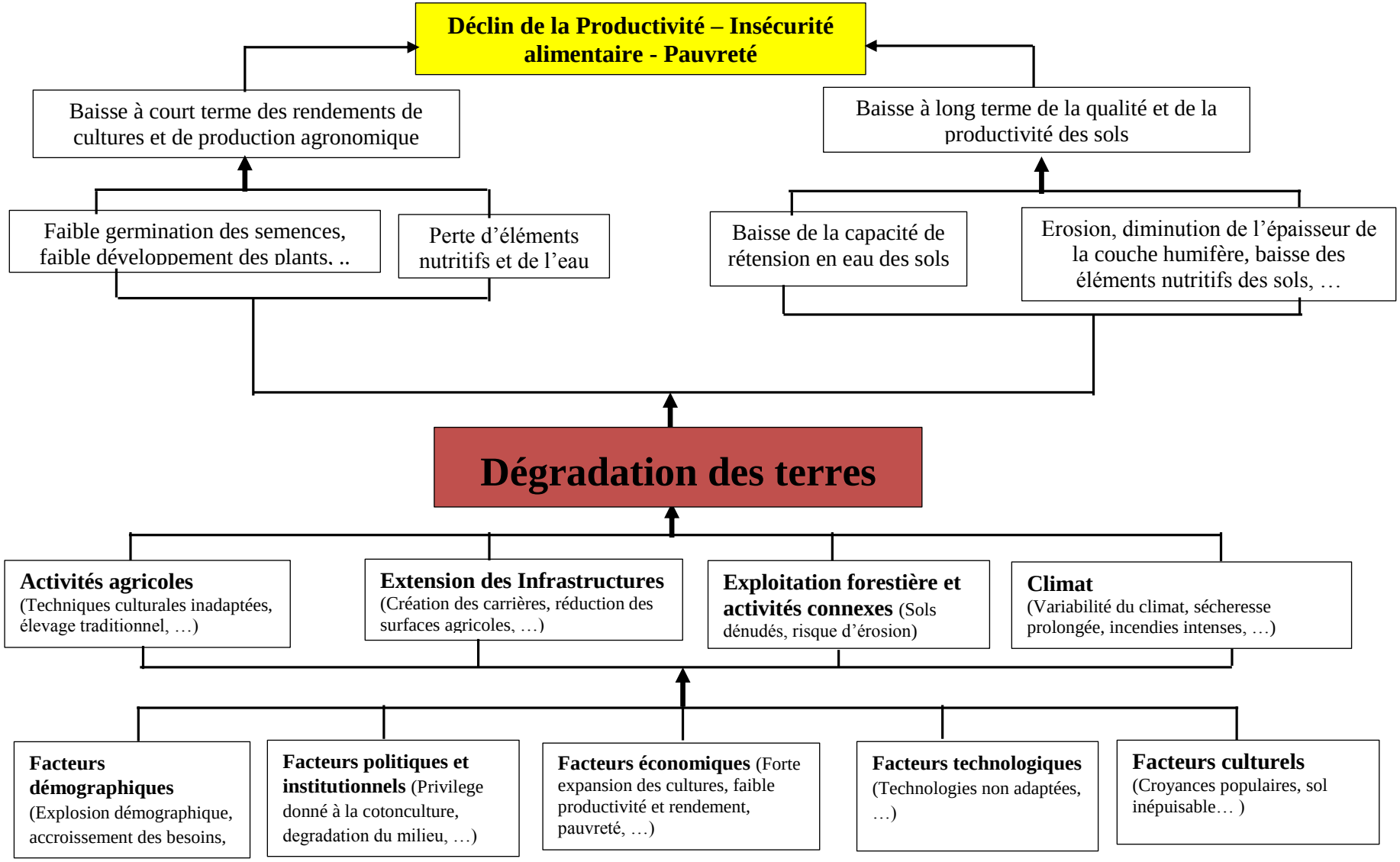


Figure 7: Cadre conceptuel de la recherche
Source : Adapté de ELD, 2015

L'analyse est présentée sous forme de diagramme ayant l'aspect d'un arbre avec pour tronc (problème central), la dégradation des terres et montrant en haut ses effets puis en dessous, ses causes. Cette analyse a pour but d'identifier les points critiques auxquels les parties prenantes attachent beaucoup d'importance et auxquelles elles souhaitent remédier.

Dans ce diagramme, le niveau inférieur met en exergue des forces motrices (« driving forces » ou « underlying causes ») de la dégradation des terres. Les driving forces constituent les causes premières du phénomène étudié. Ce sont les pivots ou racines principales de l'arbre. Il s'agit des facteurs démographiques, politiques, institutionnels, économiques, technologiques et culturels. En effet, une force motrice (ou cause indirecte) est un processus sous-jacent entrainant des actions qui affectent le paysage (Chowdhury, 2006). Ainsi, les facteurs sus-cités interagissent sur les activités agricoles, les infrastructures, l'exploitation forestière et le climat. Ce sont les causes directes de la dégradation des terres. Une cause directe peut se définir comme étant une activité qui a pour conséquence immédiate des changements dans l'occupation et l'utilisation du sol. Les causes directes représentent les racines caduques de l'arbre. Ces racines naissent latéralement sur les pivots (forces motrices). Il s'agit des pratiques agricoles, du développement des infrastructures, de l'exploitation forestière et des facteurs naturels qui impactent directement la qualité des sols du milieu d'étude, entrainant ainsi la dégradation des terres. La dégradation des terres a des effets à court et long terme : ce sont les branches de l'arbre. Il s'agit entre autre du faible développement des semences, de la diminution de la capacité de rétention en eau des sols. Les branches secondaires représentent la baisse de la qualité et de la productivité des sols avec pour corollaire, le déclin de la production agricole, l'insécurité alimentaire et la paupérisation.

Conclusion partielle

Le cadre théorique de l'étude a permis d'adopter des méthodes pertinentes de collectes des données, de traitement et d'analyse. Diverses méthodes ont été utilisées pour comprendre la dégradation des terres, analyser ses causes et évaluer ses impacts sociaux et économiques sur les ménages du milieu d'étude. Il s'agit de

méthodes d'analyses statistiques, descriptives et cartographiques. Ce cadrage méthodologique permet d'atteindre les objectifs de recherche et de vérifier les hypothèses de travail.

L'application des différentes méthodes de recherche exposées dans ce chapitre a permis d'obtenir des résultats sur les fondements de la production agricole dans le milieu d'étude de même que les causes et manifestions de la dégradation des terres, qui sont présentés dans les chapitres suivants.

DEUXIEME PARTIE : FONDEMENTS DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASS-ZOUME ET DE GLAZOUE

La terre fournit directement les moyens d'existence à 60 % des personnes, au travers de l'agriculture, de la pêche en eau douce, de la foresterie et d'autres ressources naturelles (FAO, 2004). Mais, la surexploitation menace sérieusement les ressources en terre et en eau dans quelques régions, bien que la disponibilité de ces ressources y soit l'une des plus élevée sur terre. C'est la conséquence directe des besoins croissants d'une population en pleine expansion, conjuguée à des pratiques inappropriées de gestion des terres.

La présente partie analyse dans un premier temps, le poids des activités agricoles dans l'économie du milieu d'étude à travers les déterminants physiques, socio-économiques, techniques et démographiques de la production agricole. Cette analyse débouche ensuite sur les causes et manifestations de la dégradation des terres dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

CHAPITRE 3 : FONDEMENTS NATURELS, HUMAINS ET ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LE MILIEU D'ETUDE

Le développement se mène sur un territoire dont il importe d'en maîtriser les contours pour mieux apprécier les choix stratégiques et les acteurs intervenant dans le développement économique (Biaou, 2006). Ainsi, ce chapitre dresse une monographie spécifique et contextuelle du milieu d'étude en indiquant la localisation, les milieux physique et biotique de celle-ci. La connaissance des éléments du climat, du substratum géologique et pédologique, du paysage morphologique, du réseau hydrographique, des types de végétation et des traits socioéconomiques du cadre de l'étude, est nécessaire pour la compréhension des facteurs de dégradation des terres agricoles.

3.1 Situation géographique du cadre d'étude

Le milieu d'étude (figure 8) est située entre 1°41' et 2°39' de longitude Est et entre 7°27' et 8°31' de latitude Nord. Sur le plan administratif, il s'agit des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué qui couvre une superficie de 3461 km^2. Le milieu d'étude est limité au nord par les Communes de Bassila et de Ouessè, au sud par les Communes de Djidja, de Covè et de Zagnanado, à l'est par les Communes de Ouessè, de Savè et de Kétou et à l'ouest par les Communes de Bantè et de Savalou.

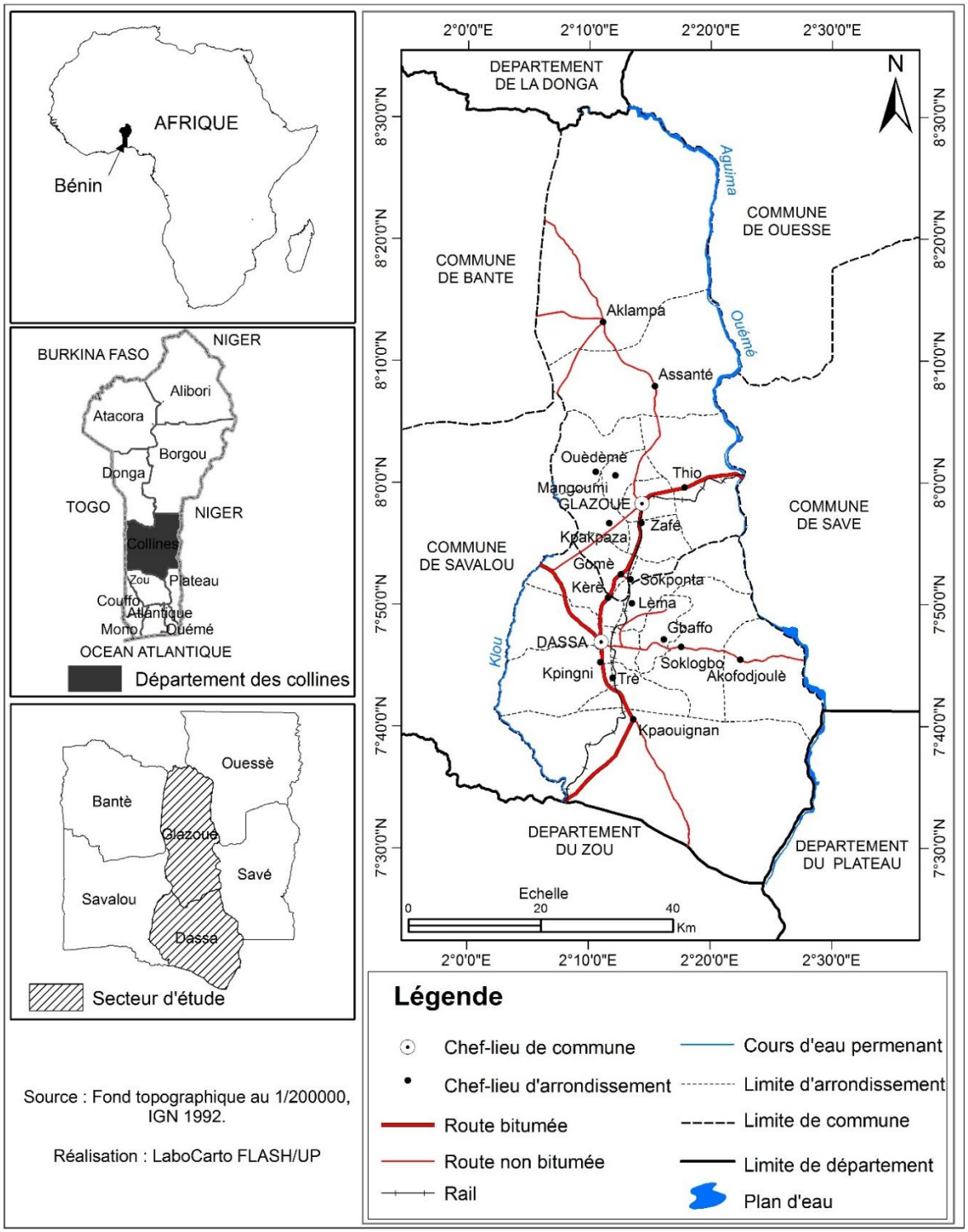


Figure 8: Situations géographique et administrative du milieu d'étude

3.2 Fondements physiques de la production agricole

Les éléments du milieu tels que le relief, les sols, la végétation, le climat et l'hydrographie sont les principaux facteurs pouvant influer favorablement ou non les activités agricoles dans le milieu d'étude.

3.2.1 Traits géomorphologiques

La Commune de Dassa-Zoumé présente une géomorphologie particulière qui est liée à la lithologie et l'historique géologique (Berding et Van Diepen, 1982, Houndagba, 1985). Il s'agit d'une pénéplaine résultant de l'érosion du vieux socle de roches du précambrien (gneiss et granite) qui alterne des sommets et des dépressions plus ou moins fortes et allongées. Le point culminant de la chaîne des collines de Dassa-Zoumé se situe à Itagui. Le paysage est caractérisé par des pénéplaines surplombées par des inselbergs et des plateaux. Les collines représentent les points les plus hauts du modelé avec une altitude d'environ 465 m (MEPN/PAGEFCOM, 2010). Les pénéplaines correspondent à une vieille surface avec une altitude moyenne d'environ 150 m. La pénéplaine elle-même est composée de deux niveaux : une altitude moyenne (120-200 m) dans la partie Ouest et centrale et une basse altitude (50-120 m). Les pentes se situent généralement entre 2 et 5 %, mais il importe de noter la présence de versants possédant une déclivité supérieure à 15 % voire même 60 % comme l'indique le tableau XI.

Tableau XI: Déclivité de la commune de Dassa-Zoumé

Classes de pentes (%)	**Recouvrement**	
	km^2	**%**
0 – 2	301,7	17,6
2 – 5	1054,1	61,6
5 – 8	249,0	14,5
8 – 15	54,6	3,2
15 – 30	36,5	2,1
30 – 60	16,2	0,9
> 60	0,4	Insignifiant

Source : MEPN/PAGEFCOM, 2010

Il ressort du tableau XI qu'environ 3 % de la superficie de la commune de Dassa-Zoumé a une pente supérieure à 15 %. Par contre, 79 % de la superficie de cette même commune à une pente comprise entre 0 et 5 %.

Le relief de la Commune de Glazoué est quant à lui marqué par la présence de plateaux (200 à 300 m) dominés par des collines par endroits (Sokponta, Gomé, Camaté, Tankossi, Tchatchégou, Thio, Ouèdèmè, Assanté et Aklampa). Le dénivelé est d'environ 334 m entre le point le plus haut et le point le plus bas. Les pentes y sont généralement inférieures à 5 % comme le montre le tableau XII.

Tableau XII: Déclivité de la commune de Glazoué

Classes de pentes (%)	**Recouvrement**	
	km^2	**%**
0 – 2	327,8	19,0
2 – 5	1091,1	63,1
5 – 8	269,0	15,6
8 – 15	29,2	1,7
15 – 30	8,6	0,5
30 – 60	2,4	0,1
> 60	0,1	Insignifiant

Source: MEPN/PAGEFCOM, 2010

Il ressort du tableau XII qu'environ 0,6 % de la superficie de la commune de Glazoué a une pente supérieure à 15 %. Par contre, 82 % de la superficie de cette même commune à une pente comprise entre 0 et 5 %.

L'analyse croisée des tableaux XII et XIII montre que plus de 80 % du milieu d'étude a une pente comprise entre 0 et 5 %. Ces pentes sont faibles et rendent le milieu d'étude favorable à l'agriculture et faiblement vulnérable à l'érosion hydrique.

La figure 9 présente les classes d'altitude observées dans le milieu d'étude.

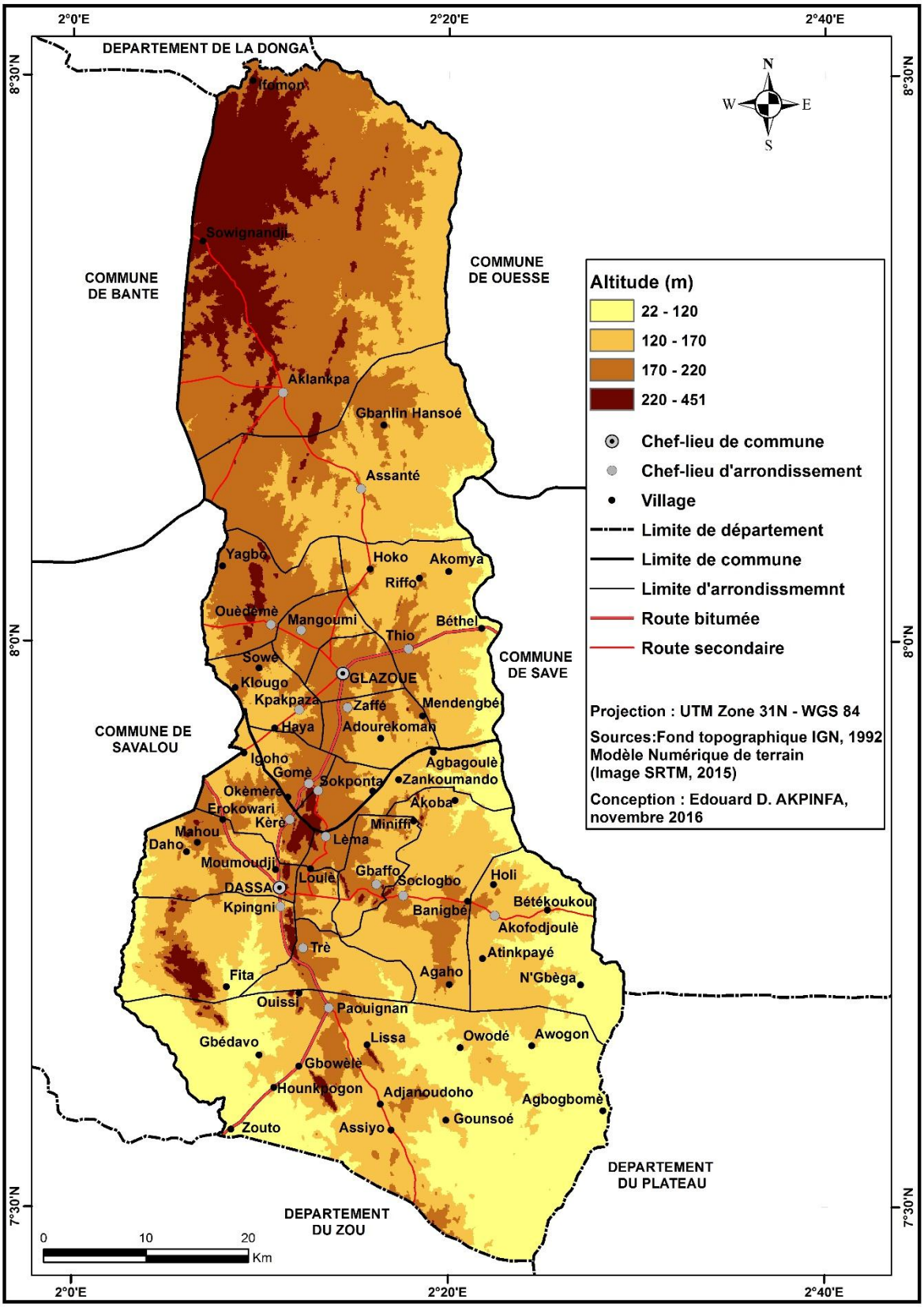


Figure 9: Niveaux topographiques du milieu d'étude

Il ressort de cette présentation que la Commune de Dassa-Zoumé est plus accidentée que celle de Glazoué. Les conditions de dégradation des sols seraient donc plus favorables à Dassa-Zoumé qu'à Glazoué.

De façon générale, le milieu d'étude dispose d'unités morphologiques peu accidentées et facilement exploitables à des fins agricoles.

3.2.2 Traits géologiques

La géologie des matériaux de surface de la Commune de Dassa-Zoumé est principalement caractérisée par des formations de gneiss (soit migmatique, biotite, oillé ou amphiobole). Des zones de quartzites se retrouvent dans la portion Sud de la Commune et de Charnockites dans la partie Est. La partie Ouest est caractérisée par des formations de dépôts terrigènes, rhyolites et blastomylonites, basalte, granite biotitique et alcaline granites et microgranite (MEPN/PAGEFCOM, 2010).

Le contexte géologique de la commune de Glazoué est presque le même que celui de Dassa-Zoumé (figure 10), caractérisé par des formations de gneiss. Néanmoins, il faut noter que des formations de microgranite et de dépôts terrigènes traversent la Commune de Glazoué selon un axe Nord-Sud. La portion Nord est recouverte de formations de charnockites, métadiabase, pegmatite et quartzites, tandis que la portion Sud de la Commune est recouverte de formations de basalte et blastomylonites (MEPN/PAGEFCOM, 2010).

Le sol, support de la production agricole dans le milieu d'étude, se forme suite à la dégradation du matériau parental. Les types de sol du milieu d'étude sont donc en lien avec les traits géologiques rencontrés.

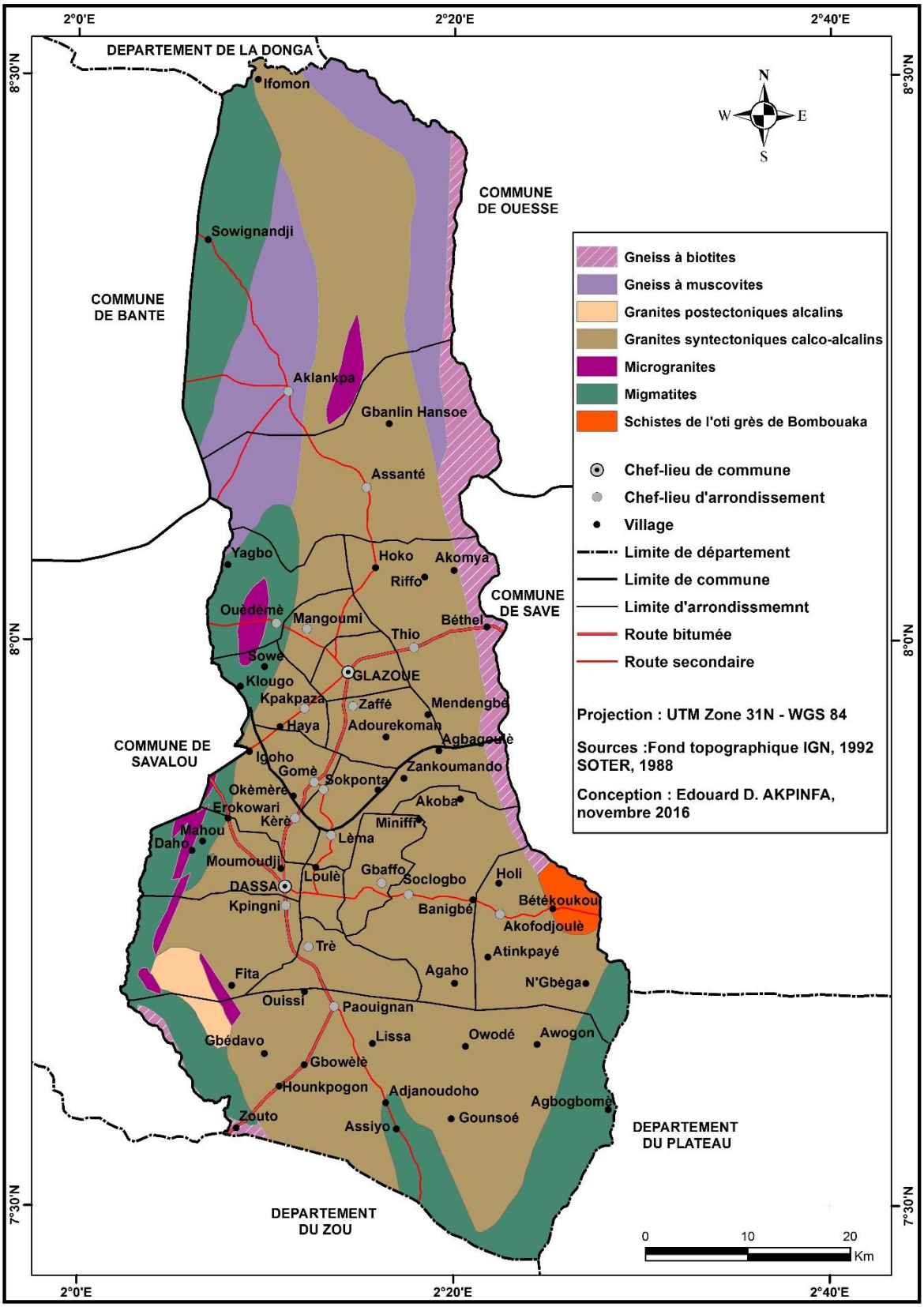


Figure 10: Traits géologiques du milieu d'étude

Les différentes unités géologiques en présence dans le milieu d'étude ont un impact sur la nature des sols.

3.2.3 Nature des sols

Le milieu d'étude est recouvert à plus de 80 % de sols ferrugineux qui sont caractérisés par une dominance des oxydes de fer en raison d'une altération encore incomplète des minéraux primaires (Tableau VIII).

Tableau XIII: Types de sols rencontrés dans le milieu d'étude

Type de sols	**Recouvrement**	
	Km²	**%**
Sols ferrugineux tropicaux à concrétions sur embréchite	938,10	27,10
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur embréchite porphyroide à ferro-magnésiens et granite	721,70	20,85
Sols hydromorphes à gley lessivés sur embréchite basique et gneiss	426,80	12,33
Sols ferrugineux tropicaux appauvris peu ferruginisés sur embréchite et granite	382,80	11,06
Sols ferrugineux tropicaux appauvris sans concrétions sur granite calco-alcalin à biotite	378,80	10,94
Sol ferrugineux tropicaux hydromorphes sur embréchite et granite	171,80	4,96
Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions sur granite acide	87,70	2,53
Lithomorphes sur roche basique	66,20	1,91
Sols minéraux bruts sur roche affleurante ou subaffleurante	61,20	1,77
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur granite et granito-gneiss à deux micas	51,60	1,49
Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions sur granite et granito-gneiss à deux micas	48,10	1,39
Sols bruns eutrophes sur roche basique	35,60	1,03
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur matériaux kaolinique issu d'embréchite	14,70	0,42
Sols minéraux bruts sur roche affleurante ou subaffleurante	10,30	0,30
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur matériau kaolinique issu d'embréchite porphyroide à ferro-magnésiens et granite	9,40	0,27
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur matériau kaolinique issu de granite et granito-gneiss à deux micas	8,30	0,24
Vertisols	8,30	0,24
Sols ferrugineux tropicaux indurés sur matériau kaolinique issu d'embréchite	5,00	0,14
Sols ferrugineux tropicaux indurés sur granito-gneiss à deux micas	3,60	0,10
Sols ferrallitiques, modaux, sur grès et matériau colluvial	0,20	0,01

Source : Synthèse SDAC Dassa-Zoumé et Glazoué, 2015

Il ressort du tableau XIII qu'en plus des sols ferrugineux (80 % de la superficie), le milieu d'étude recouvre des sols hydromorphes, c'est-à-dire engorgés d'eau de façon temporaire ou permanente. Les sols hydromorphes font près de 13 % de la superficie totale du milieu d'étude. Les autres types de sols couvrent ensemble environ 7 % du milieu d'étude.

3.2.3.1Sols ferrugineux tropicaux

Les sols ferrugineux tropicaux dominent le milieu d'étude et se présentent sous diverses formes à savoir les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétion ou sans concrétion, les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés hydromorphes ou jeunes, les sols ferrugineux tropicaux appauvris avec concrétion ou sans concrétion.

Les sols ferrugineux tropicaux sont caractérisés par une altération forte mais moins poussée que dans le cas des sols ferralitiques avec une géochimie caractérisée par l'accumulation d'hydrates ferriques associés à peu d'oxydes aluminiques (Agossou, 1993). Il s'agit dans l'ensemble des sols à texture fine argilo-sableuse d'une profondeur utile moyenne limitée par la discontinuité d'un horizon concrétionné parfois massif. Ces sols présentent un horizon de surface riche en matière organique: 1,5 % dans la partie supérieure et moins de 1 % dans sa partie inférieure. On observe parfois, la présence d'un horizon de transition lessivé (30–40 cm) et d'un horizon d'accumulation en argile et en fer avec ou sans concrétions et nodules. Le rapport limon fin sur argile est toujours supérieur à 0,20 et celui SiO_2 / $A_{l2}O_3$ à 2.

Les sols ferrugineux tropicaux ont des caractéristiques agronomiques très variables et souvent hétérogènes (Youssouf et Lawani, 2001). Les réserves en eau utilisable sont faibles. Ce sont des sols faiblement acides avec une capacité d´échange moyenne mais les réserves minérales sont faibles. Les sols ferrugineux tropicaux constituent d'excellents milieux de croissance pour les plantes malgré leur faible teneur en éléments nutritifs. En effet, ils présentent souvent des déficiences en phosphore (P), en potassium (K) et en azote (N).

En somme, ces sols présentent une aptitude culturale élevée pour les cultures annuelles si les carences minérales sont corrigées et le volume utile de sol augmenté par des techniques culturales appropriées.

Selon Youssouf et Lawani (2001), les sols ferrugineux tropicaux conviennent bien aux cultures suivantes: coton (sous réserve de complément en N, P, K), arachide, maïs, sorgho, mil, igname, manioc, ricin, tabac. A certains endroits de topographie basse, la culture du riz est aussi pratiquée. Lorsque la profondeur utile et la texture le permettent, certains de ces sols abritent de belles plantations d'arbres fruitiers et de beaux peuplements forestiers.

3.2.3.2 Sols hydromorphes

Ce sont des sols argileux, de couleur brune grisâtre à structure faiblement développée polyédrique et subangulaire. La texture est du limon argilo-sableux. Les teneurs en argile et réserves minérales de ces sols sont importantes. La teneur en matière organique est moyenne (0,9 à 1,2 %) dans les 30 premiers centimetres. Le rapport C/N variant de 10 à 12 indique une bonne minéralisation de la matière organique. Les sols hydromorphes se retrouvent sur les versants et les bas de versant. Ces sols occupent un modelé faiblement ondulé. On les rencontre à Idaho, Arigbokoto, Tangbé, Kpakpaza, Sowé, Gomé et Ouèdèmè. Le potentiel de fertilité de ces sols (la présence de nombreux cutans d'argile et de matières organiques) ne peut être exploité que si leur taux d'humidité est maintenu dans une gamme convenable (Volkoff, 1965).

Les sols hydromorphes sont à haut potentiel de fertilité et conviennent à un grand nombre de cultures annuelles. Les principales cultures sont: le riz, le maïs, le piment, le manioc, l'igname et le niébé.

3.2.3.3 Sols minéraux bruts

Les sols minéraux bruts ont une faible extension spatiale. Ils se retrouvent dans la partie Ouest du milieu d'étude et couvrent les sommets des interfluves d'aspect tabulaire qui sont développés sur des roches riches en minéraux ferromagnésiens avec une présence remarquée des embréchites et du granito-gneiss (Dubroeucq, 1977). Les sols minéraux bruts ne présentent que des caractères défavorables à

l’agriculture: faible épaisseur, texture légère, forte pierriste, réserves minérales et hydriques faibles, fort risque d’érosion (Dubroeucq, 1977).

3.2.3.4 Sols bruns eutrophes

Ces sols occupent la bordure sud du socle granito-gneissique. Les sols bruns eutrophes correspondent à une zone de socle fortement entaillée par l’érosion (Igué, 1995). Ce sont des sols limoneux, à structure moyennement développée et grumeleuse. La couleur brune de ces sols découle du complexe argile, humus et oxyde de fer. La teneur en matière organique est faible à bonne (0,88 à 2,42 %) dans les 30 premiers centimètres. A partir de 40 cm, s’observent des concrétions ferrugineuses et des graviers de quartz. Ces sols qui se retrouvent à Akofodjoulé, Gbaffo, Kèrè, Fita, Agbagoulè, Agbogbomè, Agao, Miniffi, Ayédèro, Allawenoussa1, Sowignandji, Gbanlin Hansoé, Gomè, Sowé1, Monso,Yagbo, Hoko, Zaffé , sont riches en matières organiques et donc favorables aux activités agricoles (Igué, 1995).

3.2.3.5 Sols bruns et vertisols

De couleur brune et d’horizon peu profonds, les sols bruns sont peu répandus dans le milieu d’étude. Ces sols ne se rencontrent qu'en bordure et à l'intérieur d'un massif de microgranites hyper-alcalins orienté nord-sud dans la région de Ouèdèmè au Nord Ouest de Glazoué et à l’Ouest de Dassa-Zoumé. La texture est argilo-sableuse avec une structure faiblement développée en colonnette, présentant une consistence friable. Les 20 premiers centimètres contiennent de nombreux gros pores. L’activité biologique est assez intense, avec des galleries de fourmis. Ces sols conviennent aux cultures annuelles à cause de leur fertilité témoignée par la forte densité des aires culturales. Les vertisols sont faits d’argiles gonflantes qui présentent des faces de glissement ou de friction et de larges fentes de dessiccation, à certaines périodes de l’année. Les vertisols présentent un taux d´humidité assez élevé. De même, ils recèlent un potentiel de fertilité élevé qui se trouverait augmenter dans les vertisols hydromorphes.

Les vertisols sont intensément utilisés pour la foresterie et les cultures annuelles dont la plus répandue est le maïs. Ensuite viennent les cultures maraîchères, le

cotonnier et le niébé. Le riz est surtout cultivé dans les alluvions argileuses bénéficiant de l'excès d'eau.

3.2.3.6 Sols ferrallitiques

Ils sont caractérisés par une altération très poussée des minéraux primaires par des eaux chaudes et diluées qui arrivent sur un matériau primitif dans un milieu à drainance élevée. Un ensemble de processus d'hydrolyse et d'oxydation conduit à la transformation de ces minéraux silicates primaires en argile de type kaolinite et en hydroxydes cristallisés après élimination de la silice et des bases.

Selon Azontondé (1991), les sols ferrallitiques sont sableux en surface avec 10 à 20% d'argile et argileux en profondeur (40-50% d'argile). Le taux de limon y est compris entre 3 et 7%. L'indice d'instabilité structurale de Henin *(Is)* est bon (<1 en surface, et 1,5 en profondeur), de même que l'indice d'érodibilité (0,07 en surface). La réserve d'eau est de l'ordre de 60 mm dans les horizons de profondeur. Les sols ferrallitiques du milieu d'étude sont graveleux et présentent une cuirasse peu profonde. On note une faible capacité de rétention en eau et en cations, de faibles taux de potassium (K) et phosphore (P), des taux de matière organique variables suivant le passé cultural mais en général faibles. Il faut ajouter à ces contraintes un intense appauvrissement en éléments fins, une faible réserve minérale et l'existence de teneurs en éléments ferrugineux grossiers. La fertilité chimique des sols ferrallitiques est donc faible. Les principales cultures pratiquées sont le maïs, le sorgho, l'arachide.

La figure 11 montre la distribution spatiale des types de sol rencontrés dans le milieu d'étude.

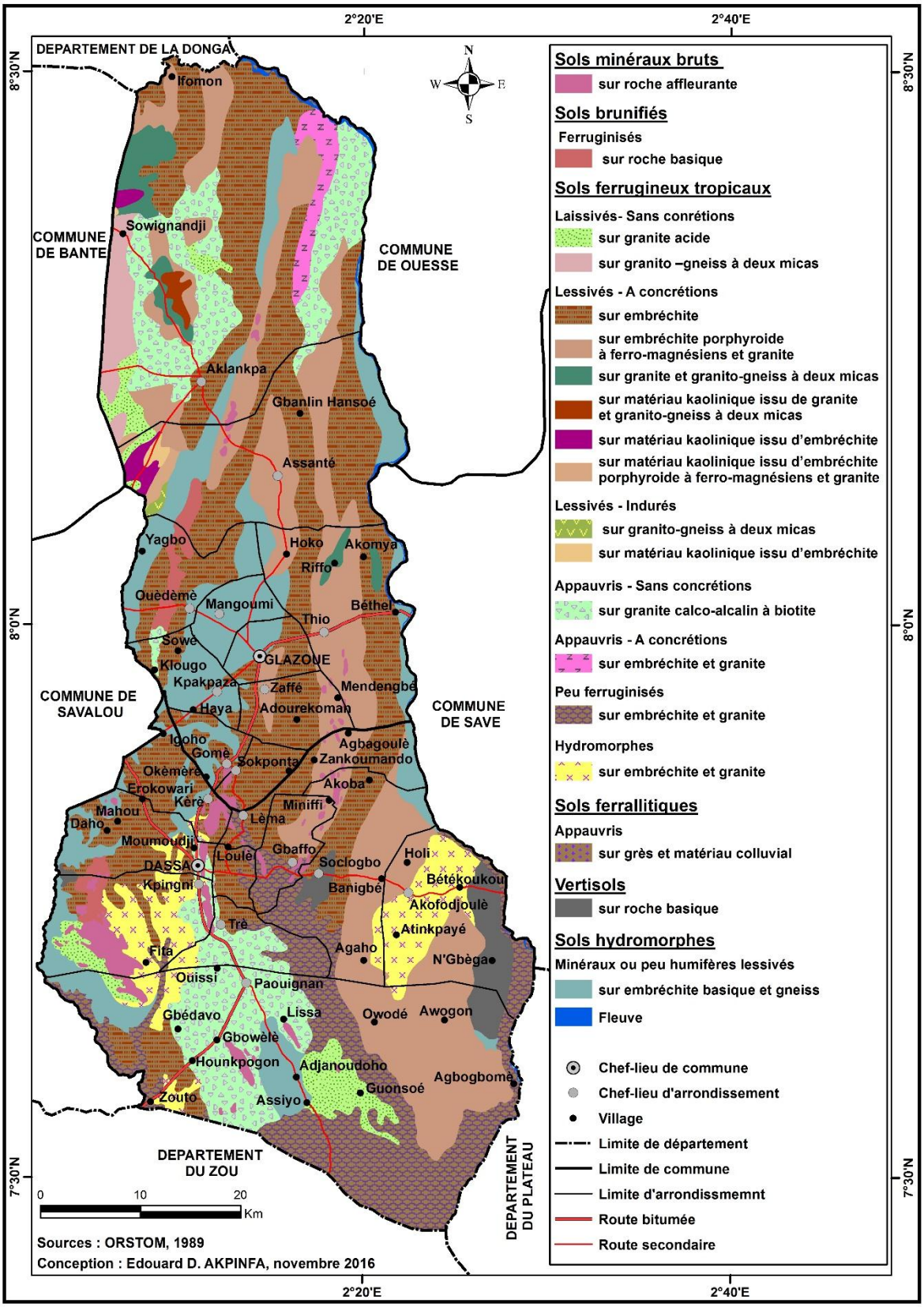


Figure 11: Unités pédologiques présentes dans le milieu d'étude

Il ressort de la figure 11 que les sols dominants dans les deux Communes sont des sols ferrugineux. De nombreuses subdivisions sont observées dans le groupe des

sols ferrugineux. On y trouve particulièrement des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions et lessivés indurés. Les sols lessivés à concrétions s'observent généralement en position haute sur le versant et les plateaux, et ont une valeur agricole moyenne : faible capacité de rétention en eau, dessèchement rapide, fertilité chimique faible à moyenne, faible teneur en matière organique et susceptibilité à l'érosion. De même, les sols ferrugineux lessivés indurés s'observent sur les mêmes positions topographiques que les sols ferrugineux à concrétions. L'utilisation de ces sols et leur aptitude à porter les cultures est limitée à cause de la profondeur de la cuirasse, de la faible capacité de rétention en eau, du faible taux de matière organique et de la fertilité chimique faible à moyenne.

Ces traits caractéristiques confèrent aux sols ferrugineux tropicaux lessivés une grande susceptibilité à la dégradation et des degrés divers de problèmes de fertilité des sols.

3.2.4 Aspects hydrographiques

Le réseau hydrographique de la Commune de Dassa-Zoumé est plus ou moins fourni, relativement dense composé de petits courants d'eau (Kadjègbin, 2014). La commune se retrouve sur deux bassins versants. Près du deux-tiers de la commune (1 104 km^2) se draine vers le fleuve Ouémé et le dernier tiers (608 km^2) s'écoule vers la rivière Zou (figure 12). Le régime hydrographique est régulier avec des étiages assez prononcés et des crues d'août à octobre. Les principaux cours d'eau sont Okrou qui fait frontière avec Savalou, Kossi au Nord – Est, Loto et Etéwi qui arrosent l'intérieur de la Commune.

Le réseau hydrographique de la Commune de Glazoué est constitué par contre du fleuve Ouémé qui arrose les arrondissements d'Aklampa, de Thio et une partie de l'arrondissement de Zaffé puis de petits cours d'eau locaux (Tran-Tran, Adoué, Agbanlin-djetto, Kotobo, Ahokan, Tchoui, Agbagbadji, Djololowé, Fèmanou, Antadji, etc). Ce sont des cours d'eau à régime hydrographique irrégulier. La figure 12 montre la densité du réseau hydrographie du milieu d'étude.

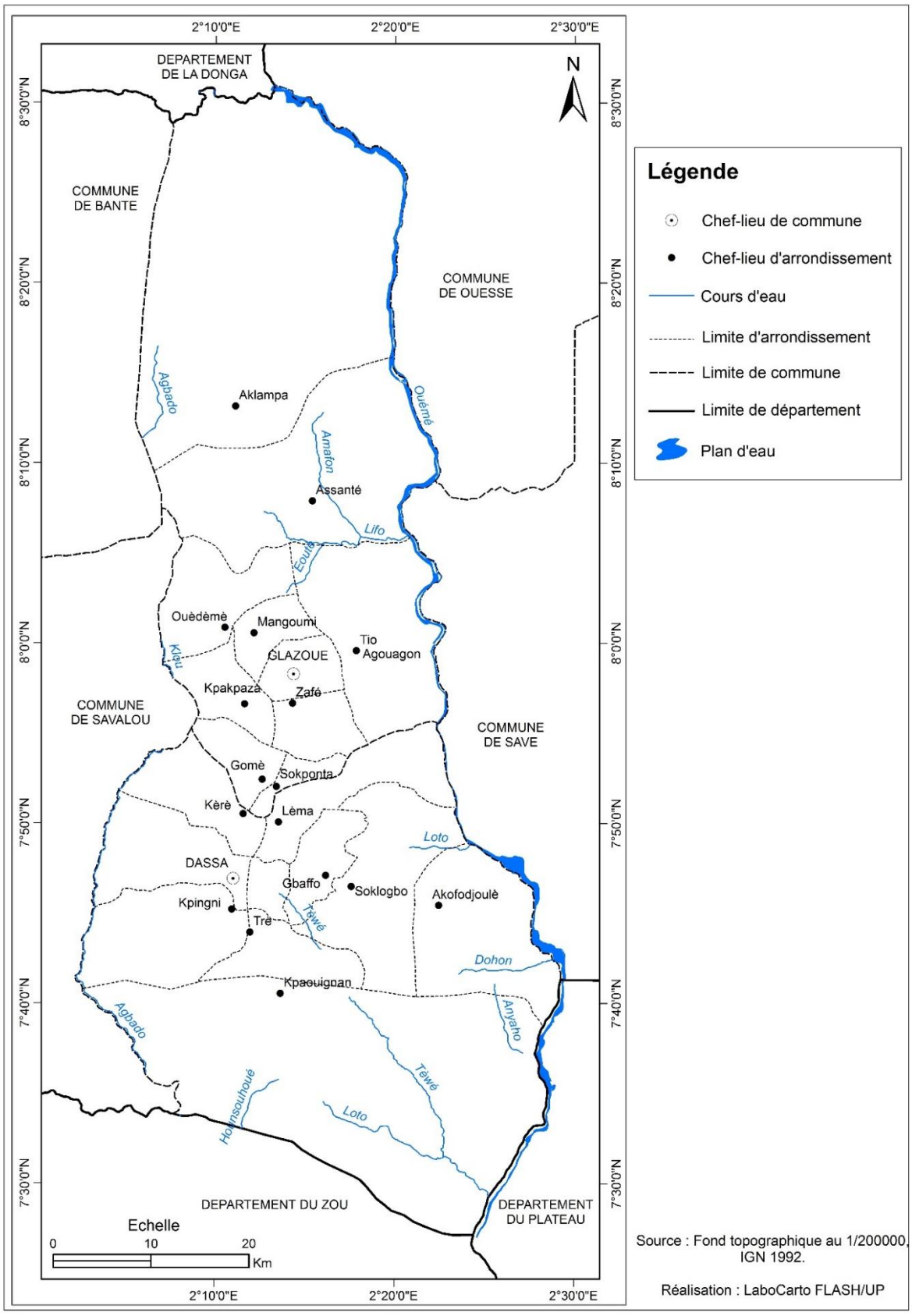


Figure 12: Réseau hydrographique du milieu d'étude

Il ressort de la figure 12 que le milieu d'étude est arrosée en grande partie par le fleuve Ouémé et le Zou qui sont alimentés par des cours d'eau temporaires. Ce contexte hydrographique est favorable à la production agricole dans le milieu d'étude. Les cours d'eau favorisent les cultures de contre saison. L'alimentation de ces cours d'eau est néanmoins conditionnée par les facteurs climatiques.

3.2.5 Facteurs climatiques

Les caractéristiques climatiques ont une grande influence sur les activités agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. En effet, ces deux Communes jouissent d'un climat de transition entre le subéquatorial du sud Bénin et le soudanien du nord Bénin.

L'analyse des moyennes pluviométriques mensuelles (1937-2015) montre que les pluies commencent (le cumul mensuel atteint 40 mm) au mois de mars (figure 13).

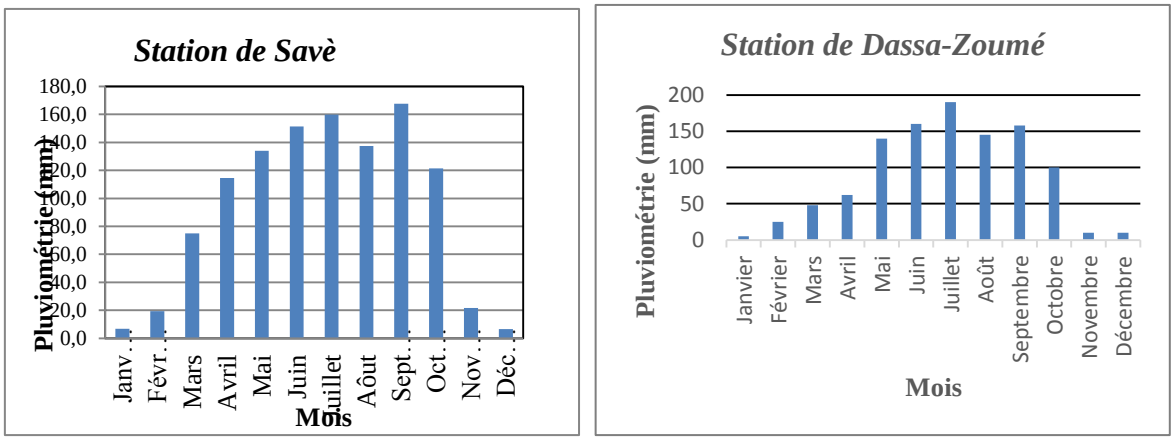


Figure 13: Précipitations moyennes mensuelles (Période : 1937-2015)

Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

Il se dégage de la figure 13 que le mois de septembre est le plus pluvieux à Savè avec environ 170 mm. Par contre, c'est le mois de Juillet qui est le plus pluvieux à Dassa-Zoumé. En outre, on distingue deux saisons dans le milieu d'étude. Il s'agit d'une saison pluvieuse allant de mars à octobre avec un répit en août et une saison sèche qui va de novembre à février. Le régime pluviométrique est donc unimodal dont le pic varie entre le mois de juillet et septembre selon les stations. La pluviométrie annuelle moyenne varie de 960 à 1 255 mm.

Au total, le milieu d'étude enregistre en moyenne 8 mois pluvieux par an en une seule saison. Ceci constitue un atout majeur pour les activités agricoles.

La figure 14 présente la pluviométrie (P) et l'évapotranspiration potentielle (ETP). Les points d'insertion entre les courbes de pluviométrie et celles de l'ETP déterminent la position des évènements de nature purement climatique (Franquin, 1969).

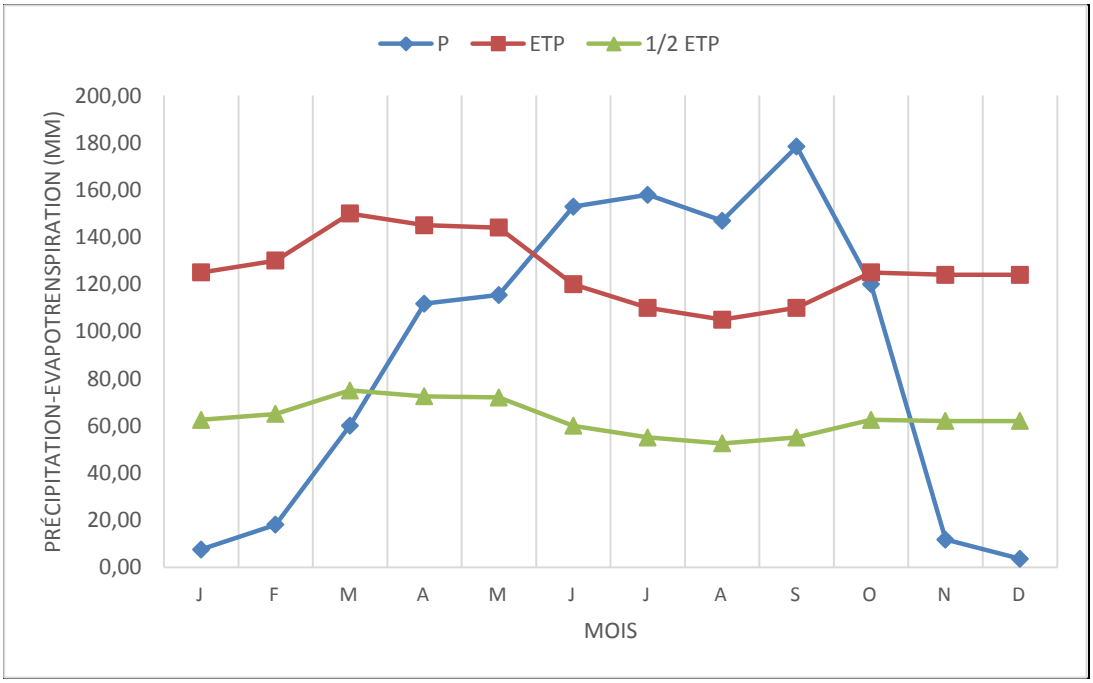


Figure 14: Diagramme climatique de Savè (1985-2015)

Source : Traitement données ASECNA, 2016

L'analyse du diagramme 14 montre que :

- de mi-mars à mi-mai, la courbe de ½ ETP passe sous celle des pluies, la période est dite pré-humide ;
- de mai à octobre, la courbe de l'ETP passe sous celle des pluies, la période est dite humide et correspond à la période où les plantes atteignent leur croissance maximale. C'est au cours de cette période que se recharge la Réserve Utile (RU) des sols (Boko et *al.*, 2003). Cette période est appelée période de végétation active ;

- de novembre à février, la courbe des pluies passe sous celle de ½ ETP, la période est post-humide : c'est la saison sèche. Les paysans profitent de cette période pour se reposer et préparer la 1ère saison pluvieuse.

A l'échelle saisonnière, la baisse pluviométrique est importante dans le milieu d'étude notamment pendant la période pré-humide. Les maximas de précipitation sont atteints en juillet et en septembre. La particularité est que l'inflexion pluviométrique du mois d'août tend à disparaître (Afouda, 1990 ; Yabi, 2002).

Les variations de températures sont relativement élevées. Les températures extrêmes montent parfois jusqu'à 38°. Les faibles températures sont souvent observées pendant la nuit en période d'harmattan (décembre, janvier). Les valeurs moyennes mensuelles de la température varient entre 25 et 30,5°C.
Les activités agricoles se mènent en fonction de cette répartition des saisons au cours de l'année.
La diversité des sols et le contexte climatique favorisent la présence des formations végétales typiques qui confèrent au milieu d'étude un paysage végétal de savane boisée.

3.2.6 Formations végétales

Les conditions climatiques, pédologiques et hydrologiques déterminent souvent le type de végétation d'un milieu que l'action de l'homme peut modifier par la suite. La végétation des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué est constituée de formations naturelles (forêts claires, savanes boisées, arborées et arbustives et des savanes saxicoles) et de plantations de tecks et d'anacardiers. Cette ressource est la plus soumise à la dégradation pour des fins agricoles, de production de charbon et de bois d'œuvre.

La physionomie végétale du milieu d'étude est donc marquée par une succession de forêts denses, de forêts claires ou de savanes arborées, de forêts galeries, de forêts saxicoles, de savanes arborées, de savanes arbustives et une mosaïque de champs et cultures (PFSE, 2012).

Les forêts denses sèches sont localisées dans les forêts villageoises sur de faibles étendues. Les principales essences retrouvées dans ces forêts sont : *Anogeissus leïocarpus, Isoberlinia spp, Khaya senegalensis, Afzelia africana*.

Les forêts galeries sont rencontrées le long du fleuve Ouémé, du Zou et des autres cours d'eau temporaires. Les espèces courantes qu'on y retrouve sont : *Terminalia santalinoides, Cola laurifolia, Daniella oliveri, Kigelia africana, Pseudocedrela kotschyi.*



Photo 2 : Galerie forestière à Offè/Glazoué
Prise de vue : Akpinfa, juillet 2016

Les forêts saxicoles sont rencontrées sur les flancs des collines avec les espèces courantes telles que : *Detarium spp et Terminalia spp.*

Les forêts claires et savanes boisées caractérisent par contre les zones encore boisées du milieu d'étude. Elles résultent de la dégradation des forêts denses. Les essences les plus rencontrées sont : *Pterrocarpus erinaceus, Daniellia oliveri, Terminalia avicenniodes, Burkea africana, Isoberlina doka, Detarium microcarpum, Prosopis africana, Vitellaria paradoxa et Parkia biglobosa*.



Photo 3 : Savane arborée dans la Commune de Dassa-Zoumé
Prise de vue : Akpinfa, juillet 2016

Les savanes arborées quant à elle sont très répandues dans le milieu d'étude. Les espèces les plus rencontrées sont : *Daniellia oliveri, Terminalia avicenniodes, Vitellaria paradoxa, Hymenocardia acida, burkea africana et les Combretum spp.*

On rencontre aussi dans le milieu d'étude, des savanes arbustives. Elles sont très vulnérables aux feux de végétation et occupent une bonne partie du milieu d'étude. On y rencontre les arbres et arbustes comme : *Annona senegalensis, Piliostigma thonningii, Maranthes polyandra, Parinari curatellifolia, Hymenocardia acida, Burkea africana, Daniellia oliveri, Sterospermum kunthianum et Pericopsis laxifloria*.



Photo 4 : Savane arbustive dans la Commune de Glazoué
Prise de vue : Akpinfa, juillet 2016

Les mosaïques de champ/jachère rencontrées dans le milieu d'étude regroupent les parties sujettes aux activités agricoles. Les jachères montrent une régénération des espèces comme : *Annona senegalensis, Vitellaria paradoxa, Daniellia oliveri, Terminalia avicenniodes, Pseudocedrela kotschyi, Bridelia ferruginea, Parkia biglobosa.* Les principales cultures rencontrées sont le maïs (*Zea mays*), le coton (*Gossipium spp*), l'igname (*Dioscorea spp*), le manioc (*Manihot esculenta*), le niébé (*Vigna spp*), l'arachide (*Arachis hypogea*), le riz (*Oryza sativa*).

De même, on rencontre dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué, des forêts sacrées en pleine destruction et réduites à des portions congrues. Il s'agit par exemple de : *ohougbo, Igbo-aïra, Igbo-ohouho, Igbo-kori, Moulou, Tchézounmè, Orozoun, Lègbazoun*, etc.

Le développement de ces ressources forestières est limité par une exploitation incontrôlée des espèces végétales par les populations riveraines et fait peser de graves menaces sur la diversité biologique.

Des colons agricoles venant pour la plupart des Départements du Zou, de l'Atacora, de la Donga et du Couffo à la recherche de terres fertiles, déboisent le milieu d'étude. Cette surexploitation a entraîné la raréfaction de certaines espèces et des changements dans l'occupation du sol comme l'indique la figure 15.

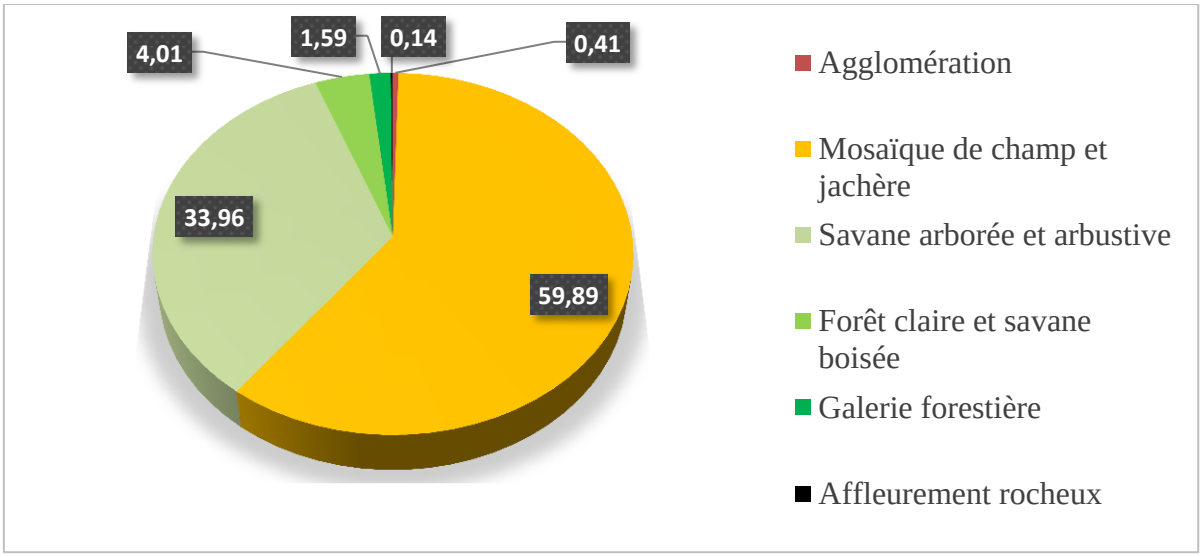


Figure 15: Importance des unités d'occupation du sol dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Source : Traitement image Landsat ETM, 2016

Il se dégage de cette figure 15 qu'en 2016, l'occupation du sol dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué est caractérisée par une faible représentation des formations fermées (1,59 % pour les galeries forestières, 4,01 % pour les forêts claires et les savanes boisées). Il n'y a plus de forêts denses dans le milieu d'étude. Par contre, les formations ouvertes, à savoir les savanes arborées et arbustives (33,96 %) et les mosaïques de cultures et de jachères (59,89 %) sont les plus représentées. Ainsi, le milieu d'étude a une physionomie largement dominée par des mosaïques de champs et jachères. Ceci est préjudiciable aux sols, car les rendant vulnérables à l'érosion.

3.3 Fondements humains des activités agricoles

3.3.1 Evolution démographique

La population du milieu d'étude est passée de 79 439 habitants en 1979 à 125 462 habitants en 1992, 186 444 habitants en 2002 (INSAE, 2004), puis à 237 673 habitants en 2013 (INSAE, 2015). L'Arrondissement d'Aklampa est le plus peuplé (25 756 habitants soit 20,70 %) dans la Commune de Glazoué. A Dassa-Zoumé, c'est l'Arrondissement de Paouignan qui vient en tête avec 28,21 % (31 626 habitants). La répartition par sexe de cette population reflète la tendance observée au plan national. En effet, on enregistre 51,20 % pour le sexe féminin et 48,80 % pour le sexe masculin.

Selon l'INSAE (2015), la population du milieu d'étude est largement rurale avec un taux de 79,23 %. La Commune de Glazoué est beaucoup plus rurale (84 %) que celle de Dassa-Zoumé (74,45 %).

La population de la tranche d'âge de 0 à 14 ans représente 47,8 % de la population de la Commune de Dassa-Zoumé et celle de la tranche d'âge de 15 à 59 ans, fait 45,4 %. Les personnes du troisième âge (plus de 59 ans) représentent 6,6 %. Les personnes à charge constituent donc 54,4 % de la population (INSAE, 2004).

La population de Glazoué est en majorité jeune. Les personnes de moins de 15 ans représentent 63,92 % de l'ensemble de la population communale. Le second groupe, celui des 15-59 ans, constitue 31,82 % et les plus de 60 ans représentent 4,24 % de la population (INSAE, 2004).

Cette croissance accélérée et le caractère jeune de la population du milieu d'étude constituent une force pour la production agricole mais également un facteur important de dégradation des terres si les techniques culturales ne sont pas durables.

3.3.2 Principaux groupes socioculturels

Le milieu d'étude compte selon l'INSAE (2004), deux grands groupes socioculturels majoritaires à savoir les Idaasha (42,05 %) et les Mahi (25,68 %). A côté de ces deux groupes, on rencontre d'autres groupes comme les Fon (20,89 %), les Peulh (3,12 %), les Adja (1,57 %), les Yoruba (1,14 %), les Yoa et Lokpa (0,90 %), les Nagot (0,62 %) et d'autres tels que les Bariba, Dendi Otamari qui sont attirés par le commerce et l'agriculture. Selon Akpo (2017), les techniques culturales diffèrent d'un groupe socioculturel à un autre. Or, certaines techniques culturales sont sources de dégradation des terres.

3.4 Poids des activités agropastorales et d'exploitation forestière dans l'économie

Les principales activités productrices du milieu d'étude concernent l'agriculture, l'exploitation forestière, pastorale et minière. Les populations des Commune de Dassa-Zoumé et de Glazoué exercent en grande majorité dans le secteur de l'agriculture et du commerce. L'industrie encore très modeste repose essentiellement sur l'égrenage du coton, principal produit d'exportation. Le commerce de détail repose surtout sur la distribution de denrées alimentaires, de produits manufacturés et de produits d'exportation tels que les noix de cajou et le piment. L'organisation de l'espace reflète une forte emprise humaine sur les sols.

3.4.1 Activités agricoles

L'agriculture est la principale source de revenus pour la majeure partie de la population du milieu d'étude. Selon INSAE (2004), le nombre de ménage agricole dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué est de 25 538. La population agricole est de 152 281. La population agricole représente 82,52 % de la population totale du milieu d'étude. À l'exception des Arrondissements de Dassa I, Dassa II et Glazoué, tous les autres arrondissements sont ruraux.

Le maïs, le sorgho, le riz, le manioc, l'igname, la patate douce, le niébé, le voandzou, le soja, le pois d'angole, le haricot blanc, la tomate, le piment, le gombo, le citrullus (Goussi), et l'arachide sont les différentes spéculations agricoles pratiquées dans les Communes de Dassa-Zoumè et de Glazoué. Ces différents types de cultures ont été regroupés en cinq (5) grandes catégories (MAEP/DPP, 2013):

- les céréales (maïs, riz sorgho) qui occupent 20,79 % des superficies cultivées;
- les légumineuses qui occupent 28,58 % des superficies cultivées;
- les tubercules qui occupent 28,75 % des superficies cultivées;
- les cultures maraîchères qui occupent 1,35 % des superficies cultivées;
- les cultures de rentes (principalement le coton) qui occupent 3,28 % des superficies cultivées.

3.4.1.1Céréaliculture

Les céréales sont des graines produites par les plantes de la famille des graminées. On trouve dans cette famille, des graines comme le mil, le maïs, le sorgho, le riz. Elles contiennent principalement des glucides et de 7 à 12 % de protéines. Le germe de certaines d'entre elles contient une proportion non négligeable d'huile. Le maïs, le riz et le sorgho sont les principales céréales cultivées dans le milieu d'étude.

Le maïs (*Zea mays)* est la base de l'alimentation de la population et la principale céréale cultivée dans tout le Bénin en général et dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en particulier. En dépit des conditions favorables dont jouit cette culture, force est de constater que la production du maïs connaît une évolution instable qui fait fluctuer le solde vivrier dans des proportions parfois inquiétantes (figure 16).

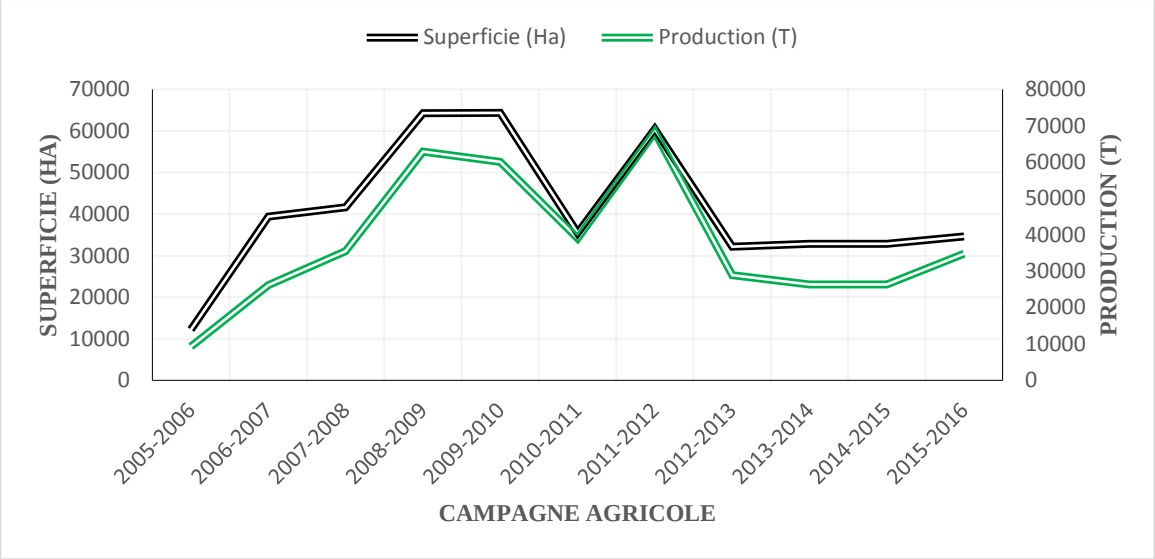


Figure 16: Evolution des superficies emblavées et des productions de maïs entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

L'analyse de la figure 16 montre que la courbe des superficies emblavées pour la culture du maïs entre 2005 et 2015 adopte une allure en dents de scie. On note une évolution graduelle des superficies entre 2005 et 2009, une baisse considérable pendant la campagne 2010-2011, un pic la campagne suivante avant une nouvelle baisse. La superficie emblavée s'est stabilisée à environ 33 000 ha à partir de la campagne 2012-2013.

La courbe de la production a suivi le même rythme que celle de la superficie emblavée. Le rendement moyen est de 950 kg/ha. Il est de 500 kg/ha pour le maïs local et d'environ 1,5 t/ha pour les variétés améliorées.

Le niveau de fertilité des sols de même que les systèmes de culture sont certainement à la base de cette faible performance du maïs. De plus, outre les aléas climatiques et les phénomènes cycliques de mévente de ce produit, cette situation s'explique également par la non disponibilité d'engrais spécifiques dans un contexte de dégradation constante des terres et de faible disponibilité des semences de bonne qualité (MAEP, 2011).

Le sorgho (*Sorghum guineensis*) est une amylacée de la famille des graminées alimentaires. Le sorgho ou le gros mil est recherché pour son grain très nourissant. C'est une plante qui s'adapte à toutes les conditions climatiques ou pluviométriques

(saison pluvieuse ou sèche). Les superficies emblavées dans le milieu d'étude ont connu de diminution, les dix dernières années, au profit d'autres types de cultures (figure 17).

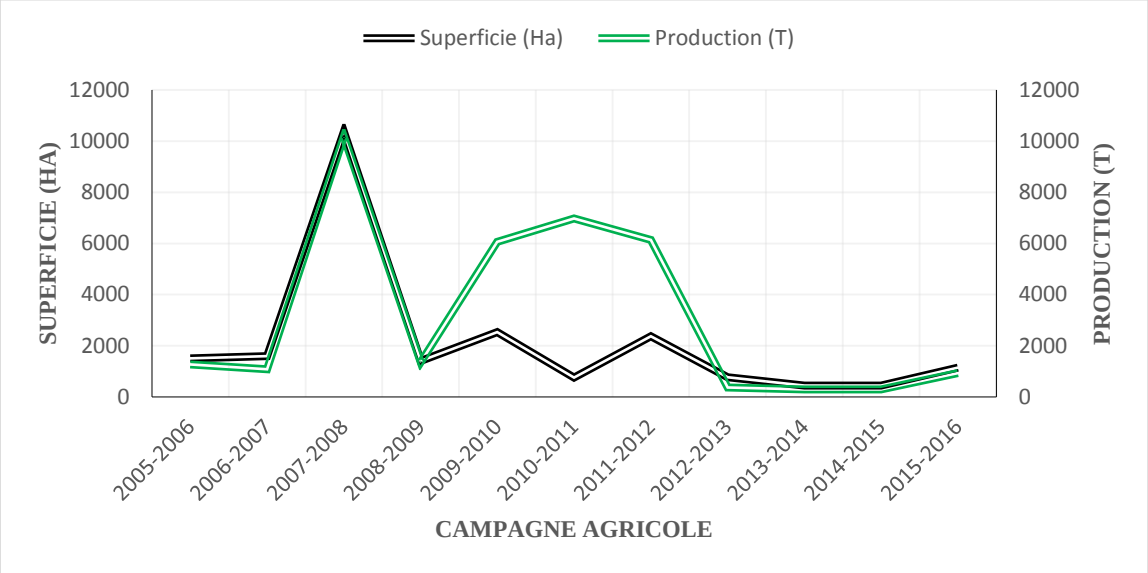


Figure 17: Evolution des superficies emblavées et des productions de sorgho entre 2005 et 2015

Source: MAEP/DPP, 2016

L'observation de la figure 17 montre que les superficies emblavées ont connu un grand changement dans le temps. Les emblavures ont connu une baisse continuelle à partir de la campagne 2008-2009. Le rendement du sorgho varie de 800 à 1600 kg/ha dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

La culture du riz (*Oryza sativa /glaberrina)* vient en deuxième position après le maïs dans le milieu d'étude. Le riz demeure la seule spéculation agricole cultivée à plat le sol dans le milieu d'étude. Il est cultivé le plus souvent dans les bas-fonds. Les périmètres rizicoles se trouvent dans les arrondissements de Kpakpaza, Gomé, Sokponta, Assanté, Zaffé, Magoumi, Kpingni et Dassa II. En réalité, le riz est l'un des aliments les plus consommés par les ménages de nos jours, raison pour laquelle les populations s'y intèressent. La figure 18 présente l'évolution des superficies emblavées et des productions de 2005 à 2015.

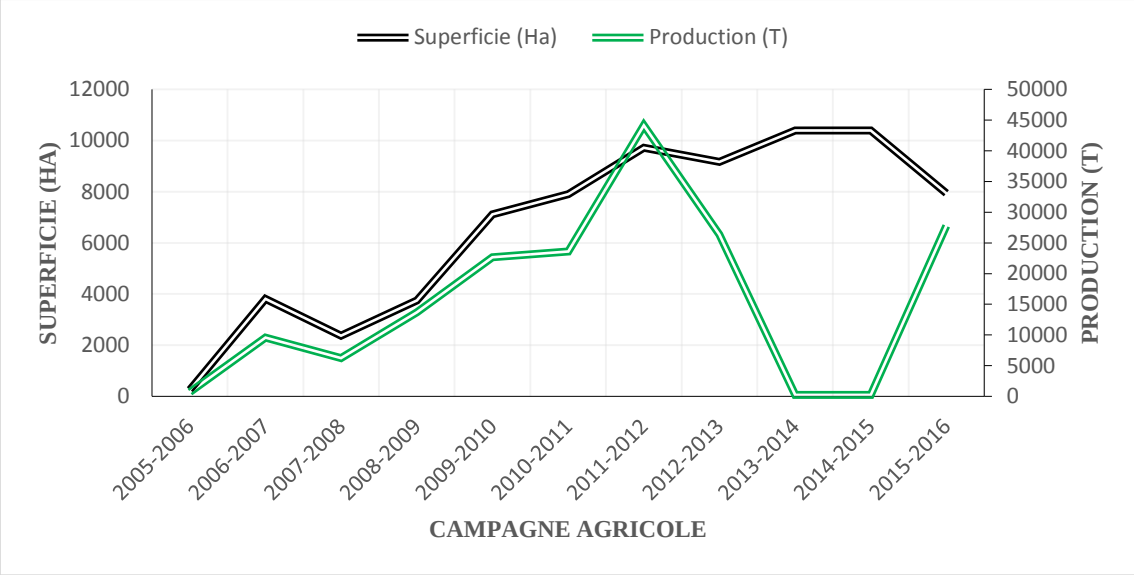


Figure 18: Evolution des superficies emblavées et des productions de riz entre 2005 et 2015

Source: MAEP/DPP, 2016

La figure 18 révèle que les emblavures pour la culture du riz ont connu une tendance à la hausse entre 2005 et 2014 avant de chuter en 2015. La courbe de la production a également connu une évolution à la hausse jusqu'en 2011. Une chute drastique de la production du riz est notée pendant les campagnes agricoles 2013-2014 et 2014-2015. Les producteurs sont confrontés à des problèmes de rendements faibles dus principalement aux aléas climatiques à travers l'apparition des phénomènes climatiques extrêmes comme la sécheresse et l'inondation (Azonkpin, 2011).

3.4.1.2Culture des légumineuses

La culture des légumineuses est bien diversifiée dans le milieu d'étude. Ainsi, il est cultivé le niébé, le voandzou, le soja, le haricot blanc, l'arachide et le pois d'angole.

Le niébé (*Vignaun guiculata*) est une plante de la famille des fabacées et du groupe des produits «légumineuse». C'est la légumineuse la plus cultivée dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en association avec d'autres cultures (les céréales). Les graines sont parfois réduites en poudre pour la fabrication de beignets. La figure 19 présente l'évolution des superficies emblavées et des productions de 2005 à 2015.

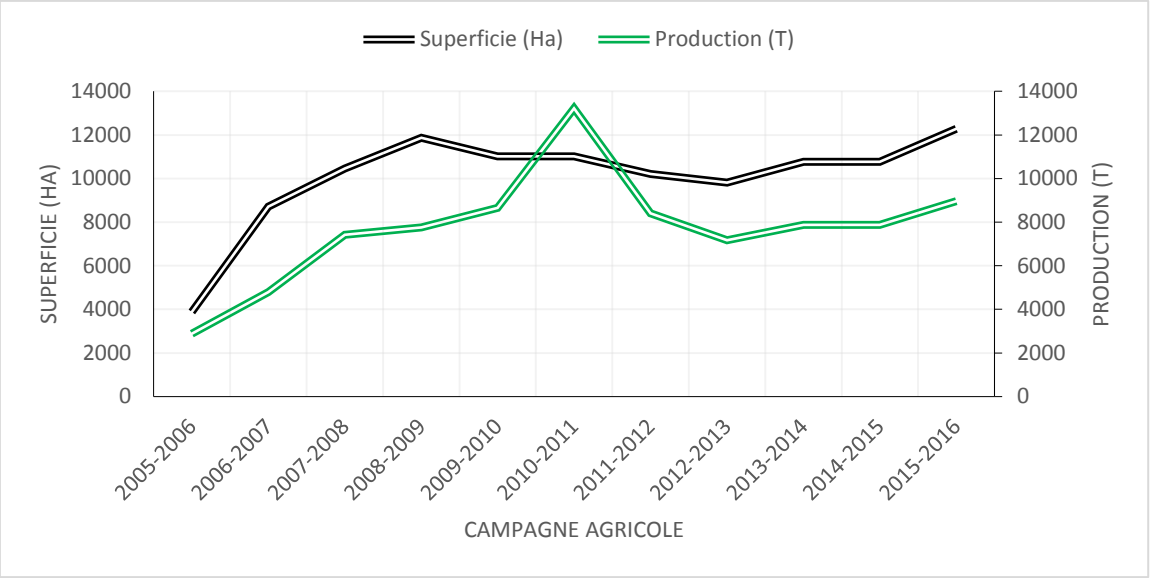


Figure 19: Evolution des superficies emblavées et des productions de niébé entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

La figure 19 montre que les superficies emblavées pour le niébé n'ont pas connu une grande variation entre 2006 et 2015. Par contre, la production a connu un pic durant la campagne 2010-2011. Le rendement du niébé est encore faible (500 à 800 kg/ha). Le faible rendement du niébé est du au manque d'entretien (sarclage, utilisation des intrants spécifiques à temps, etc.) et aux aléas climatiques (retard des pluies) qui bouleversent le calendrier agricole. Il importe de noter que le niébé est l'une des plus importantes légumineuses prisée par les populations du milieu d'étude à cause non seulement de ces graines mais également de ces feuilles qui renferment de nombreux oligoéléments utilisés pour la préparation de divers mets (beignets et sauces).

Le voandzou (*Voandzoia subterianea*) est une plante herbacée annuelle, à graines comestibles. La figure 20 met en exergue l'évolution des superficies emblavées et des productions de cette spéculation entre 2005 et 2015.

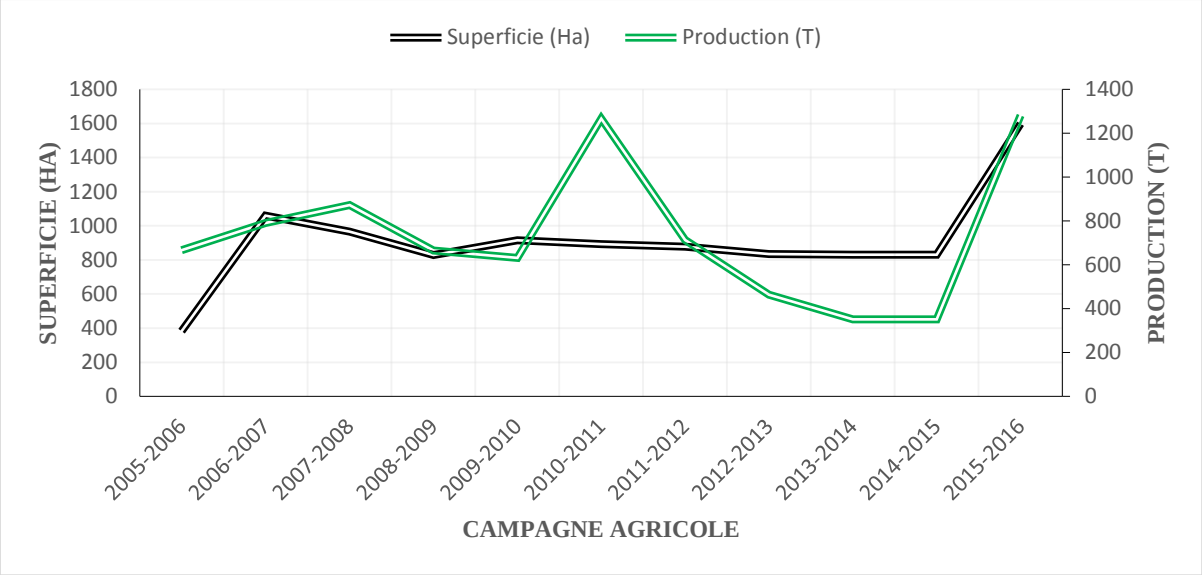


Figure 20: Evolution des superficies emblavées et des productions de voandzou entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

L'observation de la figure 20 révèle trois phases dans l'évolution des emblavures de voandzou dans le milieu d'étude. De 2005 à 2006, on note une hausse de la superficie emblavée alors qu'elle est presque statique entre 2007 et 2014 avant de connaître une évolution à la hausse en 2015. La superficie moyenne emblavée par campagne agricole est de 910 ha. Quant à la courbe de la production, elle a connu un pic en 2010 et 2015. La production moyenne par campagne agricole est de 732 tonnes soit un rendement de l'ordre de 790 kg/ha dans le milieu d'étude.

Le soja (*Glycine max*) est une plante grimpante de la famille des fabacées, du genre Glycine, proche du haricot. C'est une légumineuse alimentaire qui offre de nombreux avantages tant agronomiques que nutritionnels. La culture du soja est en plein essor dans le milieu d'étude. La figure 21 présente cette évolution.

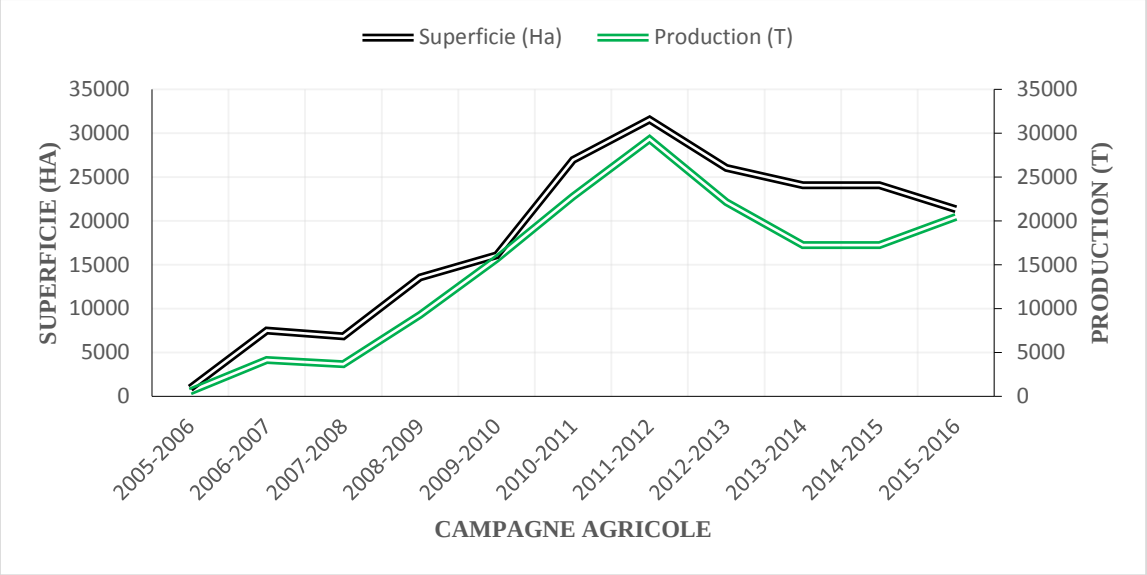


Figure 21: Evolution des superficies emblavées et des productions de soja entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

La figure 21 montre que, les emblavures et les productions de soja ont connu une tendance à la hausse de 2005 à 2015. Les statistiques agricoles des dix dernières années montrent que le rendement moyen tourne autour de 800kg/ha. Ces niveaux de rendement obtenus sont très inférieurs au rendement potentiel de 3t/ha pour les variétés de soja recommandées (INRAB, 1993 ; Giller et Dashiell, 2007). Cette réduction importante des rendements agricoles observées dans le milieu d'étude en particulier et dans les pays en voie de développement en général est notamment due à la baisse de la fertilité des sols, aux changements climatiques et aux phénomènes d'érosion (FAO, 2004).

Le pois d'angole (*Cajanus cajan*) est une légumineuse arbustive cultivée principalement pour sa production de graines destinées à la consommation humaine. Il est largement cultivé en zone tropicale comme plante alimentaire et pousse facilement, même sur des sols relativement pauvres et secs. Il est cultivé sur billon en couloir ou en culture pure dans le milieu d'étude. Sa culture a la vertu de contribuer à la régénérescence des sols. Les superficies emblavées et les productions restent néanmoins stagnantes dans le milieu d'étude (figure 22).

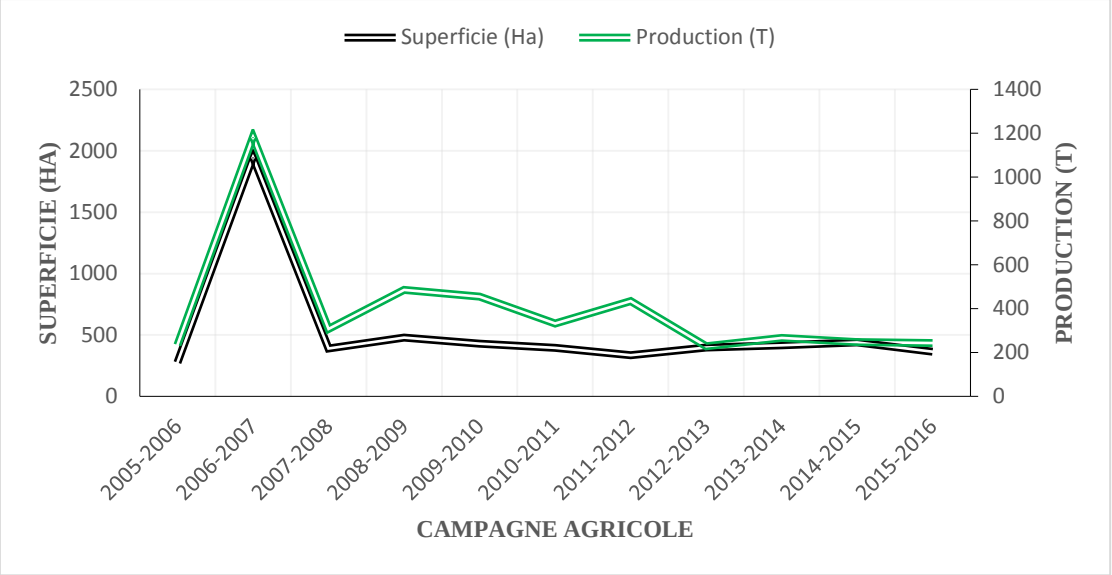


Figure 22: Evolution des superficies emblavées et des productions de pois d'angole entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

Il ressort de la figure 22 qu'en dehors de la campagne 2006-2007 qui a connu un pic, les emblavures et productions de pois d'angole sont restées presque statique au cours de la période d'étude. La superficie moyenne emblavée et la production moyenne par campagne agricole sont respectivement de 534 ha et de 402 tonnes soit un rendement de 753 kg/ha.

Le haricot blanc ou dohi (*Phaseolus vulgaris*) est une espèce de plantes annuelles de la famille des fabacées (Papilionacées), du genre Phaseolus, couramment cultivée comme légume. Le ‘’dohi’’ est relativement difficile à produire. Il s'agit d'une spéculation particulièrement exigeante en terre. Un peu comme l'igname, le Dohi affectionne bien les nouvelles terres ; les terres laissées en friche pendant au moins quatre ans et donc d'un niveau de fertilité relativement élevé. On constate une évolution globalement à la baisse des superficies et productions du haricot blanc ses dix dernières années dans le milieu d'étude (figure 23).

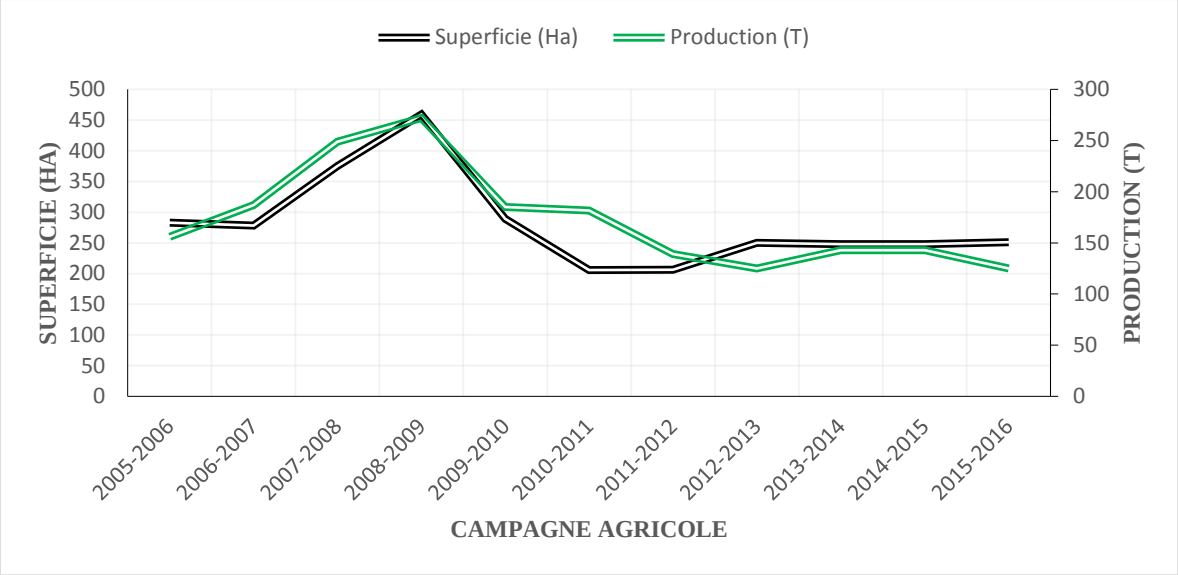


Figure 23: Evolution des superficies emblavées et des productions de dohi entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

La figure 23 montre qu'après une hausse graduelle des superficies emblavées et des productions obtenues entre 2005 et 2009, il y a eu une chute progressive entre 2010 et 2011 et une stagnation de 2012 à 2015. La superficie moyenne emblavée et la production moyenne par campagne agricole sont respectivement de 281 ha et de 173 tonnes soit un rendement de 616 kg/ha.

L'arachide (*Arachis hypogaea*), est une plante de 20 à 90 cm de hauteur, à fleurs jaunes de la famille des fabacées (légumineuses). Le fruit est une gousse de 3 à 4 cm de long, appelée coque au plan commercial, contenant le plus souvent seulement deux graines, qui est réticulée extérieurement et étranglée entre les graines mais non cloisonnée. Les investigations de terrain montrent globalement une baisse des rendements et des superficies de l'arachide dans le milieu d'étude (figure 24).

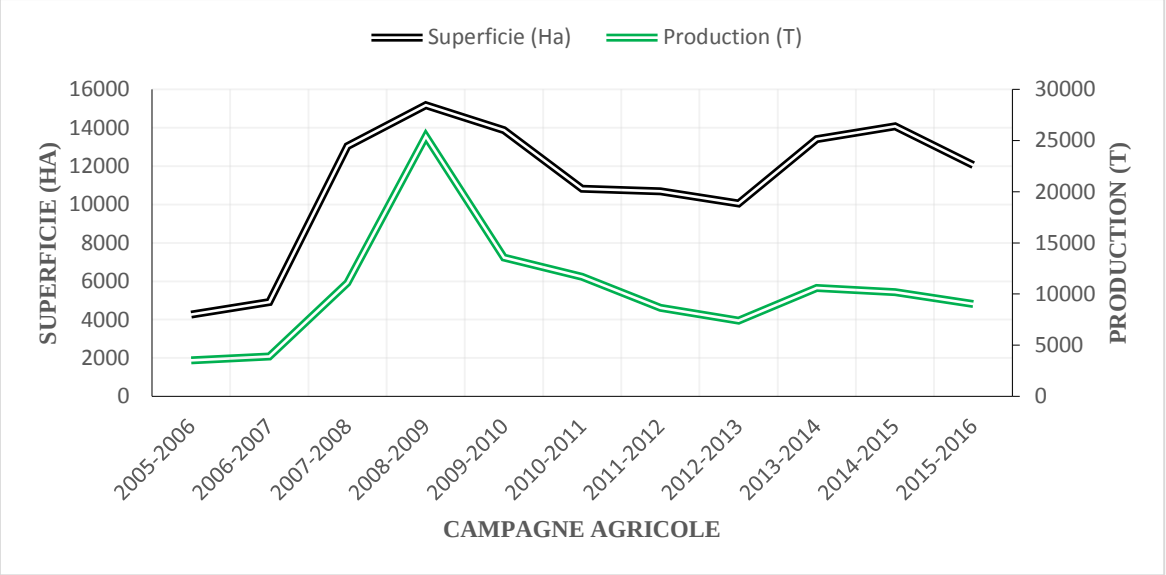


Figure 24: Evolution des superficies emblavées et des productions d'arachide entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

L'observation de la figure 24 révèle une hausse graduelle des superficies emblavées et des productions obtenues entre 2005 et 2008. L'évolution a été à la baisse de 2009 à 2012 avant qu'on ne constate à nouveau une hausse des embalvures et des productions. De 2005 à 2015, la superficie moyenne emblavée par campagne agricole est de 11125 ha et celle de la production de 10456 tonnes, soit un rendement moyen de l'ordre de 950 kg/ha.

En plus des légumineuses qui alimentent les populations du milieu d'étude en proéines et autres oligoéléments, les racines et tubercules sont cultivées par celles-ci pour l'apport des glucides.

3.4.1.3Culture des racines et tubercules

Dans le milieu d'étude, on rencontre essentiellement l'igname et le manioc comme racines et tubercules cultivés par les producteurs. Néanmoins, il y a de façon subsidiaire, le taro et la patate douce.

L'igname (*Dioscorea cayenensis*) est une culture alimentaire tropicale importante. Ce tubercule riche en amidon est présent dans les habitudes alimentaires des populations du Bénin en général et des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en particulier. Les ignames ont souvent une forte valeur culturelle et sont l'objet de

rites agraires dans le milieu d'étude. Les variétés rencontrées dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué sont : laboko, kokoro, kodjéwé, gnanrambo, kangni, éfrou, moroko, iridoun, …

La figure 25 présente l'évolution des surperficies emblavées et des productions d'igname dans le milieu d'étude.

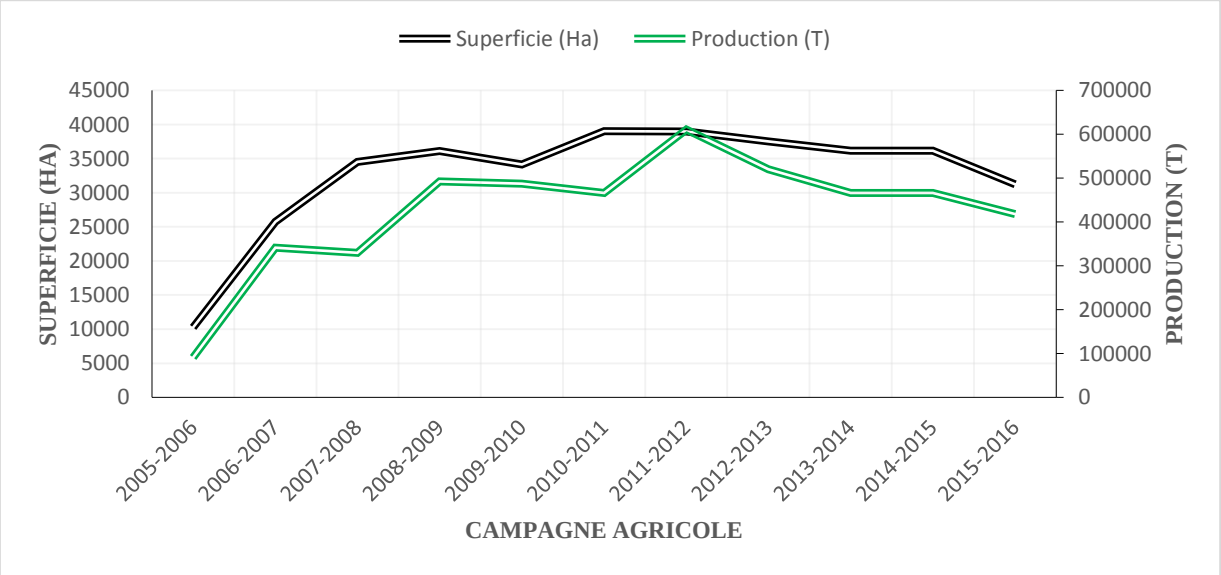


Figure 25: Evolution des superficies emblavées et des productions d'igname entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

L'observation de la figure 25, montre que globalement, les superficies emblavées et les productions n'ont pas connu un grand changement entre 2005 et 2015. En effet, après une hausse des emblavures et des productions de 2005 à 2008, on constate une stagnation de 2009 à 2015.

La superficie moyenne emblavée et la production moyenne par campagne agricole sont respectivement de 32 722 ha et de 173 tonnes soit un rendement de 426 351 kg/ha. On peut dire que l'igname est une culture dévastatrice des terres. En effet, elle est exigente en matière organique et par conséquent placée en début de rotation, juste après les friches. C'est donc une source de dégradation du couvert végétal, exposant le sol à l'érosion.

Le manioc (*Manihot esculenta*) est la racine la plus cultivée dans le milieu d'étude après l'igname. D'après les tendances de consommation alimentaire sur cette

dernière décennie, le manioc apparaît comme la deuxième source de glucide au Bénin après le maïs (MAEP, 2011). Il est entièrement adopté par les producteurs du milieu d'étude et constitue l'un des produits de base de leur alimentation. Les investigations ont permis de constater une augmentation des superficies emblavées et des rendements ses dix dernières années (figure 26).

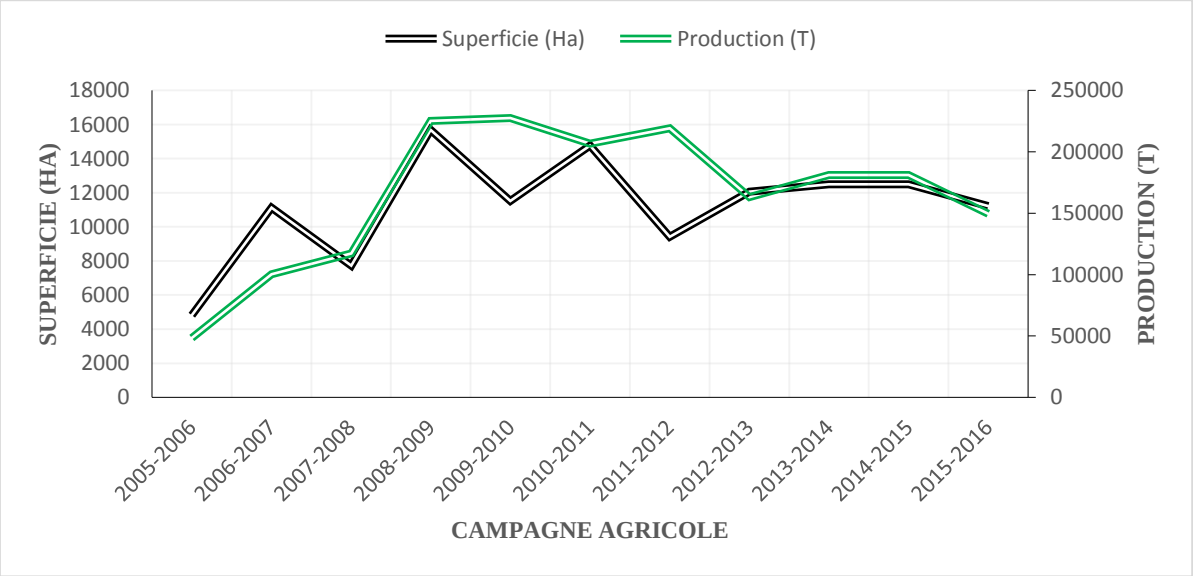


Figure 26: Evolution des superficies emblavées et des productions de manioc entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

Il ressort de la figure 26, une évolution en dents de scie des superficies emblavées et des productions entre 2005 et 2015. En effet, de 2005 à 2006, on note une hausse graduelle de la superficie allant de 4 812 ha à 11129 ha. La superficie emblavée a chuté à 7 720 en 2007 avant de remonter à 11225 ha en 2015.

La production quant à elle a connu trois grandes périodes. La première est ascendante et va de 2005 à 2008 où la production est passée de 48 356 tonnes à 225 264 tonnes. Au cours de la deuxième période (2008-2011), la production de manioc a été stagnante (environ 217 000 tonnes par an) avant de chuter à 170 000 tonnes environ entre 2012 et 2015.

La superficie moyenne emblavée par campagne agricole de 2005 à 2015 est de 11 210 ha et celle de la production de 165410 tonnes, soit un rendement moyen de l'ordre de 14 757 kg/ha.

Les racines et tubercules sont accompagnés par les cultures maraîchères dans le milieu d'étude.

3.4.1.4 Maraîchage

Les principales cultures maraîchères identifiées sur le terrain sont la tomate, le piment, le gombo et le goussi. Elles sont produites prioritairement pour l'auto-consommation.

La tomate (*Solanum lycopersicon*) est cultivée pour ses fruits, utilisés en frais ou transformés. C'est l'un des fruit-légumes les plus consommés mais aussi les plus cultivés dans le milieu d'étude. La figure 27 présente l'évolution des superficies emblavées et des productions de tomate dans le milieu d'étude.

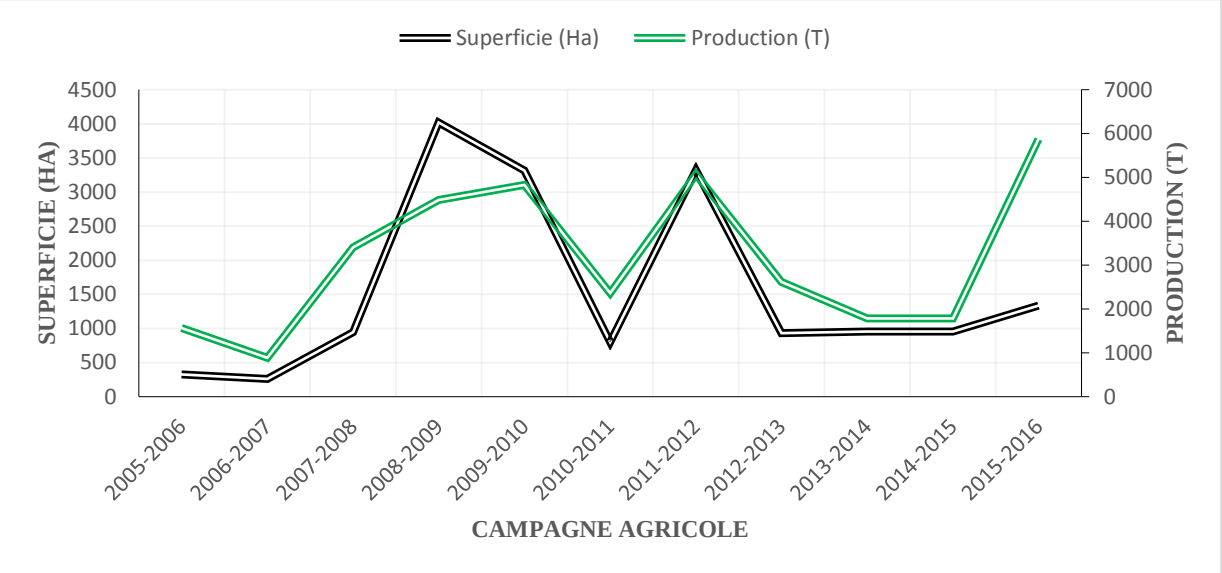


Figure 27: Evolution des superficies emblavées et des productions de tomate entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

L'analyse de la figure 27 montre une évolution en dents de scie des superficies emblavées et des productions de tomate entre 2005 et 2015. Ainsi, il est constaté une hausse graduelle des superficies et productions de 2005 à 2009 avant une chute en 2010. Cette chute de 2010 a été suivie d'une nette augmentation en 2011 et d'une nouvelle baisse considérable en 2012. Les superficies emblavées se sont globalement stabilisées de 2013 à 2015. Par contre, la production a connu une nette augmentation en 2015. La superficie moyenne emblavée et la production moyenne

par campagne agricole sont respectivement de 1 561 ha et de 3 153 tonnes soit un rendement de 2 020 kg/ha.

Le piment (*Capsicum sp*) est une plante de la famille des solanacées. Il est cultivé sur des sols légers, riches en calcium et s'adapte à des sols très divers pourvu qu'ils soient drainés, riche en humus et en matières nutritives facilement utilisables. Les terres bien fumées lui sont très profitables. Les superficies emblavées sont globalement en augmentation (figure 28). Par contre, les rendements sont en baisse dans le milieu d'étude.

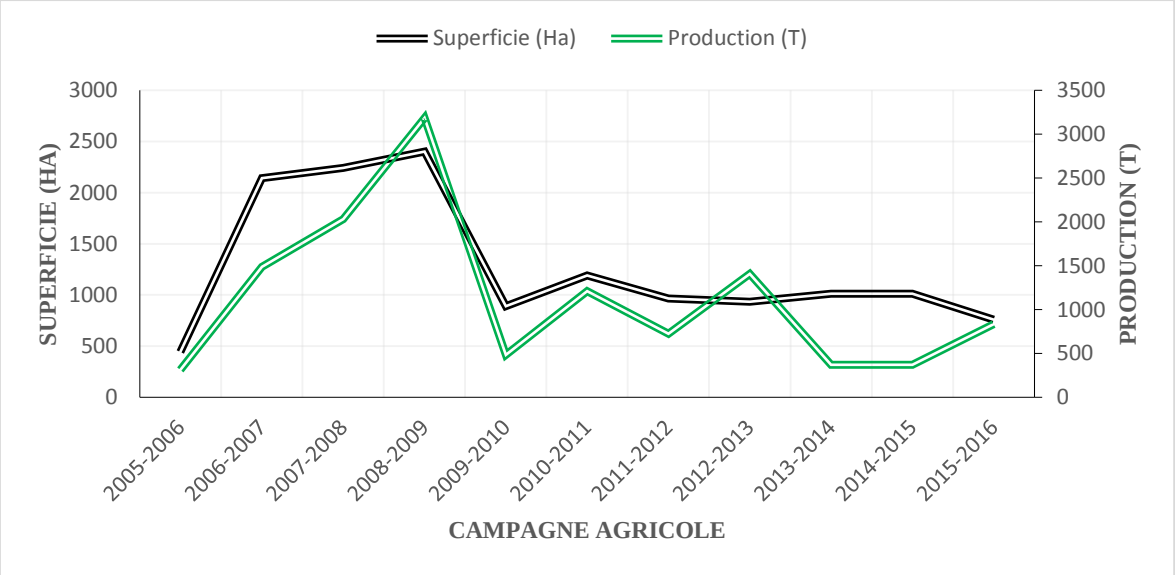


Figure 28: Evolution des superficies emblavées et des productions de piment entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

Deux tendances se dégagent de la lecture des courbes de l'évolution des superficies et des productions de piment dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les superficies et productions ont évoluées de façon graduelle de 2005 à 2008. Elles sont restées plus ou moins stables de 2009 à 2015. La superficie moyenne emblavée par campagne agricole de 2005 à 2015 est de 1 272 ha et celle de la production de 1 129 tonnes, soit un rendement moyen de l'ordre de 888 kg/ha.

Le gombo (*Abelmoschus esculentus*), est une espèce de plantes tropicales à fleurs appartenant à la famille des Malvaceae, originaire d'Afrique. Il est cultivé beaucoup

plus par les femmes du milieu d'étude. Les superficies sont restées plus ou moins stables de 2005 à 2015 (figure 29). Il en est de même des productions.

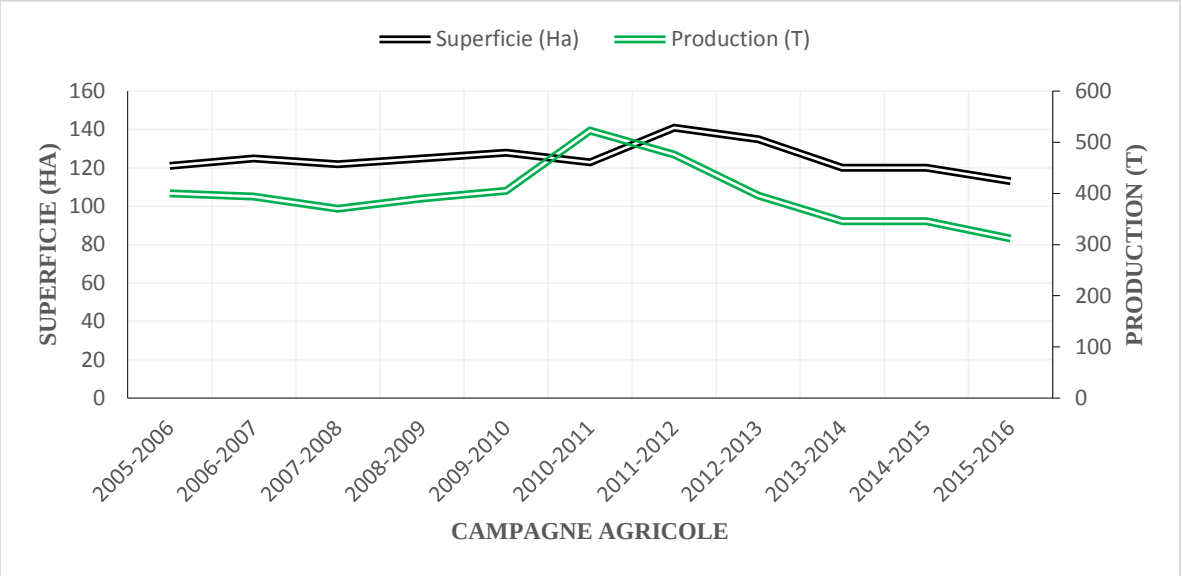


Figure 29: Evolution des superficies emblavées et des productions de gombo entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

Il ressort de la figure 29 que les superficies emblavées et les productions de gombo n'ont pas connu de grandes variations entre 2005 et 2015. La superficie moyenne est de 125 ha tandis que la production avoisine 396 tonnes par campagne agricole. Le rendement moyen sur la période considérée est de 3174 kg/ha.

Le *Citrullus sp* encore appelé « goussi » en langue locale Mahi et « kaka » en Idaasha est une plante annuelle érigée, cultivée dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué pour ses graines riches en protéines et en lipides. Le *Citrillus sp* ne tolère pas les sols engorgés d'eau au stade de la plantule et au cours de la germination. Il pousse bien sur tous les types de sols (sableux ou argileux), riches ou pauvres, pourvu qu'ils soient perméables, peu acides et bien aérés. Le "goussi" est généralement cultivé en superficie réduite ou en culture de case. La figure 30 met en exergue les superficies emblavées de même que les productions de 2005 à 2015.

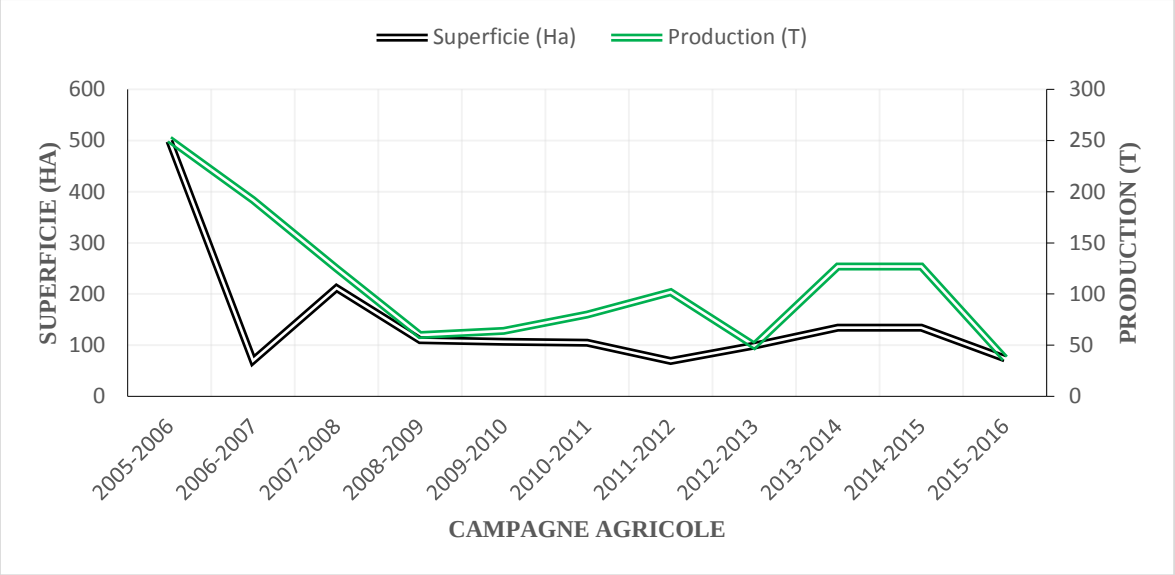


Figure 30: Evolution des superficies emblavées et des productions de gombo entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

La figure 30 montre que l'évolution des emblavures de même que celle des productions sont regressives dans le milieu d'étude de 2005 à 2015. Ainsi, la superficie emblavée est passée de 499 ha en 2005 à 74 ha en 2015 et la production de 251 tonnes en 2005 à 37 tonnes en 2015. Pourtant, le "goussi" joue un rôle capital dans les systèmes de production traditionnels où il permet à la fois de valoriser des terres marginales et d'équilibrer le calendrier de travail de l'agriculteur qui en tire, à peu de frais, un complément de ressources appréciables.

3.4.1.5 Culture du coton

Le cotonnier (*Gossypium hirsutum*) est une plante arbustive. Selon le CRA-CF (2002), sa production dépend fortement de la fertilisation du sol et de la protection phytosanitaire mais aussi bien de la combinaison d'un ensemble de facteurs (climat, date de semis, entretien, qualité de la semence). Le sol doit être profond et non inondable même temporairement. Pour les sols ferrugineux tropicaux majoritaires dans le milieu d'étude, la culture du coton nécessite une fertilisation minérale (CRA-CF, 2002).

La culture du coton est en regression continue dans le milieu d'étude (figure 31).

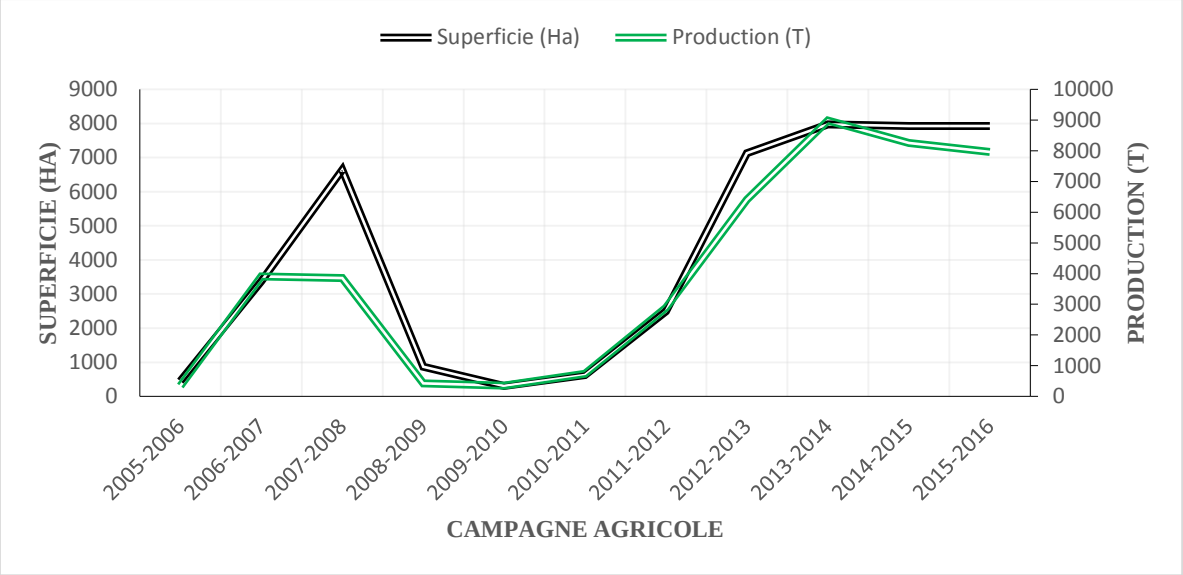


Figure 31: Evolution des superficies emblavées et des productions de coton entre 2005 et 2015

Source : MAEP/DPP, 2016

Il se dégage de la figure 31 que les emblavures réalisées pour la culture du coton ont connu une évolution à la baisse entre 2008 et 2010 avant de connaître une hausse à partir de 2011. Selon les enquêtes, la chute des superficies emblavées et par conséquent des productions résulte des dysfonctionnements dans l'organisation de la filière. Le non respect des recommandations relatives à l'utilisation des intrants agricoles (engrais chimiques, pesticides, herbicides) a entrainé une dégradation des sols dans le milieu d'étude.

En somme, l'agriculture pratiquée dans le milieu d'étude est de type extensif caractérisé par des rendements culturaux faibles, tributaires des aléas climatiques et de la faible utilisation des techniques modernes de production. La culture sur billons et buttes est souvent pratiquée pour les cultures de maïs, de manioc, d'arachide et de l'igname.

Les techniques de production pratiquées sont la culture sur brûlis, la rotation, l'assolement, la culture associée et la jachère. Les engrais et les pesticides sont utilisés. Les superficies cultivées totalisent 173 898 ha durant la campagne 2015-2016. Les semences améliorées sont peu utilisées. Les zones de grosse production

sont : Miniffi, Akoba, Kpakpa-Agbagoulè, Akoffodjoulé, Soclogbo, Paouignan, Aklampa, Assanté et Ouèdèmè.

En plus de la production végétale, les populations du milieu d'étude s'adonnent à des activités pastorales.

3.4.2 Activités pastorales : une source potentielle de revenus encore mal exploitée

La production animale est dominée par l'aviculture, l'élevage des ruminants et de porcins. L'élevage dans le milieu d'étude constitue tout comme l'agriculture une source potentielle de revenus. L'élevage du bovin qui est souvent confié aux Peulhs qui en sont spécialistes moyennant une somme prédéfinie (30 à 50 000 F CFA) ou un veau sur trois mises bas au cours d'une année. Le lait de la vache revient également aux peulhs.

L'élevage est encore de type traditionnel. Le cheptel est livré à lui-même sans enclos. En ce qui concerne le bétail, le pâturage naturel constitue la source principale d'alimentation. Il est très abondant en saison des pluies mais devient rare en saison sèche. L'abreuvement des bêtes se fait au niveau des marigots, des mares, des cours et retenues d'eau. L'inexistence de couloirs de passage et de zones délimitées de pâturage et la transhumance occasionnent des conflits entre agriculteurs et éleveurs.

Le piétinement des bêtes (surtout les bovins) occasionne le durcissement des sols et sa dégradation.

3.4.3 Exploitation forestière, un secteur en plein essor

L'exploitation forestière est une activité qui a pris de l'ampleur depuis 1990 dans le milieu d'étude.

Il s'agit, dans la Commune de Glazoué, de l'exploitation des forêts villageoises d'Aklampa (forêts galeries, forêts denses, forêts claires et savanes boisées), d'Assanté (forêt dense sèche de Hoco, forêt galerie de Riffo) de Ouèdèmè (forêts denses et savanes boisées de Kpakpavissa, de Magoumi, de Thio (forêt de Riffo) et de Zaffé (Forêt de Awodo-Ofè). Dans la Commune de Dassa-Zoumé, les forêts

concernées sont celles de Bètècoucou, Akofodjoulé, Fita, Agbogbomè, Toto, etc. Ces différentes forêts sont exploitées pour le bois d'œuvre, le bois de feu et le charbon de bois. Les essences actuellement exploitées pour le bois d'œuvre sont : le *Khaya senegalensis*, l'*Anogeissus leiocoarpus*, le *Pterocarpus erinaceus*, le *Burkea africana*, l'*Afzélia africana*, le *Milicia excelsa*, l'*Isoberlinia doka*, le *Daniellia oliveri* et le *Pseudocedrela kotschyi*. Les espèces utilisées pour le bois de feu et le charbon de bois sont : *Anogeissus leiocoarpus* et *Burkea africana*. Beaucoup d'espèces de savanes sont utilisées à cette fin. L'exploitation des ligneux rend les sols nus et vulnérables à l'érosion.

Conclusion partielle

Les fondements naturels, humains et économiques des activités agricoles ont été étudiés à travers la localisation du milieu d'étude, l'analyse des facteurs naturels et humains favorables à la production agricole dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

En somme, le relief du milieu d'étude est peu accidenté hormis les inselbergs. Ces facteurs morpho-pédologiques favorisent la présence des formations boisées et le développement des activités agricoles. C'est ce qui explique en partie l'accroissement du front agricole et des activités pastorales dans le milieu d'étude.

L'économie du milieu d'étude est dominée par le secteur primaire notamment agricole. Les principales activités de la majeure partie de la population sont : l'agriculture, l'élevage, la transformation des produits agricoles et l'artisanat. Le secteur secondaire est très peu développé. Le secteur tertiaire est alimenté par le commerce, les services, quelques institutions financières (BOA et des IMF), le tourisme, la restauration, etc.

Les facteurs climatiques qui influencent la production agricole ont été également mis en exergue. L'agriculture étant essentiellement pluviale dans le milieu d'étude, elle subit les contre coups de la variabilité du climat. Néanmoins, le milieu d'étude demeure une zone propice pour les activités agricoles qui ne restent pas sans avoir des effets sur l'environnement en général et les terres agricoles en particulier.

CHAPITRE 4: CAUSES DE LA DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUME ET DE GLAZOUE

Ce chapitre analyse les causes de la dégradation des terres. Les causes directes et indirectes sont mises en exergue. En effet, dans la littérature scientifique sur la dégradation de l'environnement, de nombreux auteurs font la différence entre les causes directes (proximate causes) et les forces motrices (driving forces ou underlying causes) de la dégradation des terres (Turner et *al*., 1993, 1996; Geist et Lambin, 2002). Une cause directe peut se définir comme étant une activité qui a pour conséquence immédiate des changements dans l'occupation et l'utilisation du sol. Tandis qu'une force motrice (ou cause indirecte) est un processus sous-jacent entrainant des actions qui affectent le paysage (Chowdhury, 2006). Ainsi, les causes de la dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude sont classées en deux catégories : les causes sous-jacentes et les causes directes.

4.1 Forces motrices ou causes sous-jacentes de la dégradation des terres

Les causes sous-jacentes de la dégradation des terres peuvent aussi être qualifiées de causes de fond car au lieu d'avoir une influence directe sur les terres, elles influent sur les comportements des acteurs de la gestion des terres et sur le choix des modes de gestion des ressources naturelles. Cependant, ces causes de fond sont les plus importantes dans la mesure où des actions visant à éradiquer l'une d'elles auront des effets bénéfiques sur une multitude de causes directes. Les principales causes de fond de la dégradation des terres dans le milieu d'étude sont de deux ordres: socio-économiques et naturels.

4.1.1 Causes socio-économiques sous-jacentes

Les investigations ont permis d'identifier trois principales causes socio-économiques de la dégradation des terres dans le milieu d'étude. Il s'agit de : i) la pression démographique, ii) la pauvreté et iii) les facteurs socio-politiques.

4.1.1.1 Pression démographique et dégradation des terres

La conversion des terres boisées en zone de cultures répond largement à la pression de besoins alimentaires croissants qui résulte de l'accroissement démographique.

Dans les zones de cultures itinérantes, la superficie boisée se réduit lorsque les périodes de jachère diminuent sous la pression du besoin de terre. Ce processus observé sur le terrain est typique des situations de croissance de la population sans adaptation suffisante des systèmes agricoles. En effet, selon Svensson (2008), les pressions exercées sur les terres par le nombre de personnes et les densités de population sont de potentiels facteurs de dégradation des sols lorsque l'intensification de la production vivrière et animale n'est pas accompagnée d'un accroissement des mesures de conservation qui permettent d'empêcher le dépassement des capacités de production des sols.

La dynamique de la population et celle des états de surface ont été analysées afin de ressortir les corrélations existantes entre la pression démographique et la dégradation des terres.

4.1.1.1.1 Evolution de la population

La population du milieu d'étude est passée de 79 439 habitants en 1979 à 125 462 habitants en 1992, à 186 444 en 2002 puis à 237 673 en 2013 comme le montre le tableau XIV.

Tableau XIV: Population et densité par commune

Commune	Population (hbt)				Densité (hbt/km^2)			
	1979	1992	2002	2013	1979	1992	2002	2013
Dassa	41 579	64 065	93 967	112 122	24,30	37,44	54,92	65,53
Glazoué	37 860	59 405	90 475	124 431	21,63	33,95	51,70	71,10
Total	**79 439**	**125 462**	**186 444**	**237 673**	**22,95**	**36,25**	**53,87**	**68,67**

Source : Traitement des données de l'INSAE, 1979, 1992, 2002 et 2013

Il ressort du tableau XIV que la population du milieu d'étude a presque triplée entre 1979 et 2013 (34 ans). La densité de la population est aussi passée de 22,95 à 68,67 hbt/km^2 dans la même période. Cette poussée démographique a entraîné une extension des terres de culture et une forte pression sur les ressources forestières. En effet, la population active agricole connaît un accroissement à l'instar de la population générale (figure 32).

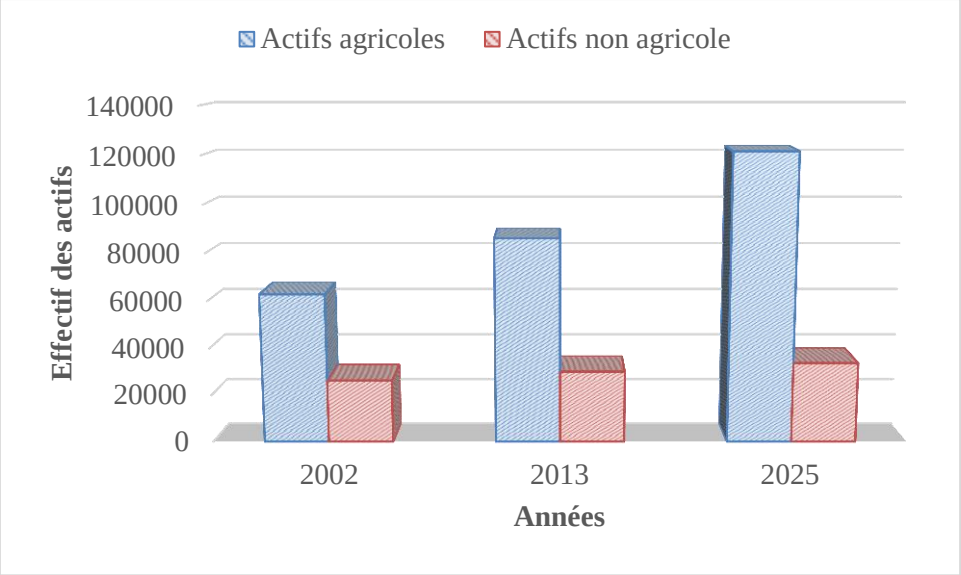


Figure 32 : Evolution des actifs agricoles et des actifs non agricoles des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Source : Traitement des données de l'INSAE, 2016

La figure 32 montre l'évolution des actifs du milieu d'étude entre 2002 et 2025. L'effectif des actifs agricoles a évolué graduellement entre 2002 et 2013, passant de 62 850 à 86 198. L'estimation faite pour 2025 est de 121 674 actifs agricoles.

L'effectif des actifs non agricoles a également évolué de façon graduelle entre 2002 et 2025, mais à un rythme moins soutenu que celui des actifs agricoles. Ainsi, malgré l'urbanisation, les actifs agricoles constituent un poids important dans le milieu d'étude.

Cette évolution met en exergue la disponibilité des bras valides et de la main d'œuvre pour l'amélioration de la productivité agricole, mais elle constitue aussi une menace pour la gestion durable des terres. En effet, cet accroissement des actifs agricoles a des empreintes sur les états de surface du milieu d'étude.

4.1.1.1.2 Dynamique des unités d'occupation du sol

La dynamique des états de surface a été analysée à travers les cartes d'occupation des terres de 1979, 1992, 2002 et 2013. Ces années ont été choisies parce qu'elles correspondent aux recensements de la population (RGPH 1, RGPH 2, RGPH 3 et RGPH 4). L'évolution des différentes unités d'occupation des terres entre les trois périodes (1979-1992, 1992-2002 et 2002-2013) a été étudiée à travers la matrice de

transition. Les figures 33, 34, 35 et 36 montrent la distribution spatiale des unités d'occupation des terres dans le milieu d'étude en 1979, 1992, 2002 et 2013.

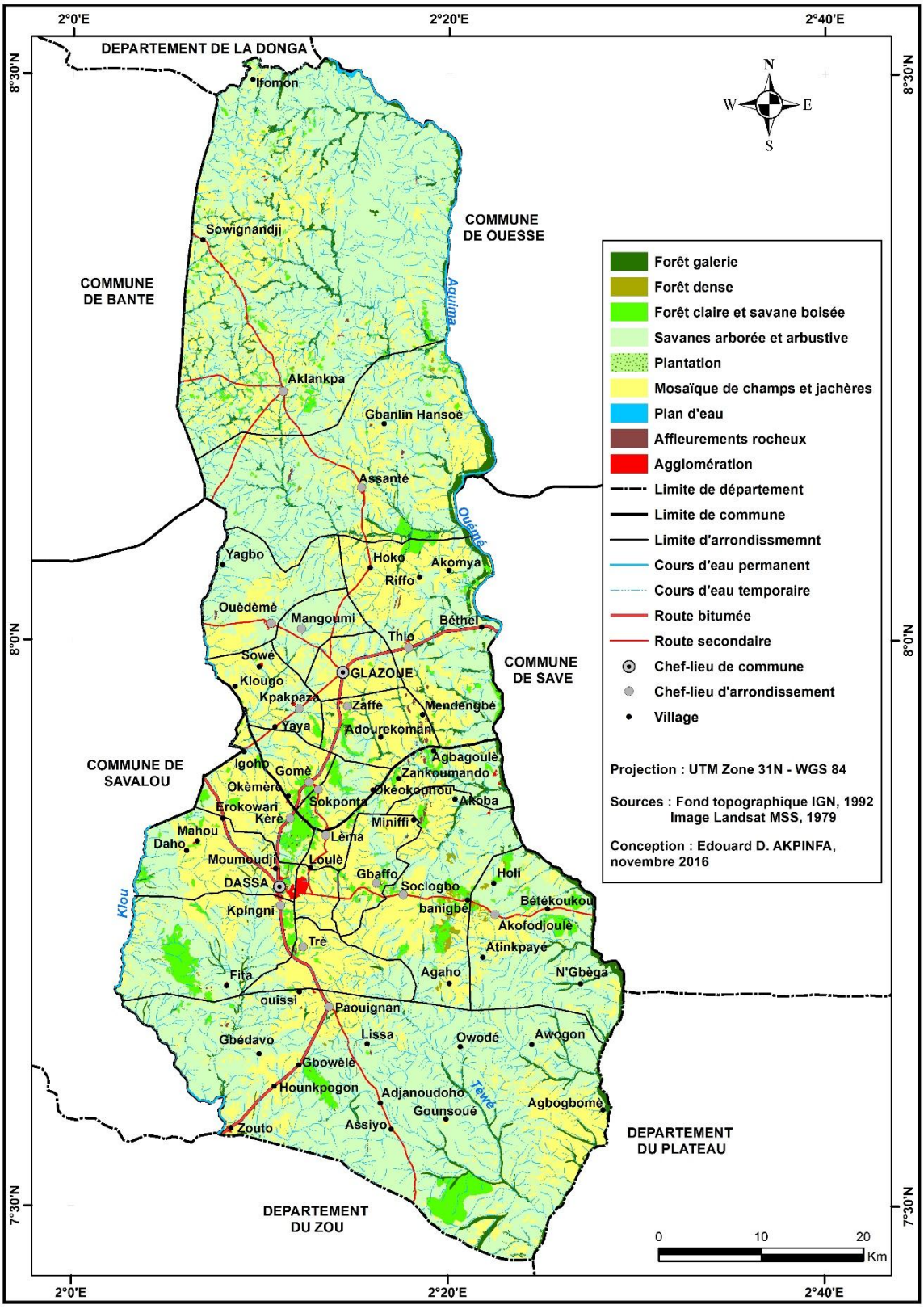


Figure 33 : Unités d'occupation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en 1979

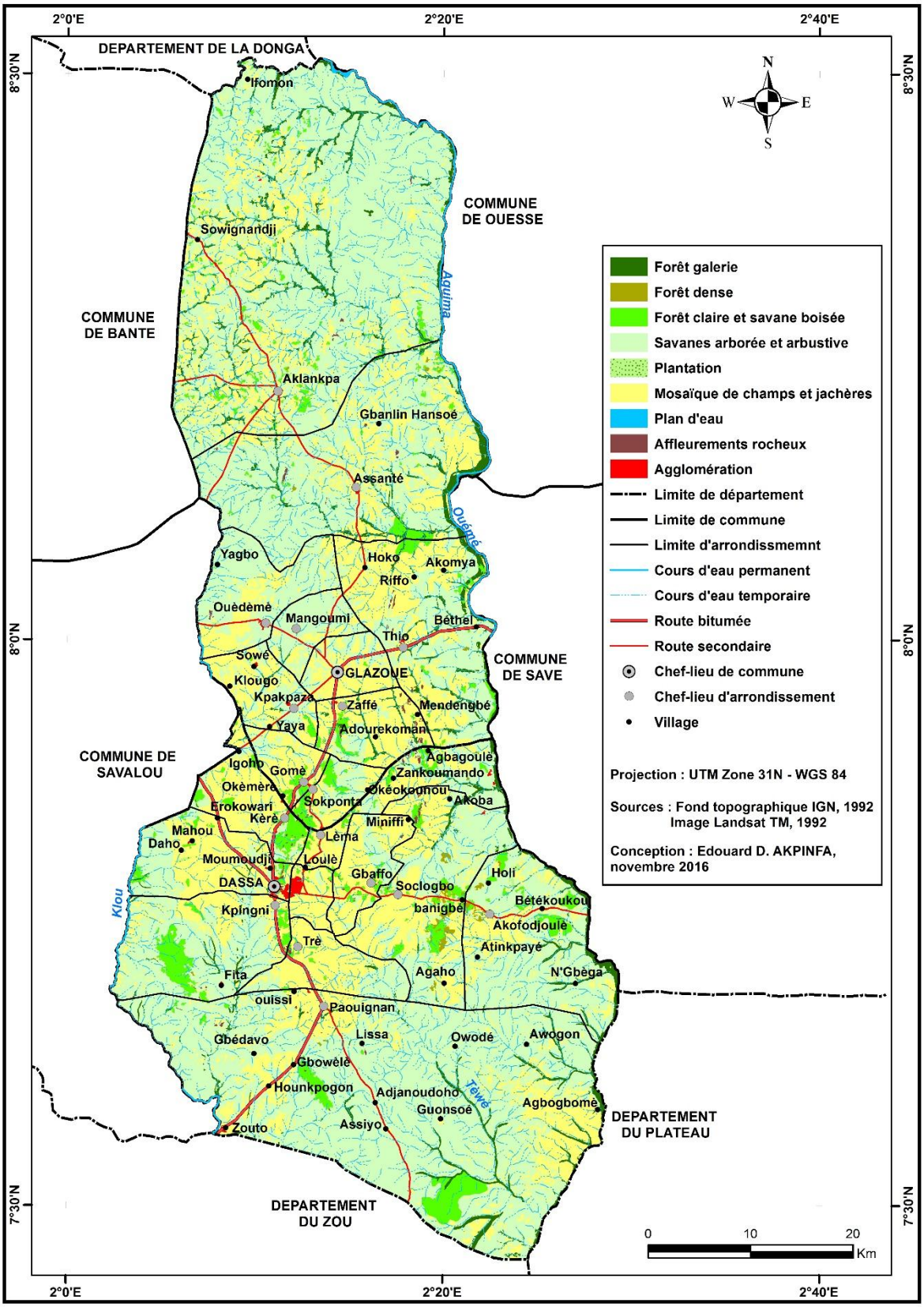


Figure 34 : Unités d'occupation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en 1992

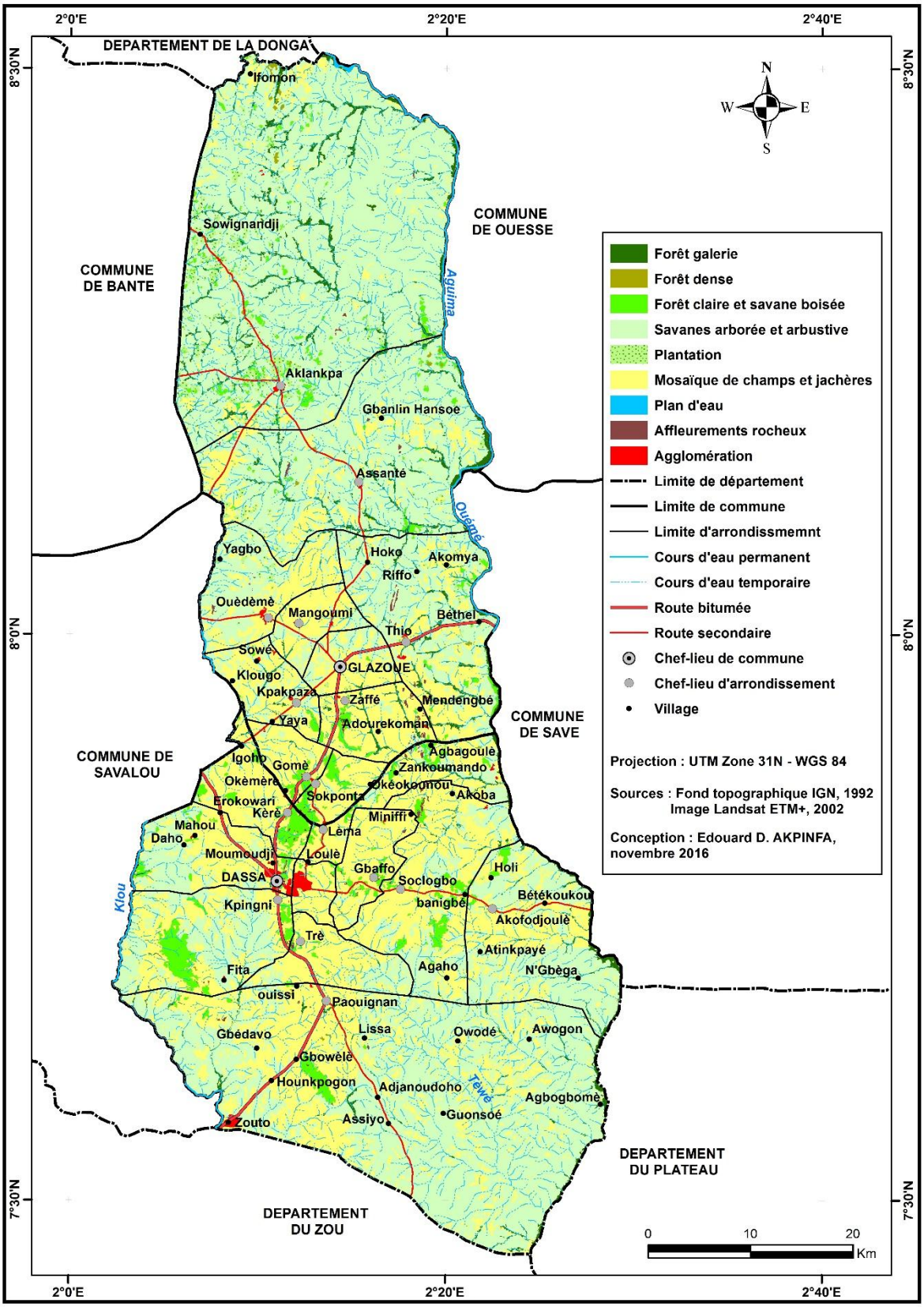


Figure 35 : Unités d'occupation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en 2002

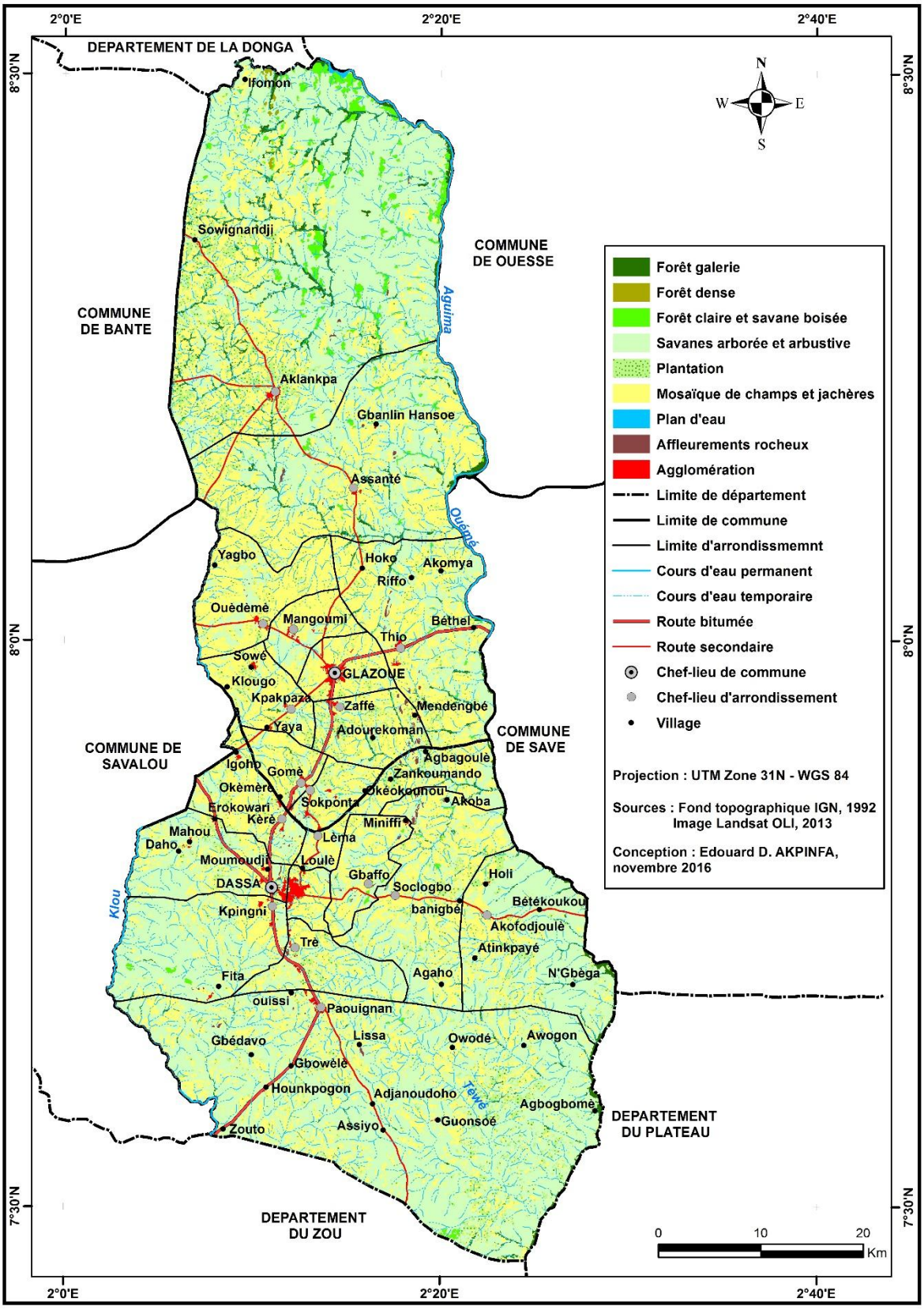


Figure 36 : Unités d'occupation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en 2013

Il se dégage de ces figures 34, 35, 36 et 37 que le paysage du milieu d'étude s'est largement artificialisé entre 1979 et 2013. Les mosaïques de cultures et jachères se retrouvent presque sur toute l'étendue du milieu d'étude.

Le tableau XV synthétise les modifications des unités d'occupation des terres entre 1979 et 2013.

Tableau XV: Evolution des unités d'occupation des terres de 1979 à 2013

Unités d'occupation des terres	1979		1992		2002		2013		Bilan (%)
	S (km²)	P (%)	S (km²)	P (%)	S (km²)	P (%)	S (km²)	P (%)	
Forêt galerie	193,32	5,66	139	4,07	100,92	2,95	75,4	2,21	-3,45
Forêt dense	41,2	1,21	8,06	0,24	3,87	0,11	2,04	0,06	-1,15
Forêt claire et savane boisée	1129,1	33,05	139,77	4,09	110,74	3,24	49,37	1,45	-31,6
Savanes arborée et arbustive	1580,41	46,26	2022,86	59,21	1966,35	57,55	1860,81	54,47	8,21
Plantation	0,6	0,02	1,2	0,04	37,83	1,11	168,38	4,93	4,91
Mosaïque de champs et jachères	453,49	13,27	1085,03	31,76	1171,54	34,29	1226,81	35,91	22,64
Plan d'eau	4,26	0,12	4,22	0,12	4,26	0,12	4,26	0,12	0
Affleurements rocheux	6,57	0,19	6,57	0,19	6,57	0,19	6,57	0,19	0
Agglomération	7,55	0,22	9,78	0,29	14,42	0,42	22,88	0,67	0,45
Total	**3416,5**	**100**	**3416,5**	**100**	**3416,5**	**100**	**3416,5**	**100**	

Source : Résultats d'interprétation des images Landsat, 2016

Il se dégage du tableau XV que l'espace se modifie avec le temps. Toutes les unités d'occupation des terres ont subi des changements notables entre 1979 et 2013. La forêt galerie et la forêt dense tendent vers la disparition. Elles occupent de nos jours, des proportions marginales. La plus grande régression a été observée au niveau des forêts claires et savanes boisées. La superficie de ces deux formations végétales a dimunié de 31,60 % entre 1979 et 2013. Par contre, les mosaïques de cultures et jachères ont connu une augmentation de plus de 22 % de même que les savanes arborées et arbustives (+ 8,21 %). On peut affirmer que les cultures et jachères de même que les savanes arborées et arbustives constituent aujourd'hui le paysage typique du milieu d'étude. Les modifications observées témoignent de l'emprise humaine sur l'espace.

4.1.1.1.3 Corrélation entre croissance démographique, dynamique d'occupation du sol et dégradation des terres

Les figures 37a, 37b, 37c et 37d présentent l'évolution de la population et des unités d'occupation des terres (galeries forestières, forêts claires et savanes boisées, savanes arborées et arbustives, mosaïques de cultures et jachères, agglomérations) entre 1979 et 2013.

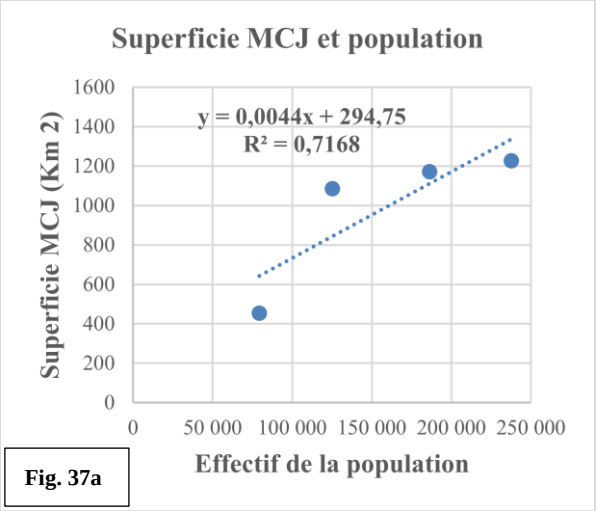


Fig. 37a

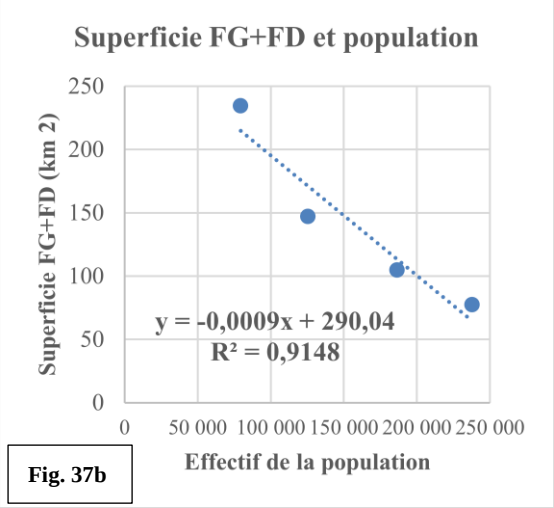


Fig. 37b

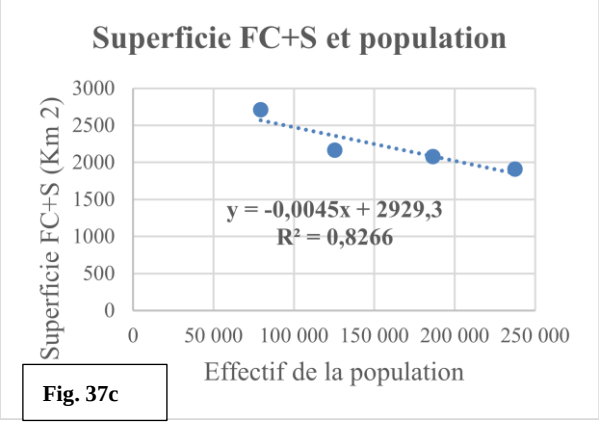


Fig. 37c

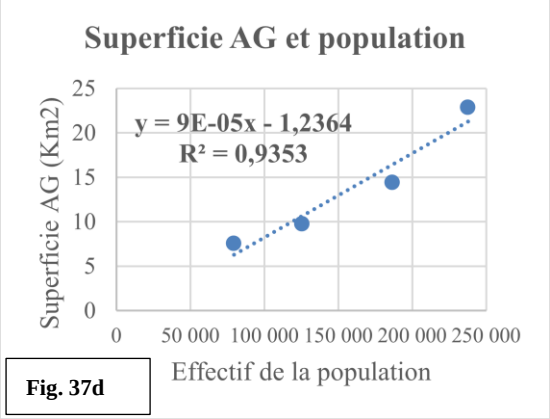


Fig. 37d

MCJ: Mosaïques de Cultures et Jachères; FG: Forêts Galeries; FD: Forêts Denses; FC: Forêts Claires; S: Savanes; AG: Agglomérations

Figure 37 : Corrélation entre l'évolution de la population et les unités d'occupation des terres entre 1979 et 2013 dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Source : Travaux de terrain, novembre 2016

L'analyse des figures 37a, 37b, 37c et 37d fait ressortir des coefficients de corrélation de 0,72 ; 0,91 ; 0,82 et 0,93 respectivement pour les mosaïques de

cultures et jachères, les forêts galeries et forêts denses, les forêts claires et savanes puis les agglomérations.

Le coefficient de corrélation pour les mosaïques de cultures et jachères (0,72) est compris entre 0,5 et 0,8. On peut donc affirmer qu'il existe une forte corrélation entre cette unité d'occupation des terres et l'évolution de la population du milieu d'étude. Pour ce qui est des autres unités d'occupation des terres le coefficient de corrélation est compris entre 0,8 et 1. Ainsi, la superficie de ces unités et l'effectif de la population sont très fortement corrélées. On peut donc conclure dans ces conditions que, plus l'effectif de la population croît, les formations naturelles perdent plus en superficie. Au même moment, les mosaïques de cultures et jachères de même que les agglomérations gagnent en superficie.

On retient de cette analyse qu'il existe une forte corrélation entre l'évolution de la population et la superficie des mosaïques de culture et jachères. Or, selon Kadjègbin (2014) les coefficients d'Allan, indicateurs du niveau de fertilité des sols, sont respectivement de 1,55 pour Glazoué et de 1,87 pour Dassa-Zoumè. Ces coefficients étant inférieurs à 5, cela indique une surexploitation des terres agricoles et par conséquent leur dégradation. Ainsi, plus la population augmente et plus la superficie dégradée s'accroit.

4.1.1.2Pauvreté et dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

La pauvreté est perçue comme étant à la fois une cause et une conséquence de la dégradation des terres dans le milieu d'étude. En effet, les pauvres sont le plus souvent dépendants des ressources naturelles à cause de leur économie de subsistance et d'un manque d'alternative par rapport aux sources de revenus. Ainsi, une dégradation de la fertilité des sols a donc des impacts locaux importants sur les revenus des pauvres ruraux et la sécurité alimentaire. Dans les espaces du milieu d'étude où il existe de sérieux problèmes de dégradation des terres, tous les exploitants agricoles enquêtés indiquent une baisse allant jusqu'à 60 % des rendements et par conséquent des productions agricoles. Ceci accentue la pauvreté des populations rurales.

Au même moment, la pauvreté des populations est à l'origine de la dégradation de l'environnement. Dans le milieu d'étude, l'agriculture de subsistance qui représente environ 90% de la production agricole et à laquelle se consacre la majorité de la population, est avant tout de type itinérante et sur brûlis. La perception actuelle des producteurs ne conduit pas encore à des pratiques culturales plus favorables à la conservation, mais seulement au défrichement de nouvelles terres même si celles-ci sont de plus en plus éloignées des villages.

En effet, il ressort des enquêtes de terrain que du fait de la pauvreté, 96 % des agriculteurs dépendent directement des ressources de la terre et n'attendent pas de ce fait que les sols et la végétation se régénèrent correctement avant leur exploitation. Selon Kadjègbin (2014), la durée de mise en culture est de 08 ans et celle de la jachère de 06 ans dans le milieu d'étude. Or le système traditionnel de jachère dure 15 à 25 ans (Adégbola, 1998). La durée des jachères se raccourcit donc d'année en année et les agriculteurs recourent à une gestion inappropriée de la terre. Les pratiques agricoles liées à la pauvreté et d'autres problèmes d'exploitation de la terre contribuent en grande partie aux problèmes de dégradation des terres dans le milieu d'étude.

En 2015, une analyse de l'évolution de la pauvreté et des inégalités entre 2011 et 2015 au Bénin révèle leurs accentuations au niveau national (INSAE, 2016). A cet égard, on note que l'incidence de pauvreté monétaire est passée de 33,3% en 2007 à 36,2% en 2011 puis à 40,1% en 2015. Pour l'inégalité, l'indice de Gini est passé de 0,472 en 2007 à 0,463 en 2009 et à 0,464 en 2011 avec plus d'homogénéité dans les dépenses de consommation en milieu urbain qu'en milieu rural, une accentuation des inégalités au niveau des femmes et des niveaux d'inégalités très différenciés selon les départements et les communes. La figure 38 montre la dynamique de la pauvreté monétaire dans le milieu d'étude sur la période 2007-2015.

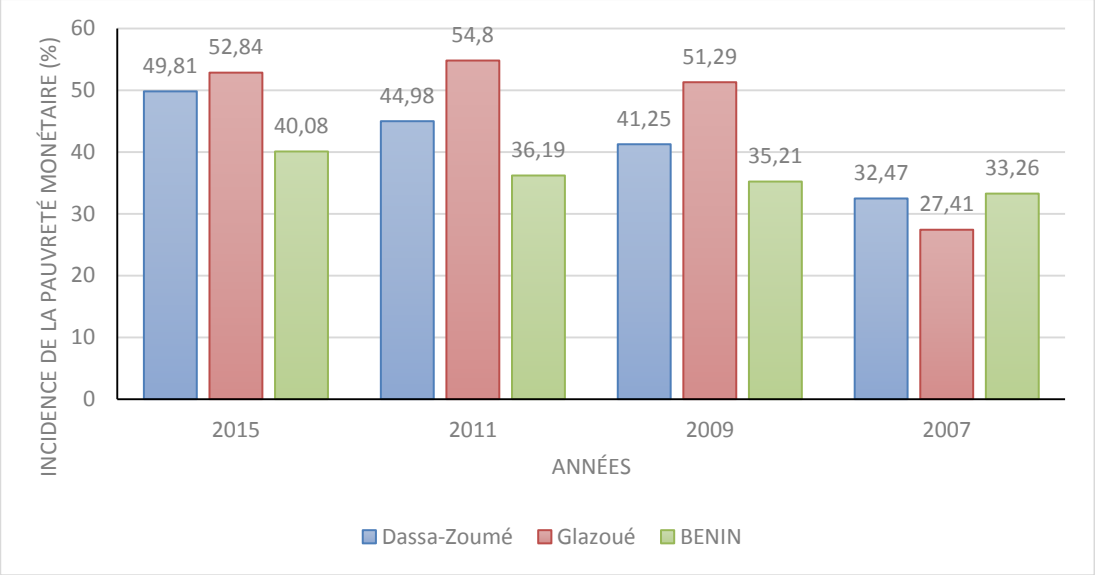


Figure 38 : Tendance de la pauvreté monétaire dans le milieu d'étude entre 2007 et 2015

Source : Traitement de données de l'INSAE, 2016

Il ressort de la figure 38, une aggravation de l'incidence de pauvreté monétaire dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué entre 2007 et 2015. En effet, l'indice de pauvreté monétaire est passé entre 2007 et 2015, de 27,41 % à 52,84 % dans la commune de Glazoué soit un écart de plus de 25 points et de 32,47 % à 49,81 % dans la commune de Dassa-Zoumé soit un écart de plus de 17 points en moins de 10 ans.

La pauvreté monétaire s'est beaucoup plus accentuée dans la commune de Glazoué. En 2007, l'indice de pauvreté est plus faible à Glazoué qu'à Dassa-Zoumé. Par contre, cet indice est plus faible dans la commune de Dassa-Zoumé que dans celle de Glazoué et 2015.

Si en 2007, l'indice de pauvreté dans le milieu d'étude était inférieur à la moyenne nationale, tel n'est pas le cas en 2015 où la moyenne nationale est dépassée de plus de 9 points. En outre, l'indice de sévérité de pauvreté qui est une mesure de l'inégalité parmi les pauvres, a connu la même évolution dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué sur la période 2007-2015 (figure 39).

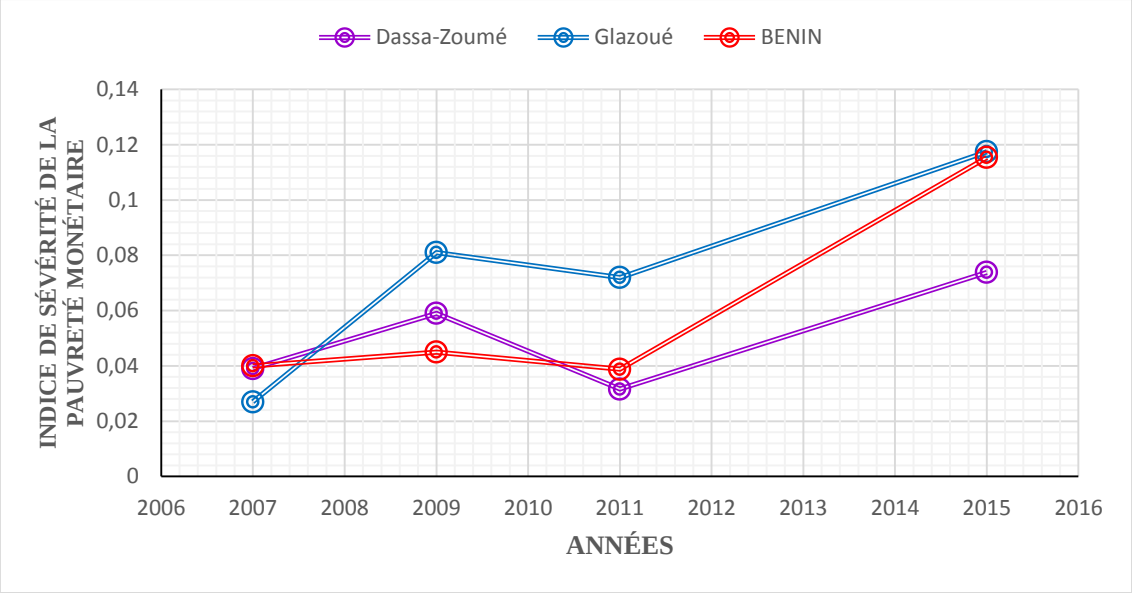


Figure 39 : Dynamique de la sévérité de la pauvreté dans le milieu d'étude entre 2007 et 2015

Source : Traitement de données de l'INSAE, 2016

L'analyse de la figure 39 fait ressortir que l'indice de sévérité de la pauvreté est resté stable au niveau national sur la période 2007-2011 autour de 0,04 et s'est accru à 0,12 en 2015. Par contre, cet indice s'est accru dans le milieu d'étude sur la période 2007-2009 et a connu une évolution régressive entre 2009 et 2011 avant de s'accroître entre 2011 et 2015.

A l'opposé, la pauvreté non monétaire fondée sur un indice de richesse a connu une évolution qui contraste avec celle de la pauvreté monétaire comme l'indique la figure 40.

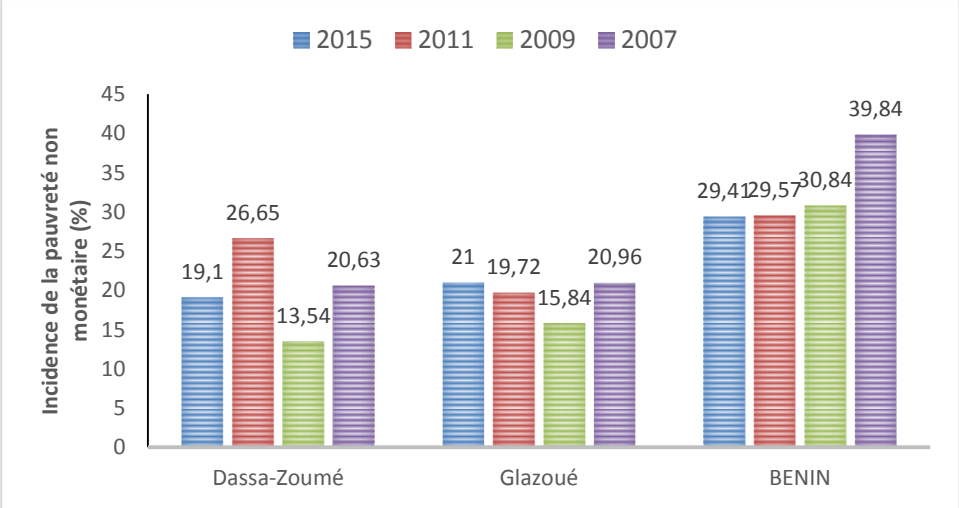


Figure 40 : Incidence de la pauvreté non monétaire sur la période 2007-2015

Source : Traitement de données de l'INSAE, 2016

La figure 40 montre que l'incidence de pauvreté non monétaire, dans la commune de Glazoué, qui était de 20,96 % en 2007 s'est considérablement réduite, en passant à 15,84 % en 2009. Elle a néanmoins connu une ascendance en 2011 (19,72 %) et 2015 (21 %). Sur la même période, l'indice de pauvreté non monétaire a connu deux pics dans la commune de Dassa-Zoumé. Il est passé de 20,63 % en 2007 à 13,54 % en 2009; puis à 26,65 % en 2011 et à 19,1 % en 2015. Ces différents taux sont néanmoins inférieurs à la moyenne nationale.

Quant à l'extrême pauvreté, elle a également connu la même évolution que la pauvreté monétaire au sens large, mais elle apparait plus significative. La proportion de la population, du milieu d'étude, disposant de 1,90 dollars par jour en parité de pouvoir d'achat (PPA) est évaluée à 60,24 % en 2015. Cette proportion avec un seuil de 1 dollar par jour en PPA était de 59,40 % en 2011 contre 50,40 % en 2009 et 50,20 % en 2006 (INSAE, 2013).

De façon générale, l'extrême pauvreté est plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain, et ce sur toute la période 2007-2015. Ainsi, une réduction substantielle de la pauvreté doit passer impérativement par le développement des opportunités de relèvement des revenus pour une large frange de la population, notamment les ménages ruraux. Ceci suppose que le choix de l'option d'une croissance économique pro-pauvre devrait plutôt privilégier le secteur agricole, le plus

pourvoyeur d'emplois pour les pauvres. En effet, le niveau élevé de la pauvreté en milieu rural pourrait s'expliquer par un manque d'efficience de l'économie agricole qui se traduit par la corrélation positive entre la production et la superficie emblavée. La croissance agricole vient aujourd'hui beaucoup plus d'un accroissement des superficies emblavées que d'une augmentation de la productivité. Or, l'accroissement des superficies emblavées engendre dans les conditions actuelles d'exploitation, la mise à nue des sols et une dégradation des terres.

4.1.1.3 Causes socio-politiques sous-jacentes de la dégradation des terres

D'autres facteurs ont été identifiés par les chefs de ménage comme vecteurs de la dégradation des terres dans le milieu d'étude. Il s'agit essentiellement de causes socio-politiques.

La politique nationale s'aligne sur les tendances économiques mondiales qui encouragent les cultures de rente telle que le coton. Une telle politique pousse à une surexploitation des terres agricoles. On note également la non prise en compte de la dimension « gestion durable des terres » dans les politiques mises en œuvre dans les secteurs de l'économie béninoise.

En effet, l'éventail de textes législatifs et réglementaires dont s'est doté le Bénin depuis 1990 devrait constituer des balises pour élaborer et mettre en œuvre des programmes et projets pouvant contribuer significativement à la gestion durable des terres, d'autant qu'elles orientent pour la plupart vers de nouvelles approches de gestion participative associant les populations. Malheureusement selon MEPN (2010), ces instruments législatifs et réglementaires qui ont le mérite d'exister et de marquer une certaine volonté politique visant à inscrire le Bénin dans une vision partagée de gestion durable des ressources naturelles – et donc implicitement des terres – se trouvent confrontés aux mêmes difficultés d'application que d'autres textes antérieurs, et qui ont pour noms : (i) procédures d'adoption trop longues ; (ii) retard considérable dans la promulgation des textes d'application ; (iii) insuffisance des dispositifs de vulgarisation et de suivi de la mise en œuvre, (iv) manque de ressources adéquates.

Les investigations ont montré que la plupart des textes sont le plus souvent mal connus ou pas du tout des acteurs concernés, s'ils ne sont pas simplement mis aux oubliettes. L'inconvénient majeur en est la persistance des mauvaises pratiques favorisant la dégradation des terres que ces textes sont censés combattre ou tout au moins atténuer, notamment la déforestation, les feux de végétation incontrôlés, les cultures sur brûlis, le labour des flancs de collines, le surpâturage, les conflits entre éleveurs et agriculteurs.

Le faible niveau d'éducation des populations a un impact significatif sur le taux d'adoption des technologies de gestion durable des terres et constitue par conséquent un vecteur sous-jacent de la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

4.1.2 Causes ''naturelles'' sous-jacentes de la dégradation des terres

Le climat exerce une forte influence sur le type de végétation, la biomasse et la diversité des terres. Les précipitations et la température déterminent la distribution possible de la végétation terrestre et constituent les facteurs premiers de la genèse et de l'évolution des sols.

La variabilité climatique et la qualité inhérente aux sols sont donc deux causes fondamentales de la dégradation des terres dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

4.1.2.1Variabilité climatique comme facteur de dégradation des terres

Deux paramètres ont été utilisés pour apprécier l'influence de la variabilité climatique sur les terres agricoles dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Il s'agit des précipitations et des températures. Les données de la station de Savè ont été utilisées pour l'analyse puisqu'elle est la station synoptique la plus rapprochée du milieu d'étude.

4.1.2.1.1 Précipitations

Le paramètre pluviométrique a été privilégié étant donné qu'il s'agit d'un contexte de climat tropical. L'analyse des données pluviométriques permet de constater que les précipitations moyennes annuelles varient entre 629,2 mm (enregistré en 1958)

et 1935,9 mm (enregistré en 1963). La figure 41 présente la variation interannuelle des précipitations dans le milieu d'étude de 1950 à 2015.

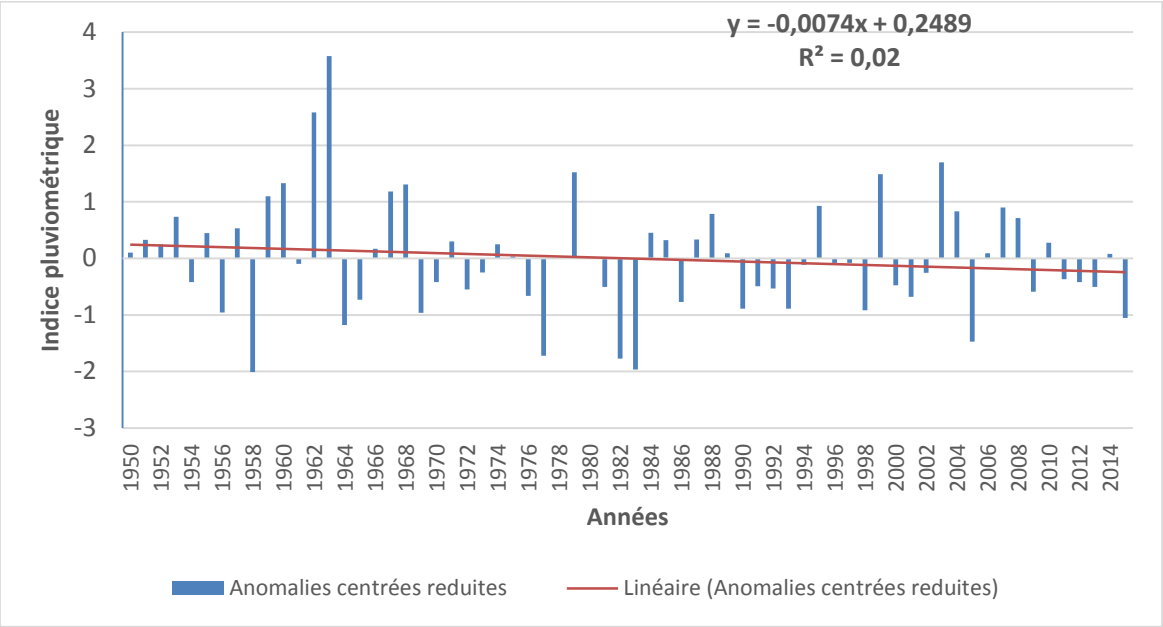


Figure 41 : Variation interannuelle des précipitations à Savè (1950 à 2015)
Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

L'indice pluviométrique sur la période 1950-2015 a permis de constater que le milieu d'étude est caractérisé par une forte variabilité pluviométrique sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires. Les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ont enregistré 45 % d'années déficitaires, 41 % d'années excédentaires et 14 % d'années moyennes. La droite de régression linéaire permet de constater une évolution baissière des pluviométries moyennes annuelles. L'alternance des années humides et des années sèches dans la période de 1950 à 2015, a entrainé le dérèglement des calendriers culturaux. Cette variabilité pluviométrique, couplée avec la mauvaise répartition des pluies influence négativement la qualité des sols et la production agricole.

D'un point de vue climatologique, l'étude des jours pluvieux contribue à améliorer les connaissances sur les aspects des déficits pluviométriques saisonniers et annuels ainsi que sur les changements susceptibles d'affecter l'évolution des précipitations (Kouassi et *al.*, 2010). En effet, les déficits pluviométriques peuvent résulter de la diminution de la fréquence des fortes précipitations ayant atteint ou dépassé un

certain seuil. La fréquence des fortes pluies et la répartition de celles-ci au sein de la saison sont des données importantes pour comprendre le processus de dégradation des terres dans le milieu d'étude. Ainsi, une caractérisation des régimes pluviométriques ne peut donc se limiter à une analyse statistique simple de cumuls pluviométriques. Elle doit aussi comporter les fréquences des jours pluvieux. En effet, la pluie n'est pas un phénomène continu. Les précipitations surviennent au cours d'événements pluvieux de durées variables se succédant suivant des intervalles de temps variables.

La typologie des précipitations journalières utilisée est liée aux normes internationales de seuil définies par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM, 1990). Les différentes classes sont définies en fonction du nombre de jours de pluie de hauteur comprise entre :

- 1 et 10 mm (P_1) ;
- 10 et 30 mm (P_2) ;
- 30 et 50 mm (P_3) ;
- >50 mm (P_4).

Le nombre de jours de pluie (variable afférente à la pluie) a été étudié à l'échelle interannuelle. L'importance en termes de pluviométrie de chaque classe de pluie, de 1981 à 2010, est consignée dans la figure 42.

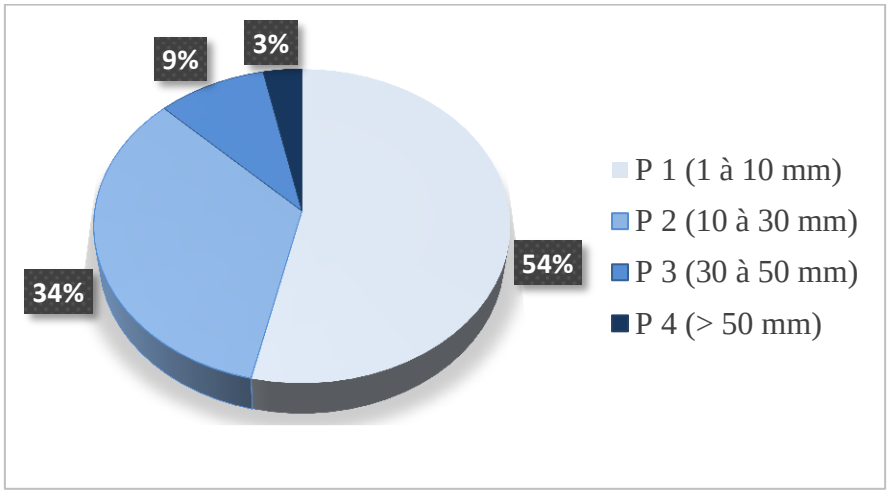


Figure 42 : Pourcentages pluviométriques des classes de pluie (1981-2010)
Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

Il se dégage de la figure 42 que les P_1 et P_2 sont les classes de pluie qui constituent l'essentiel de la pluviométrie au niveau du milieu d'étude. Pour placer la variabilité des fréquences des jours pluvieux dans son contexte historique, le nombre de jours de pluie (hauteur de pluie supérieure ou égale à 1 mm) a été analysé sur la période 1981-2010 (figure 43).

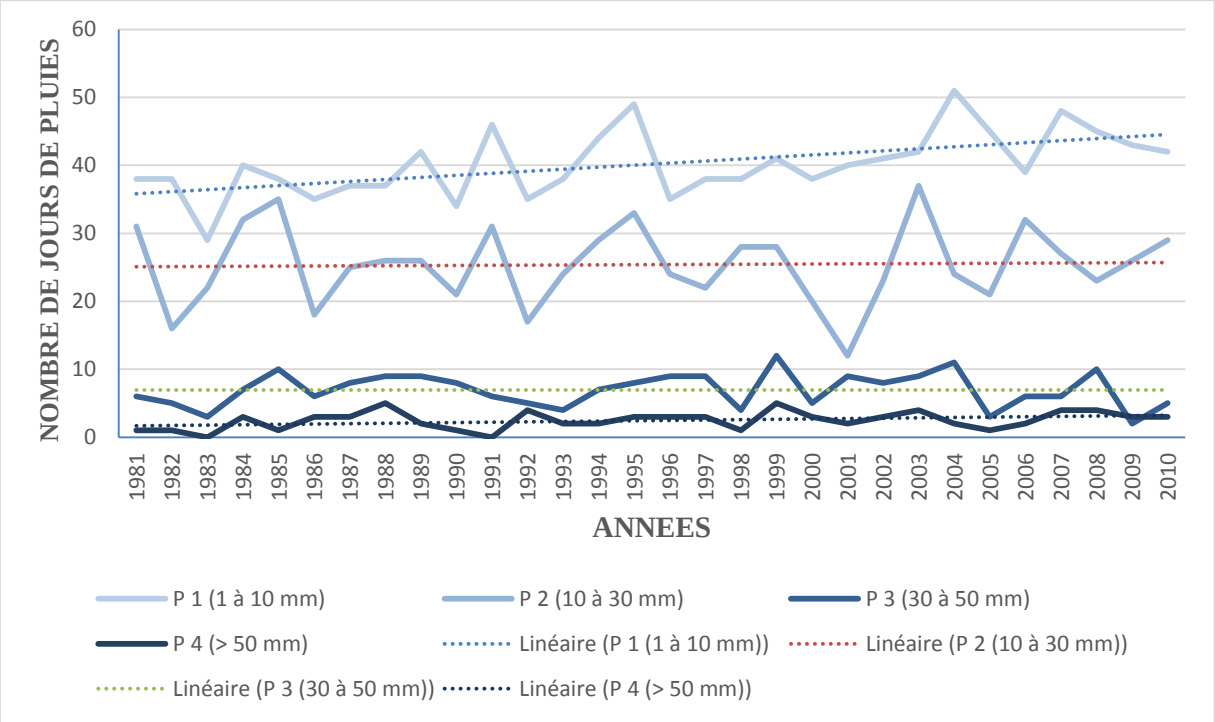


Figure 43 : Variation interannuelle des classes de précipitation de 1981 à 2010
Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

L'analyse de la figure 43 permet de constater que le nombre de jours de pluie de la classe P1 est en évolution croissante sur la période 1981 – 2010 alors que ceux des classes P2 et P3 sont en régression. Par contre, le nombre de jour de pluie de la classe P4 n'a pas connu une variation significative. Cependant, les P_2 apportent une pluviométrie supérieure à celle des P_3. Les P_3 apportent une pluviométrie supérieure à celle de la classe P_4. Les P_1 ont les pourcentages de précipitation les plus faibles (P_2>P_3>P_4>P_1).

Le nombre moyen de jours de pluie de la classe P4 est de 2,5 par an. Pourtant, la hauteur de précipitations enregistrées pendant ces 2,5 jours est largement supérieure à celle enregistrée pendant 40 jours pour la classe P1. Ainsi, la quantité d'eau de

pluie par unité de temps est très élevée pour la classe P4. Or, plus les pluies sont abondantes plus ils sont susceptibles de provoquer le détachement et le transport de sédiments. En effet, la grande énergie cinétique qui se déclenche durant les pluies des classes P3 et P4 constitue le facteur le plus potentiellement érosif. Lorsque ces pluies arrivent en début de saison pluvieuse, où les sols sont dénudés, elles occasionnent la mobilisation des particules de terre fine par l'effet splash et leur transport par le ruissellement.

4.1.2.1.2 Températures

L'évolution des températures maximales moyennes à Savè montre sur la période 1986-2015 une tendance à la hausse (figure 44).

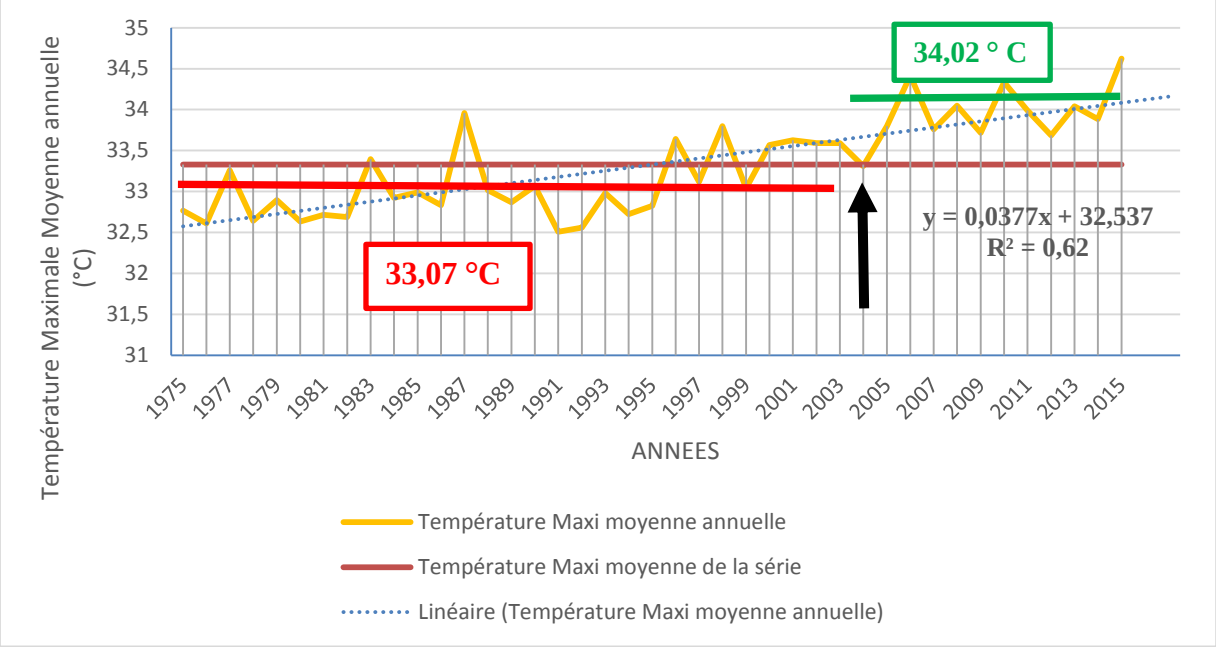


Figure 44 : Variation interannuelle des températures maximales moyennes à Savè (1975 à 2015)

Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

Il se dégage de la figure 44, qu'il y a une rupture en 2004. Les moyennes annuelles de températures maximales avant la rupture (33,07°C) et après la rupture (34,02°C) avec un écart de 0,95 °C, sont significativement différentes selon le test de Student. L'évolution des températures minimales moyennes présente également une tendance à la hausse sur la période 1975-2015. La figure 45 montre une rupture en

2000. Les moyennes des sous séries avant la rupture (22,19°C) et après la rupture (22,89°C), soit un écart de 0,7° C, sont significativement différentes.

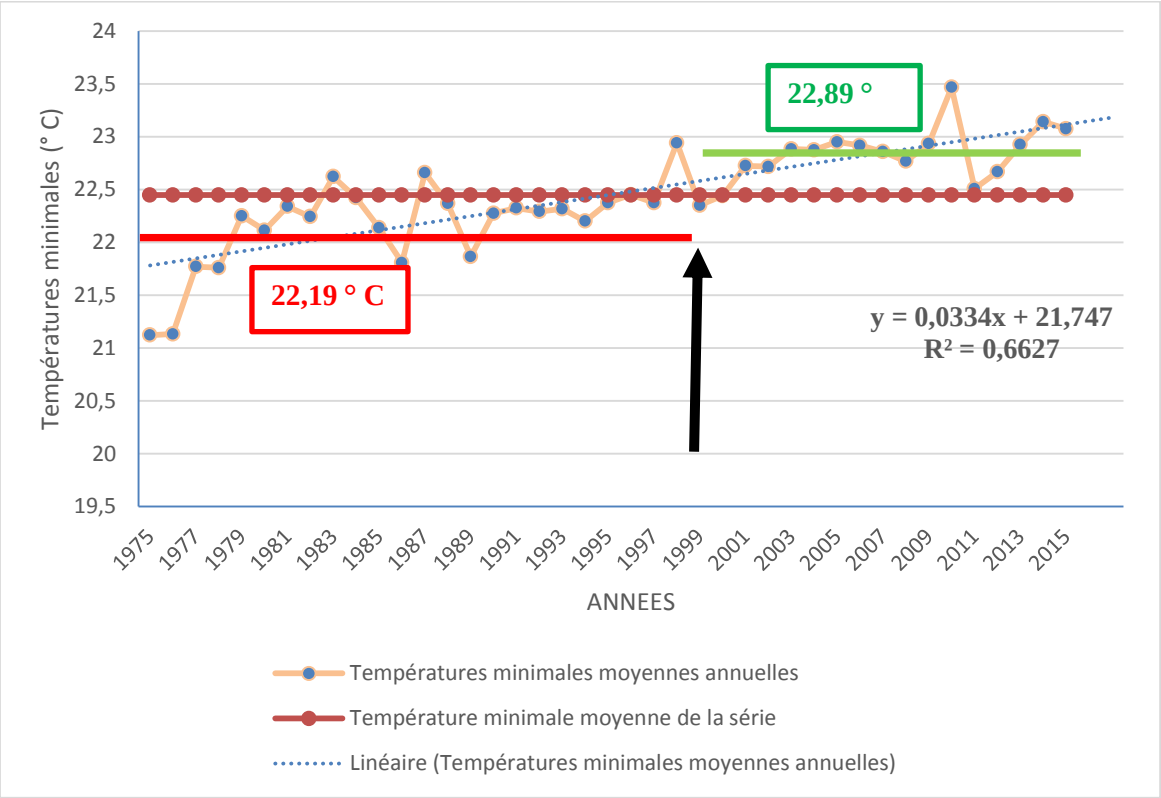


Figure 45 : Variation interannuelle des températures minimales moyennes à Savè (1975 à 2015)

Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

L'analyse croisée des figures 44 et 45 montre la tendance évolutive à la hausse de la température dans le milieu d'étude. Les températures maximales sont en hausse de 0,95 ° C tandis que les températures minimales sont en hausse de 0,7 ° C sur la période 1975 -2015.

Il ressort également des travaux, qu'une tendance à la hausse du nombre de jours chauds (température maximale supérieure à 37°C) a été notée sur la période 1975-2015 comme l'indique la figure 46.

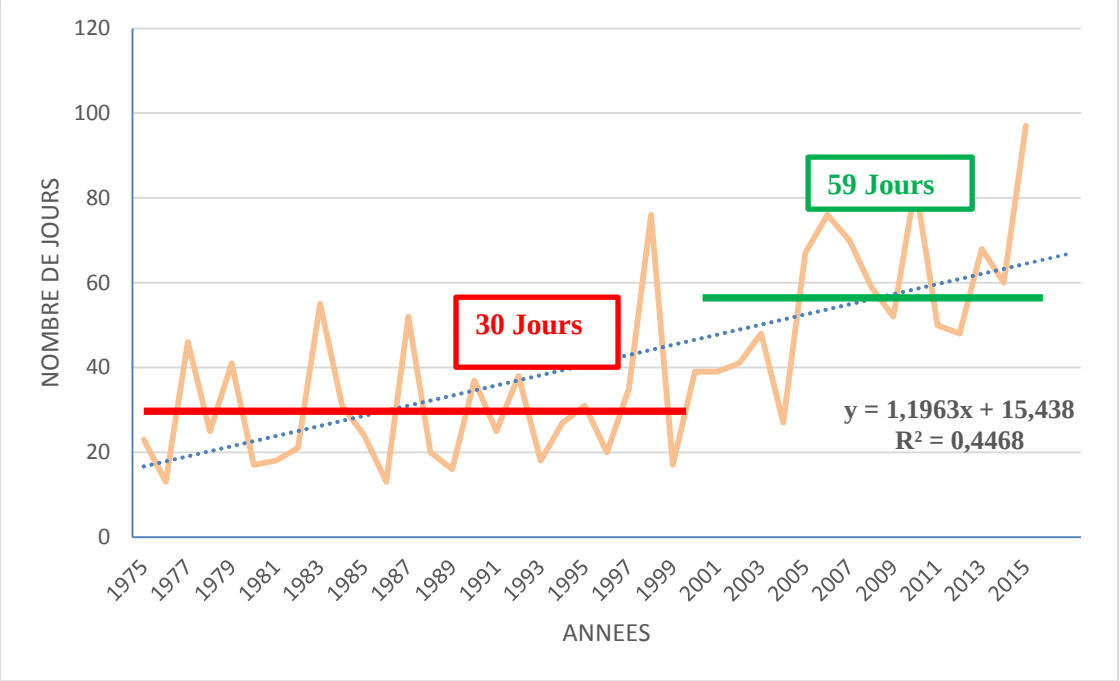


Figure 46 : Evolution interannuelle des nombres de jours de températures maximales supérieures à 37°C à Savè de 1975 à 2015

Source : Traitement des données de l'ASECNA, 2016

La figure 46 montre l'évolution ascendante du nombre de jours chauds dans l'année de 1975 à 2015. On constate une moyenne de 30 jours chauds avant la rupture intervenue en 2000 et 59 jours après la rupture soit un écart de 29 jours.

La tendance à la hausse suivie des ruptures dont les moyennes avant et après la rupture ont connu des écarts de 0,95 °C pour la température maximale, 0,7 °C pour la température minimale et 29 jours pour les jours chauds confirment que l'augmentation de la température est un risque climatique dans le milieu d'étude.

Les températures généralement élevées et les faibles précipitations sur les terres conduisent à une production médiocre de matières organiques et à une oxydation rapide (ELD, 2015). La rareté des matières organiques entraîne à son tour une faible agrégation et une stabilité médiocre des agrégats, d'où une forte probabilité d'érosion des sols.

Les croûtes structurelles, formées par l'impact des gouttes de pluie et susceptibles de diminuer les infiltrations, augmentent le ruissellement et génèrent des écoulements superficiels et l'érosion. Ainsi, la gravité, la fréquence et l'étendue de l'érosion hydrique peuvent être influencées par les changements dans la hauteur et

l'intensité des précipitations. Des précipitations trop faibles ou trop abondantes peuvent provoquer une érosion des sols conduisant à la dégradation des terres. En effet, parmi les nombreux facteurs qui provoquent l'érosion des sols, les précipitations en sont la cause principale.

Plus les précipitations et le ruissellement qui s'ensuit sont forts, plus les particules enlevées sont importantes. Or, l'analyse de la figure 24 montre que les précipitations sont mal réparties dans le milieu d'étude. On observe de plus en plus, une grande quantité de pluies en peu de temps.

La perméabilité du sol, qui influence indirectement la quantité totale de sols érodés et la répartition de l'érosion sur les pentes, est l'un des facteurs critiques qui déterminent l'érosion des sols par les précipitations.

Avec les précipitations, la température est le principal facteur déterminant du climat et, partant, de la répartition de la végétation et de la pédogenèse. La température tout comme les précipitations, provoque différents phénomènes d'altération et dussivage. Les changements de température saisonniers et quotidiens influent sur l'humidité du sol, sur l'activité biologique, sur la vitesse des réactions chimiques et sur les types de végétation.

Il ressort de l'analyse de la variation interannuelle des températures maximales, une hausse de 0,95 °C entre 1975 et 2015. Les températures maximales étant naturellement élevées, cette hausse constatée contribue certainement au fendillement des sols très argileux qui expose à l'action de l'eau ou du vent non seulement la surface du sol mais aussi sa couche inférieure. De telles températures accentuent également l'évaporation du sol, réduisant encore l'humidité du sol nécessaire à la croissance des végétaux.

4.1.2.2Qualité inhérente aux sols, un facteur de dégradation des terres

La qualité inhérente aux sols est définie comme « la capacité des sols à exécuter leur fonction de production agricole durable et de lui permettre de répondre à la gestion durable des sols » (Kettler, 2014). La vulnérabilité d'un sol à la dégradation dépend de ses caractéristiques.

Les formations pédologiques trouvées dans le milieu d'étude sont pour la plupart des sols ferrugineux tropicaux (81,49 %) nuancés quelque peu par des caractéristiques texturales. A cela, s'ajoute les sols hydromorphes (12,33 %) puis, des sols bruns, des vertisols et des sols minéraux bruts.

Les sols ferrugineux tropicaux dérivent des roches mères riches en sable ou susceptibles d'en fournir, comme les granites et les gneiss. La cause essentielle de leur genèse apparaît être d'ordre topographique. Ainsi, selon Brabant (1968) la texture est souvent sableuse en surface et l'argile tend à s'accumuler en profondeur où elle colmate; la teneur en matière organique est faible (1 à 2~5 %) et le rapport C/N est de 14 à 17; le pH est faiblement acide et la saturation du complexe absorbant atteint 70 à 90 % dans l'horizon B. De même, la somme des bases est faible à cause de la présence de kaolinite abondante et le rapport fer libre sur fer total est toujours supérieur à 50 - 60 %.

Les sols ferrugineux tropicaux ont un horizon B qui, du fait de sa structure et de sa consistance ferme à l'état humide, ralentit la vitesse d'infiltration de l'eau, provoquant alors sa stagnation en surface ou son ruissellement selon les conditions topographiques. Ainsi, Roose (1979) indique que ces sols ont une faible résistance à l'érosion hydrique. Cette fragilité est imputable au type de formation végétale qui n'assure pas une couverture parfaite de la surface du sol. Du reste, ces sols sont plus ou moins dénudés à la fin de la saison sèche, suite aux feux de végétation et encroûtés en surface. Les premières pluies sont par conséquent très érosives, entraînant des pertes de terre considérables. Cette faible résistance à l'érosion hydrique se reflète également à travers l'indice d'instabilité structurale (Is) de Henin. Pour Pallo et Thiombiano (1989), les valeurs de cet indice sont généralement supérieures à 1. Ceci résulte des faibles teneurs en matière organique et en argile. Ces valeurs augmentent en fonction de la profondeur. Elles avoisinent 4 dans les horizons B non fortement concrétionnés, traduisant ainsi une plus grande instabilité structurale et une plus faible résistance à l'érosion.

Outre les contraintes énumérées ci-dessus, qui se réfèrent aux caractéristiques des sols ferrugineux tropicaux dans les conditions naturelles, la mise en culture de ces sols s'accompagne toujours de processus de dégradation physique et chimique.

4.2 Causes directes de la dégradation des terres selon les perceptions paysannes

Les diverses observations, les discussions engagées sur le terrain et les connaissances sur les dynamiques en cours dans le milieu d'étude ont permis de mieux comprendre les causes directes de la dégradation des terres agricoles. En effet, l'économie des deux communes concernées par cette recherche repose essentiellement sur le secteur primaire avec une agriculture dont les techniques culturales ne sont pas profitables à une bonne politique de protection de l'environnement. Ainsi, l'Homme a été identifié par 95,9 % des chefs de ménage agricole comme étant la principale cause de la dégradation des terres agricoles comme le montre la figure 47.

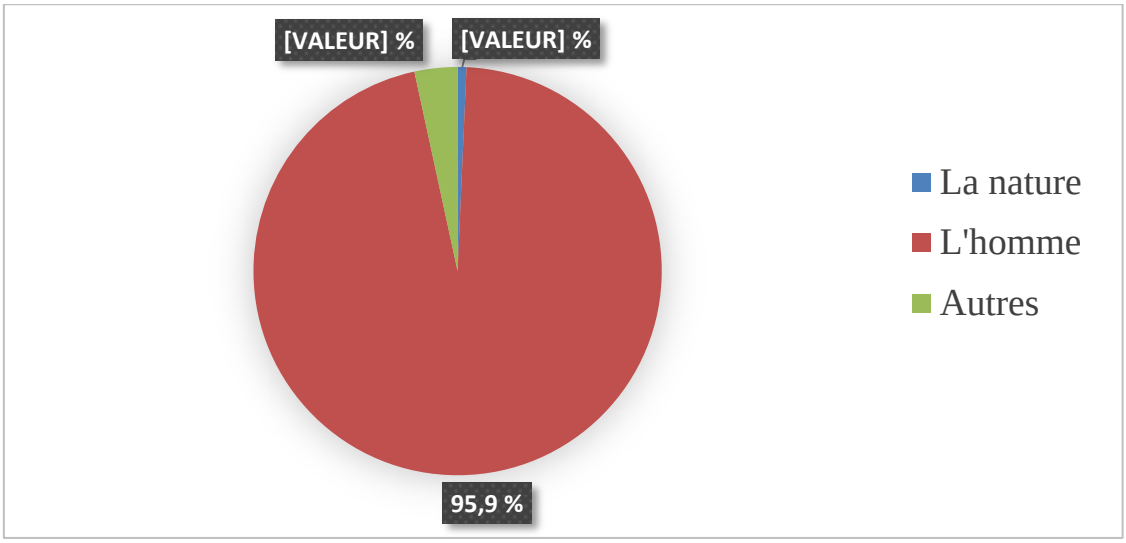


Figure 47 : Perceptions des chefs de ménage des causes directes de la dégradation des terres

Source : Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

La figure 47 montre que l'homme est responsable à plus de 95 % de la dégradation des terres selon les enquêtés. Ainsi, les activités humaines impactent l'état des terres dans le milieu d'étude.

4.2.1 Pressions humaines contribuant à la dégradation des terres

Il s'agit des facteurs anthropiques qui affectent l'état de l'environnement. Ces facteurs sont liés aux actions de l'être humain sur la nature et peuvent être classés en quatre catégories: les pratiques agricoles inadaptées, les feux de végétation, la déforestation et le surpâturage comme le montre la figure 48.

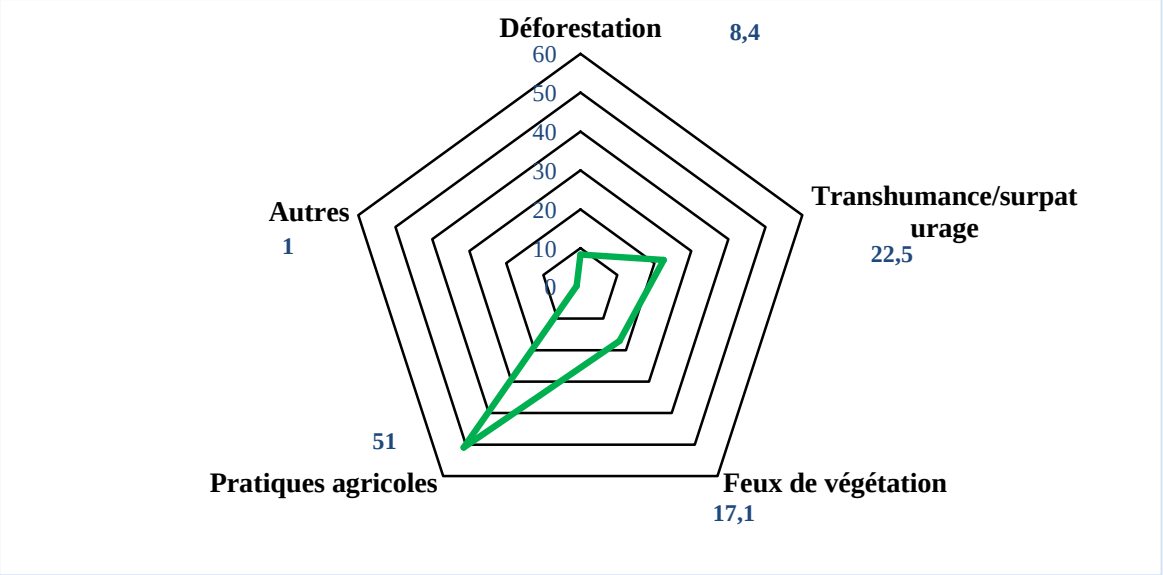


Figure 48 : Perceptions des chefs de ménage des pressions humaines contribuant à la dégradation des terres

Source : Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

La figure 48 montre que les répondants indexent les pratiques agricoles inadaptées ou défectueuses comme étant la principale cause de la dégradation des terres (51 %). Ensuite, viennent la transhumance ou le surpâturage (23 %) puis les feux de végétation (17 %) et la déforestation (8 %).

4.2.1.1Pratiques agricoles inadaptées

Les systèmes de culture jouent un rôle prépondérant dans l'évolution du sol (Roose, 1981). Ainsi, une part non négligeable de la dégradation anthropogénique des sols résulte des pratiques culturales souvent inadaptées aux conditions du milieu. En effet, la méthode culturale la plus répandue dans le milieu d'étude est l'agriculture itinérante sur brûlis. Les systèmes traditionnels de production, caractérisés par le système extensif de culture repose encore sur l'agriculture itinérante sur brûlis. Or, cette forme d'exploitation constitue une pratique qui dégradus sols. Aussi, l'on assiste, dans ces communes, à une augmentation des superficies de toutes les spéculations agricoles. La tendance à la hausse des superficies de toutes les cultures est due essentiellement à la prépondérance d'un système agricole extensif, fondé sur la conquête effrénée de nouvelles terres (figure 49).

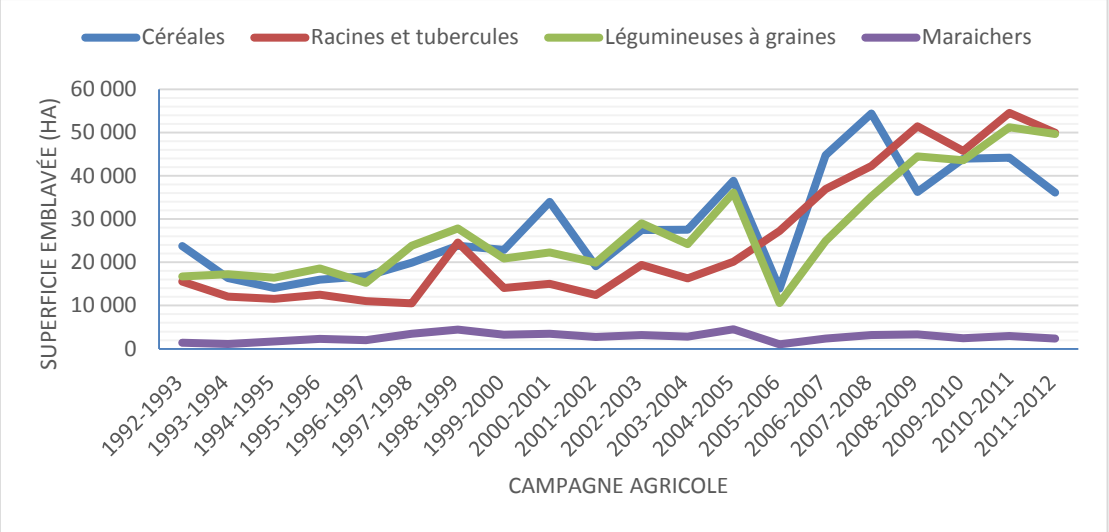


Figure 49 : Evolution des emblavures par catégorie de spéculations

Source : Traitement des données de la MAEP/DPP, 2015

De l'analyse de la figure 49, on observe une tendance globale d'évolution à la hausse des superficies emblavées pour les différentes catégories de spéculations. Ainsi, la superficie emblavée pour les céréales est passée de 23 808 ha pendant la campagne agricole 1992-1993 à 36 146 ha en 2011-2012 soit une augmentation de 52 %. Cette augmentation est de 222 % pour les racines et tubercules, 197 % pour les légumineuses à graines et 64 % pour les produits maraichers durant la même période.

Cette conquête effrénée de nouvelles terres se fait au détriment des forêts et est aggravée par les techniques culturales pratiquées.

La préparation du sol et l'entretien des champs et cultures se font à l'aide d'outils encore rudimentaires (houe, coupe-coupe et faucilles). Les techniques culturales pratiquées accélèrent la dégradation des sols par l'érosion pluviale.

De consommatrice d'espace, l'agriculture devient destructrice de l'environnement et surtout de sol. Ces deux dernières décennies, avec la monoculture du coton, les sols sont surexploités aux fins de meilleurs rendements. Aujourd'hui le niveau d'utilisation des engrais chimiques et des pesticides devient de plus en plus inquiétant. Face à la rareté de la main d'œuvre pour sarcler les champs, l'utilisation des herbicides est en croissance. Les fertilisants chimiques sans utilisation combinée avec une bonne teneur de la matière organique des sols ont des effets

dégradants sur le milieu déjà fragilisé par le climat et la pratique des feux de végétation du milieu d'étude.

4.2.1.2 Feux de végétation, une pratique qui crée des préjudices à la fertilité du sol et à l'environnement

Il ressort des investigations menées que les feux de végétation sont une pratique courante pour préparer les champs, pour faire la chasse au petit gibier et aussi pour régénérer le pâturage. La culture sur brulis est pratiquée par 100 % des enquêtés. De plus, chaque année, les populations mettent volontairement ou non le feu dans les végétations soit à la recherche de gibiers ou pour aménager les pare-feux. Or, le passage des feux bouleverse les conditions écologiques et élimine de nombreuses espèces végétales et animales, de même que leur habitat. Il importe de noter que le passage répété de ces feux chaque année a un effet négatif sur la végétation dont la croissance est fortement affectée. On aboutit ainsi, au fil des ans, à un appauvrissement de la composition floristique désormais favorable aux essences pyro-résistantes, à un dénuement de grands espaces autrefois boisés, et par conséquent à la dégradation des sols. En effet, selon Adjahossou (2005), cette pratique crée des préjudices à la fertilité du sol et à l'environnement ; ce qui se traduit par la destruction d'un grand nombre d'espèces végétales, la destruction de la flore et de la faune du sol, l'accentuation de l'érosion et une forte émission de gaz à effet de serre avec de très grosses fumées qui se dégagent des incendies provoquées. Il est généralement reconnu qu'un des meilleurs moyens de protéger et gérer les formations boisées est d'effectuer des feux précoces, c'est-à-dire, de brûler les touffes d'herbe et les broussailles en début de saison sèche, avant que l'herbe ne devienne trop sèche, afin d'éviter des feux plus intenses et plus dévastateurs plus tard dans la saison.

4.2.1.3Déforestation, un facteur d'accélération de la dégradation des terres

La déforestation peut être définie comme l'élimination de la végétation naturelle (notamment la forêt et la savane) sur les terres. Elle est due au besoin d'exploiter la terre à des fins agricoles (cultures et pâturage pour le bétail), la coupe du bois pour la foresterie commerciale à grande échelle, la cueillette du bois de chauffage pour

des raisons de subsistance, la construction des routes, le développement urbain, entre autres (Oldeman et *al,* 1991). Le déboisement est une action directe de l'homme particulièrement dommageable pour les sols. La gravité de son effet étant fonction de l'échelle de temps et d'espace et de la modification du couvert végétal qu'il entraîne. Selon le PAE (1993) « Au Bénin, la plus forte pression sur les ressources naturelles se situe sur le rapport entre l'offre soutenable et la demande de combustibles ligneux (bois de feux et de charbon de bois) ; comme on le constate, le prélèvement de ces ligneux ne tient pas compte de la capacité de renouvellement moins encore de l'offre soutenable. Ce sont les mêmes ressources qui sont sujettes à exploitation chaque année et par une population en croissance. Ce qui signifie que la déforestation, non seulement se poursuit, mais également s'amplifie. Les évolutions (recul de la jachère forestière, rôle négligeable des plantations, accroissement rapide des combustibles ligneux et en particulier de la proportion de charbon de bois) entraînent une demande forte et un déficit de l'offre soutenable sur la demande.

4.2.1.3.1 Production du charbon de bois

Les espaces agricoles des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué avec des sols peu évolués constituent des zones assez fragiles. La densité de la population agricole relativement faible permettait de préserver l'équilibre et la reproduction des ressources ‘’terre et arbres’’ dans les écosystèmes. Aujourd'hui, il est important de relever que ces communes accueillent une forte migration venant surtout des régions du plateau d'Abomey et en partie de l'Atacora-Donga. La figure 50 montre l'évolution de la production de charbon de bois dans le milieu d'étude.

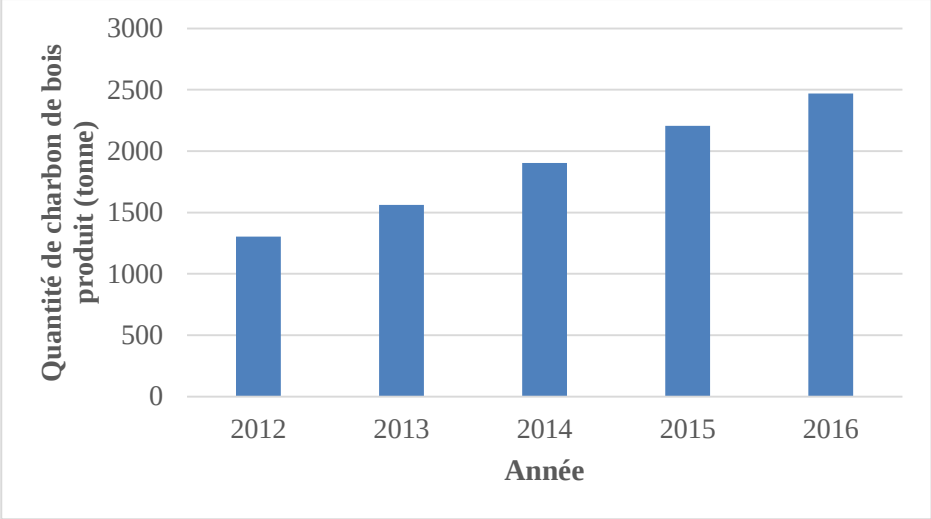


Figure 50: Evolution de la production de charbon de bois dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Source : Traitement des données de la DGFRN, 2017

Il ressort de la figure 50 que la production de charbon de bois a connue une évolution exponentielle dans le milieu d'étude entre 2012 et 2016.

Les pratiques de fabrication de charbon de bois (photo 5) en cours et qui reposent exclusivement sur la coupe des bois verts sont très pénalisantes pour le couvert végétal.



Photo 5 : Tas de charbons de bois destinés à la commercialisation à Godogossoun (Commune de Dassa-Zoumé)

Prise de vue : Akpinfa, octobre 2013

La photo 5 montre des stocks de charbons de bois prêts à être conditionnés et mis en vente. En plus de la production du charbon, le bois est aussi coupé et les billes exportées.

4.2.1.3.2 Coupe de bois d'œuvre pour l'exportation

Le deuxième facteur bien identifié sur le terrain et qui pénalise sérieusement l'équilibre écologique fragile du milieu d'étude est la coupe de bois d'œuvre destinés à l'exportation. Les espèces marchandes qui sont fortement en exploitation sont: *Pterocarpus erinaceus* ou bois de veine, *Afzelia africana*, *Isoberlinia doka*, *Daniellia oliveri* et *Zanthoxylum zanthoxyloides* ou Fagara. Par rapport au cycle de vie de ces arbres qui ont plus de trente ans avant d'avoir une valeur marchande en bois d'œuvre, le rythme des coupes en cours et la non plantation des arbres en remplacement provoque un déséquilibre du système forestier du milieu d'étude. Le Bénin est devenu depuis une dizaine d'années, un pays non forestier qui exporte du bois naturel. Le milieu d'étude se situe dans le bassin d'approvisionnement en *Pterocarpus erinaceus et Afzelia africana* destinés à l'exportation vers la Chine et le Pakistan.

La production du charbon de bois et la coupe de bois d'œuvre pour l'exportation (photo 6) font que les forêts galeries et les forêts denses sont en voie de disparition dans le milieu d'étude. La disparition du couvert végétal expose davantage les sols aux rigueurs du climat. Ainsi, le lessivage par les pluies non freinées par la végétation emporte l'humus et désorganise la structure des sols.



Photo 6 : Bois d'œuvre stockés à Dassa-Zoumé
Prise de vue : Akpinfa, octobre 2013

La photo 6 montre un stock de bois d'œuvre destiné à l'exportation. On dénombre une soixantaine de dépôts de bois d'œuvre dans le milieu d'étude.
Au total, l'exploitation de la forêt, sous la triple pression industrielle, énergétique et agro-pastorale, figure parmi les causes fondamentales de la dégradation des terres agricoles dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

4.2.1.4Pâturage et élevage transhumant

Les investigations menées sur le terrain montrent qu'on assiste depuis un certain temps, dans le milieu d'étude, à des situations où un nombre trop important d'animaux sont élevés sur des surfaces limitées conduisant ainsi à une surexploitation des pâturages naturels. De plus, la zone accueil de plus en plus des éleveurs transhumants. La transhumance est un système d'élevage dégradant pour l'environnement en raison du fait qu'elle occasionne des déplacements massifs du cheptel à la recherche de pâturage et de points d'eau. Ce type d'élevage pèse sur les ressources tant floristiques qu'agricoles du site étudié.
La photo 7 montre un troupeau de bœufs d'environ 500 têtes rencontrés à Paouignan, dans la Commune de Dassa-Zoumé.



Photo 7 : Vue partielle d'un troupeau de bœufs à Paouignan
Prise de vue : Akpinfa, octobre 2013

La liaison entre le surpâturage et la dégradation des sols dans la région est assez évidente. En effet, la destruction du tapis végétal par les herbivores domestiques, dans un système de nomadisme pastoral, livre le sol sans protection aux agents d'érosion, en particulier les eaux de ruissellement. Or, il existe beaucoup de troupeaux d'animaux qui viennent en transhumance dans le milieu d'étude. En dehors des conflits qui deviennent fréquents entre les agriculteurs et les éleveurs, les troupeaux de bœufs provoquent de sérieuses perturbations sur les terres de parcours:

- piétinement et fort entassement du sol, qui rendent par la suite les labours manuels très difficiles;
- destruction du couvert végétal et forte production de gaz à effet de serre;
- comblement des zones de retenue d'eau ;
- apparition des espèces de mauvaises herbes vivaces et difficiles à contrôler;
- transfert de la fertilité des terres vers les zones de passage.

Par exemple, les passages répétés des troupeaux en grand nombre créent de vastes couloirs artificiels avec pour corollaire la détérioration des terres et du couvert végétal du fait du piétinement régulier du sol et du broutage intensif. La surexploitation de la végétation (non seulement des pâturages, mais aussi des arbres fourragers et des buissons par élagage) provoquent l'érosion des sols et le tassement

par piétinement. De ce point de vue, la transhumance est une pratique qui accélère le processus de dégradation des terres. On constate que, d'année en année l'effectif du cheptel de chacune des communes étudiées augmente (Figure 51).

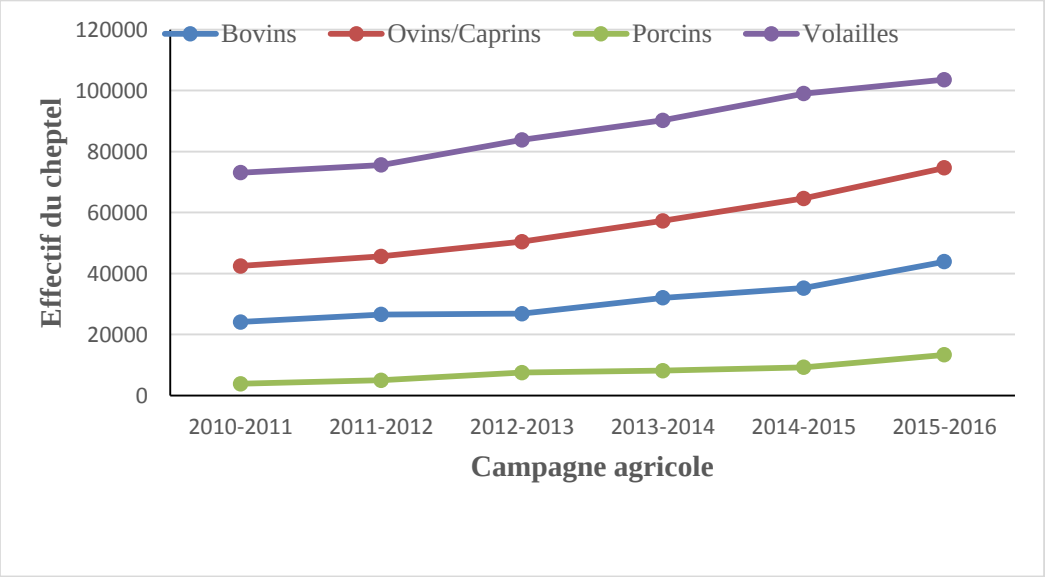


Figure 51 : Evolution du cheptel dans le milieu d'étude
Source : SCDA Dassa-Zoumé et Glazoué, 2016

La figure 51 montre que l'effectif du cheptel évolue graduellement dans le milieu d'étude. Les bovins ont presque doublé en 6 ans en passant de 24 120 têtes en 2011 à 43 875 têtes en 2016. Il en est de même des ovins et caprins qui sont passés de 42 500 têtes à 74670 têtes dans la même période.

De plus, le nombre de bêtes en transhumance évolue de façon vertigineuse. Selon les estimations faites par les Responsables de Développement Rural (RDR) de Dassa-Zoumé et de Glazoué, les bovins en transhumance sont passés d'environ 20 000 têtes en 2010 à 35 000 têtes en 2015. On en déduit que la pression sur le pâturage sera encore plus grande les années à venir, si la réglementation en vigueur reste inobservée et complice. Or, au même moment, la superficie des pâturages n'augmente pas, et les transhumants ne cessent d'exploiter les mêmes terres.

En dehors des facteurs humains, les phénomènes naturels participent aussi à la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

4.2.2 Autres causes directes de la dégradation des terres dans le milieu d'étude

Les enquêtes menées sur le terrain ont permis d'identifier l'artificialisation des zones agricoles comme étant une cause directe de la dégradation des terres dans le milieu d'étude. Les surfaces artificialisées comprennent les zones urbanisées, industrielles, les réseaux routiers, les chantiers et carrières.

En 1979, les surfaces artificialisées étaient de 7,55 Km^2 et sont passées à 22,88 Km^2 en 2016 soit un accroissement de plus de 300 %. Cet accroissement s'est fait aux dépens des terres agricoles. En effet, l'étalement urbain constitue l'un des facteurs majeurs de reconversion des terres agricoles. Quand la ville occupe un espace, la possibilité de régénérescence de la qualité du sol devient très improbable. Or, les villes doivent alors faire face à la demande croissante de logements. Mais « avec l'étalement urbain, la ville roule souvent sur les terres agricoles et naturelles. Elle dévore beaucoup de ses proches ressources naturelles et culturelles, appauvrit la terre et nous » (Forman, 2008).

L'étalement urbain, l'installation des unités de production (rizerie, usines d'égrenage de coton, …) et la construction des routes, s'accompagnent d'une augmentation des surfaces de terrains imperméables facilitant ainsi le ruissellement et l'érosion dans le milieu d'étude.

4.3 Discussion

Les forces motrices de la dégradation des terres, identifiées dans le cadre de cette recherche dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué sont essentiellement la pression démographique et la pauvreté.

L'étude montre que la densité de la population du milieu d'étude est passée de 22,95 hbt/km^2 en 1979 à 68,67 hbt/km^2 en 2013. Cette évolution a entraîné une extension des terres de culture, une forte pression sur les ressources naturelles et par conséquent une surexploitation des terres. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Adjahossou (2005) qui fait remarquer dans son étude qu'au cours des deux dernières décennies, avec l'accroissement des effectifs de la population, la durée des jachères se raccourcit et l'on assiste à la dégradation des écosystèmes

avec pour conséquence immédiate la destruction de la végétation et l'érosion des sols. Ainsi, la croissance démographique est reconnue par plusieurs auteurs (Carr et *al*. 2005; Vissin, 2007; Vodounou, 2010; Arouna et *al*., 2011) comme le premier facteur de dégradation de la végétation et des ressources naturelles. Daane et *al.* (1997) trouvent que la pression démographique est donc assez forte au Centre-Bénin et est accompagnée d'une dégradation avancée des terres qui engendre déjà des conséquences néfastes sur l'environnement.

La pauvreté a été également idenfifiée par d'autres auteurs comme cause sous jacente de la dégradation de l'environnement en générale et des terres en particulier. Leach et Mearns (1992) soutiennent néanmoins que les pauvres ne dégradent pas de prime abord les ressources naturelles disponibles, mais ils ne le font activement qu'en l'absence d'autres alternatives. Cette position est confortée par Floquet et Mongbo (1998) qui parlent des paysans en mal d'alternatives dont les activités conduisent à la dégradation des terres.

Les systèmes de production participent activement à la dégradation des terres dans le milieu d'étude. L'agriculture itinérante sur brûlis, la transhumance et les feux de végétation sont autant de pratiques qui dégradent la terre dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Ces résultats sont conforment à ceux obtenus par Gény et *al.* (1992) qui affirment que la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis, qui a de profondes racines historiques, sociales et économiques, demeure la principale cause de cette dégradation. De même, Agbadjagan (1999) a montré qu'à l'instar des autres régions du Bénin, 85 % des populations du plateau d'Agonlin vivent de l'agriculture itinérante sur brûlis, ce qui entraîne la destruction de plusieurs centaines d'hectares de formations naturelles. Houédjissin (2000) pour sa part, a souligné que l'exploitation continue des terres pendant des siècles a engendré la dégradation des sols ferralitiques (90 %) en raison de l'utilisation des pratiques culturales traditionnelles. Dalsgaards et Official (1997) trouvent dans le même sillage qu'au Bénin, de grandes étendues de terres sont en dégradation sous la double influence de l'intensification de l'agriculture sur les sols fertiles et de l'extension des cultures itinérantes sur les terres de fertilités marginales et fragiles. Gnanho (2008) a obtenu les mêmes résultats et montre que l'épuisement, la

détérioration physique et l'érosion des sols sont dus à la pratique de labour plus l'essouchage ou non, avec l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques qui sont responsables de l'acidité et de la salinité des sols cultivables. De nombreux autres auteurs (Démon, 1991; Sinsin, 1993; Cleaver et Schreiber, 1998; Roose, 1994; Honlonkou, 1999; Toko et da Matha, 1999 ; Tenté, 2000 ; Houngbo, 2002; Soulé, 2005) ont mis en exergue les causes directes de la degradation de l'environnement en general et des terres en particulier. Les résultats de ces études sont conformes à ceux obtenus dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

Conclusion partielle

Au terme de ce chapitre, il est important de retenir que les causes de la dagradation des terres sont multiples et multiformes dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les causes sous-jacentes influencent les causes directes qui affectent l'état des terres agricoles du milieu d'étude.

Les forces motrices où causes sous-jacentes sont essentiellement la pression démographique et la pauvreté. Par contre, les causes directes de la dégradation des terres sont les pratiques culturales, la transhumance, la déforestation et les feux de végétation. Ces différentes forces interagissent et modèlent les formes de dégradation des terres dans le milieu d'étude.

CHAPITRE 5 : MANIFESTATIONS DE LA DEGRADATION DES TERRES

Ce chapitre présente les manifestations de la dégradation des terres. La dégradation des terres se manifeste sous plusieurs formes. En effet, toute forme de dégradation des terres, y compris l'érosion des sols et la perte des services éco-systémiques qui en découlent, pourrait constituer un frein pour le développement des activités agro-pastorales dans le milieu d'étude.

Trois catégories de dégradation ont été identifiées suivant la classification de Brabant (2008) : l'érosion, la dégradation stricto sensu et diverses autres formes, regroupées sous la rubrique « dégradations diverses ».

5.1 Erosion des sols, une des formes visibles de la dégradation des terres

L'érosion est l'action par laquelle divers éléments constituant les horizons superficiels de la couverture pédologique sont enlevés par le vent, la pluie, les rivières, les glaciers, ce qui peut être favorisé par certaines actions de l'homme consistant à supprimer la végétation couvrant la surface du sol. C'est donc le processus naturel de détachement et d'entraînement des particules de sol par la pluie (érosion hydrique) et le vent (érosion éolienne).

Seule l'érosion hydrique a été observée dans le milieu d'étude (Photo 8). Dans cette catégorie, il a été identifié l'érosion en nappe, l'érosion linéaire, l'érosion urbaine, l'érosion des berges et l'érosion aratoire due aux pratiques agricoles.



Photo 8 : Erosion hydrique (en rigole) à Offè

Prise de vue : Akpinfa, Novembre 2015

La photo 8 montre le décapage de la terre arable suite à l'érosion hydrique. La rigole a une largeur d'environ 2 metres et 30 centimètres de profondeur. La profondeur de la rigole augmente au fur et à mesure qu'on évolue vers le fleuve Ouémé.

Dans le but de mieux comprendre le phénomène d'érosion hydrique, les caractéristiques du relief et les caractéristiques hydrographiques du milieu d'étude ont été déterminées. Le modèle USLE a été utilisé pour évaluer l'érosion hydrique.

5.1.1 Caractéristiques géométriques

Le périmètre du milieu d'étude est de 326 km et la surface est de 3461 Km^2. L'indice de compacité est de 1,55 et reflète donc une forme allongée du milieu d'étude. Par conséquent, le temps de concentration des eaux est élevé, ce qui favorise des faibles débits de pointe.

Quatre classes de pente ont été identifiées (figure 52). Il s'agit des classes [0-2],]2-5],]5-12] et [30 et plus[.

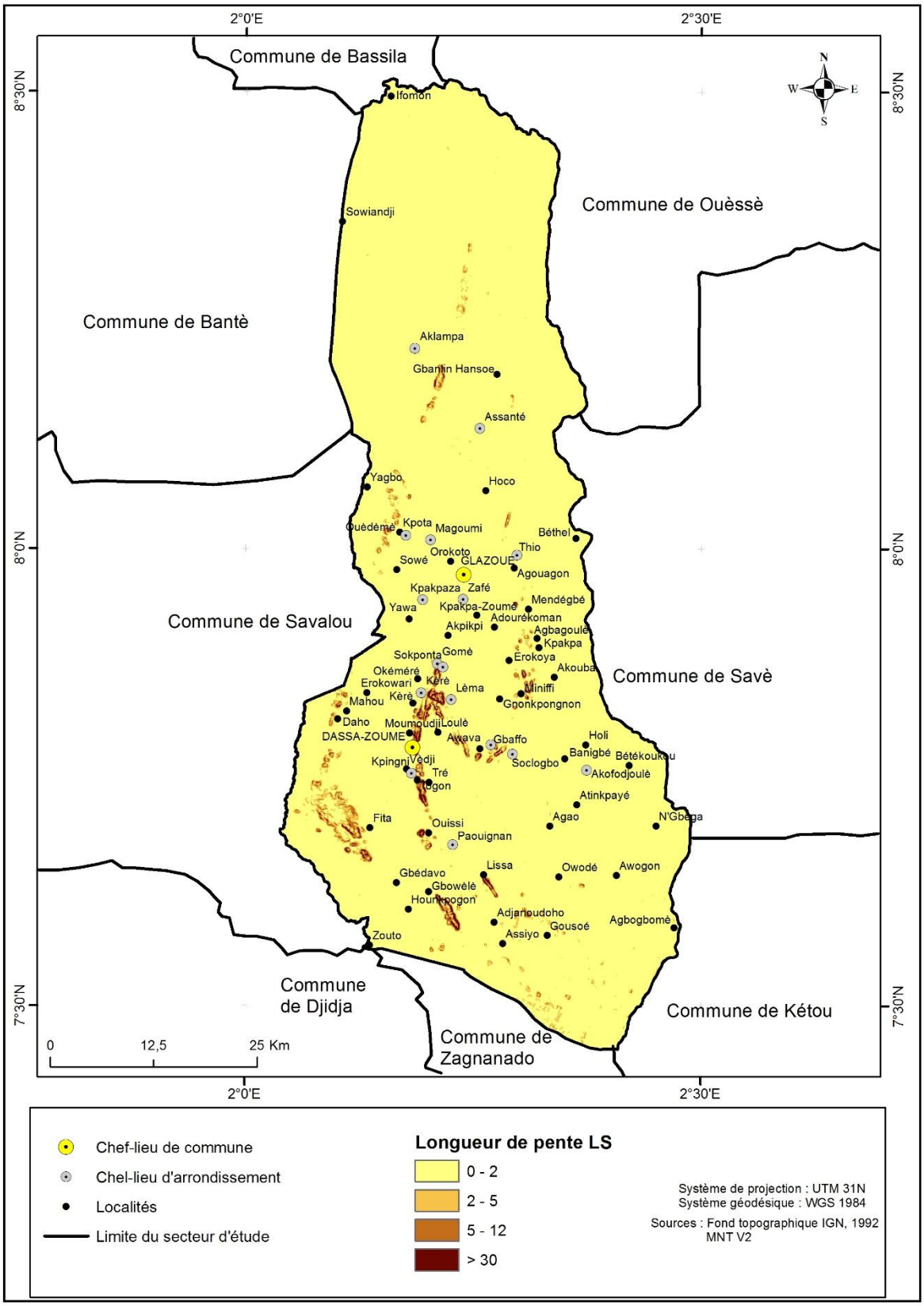


Figure 52 : Déclivité du milieu d'étude

Il ressort de la figure 52 que la classe 0-2 %, éparpillée sur tout le territoire, représente 18,19 % de la surface du milieu d'étude. La classe 2-5 est également localisée sur toute l'étendue du milieu d'étude sur une superficie de 2145,2 km^2 soit 62 % du milieu d'étude. Les zones se situant dans la classe 5-12 représentent 17,39 % du milieu d'étude.

5.1.2 Erosivité climatique (R)

La carte d'érosivité, montre que la valeur du facteur R varie de 487 à 623 comme l'indique la figure 53.

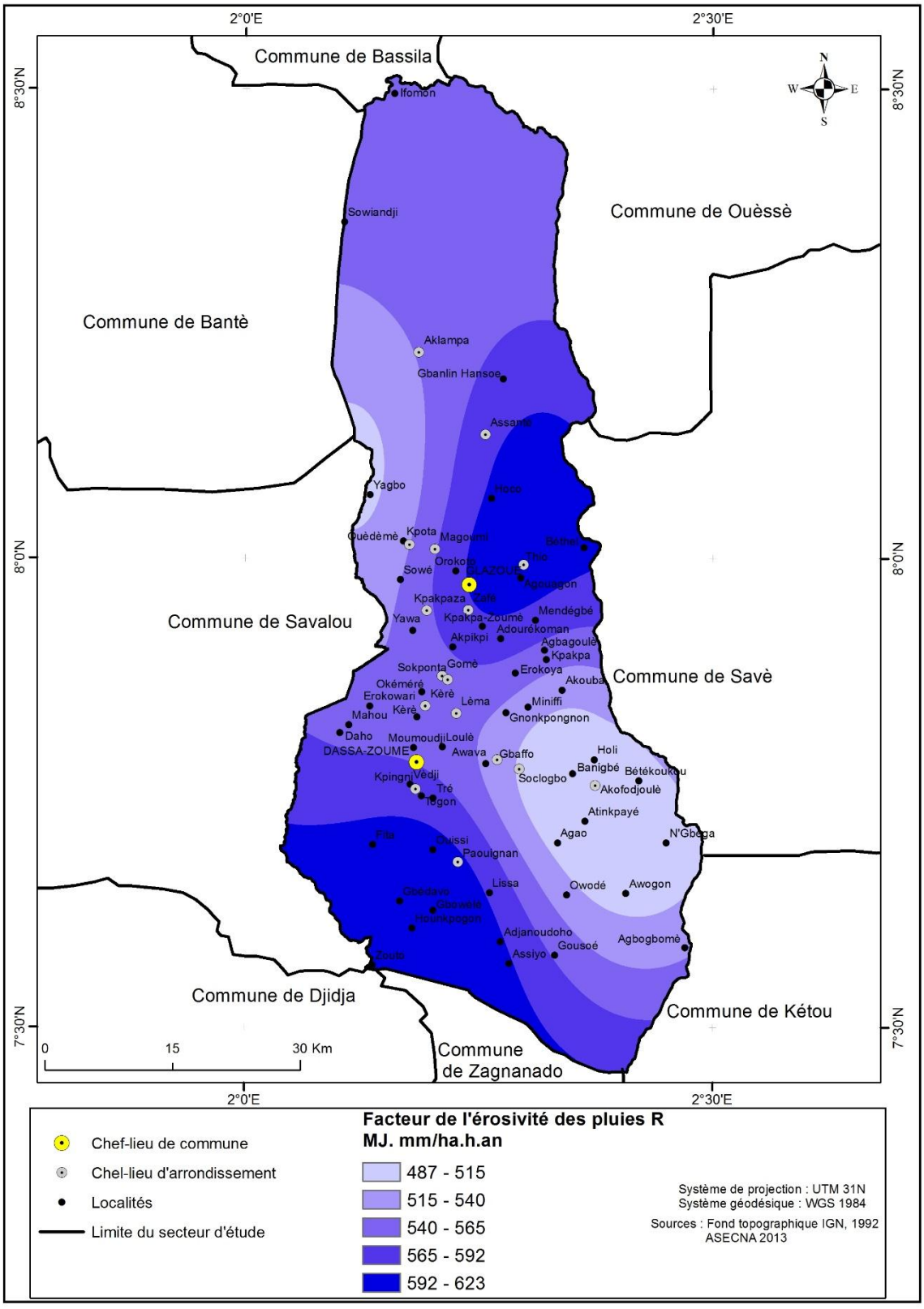


Figure 53 : Distribution de l'indice d'érosivité des pluies (R)

Il se dégage de la figure 53 que les valeurs élevées sont enregistrées au sud et au centre du milieu d'étude, alors que les valeurs les plus faibles sont enregistrées à l'est, à l'ouest et au nord.

5.1.3 Erodibilité des sols (K)

Les résultats obtenus montrent que plus de la moitié des sols du milieu d'étude (61,43 %) possèdent une érodibilité très élevée atteignant des valeurs comprises entre 0,3 et 0,5 (figure 54). Seulement 38,57 % de la surface du milieu d'étude possède une érodibilité faible inférieure à 0,2.

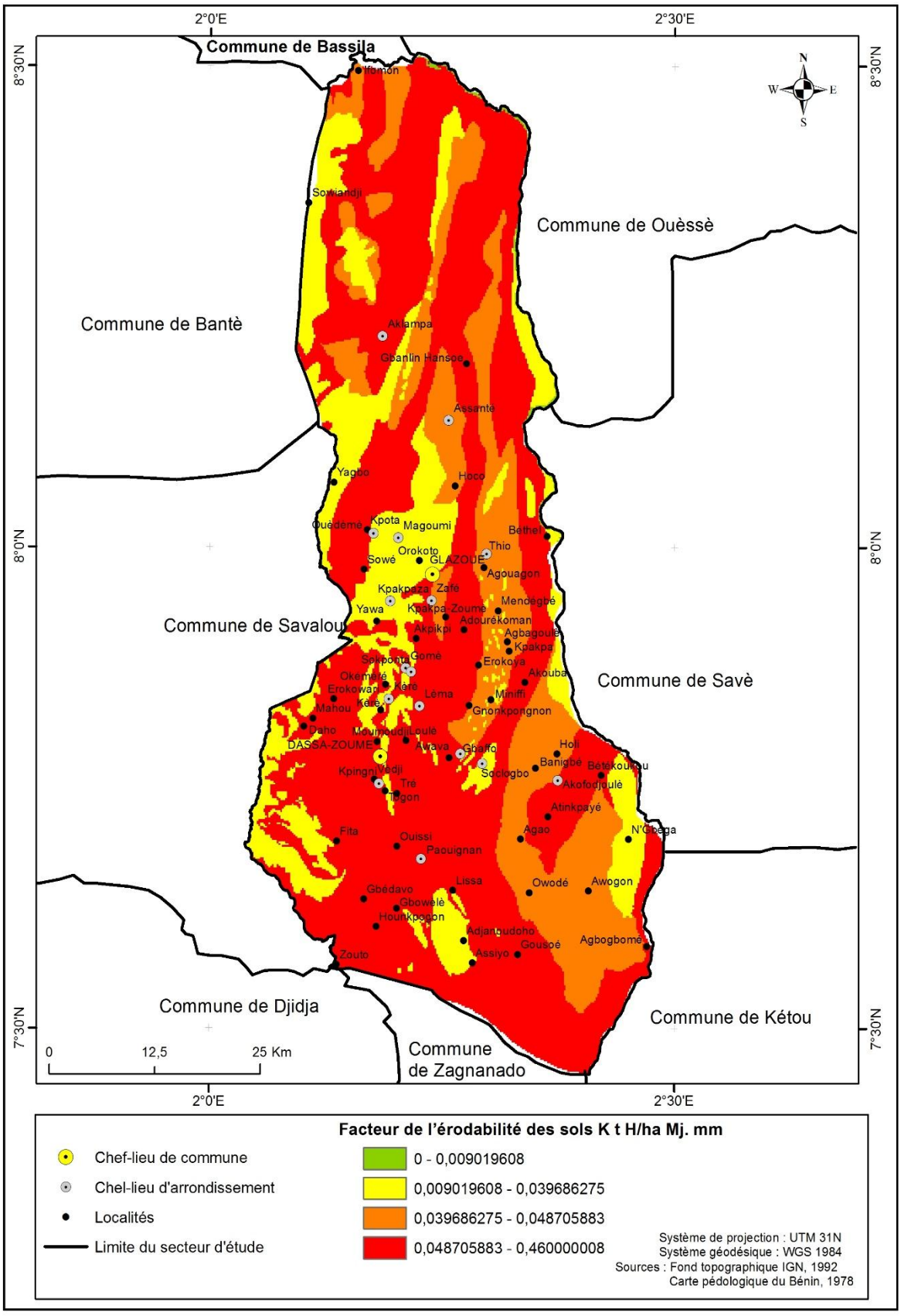


Figure 54 : Distribution de l'indice d'érodibilité des sols (K)

La lecture de la figure 54 montre que les valeurs de K diffèrent selon le type du sol. Ainsi, les sols ferrugineux tropicaux indurés ou lessivés, de même que les sols hydromorphes, présentent une faible érodibilité (0,01-0,20). Alors que les sols ferrugineux tropicaux appauvris et les sols ferrugineux tropicaux à concrétions présentent une érodibilité élevée atteignant la valeur de 0,46. La pente influence aussi l'érodibilité des sols.

5.1.4 Facteur topographique (LS)

La figure 55 suivante montre la distribution du facteur topographique (LS)

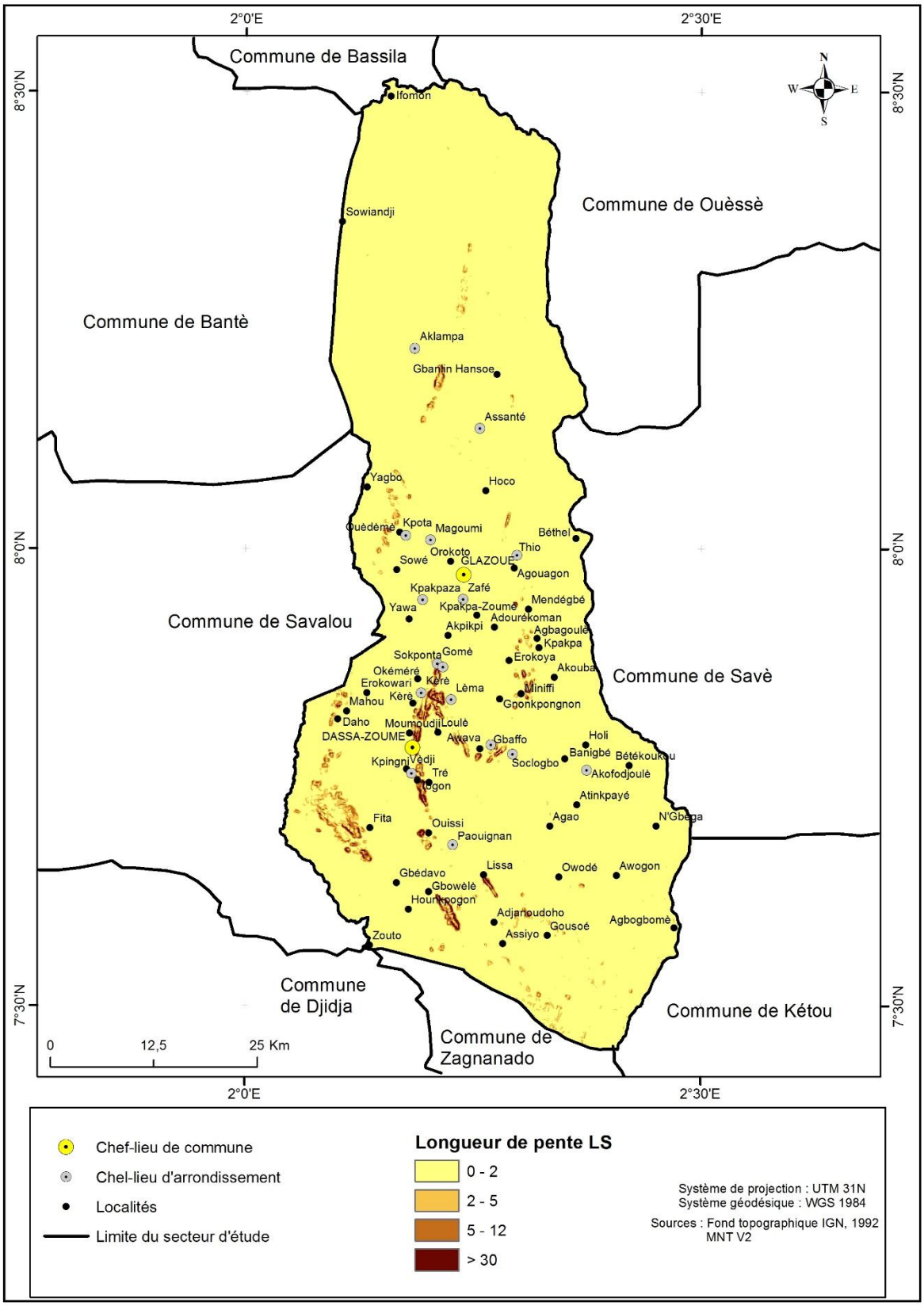


Figure 55 : Distribution du facteur topographique (LS)

La figure 55 montre que 62 % de la superficie du milieu d'étude fait partie de la classe 2 à 5. Par conséquent, une grande partie du milieu d'étude est soumise à un risque d'érosion.

5.1.5 Couvert végétal (C)

Le milieu d'étude est soumis à une forte pression anthropique comme l'indique la figure 56.

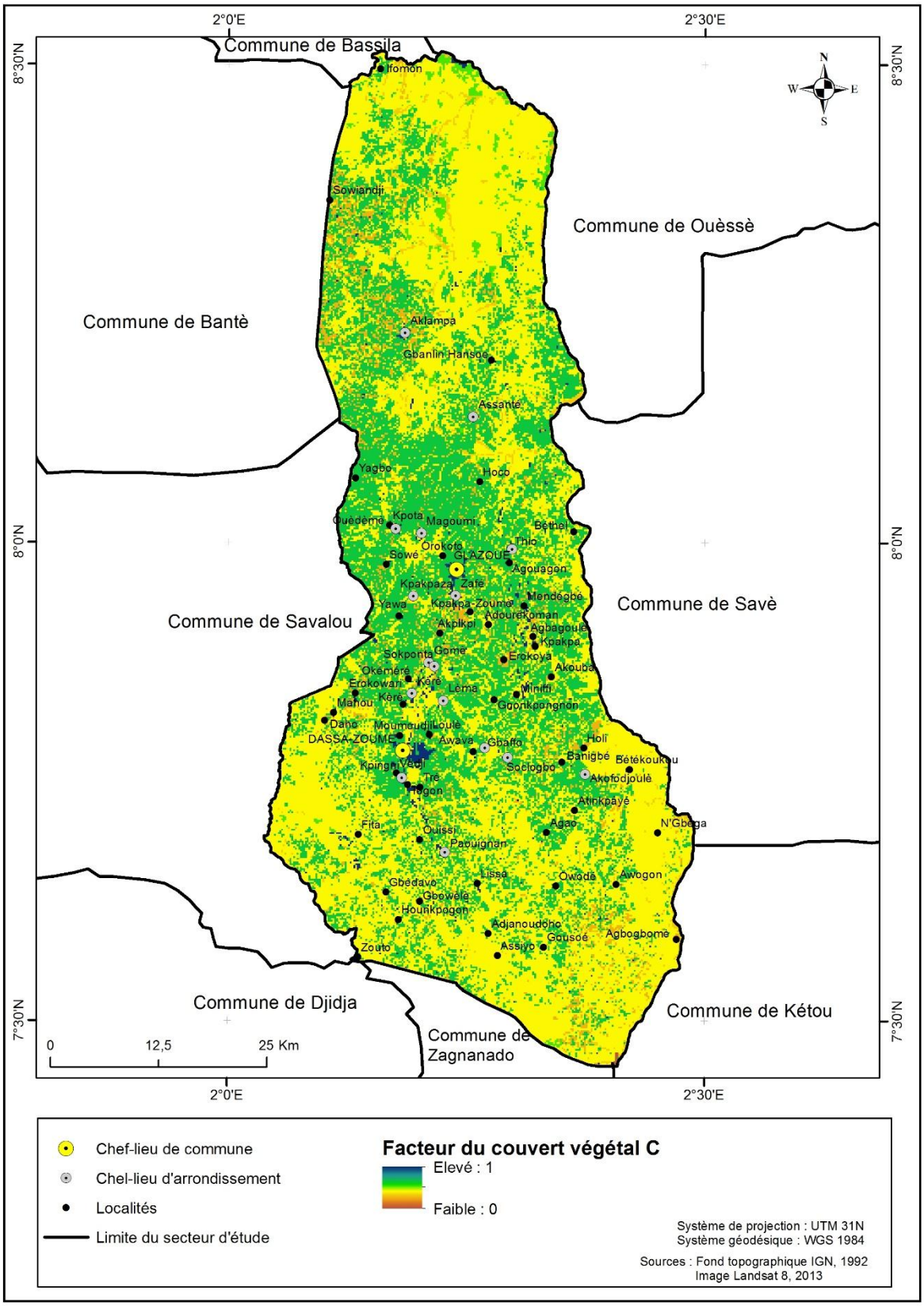


Figure 56 : Distribution spatiale du facteur C dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Il se dégage de la figure 56 que 64 % de la superficie du milieu d'étude présente un taux de couverture végétale très faible et seulement 12 % de cette superficie est bien protégée avec C <0,3. Ceci est expliqué essentiellement par la dominance des mosaïques de cultures et jachères qui sont considérés très sensibles à l'érosion. En effet, le risque d'érosion hydrique est plus élevé lorsque les sols sont occupés par des cultures peu couvrantes. Par contre, le risque est minimal lorsqu'il s'agit des forêts denses. Il faut noter aussi que le travail du sol influence la sensibilité du sol à l'érosion. Généralement, les cultures nécessitent un affinement de la couche superficielle du sol, ce qui peut entrainer la formation d'une croûte de battance qui en cas de forte pluie, réduit l'infiltration et accélère par conséquent le ruissellement.

5.1.6 Pertes de terre dues à l'érosion

Le taux de l'érosion résulte de la combinaison des facteurs du modèle USLE, notamment l'agressivité climatique R (ou érosivité des précipitations), l'érodibilité des sols (K) et l'effet combiné du degré et de la longueur de la pente (LS), la couverture végétale (C) et les pratiques antiérosives (P). La combinaison et le traitement sous SIG de ces facteurs présentés en détail plus haut ont permis d'obtenir les pertes en terre. Ainsi, les pertes sont de l'ordre de 0,54 à 1655,72 t/ha/an (figure 57).

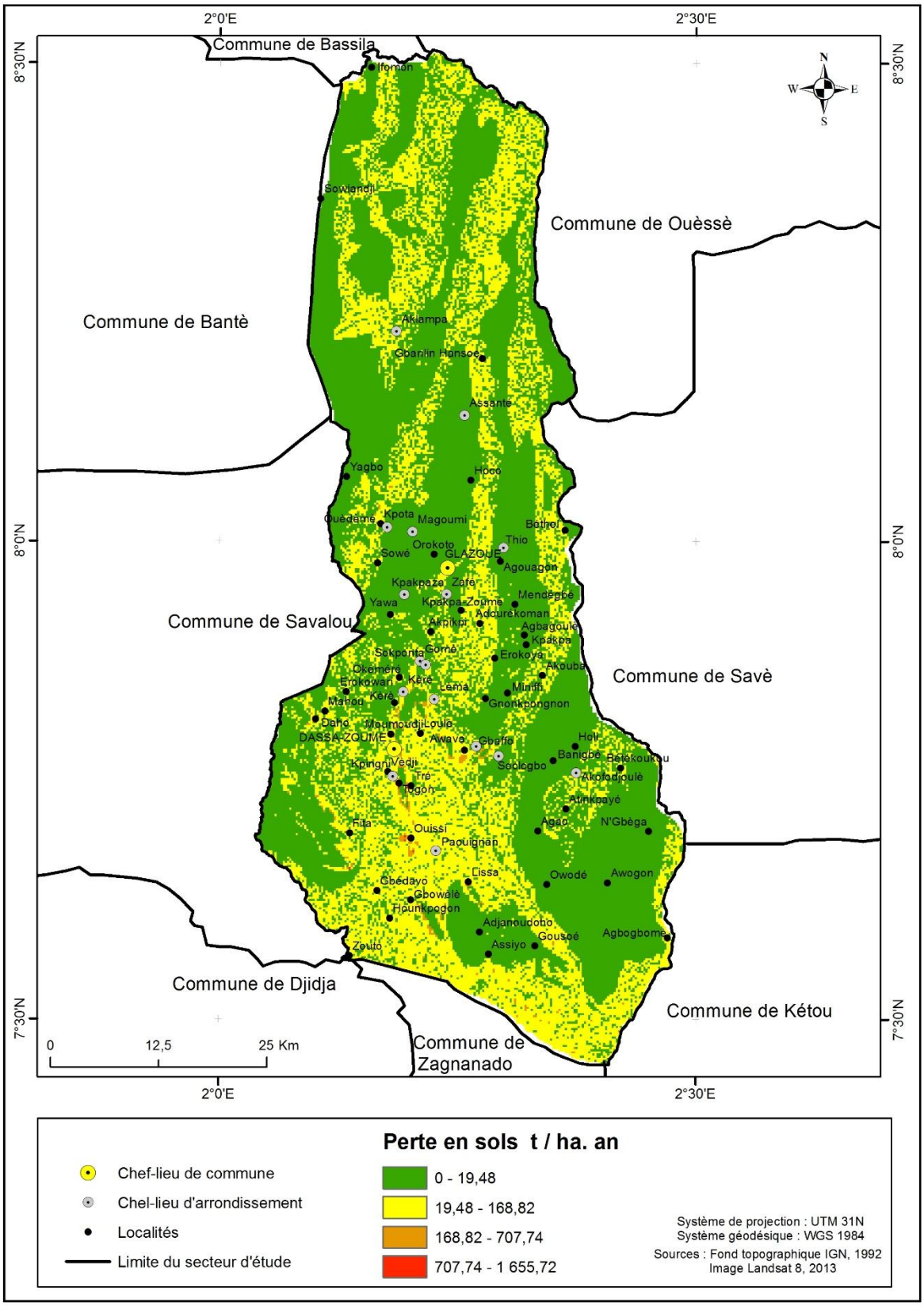


Figure 57 : Vulnérabilité du milieu d'étude à l'érosion hydrique

Pour une analyse plus approfondie, les valeurs de l'érosion potentielle (t/ha/an) obtenues à l'échelle du milieu d'étude ont été regroupées en 6 classes de valeurs comme mentionné dans le tableau XVI.

Tableau XVI: Classification des pertes en terre dues à l'érosion

Perte en terre (en t/ha/an)	**Surface relative en %**	**Implication**
[0-5[	16,8	Il n'y a pas de dégâts d'érosion appréciables par rapport à l'utilisation actuelle des terres; les mesures antiérosives les plus simples peuvent limiter les pertes en terre.
[5 -12[	37,53	
[12 – 25[	20,12	Les pertes en terre sont significatives pour réduire la productivité des terres mais des méthodes de lutte courantes peuvent les réduire à court et à long terme.
[25 – 60[	15,5	L'érosion est significative. De simples mesures de conservation peuvent minimiser l'érosion à court terme mais des mesures intensives doivent être utilisées pour la réduire à long terme.
[60 – 150[	5,7	L'érosion est significative même avec des mesures de lutte intensive; il faudra donc trouver l'équilibre économique entre les dommages probables et le maintien des structures antiérosives.
Plus de 150	4,35	L'érosion est si importante que l'utilisation économique des méthodes de lutte conventionnelle sera impraticable. Seules les méthodes faisant appel au génie civil et à la géotechnique pourront être possibles
Total	100	

Source: Résultats des travaux de terrain, 2016

Il ressort du tableau XVI que la première classe qui regroupe les zones avec une érosion potentielle inférieure à 5t/ha/an, constitue 16,60 % de la superficie du secteur étudié. La deuxième classe qui regroupe les zones avec une érosion potentielle comprise entre 5 et 12 t/ha/an, représente 37,53 % de la superficie du milieu d'étude.

La troisième (entre 12 et 25 t/ha/an) et la quatrième classe (25 à 60 t/ha/an) font respectivement 20,12 % et 15,50 % de la superficie du secteur étudié, tandis que les classes 60 à 150 et plus de 150 t/ha/an constituent 10 % du milieu d'étude.

Au demeurant, 54,33 % du milieu d'étude se trouvent dans le seuil de tolérance (1 à 12 t/ha/an). Par contre, 45,67 % des terres du milieu d'étude sont très vulnérables à l'érosion. Les observations faites ont permis de ressortir que l'érosion hydrique est présente et visible dans l'ensemble du milieu d'étude. Les versants subissent une érosion plus forte alors que l'érosion réduite s'observe dans les vallées alluviales, liée au transport dynamique de l'eau dans les différents faciès. L'érosion hydrique est la manifestation la plus visible de la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

5.2 Dégradation stricto sensu

Elle regroupe les dégradations qui se produisent sur place sans déplacement ni perte de matériau. Cette dégradation porte donc sur les propriétés physiques, chimiques et/ou biologiques du sol.

Sept sous-types de dégradation stricto sensu ont été relevés à savoir : la diminution d'épaisseurs de la couche humifère, la déstabilisation des agrégats et de la structure du sol, le déficit en éléments nutritifs, l'acidification et la réduction de la quantité de matière organique.

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de sols ont permis de procéder à une classification des terres (tableau XVII).

Tableau XVII: Critères d'évaluation du degré de degradation chimique et biologique des terres

Caractéristiques	Classe I (Faible dégradation)	Classe II (Moyenne dégradation)	Classe III (Forte dégradation)	Classe IV (Très forte degradation)
Matière organique (%)	> 2	1 à 2	0,5 à 1	< 0,5
Azote (%) à pH 6	> 0,08	0,045 à 0,08	0,03 à 0,045	< 0,03
P assimilable (ppm)	> 20	10 à 20	05 à 10	< 5
K (méq/100g sol)	> 0,4	0,2 à 0,4	0,1 à 0,2	< 0,1
Sommes des bases (méq/100g sol)	> 10	5 à 10	5 à 2	< 2
Saturation en base (méq/100g sol)	> 60	40 à 60	15 à 40	< 15
CEC (méq/100g sol)	> 25	10 à 25	5 à 10	< 5

Légende : **N =** azote ; **P** = phosphore ; **K** = potassium ; **Sbase** = somme des bases ; **CEC** = capacité d'échange cationique ; **V** = saturation en bases

Source: Adapté de Igué, 2013

Le tableau XVII montre les critères de determination du niveau de degradation chimique et biologique des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les principaux éléments pris en compte sont: la quantité de matière organique, l'azote totale, le phosphore, le potassium, la somme des bases et la capacité d'échange cationique.

5.2.1 Réduction de la quantité de matière organique

La teneur en matière organique est un excellent indicateur de la durabilité du potentiel de fertilité des terres. Une réduction forte de cette teneur est à l'origine de dégradations physiques et chimiques, favorise l'érosion par l'eau et le vent. Il s'agit donc d'une variable très importante à connaître (Brabant, 2008). La couche de sol concernée va de 0 à 30 cm et parfois jusqu'à 50 cm.

La figure 58 présente les niveaux de dégradation des terres en fonction du taux de matière organique obtenus dans les échantillons de sols analysés.

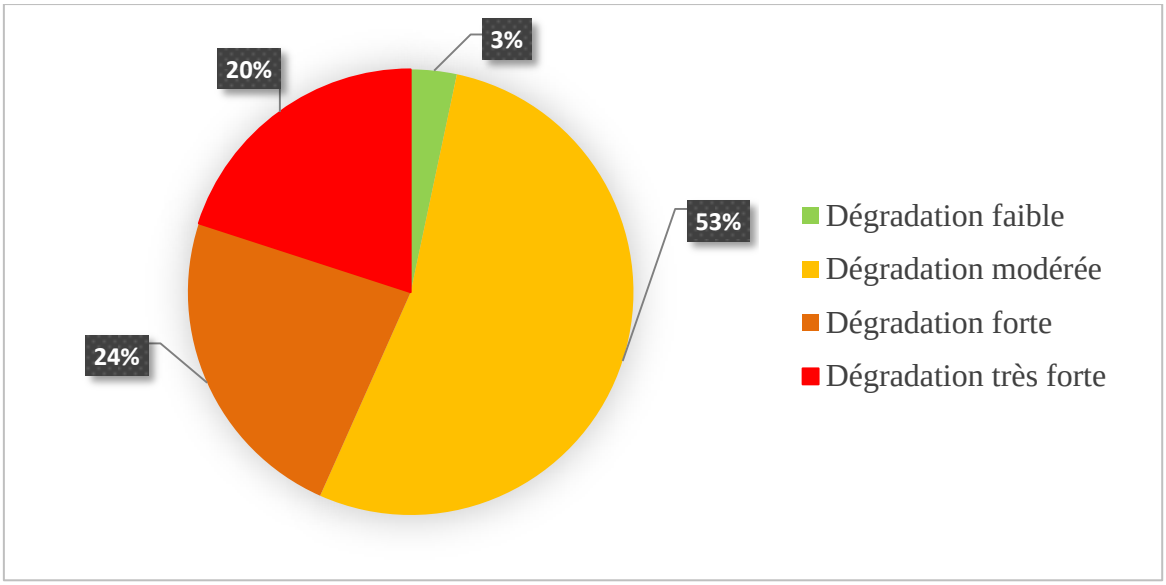


Figure 58 : Degré de dégradation des terres sur la base du taux de matière organique
Source : Résultats d'analyse de sols, 2016

Il ressort de la figure 58 qu'environ 96 % des échantillons de sols analysés ont un taux de matière organique inférieur à 2 %. Ainsi, sur la base du critère de taux de matière organique, seulement 3 % des terres du milieu d'étude sont à un niveau de dégradation faible, tandis que 53 % sont moyennement dégradées et 20 % très fortement dégradées.

Il existe un lien entre le taux de matière organique et le déficit en éléments nutritifs du sol. En effet, les éléments nutritifs du sol sont contenus dans la matière organique. Ainsi, plus la teneur en matière organique est faible, plus le déficit en éléments nutritifs est élevé.

5.2.2 Déficit en éléments nutritifs

Les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin pour leur croissance se trouvent dans le sol. Il s'agit de l'azote (N), du phosphore (P) et du potassium (K) qui sont les principaux éléments minéraux que les plantes consomment en grandes quantités. Lorsqu'un sol est défriché et exploité pendant une longue période sans apport de fertilisant suffisant, il perd une partie et parfois la totalité de la quantité de ces nutriments. Il s'en suit un déficit en éléments nutritifs avec une baisse des rendements agricoles.

La figure 59 présente les résultats de l'évaluation des principaux éléments nutritifs dans les échantillons de sols analysés.

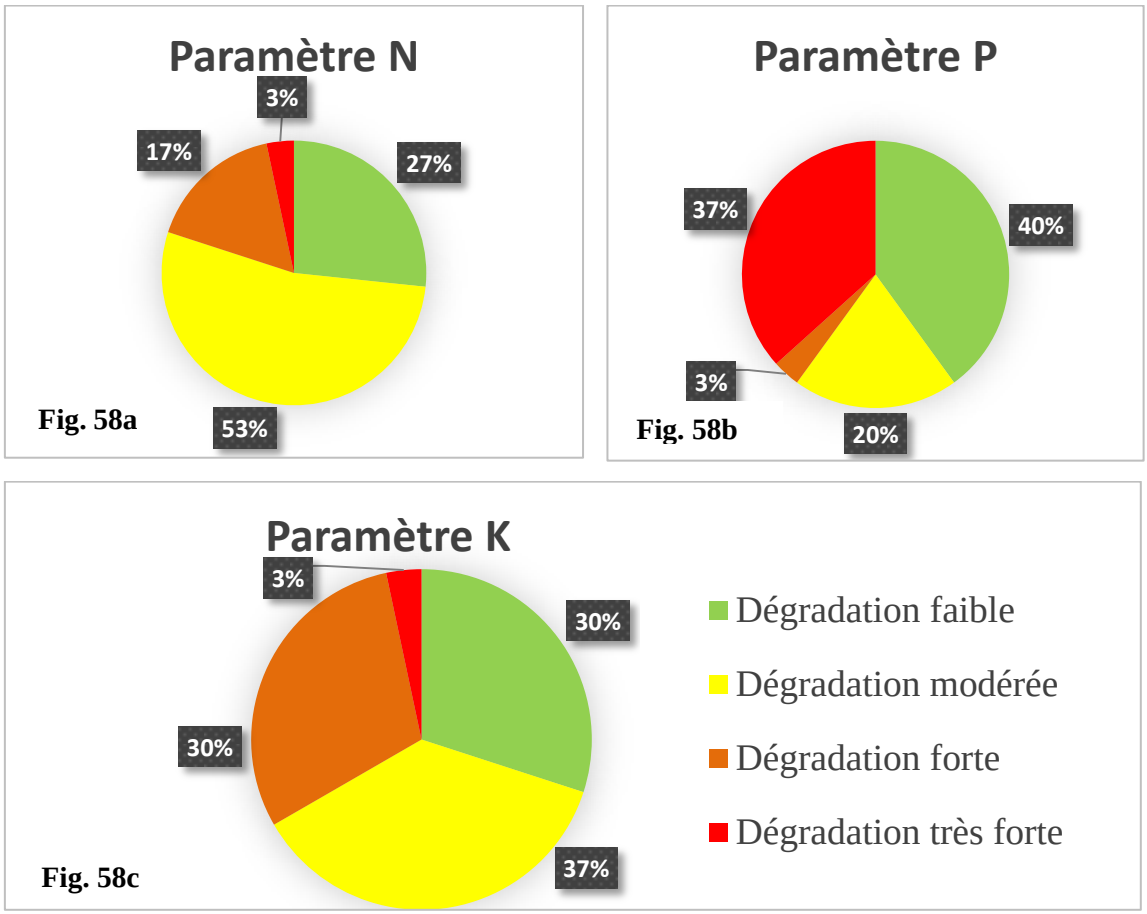


Figure 59 : Degré de dégradation des terres en fonction du déficit en éléments nutritifs des sols du milieu d'étude

Source : Résultats d'analyse de sols, 2016

Il ressort de l'analyse de la figure 59 que les terres agricoles du milieu d'étude présentent des niveaux de dégradation divers. Les déficits en éléments nutritifs affectent la qualité des sols. Ainsi, sur la base du taux d'azote (N), on constate que 53 % des terres du milieu d'étude sont moyennement dégradées et 27 % faiblement dégradées. Le reste (20 %) est fortement à très fortement dégradé. Par ailleurs, 40 % des terres agricoles ont un déficit faible en phosphore contre 30 % pour le potassium. Par contre, 37 % des terres ont un déficit modéré en potassium contre 20 % pour le phosphore. La disponibilité en éléments nutritifs et la teneur en matière organique dépendent de l'épaisseur de la couche d'humus.

La diminution de l'épaisseur de la couche humifère est une forme de dégradation physique des terres. La minéralisation de la matière organique entraine une dégradation de la couche arable humifère occasionnant la diminution de son épaisseur. Cette dégradation est observée dans toutes les zones cultivées du milieu d'étude. En effet, dès qu'un sol, couvert de végétation naturelle, est défriché et cultivé, la biomasse végétale qui alimente le sol chaque année en matière organique est fortement réduite. On assiste à une accélération de la minéralisation de la matière organique du sol, dont le renouvellement n'est plus assuré par un apport équivalent de débris végétaux. L'épaisseur de la couche supérieure du sol et son contenu en matière organique diminuent. Ce processus est aggravé quand aucun amendement organique n'est apporté au sol et que les résidus de récolte sont exportés ou brûlés (Brabant, 2008).

5.2.3 Acidification

L'acidification est une augmentation du degré d'acidité du sol dans la couche arable et parfois sous cette couche. Elle se traduit par une diminution de la valeur du pH qui devient inférieur à 6. La figure 60 suivante présente les résultats d'évaluation du pH des échantillons de sols analysés.

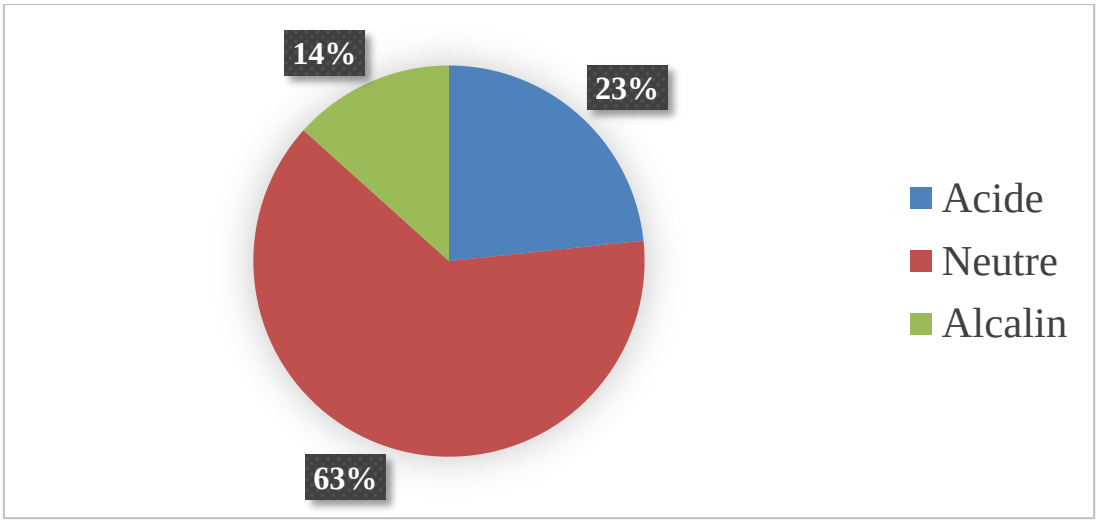


Figure 60 : Evaluation du pH des échantillons de sols analysés

Source : Résultats d'analyse de sols, 2016

L'analyse de la figure 60 montre que 23 % des sols du milieu d'étude sont acides. Ces sols ont un pH compris entre 5,3 et 5,7. Des sols alcalins ont été également

rencontrés dans le milieu d'étude. Ces sols représentent 14 % des échantillons prélevés et ont un pH compris entre 7,4 et 9,2.

L'acidité influence les caractéristiques bio-physico-chimiques du sol, la composition de la solution du sol et, par conséquent, la nutrition minérale des plantes (Kaitibie et *al.*, 2002). L'acidité perturbe les propriétés physiques du sol en augmentant lerisque de battance avec la dispersion des agrégats et donc une mauvaise infiltration de l'eau. De plus, l'acidité limite l'activité biologique du sol et dégrade sa structure. En effet, l'acidité a une influence sur l'assimilation des nutriments et oligo-éléments par les plantes, ainsi que sur la présence des racines profondes ou des vers de terre qui structurent et aèrent le sol. Ainsi, l'acidité du sol fait partie des facteurs environnementaux importants qui peuvent influencer la croissance des plantes et limiter la production végétale (Koulibaly, 2011).

Un pH acide indique généralement un sol désaturé en bases, donc à faibles teneurs en calcium et magnésium. Par contre, un pH nettement supérieur à 7,5 est le signe de la présence, soit de carbonates libres, générateurs de chlorose ferrique, soit le plus souvent, de sodium fixé sur le complexe adsorbant.

5.3 Autres formes de dégradation

D'autres formes de dégradation ont été observées sur le terrain. Il s'agit de l'urbanisation et du développement des carrières.

5.3.1 Urbanisation et autres constructions

C'est l'occupation des terres par des constructions qui soustraient ces terres à des activités agricoles, pastorales ou forestières.

Cette forme de dégradation englobe la construction de maisons, d'immeubles, de zones industrielles, de zones commerciales, d'espaces de loisirs, de ports, d'aéroports, d'infrastructures routières et ferroviaires et de barrages.

Dans le cas de cette recherche, il s'agit des maisons ou immeubles, des gares et infrastructures routières.



Photo 9 : Rizerie de Glazoué

Prise de vue : Oténia, novembre 2016

La photo 9 montre les installations de la rizerie de Glazoué, implantée dans le village Akpikpi. La mise en place de cette rizerie a entrainé la transformation de l'espace autrefois rural en un espace ‘’rurbain’’.

5.3.2 Carrières

L'ouverture d'une carrière entraine la destruction du sol par les travaux d'excavation effectués à partir de la surface. Ainsi, les activités agricoles ne peuvent plus être menées sur ce sol.

Dans le milieu d'étude, ce sont des carrières d'extraction de matériaux de construction (sable, latérite) qui ont été identifiées (Photo 10).

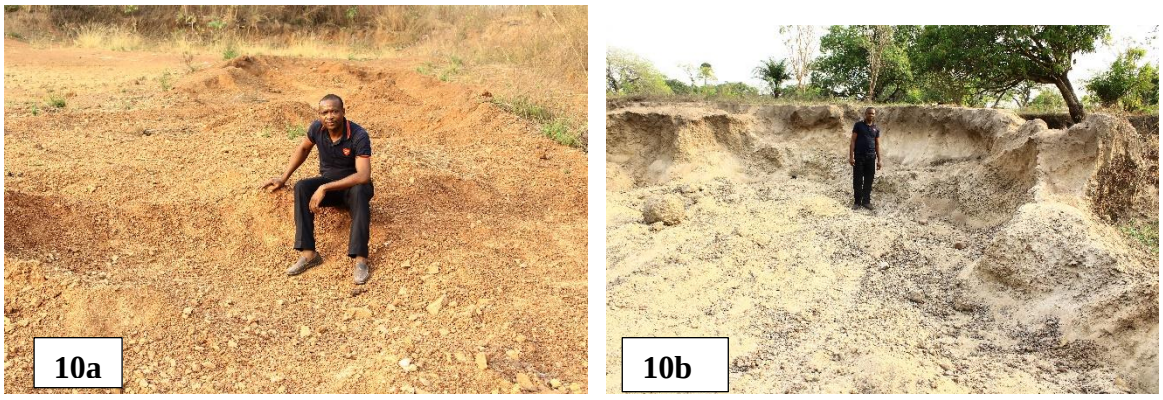


Photo 10 : Carrières de latérite à Thio (photo 10a) et de sable à Paouignan (photo 10b)

Prise de vues : Oténia, novembre 2016

La photo 10 montre les carrières de latérite et de sable respectivement à Thio (Glazoué) et Paouignan (Dassa-Zoumé). On observation le décapage de la terre arable rendant cet espace non propice aux activités agricoles. La figure 61 présente la distribution spatiale des carrières identifiées dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

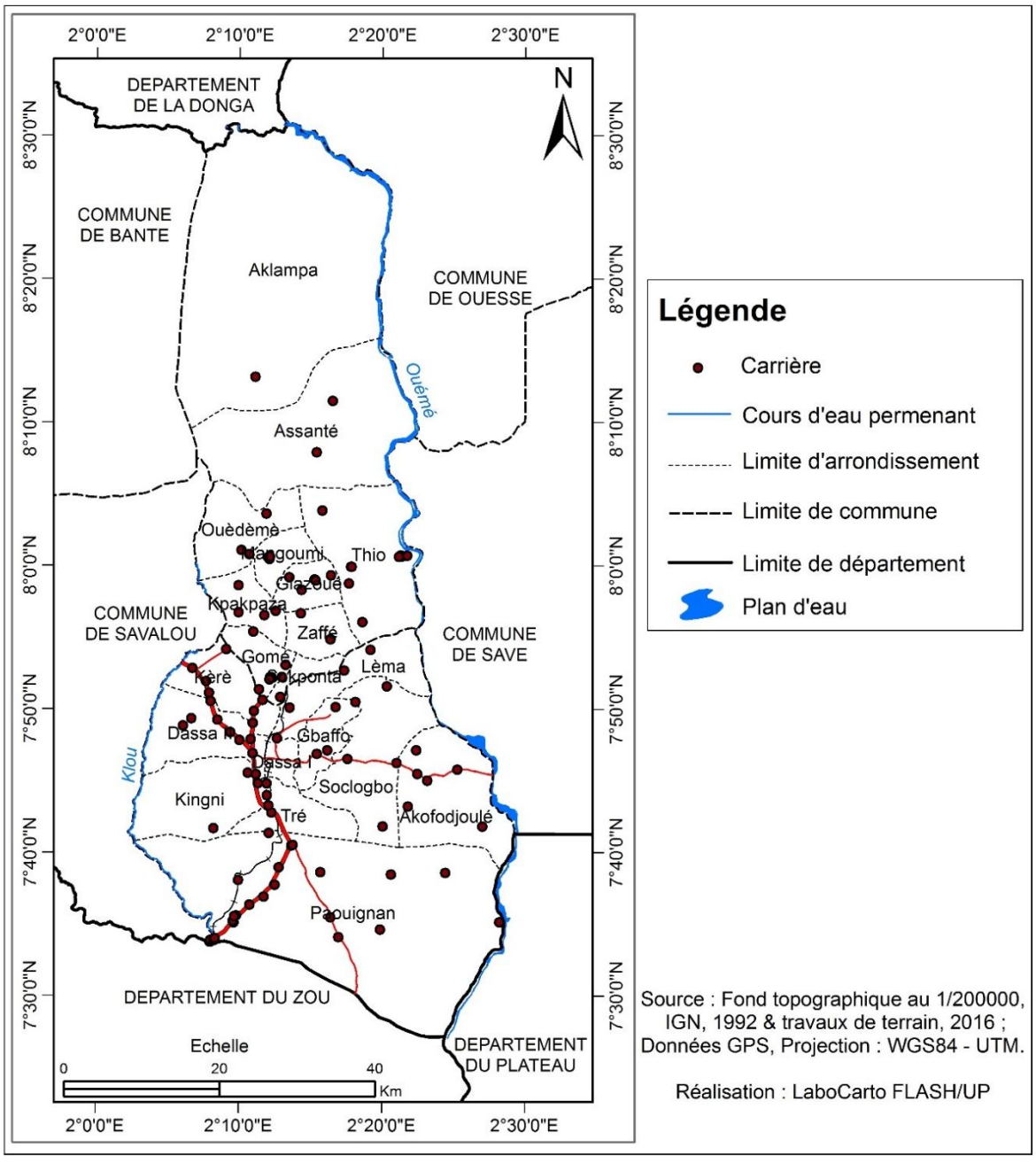


Figure 61: Distribution spatiale des carrières identifiées dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Au total, 385 carrières sont recensées dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les superficies varient de 90 m^2 à 70450 m^2. Les carrières de latérite sont

les plus nombreuses et se retrouvent beaucoup plus le long des Routes Nationales Inter Etat N°2 et N°3 (RNIE 2 et RNIE 3). Elles sont ouvertes lors des travaux d'aménagement et de bitumage de ces voies. Les carrières de sable sont ouvertes pour approvisionner les chantiers de construction de bâtiments en sable.

L'ouverture d'une carrière nécessite deux opérations majeures à savoir le défrichement et le dacapage. Le défrichement consiste à mettre le sol à nu alors que le décapage permet d'enlever la terre arable afin de mettre le gisement à nu. Ces deux opérations entrainent la dégradation physique des sols et les rendent non propices à la production agricole.

5.4 Etat actuel de dégradation des terres

Les données collectées sur les manifestations de la dégradation des terres sont positionnées sur la carte topographique du milieu d'étude. Une base de données a été générée et a permis d'évaluer le niveau de degradation des terres. La figure 62 présente l'état de dégradation des terres dans le milieu d'étude.

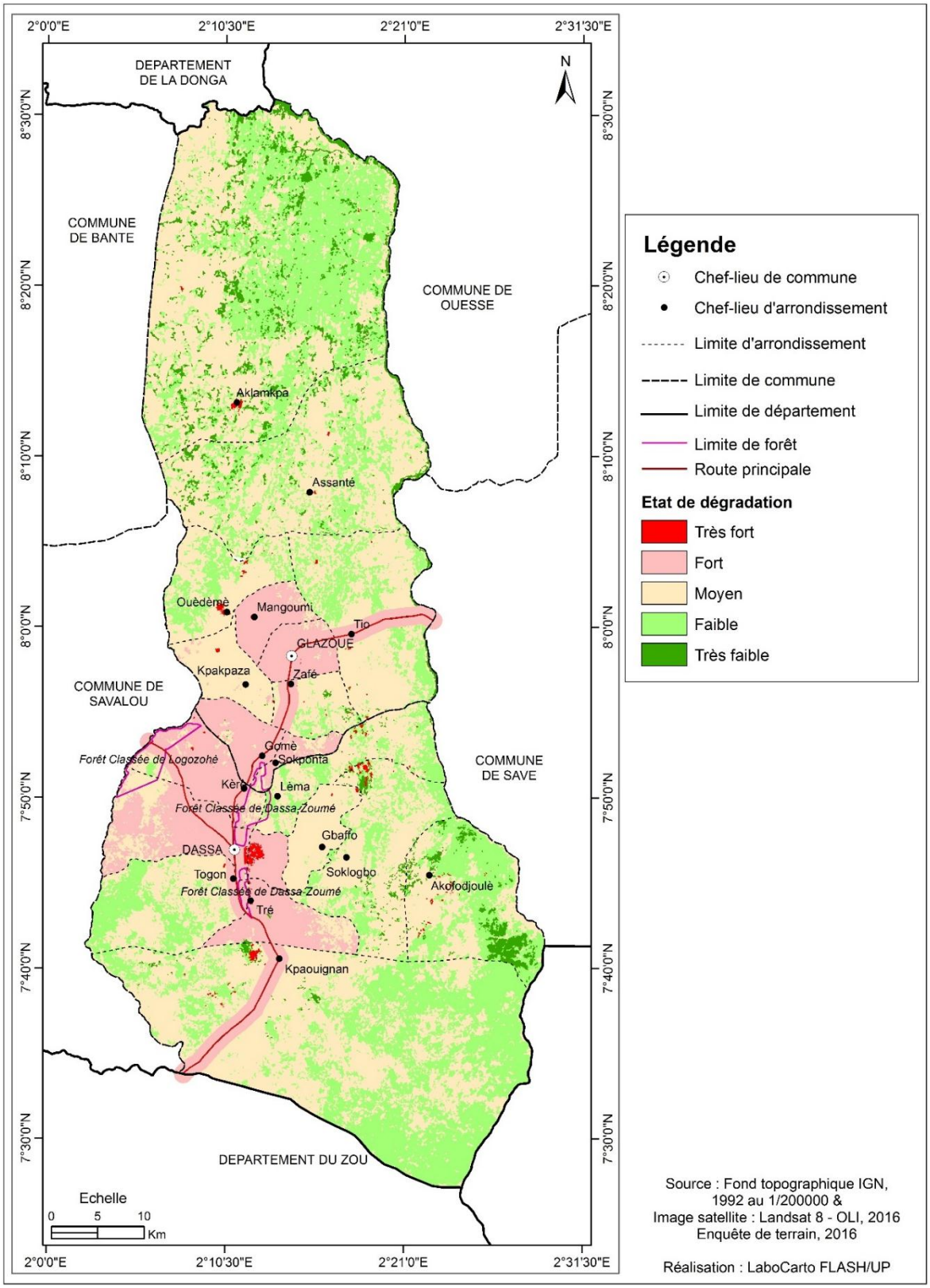


Figure 62 : Etat de dégradation des terres dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

La figure 62 montre que les secteurs fortement dégradés sont observés dans la plupart des cas autour des agglomérations et des affleurements rocheux où les terres sont plus caillouteuses et difficiles d'exploitation. Par contre, les terres faiblement dégradées correspondent aux secteurs fortement boisés (forêt galerie, forêt claire) du milieu d'étude.

Le tableau XVIII présente les résultats statistiques de l'évaluation des terres dégradées en fonction de la superficie totale.

Tableau XVIII: Superficie et taux de dégradation

Niveau de dégradation	Superficie (km^2)	%
Très fortement dégradé	3,26	0,09
Fortement dégradé	1270	36,69
Moyennement dégradé	1766,58	51,04
Faiblement dégradé	387,43	11,19
Très faiblement dégradé	20,42	0,59
Plans d'eau	13,31	0,38
Total	**3461**	**100,00**

Source : Travaux de terrain, 2016

Il se dégage du tableau XVIII que plus de 36 % des terres du milieu d'étude sont fortement dégradées et méritent des actions correctives pour accroitre la production agricole. Les terres faiblement dégradées ne représentent que 11 %. Les résultats obtenus ont été désagrégés au niveau arrondissement (figure 63).

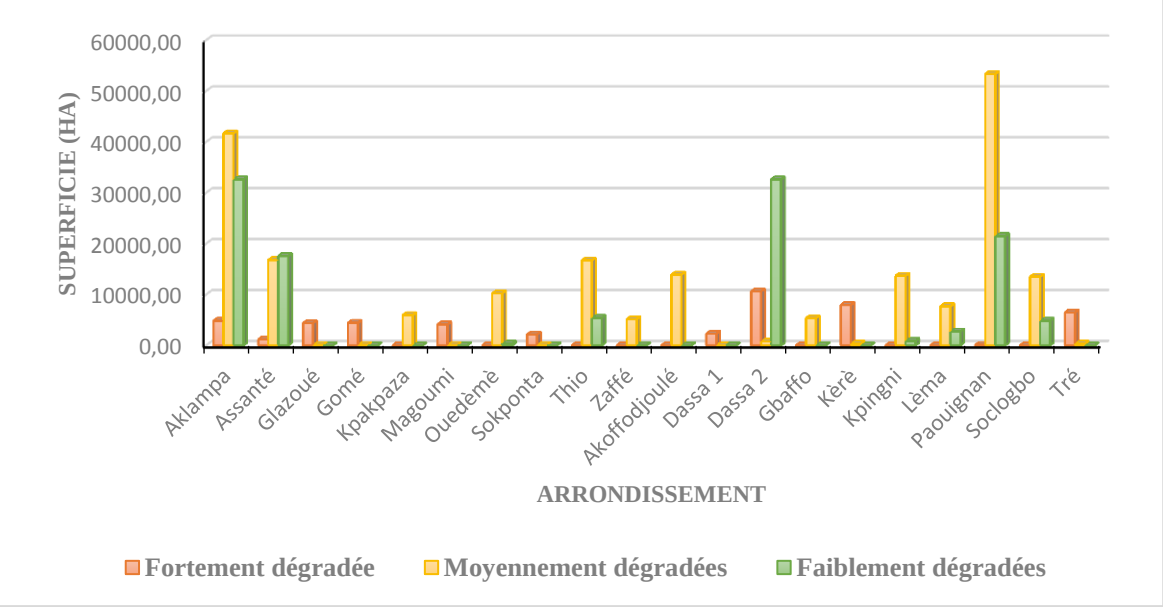


Figure 63 : Niveau de dégradation des terres par arrondissement
Source : Résultats des travaux de terrain, 2016

Il se dégage de la figure 63 que tous les arrondissements du milieu d'étude sont touchés par le phénomène de dégradation des terres. Les arrondissements les plus touchés sont :

- Kèrè, Dassa 1, Dassa 2 et Tré dans la Commune de Dassa-Zoumé ;
- Glazoué, Gomé, Sokponta et Magoumi dans la Commune de Glazoué.

Cette situation pourrait accentuer, d'ici quelques années, les conflits liés à l'accès aux terres et surtout la destruction des reliques forestières et des plantations qui caractérisent le milieu d'étude.

5.5 Discussion

La pratique du modèle de prévision de l'érosion de Wischmeier vise à définir un système de production qui maintienne les risques d'érosion inférieure à la tolérance évaluée généralement entre 1 et 12 t/ha/an selon le type de sol. Les observations faites ont permis de ressortir que l'érosion hydrique est présente et visible dans l'ensemble du milieu d'étude. Les versants subissent une érosion plus forte alors que l'érosion réduite s'observe dans les vallées alluviales, liée au transport dynamique de l'eau dans les différents faciès.

Les résultats obtenus permettent de dire que l'érosion est beaucoup influencée dans le milieu d'étude par l'érodibilité des sols (K), le degré et la longueur de la pente (LS) et la couverture végétale (C). En effet, les zones à faible vulnérabilité à l'érosion (0 à 5 t/ha/an) ont une pente généralement comprise entre 0 et 2 %. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Elbouqdaou et *al.* (2005) qui ont montré qu'au Maroc, l'érosion augmentait de façon exponentielle avec le degré de pente et que l'exposant moyen approchait la valeur de 1,4. Ces auteurs ont également conclu que les pertes en terre étaient fonction de la longueur de la pente. De même, Ibrahimi (2005) a rapporté que lorsque l'inclinaison de la pente augmente, l'énergie cinétique des pluies reste constante mais le transport s'accélère vers le bas à cause d'une augmentation de l'énergie cinétique du ruissellement. Au Maroc, et plus précisément au niveau du bassin versant de l'oued Boussouab dans le Rif oriental, Sadiki et *al.* (2004), ont trouvé que le facteur LS varie de 0,48 à 87,9

et que les pertes moyennes en terre augmentent linéairement avec l'inclinaison des pentes. Ils ont obtenus un coefficient de corrélation R^2=0,98. Ceci témoigne selon ces auteurs de l'importance de l'inclinaison des pentes dans le processus d'érosion en nappe au niveau dudit bassin. Toutefois, Proffitt et Rose (1991) ont montré que même sur une pente inférieure à 1 %, l'érosion peut se produire. Il s'agit d'une érosion en nappe, sans formation de rigoles ou de ravines, les eaux de ruissellement ne parvenant pas à se concentrer.

Les secteurs à forte vulnérabilité à l'érosion sont ceux à pente élevée où se pratique l'agriculture. Les pratiques agricoles concourent à la degradation du couvert vegetal au profit des cultures. Cette conversion des espaces forestiers en espaces de culture accentue les phénomènes d'érosion dont le degré d'occurrence est lié au type d'utilisation (Bruijnzeel, 1990). Les résultats de l'étude montrent que les facteurs "pente" et "occupation du sol" sont déterminants dans la vulnérabilité du secteur à l'érosion. Les résultats obtenus montrent que 60 % de la superficie du milieu d'étude présente un taux de couverture végétale très faible et seulement 38 % de cette superficie est bien protégée. Ceci est expliqué essentiellement par la dominance des mosaïques de cultures et jachères qui sont considérés très sensibles à l'érosion. Goor (2005) a montré que le risque d'érosion hydrique est plus élevé lorsque les sols sont occupés par des cultures de type sarclé peu couvrantes ou des plantes pastorales dégradées, suivies des cultures de type non sarclé, plus couvrantes, puis des prairies et des forêts denses où le risque est minimal. Il faut noter aussi que le travail du sol influence la sensibilité du sol à l'érosion. Généralement les cultures nécessitent un affinement de la couche superficielle du sol, ce qui peut entrainer la formation d'une croûte de battance qui en cas de forte de pluie, réduit l'infiltration et accélère par conséquent le ruissellement (Yjjou et *al.*, 2014).

La nature du sol vient renforcer les pertes de terre. En effet, selon Fournier (1967), en l'absence de couvert végétal, les caractères des horizons superficiels jouent un rôle primordial dans le déclenchement et le développement de l'érosion, en particulier la stabilité structurale et la perméabilité du sol. Dans une étude menée

sur l'érosion dans la région Wallonne en Belgique, Goor (2005) montre que les sols limoneux sont plus sensibles à l'érosion hydrique. Cet auteur a expliqué cette sensibilité par le fait que les particules limoneuses (2-50 μm) présentent une faible cohésion entre elles, ce qui facilite leur détachement et favorise la formation d'une croûte de battance. En effet, ces particules de petites tailles sont facilement transportables par les eaux de ruissellement.

Les pertes de terre dues à l'érosion, obtenues dans le cadre de cette recherche varient de 0,54 à 835,88 t/ha/an. De plus, 54,33 % du milieu d'étude se trouve dans le seuil de tolérance (1 à 12 t/ha/an). Ces résultats sont différents de ceux obtenus par DREF (2007) au Maroc sur le bassin versant de l'Oued Beht qui présente une forte érosion (entre 50 et 400 t/ha/an) sur 45 % de son territoire tandis que les faibles pertes (<7 t/ha/an) ne couvrent que 12,7% seulement.

L'USLE a également permis de calculer la moyenne des pertes de terre dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Cette moyenne (418,21 t/ha/an) paraît largement supérieure aux résultats obtenus par Boli et Roose (1996) au Nord Cameroun sur sol ferrugineux sableux où, l'érosion cumulée sur un sol de 2% de pente atteint 40t/ha/an sur parcelle nue. Azontondé (1993) a obtenu sur terre de barre au Sud Bénin, des résultats similaires (35 t/ha/an) à ceux du Cameroun.

En somme, les pertes en terre présentent une structure spatiale hétérogène selon la topographie, le couvert végétal, l'érosivité des pluies et l'érodibilité des sols.

Les résultats montrent que 36 % des terres des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué sont fortement dégradées et méritent des actions correctives pour accroitre la production agricole. Les terres faiblement dégradées ne représentent qu'environ 11 %. Les résultats ainsi obtenus sont différents de la moyenne nationale décrite par le MEPN (2008) qui indiquent que les terres fortement dégradées représentent 16 % du territoire, les terres moyennement dégradées font 40 % et les terres faiblement dégradées 44 %. Les résultats obtenus sont en adéquation avec les observations faites par la FAO (2011) qui indiquent qu'avec la dégradation et l'appauvrissement des ressources en terres et en eau**,** divers systèmes de production vivrière essentiels se retrouvent menacés à l'échelle mondiale, ce qui représente un sérieux défi pour

nourrir une population qui devrait atteindre les 9 milliards d'habitants d'ici 2050. Dans le même rapport, il est estimé que 1,6 milliard d'hectares des terres parmi les plus productives de la planète servent actuellement à l'agriculture. Certaines parties subissent les effets des pratiques d'exploitation qui entraînent l'érosion hydrique et éolienne, la perte de matière organique, le tassement de la couche arable, la salinisation et la pollution du sol ainsi que la perte de nutriments. Ces résultats sont également obtenus par la présente étude.

Les écarts observés entre les résultats du MEPN (2008) et ceux obtenus dans le cadre de cette recherche peuvent se justifier par trois raisons. L'une serait relative à la méthode utilisée. En effet, il n'y a pratiquement pas de références universellement reconnues pour évaluer la dégradation des terres. Ainsi, les critères retenus dans le cadre de la présente étude ne sont certainement pas ceux utilisés par le MEPN. De plus, l'étude du MEPN est nationale et peut donc cacher les réalités locales. L'autre raison est que les services ou acteurs qui annoncent une forte dégradation des terres le font dans l'espoir d'un financement international ou national pour mener des études et éventuellement pour remédier à cette dégradation (Brabant et *al*, 1994). Quand bien même les méthodes empiriques présentent des insuffisances aux côtés des théories ou méthodes établies, il est important de reconnaître que les résultats obtenus ici et fondés sur l'analyse des sols, l'observation des faits sont proches de la réalité.

Conclusion partielle

Les formes de dégradation des terres, identifiées dans le cadre de cette recherche sont : l'érosion, le déficit en éléments nutritifs du sol, la réduction de la quantité de matière organique, l'encroûtement à la surface du sol, le compactage, et l'acidification.

La vulnérabilité du milieu d'étude à l'érosion a été étudiée à l'aide de l'Equation Universelle des Pertes en Sol (USLE) intégrée dans un Système d'Information Géographique. La méthode utilisée, malgré ses limites, apporte une aide importante aux décideurs pour simuler des scénari d'évolution de la région et planifier les interventions de lutte contre l'érosion. Les résultats obtenus montrent que les sols

du milieu d'étude subissent l'effet de plusieurs facteurs favorisant le phénomène d'érosion à savoir l'importance des pentes, le faible couvert végétal et l'érodibilité des sols.

L'analyse des échantillons de sols a permis de déterminer le déficit en éléments nutritifs des sols, leur niveau de pauvreté en matière organique de même que le degré d'acidification. Les observations ont abouti à l'identification des cas d'encroûtement à la surface du sol de même que les sols compactés. Le niveau de dégradation des terres dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué a été enfin évalué pour permettre aux décideurs de prendre conscience de l'ampleur du phénomène.

Les implications socio-économiques de la dégradation des terres de même que les perspectives pour une gestion durable des terres font l'objet de la troisième partie de la présente thèse.

TROISIEME PARTIE : EFFETS DE LA DEGRADATION DES TERRES ET PERSPECTIVES POUR UNE GESTION DURABLE DES TERRES

La valeur économique des ressources naturelles a été pendant longtemps sous-estimée. Les chapitres précédents ont permis de comprendre comment les besoins économiques ont conduit à l'exploitation peu durable des terres.

Pour conscientiser les acteurs et aider à la prise de décision, ll est crucial d'approfondir la compréhension sur la véritable valeur économique des terres. Ainsi, des politiques adéquates pourront être élaborées et mises en œuvre.

Cette partie aborde d'une part, les implications socio-économiques de la dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué et d'autre part, les stratégies développées par les parties prenantes pour une gestion durable des terres.

CHAPITRE 6 : EFFETS ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE LA DEGRADATION DES TERRES

Ce chapitre présente les effets économiques de la dégradation des terres sur la production agricole et par conséquent sur les ménages agricoles. Les effets sociaux, corollaires des implications économiques y sont également analysés.

6.1 Coût économique de la dégradation des terres

Le coût économique de la dégradation des terres dans le cadre de cette recherche a été évalué selon deux techniques différentes : la première est indirecte et fait référence à la théorie de production et cherche à approximer le coût de la dégradation par un différentiel de productivités de sols dégradés et non dégradés. La deuxième est directe et consiste en l'application de la méthode d'évaluation contingente en tant que technique d'évaluation hypothétique des biens et des services non marchands. Les résultats issus des deux techniques font l'objet d'une comparaison.

6.1.1 Coût des pertes de productivité dues à la dégradation des terres

Le rendement d'une culture est dépendant, en partie, de la productivité fondamentale du sol. Il est également affecté par la qualité des semis, le climat, les parasites, les maladies des cultures et la gestion de l'exploitant agricole.

La diminution des rendements des récoltes peut être indicative de la dégradation des terres, mais ce n'est pas la seule explication possible des rendements décroissants. Même si les rendements augmentent, la dégradation des terres peut également se produire, mais ses effets peuvent être masqués par les pratiques de gestion adoptées par l'exploitant agricole, telles que l'utilisation de plus grandes quantités d'engrais. En effet, ce masquage de la dégradation des terres par l'utilisation de plus en plus grande quantité d'engrais est considéré par certains comme étant la conséquence la plus grave de la dégradation des terres indiquant que les futurs rendements s'effondreront quand les exploitants agricoles ne seront plus en mesure d'acheter les engrais.

6.1.1.1 Effets de la dégradation des terres sur les paramètres de croissance des plants de maïs

La croissance en hauteur des plants suivant les différents niveaux de dégradation des terres est présentée par la figure 64 pour les parcelles non traitées.

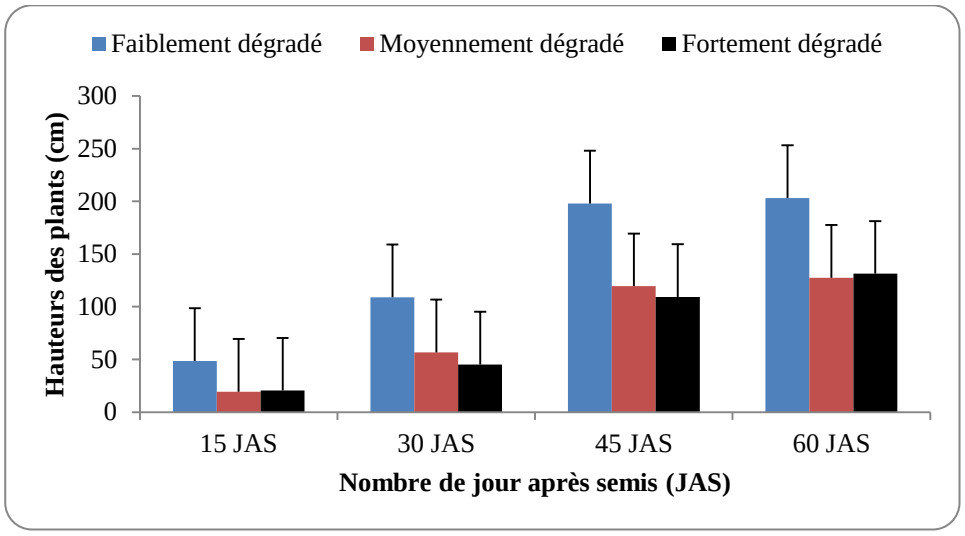


Figure 64 : Structures en hauteur des plants de maïs suivant les niveaux de dégradation des terres pour les parcelles non traitées

Source : Traitement des données de l'expérimentation agricole, 2016

L'analyse de la variance montre que les niveaux de dégradation des terres ont significativement influencé ($p<0,0001$) la vitesse décroissante en hauteur des plants de maïs sur toutes les différentes périodes de son développement.

De l'analyse faite de l'effet des différents niveaux de dégradation des terres sur la croissance en hauteur des plants de maïs, il ressort que la croissance en hauteur la plus élevée est observée au niveau des terres faiblement dégradées. La croissance en hauteur des plants est presque identique aussi bien pour les terres fortement dégradées que pour celles moyennement dégradées. Par contre, la différence est nette au niveau des parcelles traitées (figure 65).

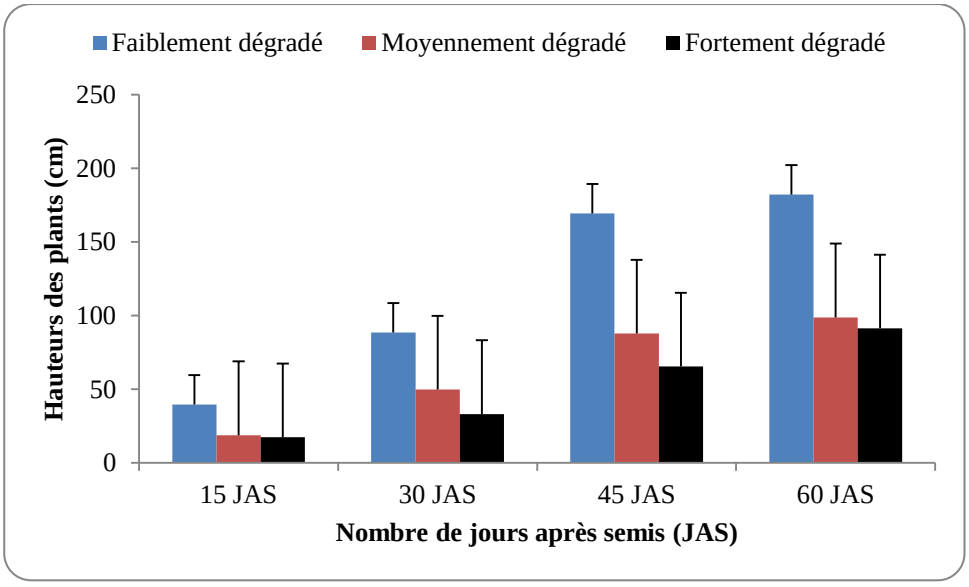


Figure 65 : Structures en hauteur des plants de maïs suivant les niveaux de dégradation des terres pour les parcelles traitées

Source : Traitement des données de l'expérimentation agricole, 2016

Quel que soit le niveau de dégradation, les terres qui bénéficient de traitement affichent des hauteurs évolutives. Il est donc plausible d'affirmer que le niveau de dégradation des terres affecte la croissance en hauteur des plants de maïs.

La croissance au collet des plants suivant les différents niveaux de dégradation des terres est présentée dans la figure 66.

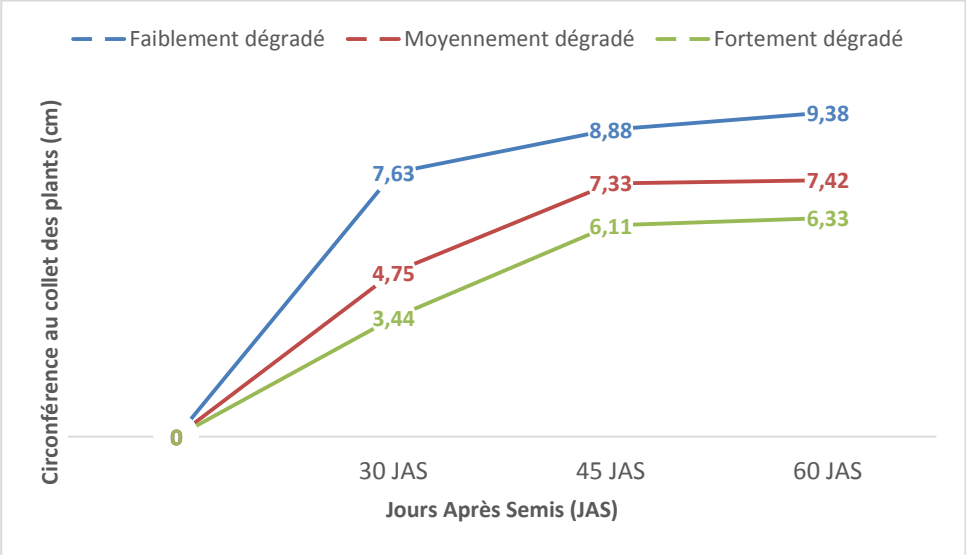


Figure 66 : Evolution de la croissance au collet des plants suivant les différents niveaux de dégradation des terres

Source : Traitement des données de l'expérimentation agricole, 2016

Il ressort de la figure 66 que les différents niveaux de dégradation des terres ont affectés la croissance au collet des plants de maïs tout au long du cycle de son développement végétatif. L'analyse des variances montre que les niveaux de dégradation des terres ont tous un effet significatif ($p< 0,0001$) sur la circonférence au collet des plants de maïs. La plus grande circonférence au collet est observée sur les terres faiblement dégradées surtout le cycle de développement du maïs tandis que la plus faible se trouve sur les terres fortement dégradées. Ceci n'est pas sans effet sur les rendements obtenus.

6.1.1.2Effet de la dégradation des terres sur les rendements du maïs

Les valeurs les plus élevées des rendements en grains et en biomasse ont été respectivement de 2,95±0,74 et de 6,40±2,28tMS/ha et ont été observées sur les terres faiblement dégradées comme le montre le tableau XIX.

Tableau XIX: Effet de la dégradation des terres sur les rendements grains et biomasse du maïs

Niveau de dégradation des sols	Parcelle	Rendement (t/ha)	
		Grain	Biomasse
Faiblement dégradé	Non traitée	2,95±0,74	6,40±2,28
	Traitée	1,97±0,33	4,39±1,20
Moyennement dégradé	Non traitée	1,45±0,03	3,74±0,25
	Traitée	1,88±0,04	4,12±0,13
Fortement dégradé	Non traitée	0,40±0,26	1,24±0,45
	Traitée	0,83±0,17	1,92±0,56

Source : Traitement des données de terrain, 2016

L'analyse de variance a montré que les différents niveaux de dégradation des terres ont eu des effets significatifs sur les rendements en graine et en biomasse du maïs.

Il ressort de l'analyse des résultats que la différence entre les rendements moyens en grains est significatif ($p<0,05$) d'une part et entre les rendements moyens en biomasse d'autres part.

Le rendement en grain passe de 0,4 t/ha sur les terres fortement dégradées à 2,95t/ha sur celles faiblement dégradées, soit une différence de 2,55t/ha. En ce qui concerne la biomasse, le rendement obtenu sur les terres fortement dégradées est de

1,24t/ha, alors qu'il est de 6,40t/ha sur les terres faiblement dégradées. Ainsi, les rendements de maïs sont fortement influencés par le niveau de dégradation des terres.

Il faut noter que les rendements en graines et en biomasse de la parcelle traitée au niveau des terres faiblement dégradées sont inférieurs à ceux obtenus au niveau des parcelles non traitées. Ce constat confirme la loi des accroissements moins que proportionnels de la fertilisation. Il s'agit de la loi qui stipule qu'en cas d'apports au sol de doses croissantes d'éléments fertilisants, les augmentations des rendements obtenus sont de plus en plus faibles au fur et à mesure que les quantités s'élèvent et que la récolte est proche de son maximum (Gros, 1979).

Cette loi se traduit par une courbe représentative des rendements en fonction des doses d'un élément fertilisant (figure 67). On observe que le maximum, une fois dépassé, un apport supplémentaire non seulement provoque une dépression mais n'est pas nécessairement économique.

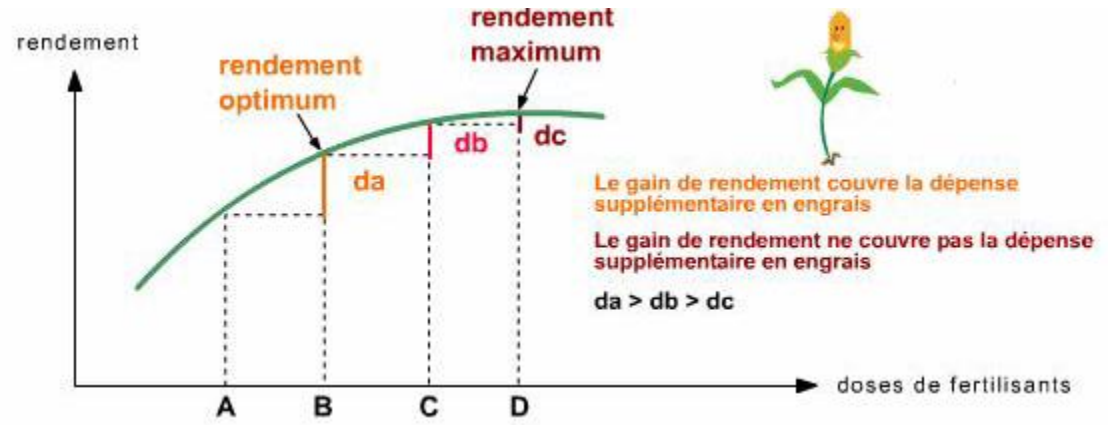


Figure 67 : Evolution des rendements en fonction des doses de fertilisants

Source : Gros, 1967

La figure 67 montre une courbe dont le sommet représente le rendement maximum possible. Au-delà de la dose d'engrais D, le rendement commence par chutter. Sur le plan économique, le rendement optimum est atteint à la dose d'engrais B. A cette dose (B), le niveau de rendement atteint permet au supplément de récolte obtenu de couvrir juste la dépense supplémentaire en engrais. Par contre, après la dose d'engrais C, la valeur du supplément de récolte obtenu ne paie pas la valeur du

supplément d'engrais utilisé. La valeur de dc (supplément de récolte) est inférieure à la valeur de la quantité d'engrais supplémentaire (D-C).

6.1.1.3Coût monétaire de la dégradation des terres

Selon les investigations, les cinq produits vivriers les plus commercialisés par les exploitants agricoles sont par ordre d'importance sur les différents marchés : le maïs (60 %), le soja (7 %), l'arachide (4 %), le niébé (3 %), le riz (2,5 %). Le maïs a été donc choisi dans le processus d'estimation du coût monétaire de la dégradation des terres.

Le prix moyen de vente du maïs ses dix dernières années est de 127,31 FCFA/kg (ONASA, 2016). Le tableau XX montre les pertes monétaires résultant d'un niveau moyen de dégradation des terres dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

Tableau XX: Perte monétaire résultant d'un niveau moyen de dégradation des terres

	Production (t/ha)			**Coût (F CFA)**
	Terre faiblement dégradée	**Terre moyennement dégradée**	**Ecart**	
Parcelle non traitée	2,95	1,45	1,5	190 965
Parcelle traité	1,97	1,88	0,09	11 457,9

Source : Traitement des données de terrain, 2016

L'analyse des résultats montre que les écarts de rendements obtenus sont significatifs ($p<0,05$). Il en ressort que les producteurs installés sur des terres moyennement dégradées et qui ne font pas recours à la fumure minérale ou organique subissent une baisse de rendement de l'ordre de 50,85 % soit une perte monétaire de 190 965 F CFA par hectare. Par contre, ceux qui ont recours à la fumure ne perdent que 11 457,9 F CFA par hectare.

Les pertes sont plus considérables lorsque les terres sont fortement dégradées (tableau XXI).

Tableau XXI: Perte monétaire résultant d'un fort niveau de dégradation des terres

	Production (t/ha)			Coût (FCFA)
	Terre faiblement dégradée	Terre fortement dégradée	Ecart	
Parcelle non traitée	2,95	0,46	2,49	317 001,9
Parcelle traité	1,97	0,83	1,14	145 133,4

Source : Traitement des données de terrain, 2016

Les écarts de rendements obtenus (2,49 t/ha et 1,14 t/ha) sont significatifs ($p<0,05$). L'analyse du tableau XXI portant sur les pertes monétaires résultant de l'exploitation d'une parcelle fortement dégradée par un producteur montre une baisse de rendement de l'ordre de 84,41 %. Ce dernier subit alors une perte de 317 001,9 F CFA par hectare s'il ne traite pas sa parcelle. Lorsque le producteur traite sa parcelle dégradée à l'aide d'une fumure minérale et qu'il respecte la dose recommandée, la perte est de 145 133,4 F CFA par hectare.

Par ailleurs, la superficie totale (ST) emblavée pour la campagne 2015-2016 est de 144 253,22 ha dont 16 173,64 ha sur des terres fortement dégradées et 51 553,46 ha sur des terres moyennement dégradées. Le tableau XXII présente la production perdue et les coûts afférents par spéculation au cours de la même campagne.

Tableau XXII: Coûts économiques de la dégradation des terres

N	Culture	Production totale	Production perdue	Coût (F CFA)
1	Maïs	34 833,00	7 897 810,20	1 540 072 989,00
2	Arachide	9 031,00	5 599,22	839 883,00
3	Citrullus (goussi)	37,00	0,00	0,00
4	Coton	7 963,22	4 937,20	1 308 357,05
5	Dohi	125,00	77,50	38 750,00
6	Gombo	312,00	0,00	0,00
7	Igname	418 388,00	259 400,56	60 959 131,60
8	Manioc	149 640,00	0,00	0,00
9	Niébé	8 956,00	5 552,72	1 110 544,00
10	Pois d'angole	243,00	0,00	0,00
11	Riz	27 749,00	0,00	0,00
12	Piment	836,00	0,00	0,00
13	Soja	20 471,00	0,00	0,00
14	Voangzou	1 281,00	794,22	476 532,00
15	Tomate	5 874,00	0,00	0,00
16	Sorgho	938,00	581,56	116 312,00
	TOTAL	**686 677,22**	**8 174 753,18**	**1 604 922 498,65**

Source: Résultats des travaux de terrain, 2016

Le tableau XXII montre les pertes de productivité dues à la degradation des terres et les coûts y afferents pour les principals cultures pratiquées dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Il ressort de ce tableau que la valeur monétaire de la dégradation des terres agricoles est égale à ***1 604 922 499 FCFA*** dans le milieu d'étude au cours de la campagne agricole 2015-2016.

Considérant que le coût de l'inaction est supérieur ou égale au coût de l'action, la dépense de conservation des sols agricoles (DCSA) sera donc égale ou inférieure au coût de la dégradation des sols. La superficie totale (ST) emblavée au cours de la campagne 2015-2016 étant égale à 144 253,22 hectares, il en résulte que la DCSA par hectare est :

$$\mathbf{DCSA} = \frac{\mathbf{CDTA}}{\mathbf{ST}}$$

Où : CDTA représente le coût total de la dégradation des terres agricoles et ST la superficie totale emblavée.

La dépense de conservation des sols agricoles (DCSA) dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué est estimée à 11 125,73 FCFA/hectare/an (1604922499/144 253,22).

Une analyse approfondie permet de constater que la DCSA est en réalité plus élevée. En effet, les producteurs agricoles ne vont engager des dépenses de conservation que sur les terres dégradées. La superficie totale des terres dégradées (moyennement et fortement) est de 67727 ha pour la campagne agricole 2015-2016. La DCSA est donc estimée à 23 698 F CFA/hectare/an (1604922499/67727).

La méthode d'évaluation contingente (MEC) a permis de déterminer le montant que les producteurs sont prêts à payer pour restaurer ou conserver la fertilité des sols dans le milieu d'étude.

6.1.2 Application de la MEC

La méthode d'évaluation contingente, a permis de déterminer le consentement à payer (CAP) pour la restauration des terres dégradées dans le milieu d'étude. Il s'est agi d'estimer le coût économique de la dégradation des terres à travers la

détermination du consentement à payer des paysans pour l'adoption des techniques de restauration et de conservation des terres. Les résultats descriptifs et économétriques qui suivent sont alors présentés et discutés.

6.1.1.1 Résultats descriptifs et économétriques

6.1.1.1.1 Résultats descriptifs

Le traitement des données issues des travaux de terrain a permis de révéler les caractéristiques sociodémographiques des ménages enquêtés.

Sur les 394 ménages agricoles enquêtés, 50,80 % sont de la commune de Dassa-Zoumé et 49,20 % de celle de Glazoué. Par ailleurs, 32,40 % des informateurs sont de sexe féminin. La figure 68 présente la répartition des enquêtés selon les groupes d'âge.

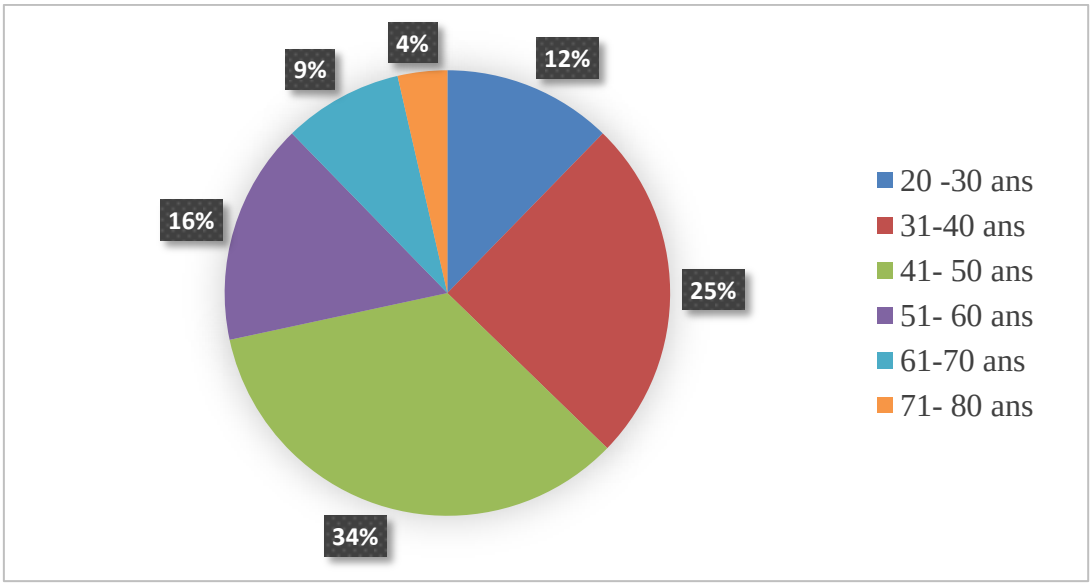


Figure 68 : Répartition des enquêtés selon les tranches d'âge

Source : Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

La figure 68 montre que 50 % des informateurs ont entre 40 et 60 ans, 37 % sont dans la tranche d'âges de 20-40 et 9 % ont plus de 60 ans. La situation matrimoniale des enquêtés révèle que 94 % d'entre eux sont mariés ; 4, 3 % sont veufs ou veuves et 1,7 % de célibataires.

D'une façon générale, la plupart des informateurs sont très peu instruits. Les enquêtes révèlent que 56,60 % d'entre eux ne sont pas du tout instruits. Par contre

30,60 % des enquêtés ont un niveau primaire, 11,10 % ont un niveau secondaire et 1,70 % ont au moins le BAC. Sur l'ensemble des ménages enquêtés, 40,38 % ont une taille inférieure à 7 personnes puis 39,42 % compte entre 7 et 10 personnes pour une taille moyenne de ménages de 8,30 personnes pour tout l'échantillon.

Le mode d'accès à la terre témoigne de la tenure foncière dans le milieu d'étude. Il ressort des enquêtes que l'héritage demeure le principal mode d'accès à la terre (84,60 %) dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Ensuite viennent le don (7,50 %) et la location (6,3 %). L'achat ne représente que 0,20 % des modes d'accès à la terre dans le milieu d'étude. En dehors des conventions de vente disponibles pour les terres achetées, aucun document administratif n'atteste la propriété des terres cultivées par les enquêtés. De plus en plus, les champs des enquêtés ne se trouvent plus sur le terroir de leur village. Ainsi, 10,41 % des ménages enquêtés ont leur terre hors du terroir villageois. La figure 69 présente les raisons évoquées.

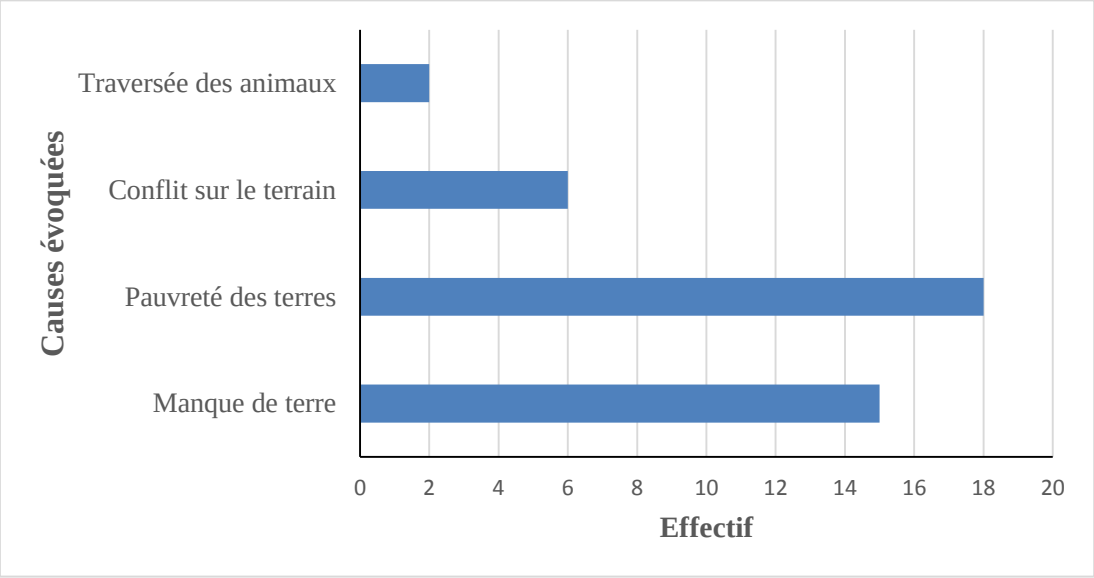


Figure 69 : Raisons de la situation des champs, hors du terroir villageois

Source : Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

Il se dégage de la figure 69 que 18 enquêtés (43,9 % des personnes ayant leurs champs hors du terroir villageois) ont évoqué la pauvreté des terres comme principale raison de la situation hors du terroir villageois de leurs champs. Par contre 15 enquêtés, soit 36,6 % ont évoqué le manque de terre ; 6 enquêtés, soit

14,6 % mentionnent les conflits fonciers et 2 enquêtés soit 4,9 % indiquent la traversée des animaux.

La superficie moyenne des terres appartenant aux femmes est de 4,52 ha alors qu'elle est de 11,17 ha pour les hommes. Cet écart a eu des effets sur les consentements à payer proposés. La dégradation des terres est perçue par 74,20 % des enquêtés comme le principal problème environnemental du milieu d'étude. Le corollaire de cette dégradation des terres est la baisse des rendements agricoles. La figure 70 présente les pertes de rendement conséquentes à la dégradation des terres selon les enquêtés.

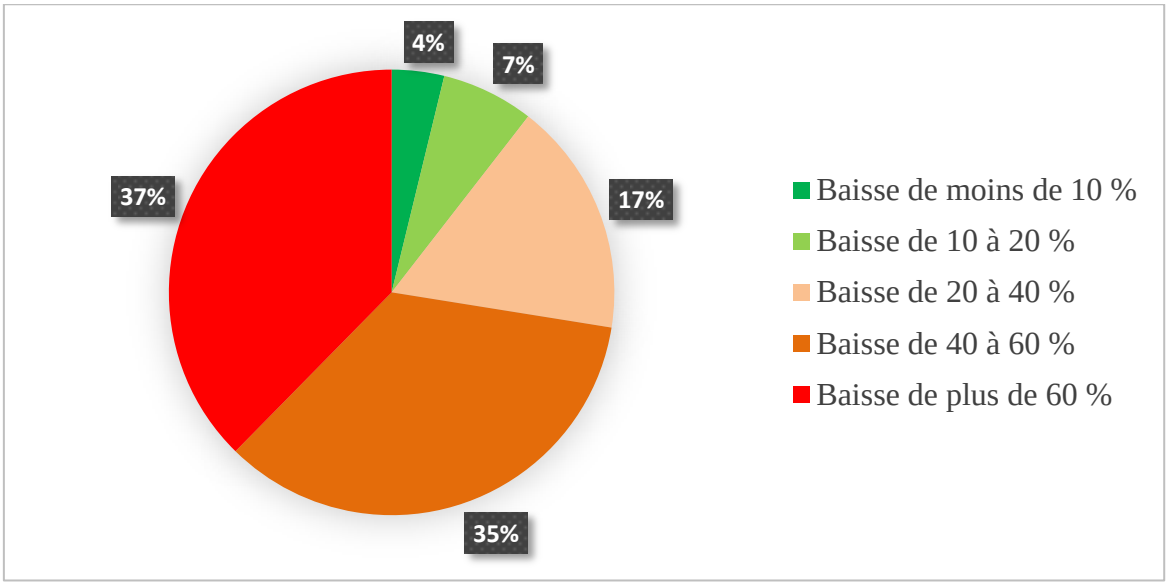


Figure 70 : Perceptions des enquêtés sur les pertes de rendement dues à la dégradation des terres

Source : Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

Il se dégage de la figure 70 que 37 % des enquêtés déclarent une baisse de rendement de plus de 60 %. Par contre, 35 % des ménages subissent une baisse de rendement de 40 à 60 %. Compte tenu de l'ampleur du phénomène, deux options sont proposées aux enquêtés dans le scénario contingent. L'option 1 propose de garder le statut quo, c'est-à-dire ne rien faire pour lutter contre la dégradation des terres. Cette option n'entraine pas de coût financier mais crée des baisses de rendement dues au taux de fertilité des sols. L'option 2 propose de participer financièrement à un programme de gestion durable des terres. Cette deuxième

option entraine un coût pour le ménage, mais améliore en même temps son bien-être résultant d'une amélioration des rendements des cultures. Le taux de réponse au scénario est de 100 %. Tous les ménages enquêtés ont répondu au scénario proposé. Ceux qui ont choisi l'option 1 ou le statut quo font 30,50 % de l'échantillon. Par contre, les ménages disposés à participer à un programme de gestion durable des terres (option 2) font 69,50 % du total. Le tableau XXIV présente les grappes de montant proposées.

Tableau XXIII: Distribution du Consentement à payer pour la restauration des terres

		Effectifs	**Pourcentage**	**Pourcentage valide**	**Pourcentage cumulé**
Valide	[5000-10000[	58	14,72	20,86	20,86
	[10000-20000[	81	20,56	29,14	50,00
	[20000-30000[	57	14,47	20,50	70,50
	[30000-50000[	70	17,77	25,18	95,68
	[50000-75000[	5	1,27	1,80	97,48
	[75000; - [	7	1,78	2,52	100
	Total	278	70,56	100	
Manquante	Système manquant	116	29,44		
Total		394	100		

Source : Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

Le tableau XXIII montre que 20,86 % des enquêtés disposés à participer à un programme de gestion durable des terres, consentent payer entre 5 000 F CFA et 10 000 F CFA par an, tandis que 29,14 % acceptent payer de 10 000 F CFA à 20 000 F CFA et 20,50 % entre 20 000 FCFA et 30 000 FCFA. Les ménages qui acceptent de payer de 30 000 FCFA à 50 000 FCFA font 25,18 % de l'échantillon. Par contre, 1,80 % acceptent payer entre 50 000 FCFA et 75 000 FCFA puis 2,52 % entre 75 000 FCFA et 100 000 FCFA.

Les résultats descriptifs permettent de comprendre et de mieux interprèter les données économétriques obtenus.

6.1.1.1.2 Résultats économétriques

Les résultats du modèle sont présentés par étape suivant la méthode de Heckman (1979) qui a été utilisée. Le tableau XXV montre les résultats économétriques pour chacune des étapes de l'estimation du CAP.

Tableau XXIV: Résultats économétriques de l'estimation du CAP

Heckman selection model -- two-step estimates — *Number of obs = 326*
(regression model with sample selection) — *Censored obs = 63*
Uncensored obs = 263
Wald chi2(16) = 62.26
Prob > chi2 = 0.0000

Etape 1 : Consentement à payer (CAP)				
Variable	**abréviation**	**Coefficient**	**Z**	**P > |z|**
Sexe	SEX	-.1207424	-0.59	0.553
Age	AGE	.0044167	0.59	0.554
Situation matrimoniale	SIMAT	-.2621757 ***	-4.00	0.000
Niveau d'instruction	NINST	.0045245	0.05	0.963
Taille du ménage	TAME	-.0512626 ***	-3.13	0.002
Perception de l'ampleur de la baisse des récoltes	PERCREND	-.0368085	-0.44	0.662
Situation des champs cultivés	SITUCHAMP	.0002953 **	2.32	0.020
Superficie de terre disponible	SUPDIS	-.000219 **	-1.90	0.049
Cons.		1.060669	0.86	0.391
Etape 2: Montant du consentement à payer (MCAP)				
		Coefficient	**Z**	**P > |z|**
Sexe	SEX	1478.485	0.57	0.571
Age	AGE	22.0822	0.22	0.829
Situation matrimoniale	SIMAT	-4709.71	-1.36	0.175
Niveau d'instruction	NINST	1828.736	1.57	0.118
Taille du ménage	TAME	-73.94137	-0.11	0.916
Perception de l'ampleur de la baisse des récoltes	PERCREND	2172.075 **	-2.12	0.034
Situation des champs cultivés	SITUCHAMP	-2.675683	-0.92	0.358
Superficie de terre disponible	SUPDIS	2.483467	1.31	0.192
Cons.		45303.07	2.57	0.010
mills lambda		4181.86	0.14	0.885
rho	0.26413	*** p < 0,01		
Sigma	15832.652	*** = signicativité à 1%		
lambda	4181.8596	* * = signicativité à 5 %		

Source: Résultats d'enquêtes de terrain, 2016

« La significativité des variables permet de dire si elles contribuent ou pas à la définition du modèle et donc à l'explication du phénomène. L'indice p de significativité doit être inférieur à 0,05 ».

Il ressort du tableau XXIV que les variables : situation matrimoniale, taille du ménage, situation du champ cultivé et superficie disponible sont significatifs par rapport au consentement à payer alors que la variable perception de la baisse des rendements est la seule significative en ce qui concerne le montant du consentement à payer. Après la significativité ou non de la variable, les signes des coefficients permettent de voir le sens d'influence de la variable explicative sur la variable expliquée. Ainsi, les variables : situation matrimoniale, taille du ménage et superficie de terre disponible influencent négativement la décision de payer pour la restauration de la dégradation des terres dans le milieu d'étude. Lorsque le producteur dispose d'une grande superficie de terre cultivable, il a tendance à ne pas accepter de participer à un programme de restauration des terres dégradées.
Par contre, la perception de la baisse des rendements résultants de la dégradation des terres influence positivement le montant du CAP. Ainsi, plus la baisse de rendements telle que perçue par le producteur est grande, plus le montant qu'il consent à payer (CAP) est élevé.

L'indice de mills permet de dire si le modèle peut expliquer le phénomène. Il ne doit pas être significatif (son p doit être supérieur à 0,05). L'indice de mills du présent modèle est de 0,885. On peut donc conclure que le modèle proposé permet d'expliquer le CAP. Le modèle permet globalement d'apprécier la relation entre le consentement à payer, le montant à payer et toutes les variables introduites dans le modèle à savoir âge, sexe, niveau d'instruction, taille du ménage, superficie de terre disponible, etc.
Quant à la qualité de prédiction du modèle, le tableau XXV présente les éléments d'explication.

Tableau XXV: Evaluation de la qualité de prédiction du modèle

Classified	**D**	**~D**	**Total**
+	255	57	312
-	8	6	14
Total	***263***	***63***	***326***
Correctly classified			**80,06 %**

Source : Résultats de traitement statistique des données, 2016

Il ressort du tableau XXV que 255 individus sur 312 ayant consenti à payer ont été bien classés et 57 mal classés. Par contre 8 individus sur 14 ayant refusé de payer ont été bien classés comme tels par le modèle et 6 mal classés. Le taux de prédiction du modèle est de 80,06%.

Les effets marginaux ont également été évalués pour mieux interprèter certaines variations à travers le tableau XXVI.

Tableau XXVI: Effets marginaux pour le modèle

Variable	**dy/dx**	**Std. Err.**	**z**	**P>|z|**	**[95% C.I.]**		**X**
SEX	-.0350855	.04845	-0.72	0.469	-.130037	.059866	1.29141
AGE	.0007926	.00176	0.45	0.653	-.002662	.004247	45.0215
SIMAT	-.0594497	.01503	-3.96	0.000	-.088909	-.029991	2.61656
NINST	.0029225	.02335	0.13	0.900	-.042846	.048691	.641104
TAME	-.0115219	.00376	-3.07	0.002	-.018884	-.00416	8.72699
SUPDIS	-.0112644	.01997	-0.56	0.573	-.050403	.027874	3.91718
PERCREND	.0000765	.00003	2.37	0.018	.000013	.00014	13907.1
SITUCHAMP	-.0000598	.00003	-1.95	0.051	-.00012	3.4e-07	13518.1

Source : Résultats de traitement statistique des données, 2016

Il ressort du tableau XXVI que le CAP varie en fonction de plusieurs paramètres. Une augmentation de 10 % de l'âge de l'enquêté fait croître le CAP de 0,7 F CFA. Par contre, lorsque la superficie disponible augmente de 10 %, le montant du CAP diminue de 11,26 F CFA.

Le CAP moyen est de 24 922,41 F CFA/ha/an. La différentiation du CAP moyen selon le sexe et la commune est présentée dans le tableau XXVII.

Tableau XXVII: Valeur du CAP moyen selon le sexe et la commune de résidence

	M/CAP-Hommes	M/CAP-Femmes	M/CAP-Dassa-Zoumé	M/CAP-Glazoué
Moyenne	24987,5622	24775,2809	24298,7805	26188,52
Médiane	15000	25000	15000	25000
Mode	15000	40000	15000	40000
Ecart-type	17892,9063	14692,1074	18311,6946	14993,846
Variance	320156095	215858018	335318158	224815404

Source : Résultats de traitement des données de terrain, 2016

De l'analyse du tableau XXVII, on se rend compte que le montant du CAP varie selon le sexe et la commune de résidence du producteur. Ainsi, il est plus élevé pour les hommes (24 987,56 FCFA) que pour les femmes (24 775,28 FCFA). De même, les producteurs de la commune de Glazoué sont disposés à payer plus que ceux de Dassa-Zoumé pour améliorer la fertilité de leurs sols.

En somme, la dégradation des terres a occasionné durant la campagne agricole 2015-2016, une perte de plus de 1,6 milliard de francs CFA dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les ménages sont disposés à payer 24 922,41 F CFA/ha/an pour participer à un programme de restauration de la dégradation des terres dans le milieu d'étude. A ces pertes monétaires considérables, s'ajoutent les incidences sociales de la dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

6.2 Incidences sociales de la dégradation des terres

Les incidences sociales de la dégradation des terres ont été analysées sous les angles de l'émigration, de la déscolarisation des enfants et de la désintégration des structures sociales traditionnelles.

6.2.1 Emigration et ses corollaires

La migration se traduit par un déplacement géographique, qui est la résultante entre des forces répulsives (le migrant cherche à quitter son milieu d'origine qui ne le

satisfait plus) et, des forces d'attraction (le migrant, aspire à « trouver mieux » là où il se dirige). Même s'il part « à l'aventure », il s'oriente vers les régions où l'aventure risque d'être rentabilisée. Ce déplacement géographique correspond à un « déplacement » social : le groupe ou l'individu cherche à améliorer sa situation sociale et économique.

Les investigations menées sur le terrain montrent que la question de la dégradation des terres fait partie des grandes préoccupations des acteurs de développement dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Elle est à la base des déplacements internes et externes des populations agricoles.

Les déplacements internes sont parfois à l'origine de la création de nouveaux villages ou hameaux. A la quête de terres fertiles et de moyens de subsistance, les populations agricoles migrent également vers les communes environnantes (Savalou, Bantè, Savè et Ouessè) ou vers les pays limitrophes surtout le Nigéria.

6.2.1.1Déplacements internes

Selon les enquêtes de terrain, il ressort que les populations, confrontés aux problèmes de dégradation des terres migrent des zones fortement dégradées vers les zones faiblement dégradées. Dans la Commune de Dassa-Zoumé, les arrondissements d'accueil sont principalement Paouignan et Akoffodjoulé qui disposent encore de vastes terres fertiles pour l'agriculture. Dans la Commune de Glazoué, c'est l'arrondissement d'Aklampa et accessoirement ceux de Ouèdèmè et d'Assanté qui accueillent les migrants. Des hameaux et même des villages entiers sont créés suite à ces mouvements. Certains des nouveaux villages ou hameaux créés portent les noms des villages d'origine des fondateurs. C'est le cas par exemple du village Gamba dans l'Arrondissement d'Akofodjoulé, dont le fondateur est venu de Gamba dans l'Arrondissement de Kèrè.

En dehors de ces migrations qualifiées de longue durée (Kombieni, 2014), où les migrants se déplacent avec presque toute leur famille après avoir effectué un voyage de prospection pour identifier le lieu d'accueil et négocier les conditions de leurs installations, les enquêtes de terrain ont montré également que les jeunes quittent les villages pour les centres urbains proches (villes de Dassa-Zoumé et de

Glazoué), à la recherche d'un mieux-être. Ce phénomène touche les jeunes de sexe masculin surtout (Kadjègbin, 2014). La figure 71 indique les directions prises par les migrants agricoles suite à la dégradation des terres.

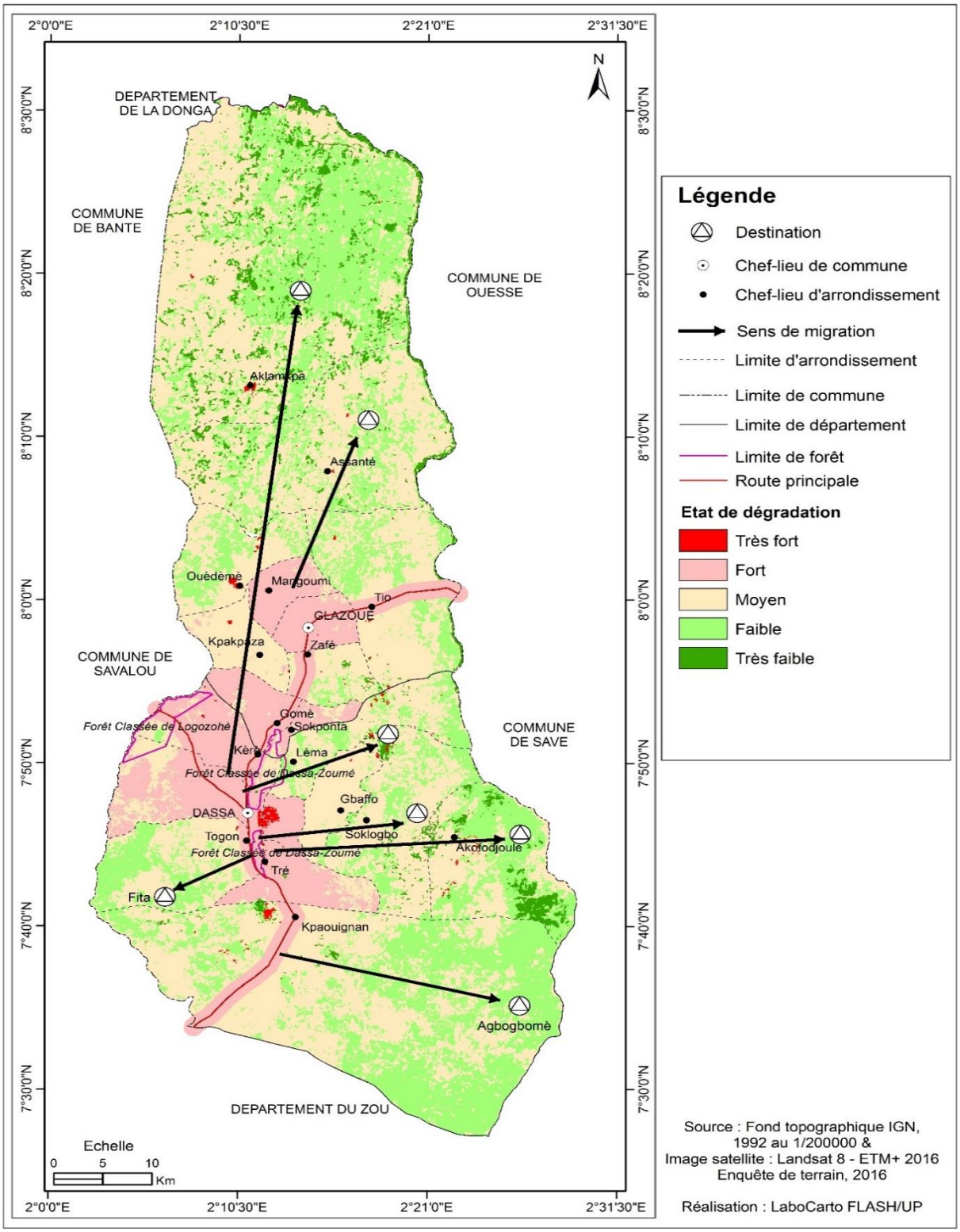


Figure 71: Sens de migrations internes dues de la dégradation des terres dans le milieu d'étude

La figure 71 montre les différentes directions prises par les migrants agricoles suite à la dégradation des terres. Ces déplacements internes se font vers les milieux disposant encore de terres fertiles.

De nombreux cas de migrations saisonnières ont été également constatés. En effet, au lieu de s'installer définitivement dans les lieux d'accueil, certains producteurs font des mouvements pendulaires suivant le rythme du calendrier agricole. Deux cas de figure ont été rencontrés dans le milieu d'étude. Il y a ceux qui se déplacent suivant les activités agricoles (défrichement, labour, semis, entretien, récolte) et ceux qui se déplacent suivant la campagne agricole (grande saison des pluies et petite saison des pluies). La figure 72 présente le taux d'évolution de l'effectif de la population de chaque arrondissement du milieu d'étude entre 2002 et 2013.

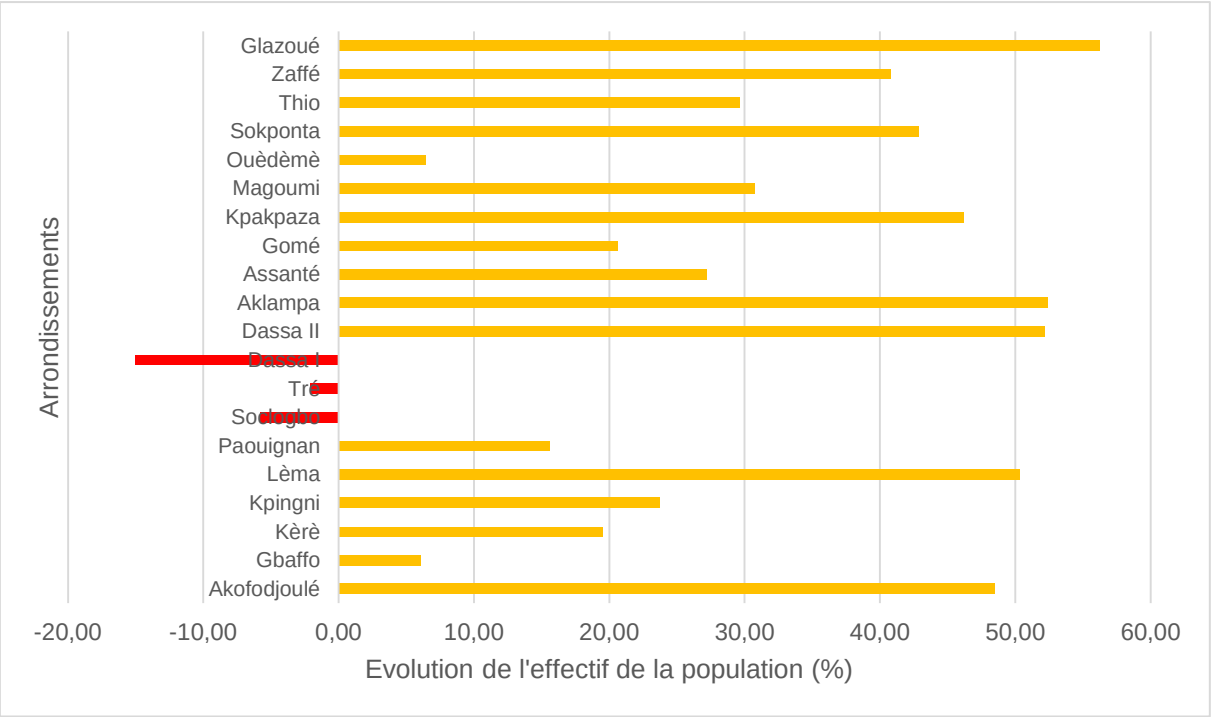


Figure 72: Taux d'évolution de l'effectif de la population de chaque arrondissement du milieu d'étude entre 2002 et 2013

Source : Traitement des données 2002 et 2013 de l'INSAE, 2017

La figure 72 montre que sur les vingt arrondissements du milieu d'étude, trois ont connu un taux négatif de l'évolution de sa population entre 2002 et 2013. Il s'agit des arrondissements de Soclogbo (- 5,77 %), de Tré (- 2,12 %) et de Dassa I (- 15,03 %). Ces arrondissements font partie de ceux au niveau desquels les terres sont fortement dégradées. Ces chiffres cachent toutefois de grandes disparités à

l'intérieur de chaque arrondissement. Ainsi, 20 % des villages du milieu d'étude ont un solde déficitaire de leur population entre 2002 et 2013. Le tableau XXVIII met en exergue les villages ayant connu une évolution déficitaire de l'effectif de leur population entre 2002 et 2013.

Tableau XXVIII: Villages ayant connu une évolution déficitaire de l'effectif de leur population entre 2002 et 2013

Commune	Arrondis-sement	Village	Annee de recensement		Solde	Pourcentage (%)
			2002	2013		
Dassa-Zoumé	Gbaffo	Dovi-Somè	543	529	-14	-2,58
		Gbaffo	1664	1452	-212	-12,74
	Kèrè	Erokowari	1025	1003	-22	-2,15
	Paouignan	Agbogbomè	4843	3534	-1309	-27,03
		Hounkpogon	3305	1865	-1440	-43,57
		Kindji	1283	813	-470	-36,63
	Soclogbo	Agao	4106	3465	-641	-15,61
		Miniffi	3704	2587	-1117	-30,16
	Tré	Gankpétin	1015	939	-76	-7,49
		Itchégou-Tré	515	485	-30	-5,83
		Laguèma-Tré	880	521	-359	-40,80
		Lèma-Tré	846	779	-67	-7,92
		Sèmè-Tré	199	165	-34	-17,09
	Dassa I	Agbégbé	1275	787	-488	-38,27
		Amangassa	982	619	-363	-36,97
		Essèkpa	1784	1090	-694	-38,90
	Dassa II	Essèkpéré	1418	1103	-315	-22,21
		Mahou	1124	867	-257	-22,86
		Moudja	447	441	-6	-1,34
Glazoué	Assanté	Gbanlin-Hansoé	4131	3217	-914	-22,13
	Ouèdèmè	Goto	2561	2129	-432	-16,87
	Sokponta	Camaté	1277	1036	-241	-18,87

Source : Traitement des données 2002 et 2013 de l'INSAE, 2017

L'analyse du tableau XXVIII montre que les taux varient de – 1, 34 % (Moudja) à – 43,47 % (Hounkpogon). Ces villages se retrouvent dans les zones où les terres sont fortement dégradées dans le milieu d'étude. La plupart des villages concernés (87 %) se trouvent dans la commune de Dassa-Zoumé. A l'inverse de ces villages, d'autres ont connu une évolution exponentielle de l'effectif de leur population. Il

s’agit en particulier de Atinkpayé (244,68 %), Lèma (153,62 %), de Moumoudji (144,65 %), de Sowé 2 (141,55 %), de Kabolé (117,61 %), de Orokoto (116,75 %) et de Assromihoué (110,35 %). Les villages ayant connu une évolution de plus de 60 % de l’effectif de leur population se trouvent être soit dans les zones où les terres sont faiblement dégradées ou soit dans les centres urbains.

6.2.1.2.Déplacement externes

Face aux problèmes de dégradation des terres, certains producteurs agricoles optent pour un déplacement à l’extérieur du milieu d’étude. Ceux-ci empruntent différents itinéraires et les destinations varient suivant leur statut et les opportunités qui s’offrent à eux. Ainsi, en dehors des migrations vers les communes voisines du milieu d’étude (Savalou, Savè, Ouessè et Bantè), les enquêtes montrent que des producteurs préfèrent aller plus loin en choisissant d’autres communes du Bénin (Tchaourou, N’Dali) ou l’extérieur du pays (Nigéria surtout). Deux raisons fondamentales expliquent le choix de la zone d’accueil :

- la forte demande en main d’œuvre agricole, c’est le cas du Nigéria ;
- la disponibilité de terres cultivables et fertiles, c’est l’exemple de Bantè, Tchaourou et N’Dali.

La figure 73 présente les sens migratoires vers l’extérieur du milieu d’étude.

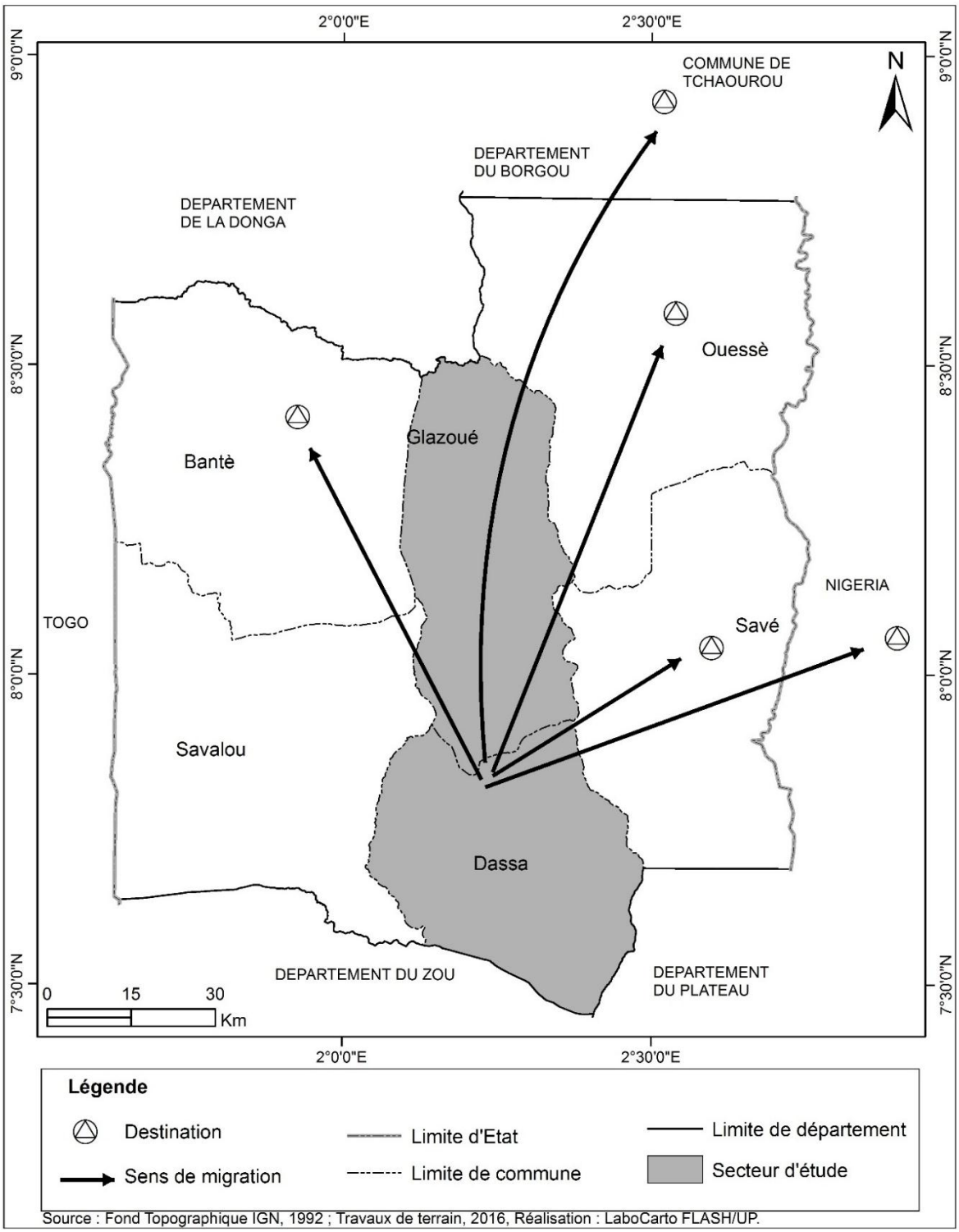


Figure 73 : Sens des déplacements externes des ménages agricoles dus à la dégradation des terres

La figure 73 montre les directions prises par les migrants agricoles suite à la dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les migrants agricoles se rendent surtout dans les communes voisines et le Nigéria.

Ces déplacements ont entre autre pour conséquence, la déscolarisation des enfants.

6.2.1.3 Déscolarisation des enfants

La dégradation des terres a également des incidences sur la scolarisation des enfants suivant que ceux-ci partent ou non en migration avec leurs parents.

6.2.1.3.1 Cas des enfants laissés dans le village d'origine

Les investigations ont montré que certains chefs de ménage agricole laissent leurs enfants au village dans leur processus d'émigration. De l'avis des enquêtés, le départ des parents perturbe la vie familiale et engendre des conséquences sur le développement psycho-social des enfants et sur leurs résultats scolaires. En effet, l'absence des parents fait que les enfants se trouvent moins encadrés, la fréquentation scolaire baisse et la plupart d'entre eux abandonnent l'école.

Parfois, suite à la médiocrité des résultats scolaires, ce sont les parents eux-mêmes qui suspendent la scolarité de leurs enfants.

6.2.1.3.2 Cas des enfants qui migrent avec leurs familles

Les enfants qui migrent avec leur famille sont un autre grand groupe affecté par la migration. Ils sont souvent objet d'exclusion sociale. En effet, privées du filet de sécurité qu'offraient leur village d'origine, et de leurs réseaux de solidarité habituels, les familles migrantes qui se réinstallent dans des régions inconnues ont tendance à ne pas être socialement intégrées dans leur nouveau milieu. De telles conditions accroissent le taux d'échec scolaire de leurs enfants, notamment pendant la période initiale de transition, qui précède l'intégration. La figure 74 présente les taux d'échec au cours primaire en 2016 dans le milieu d'étude et dans les villages d'accueil des migrants.

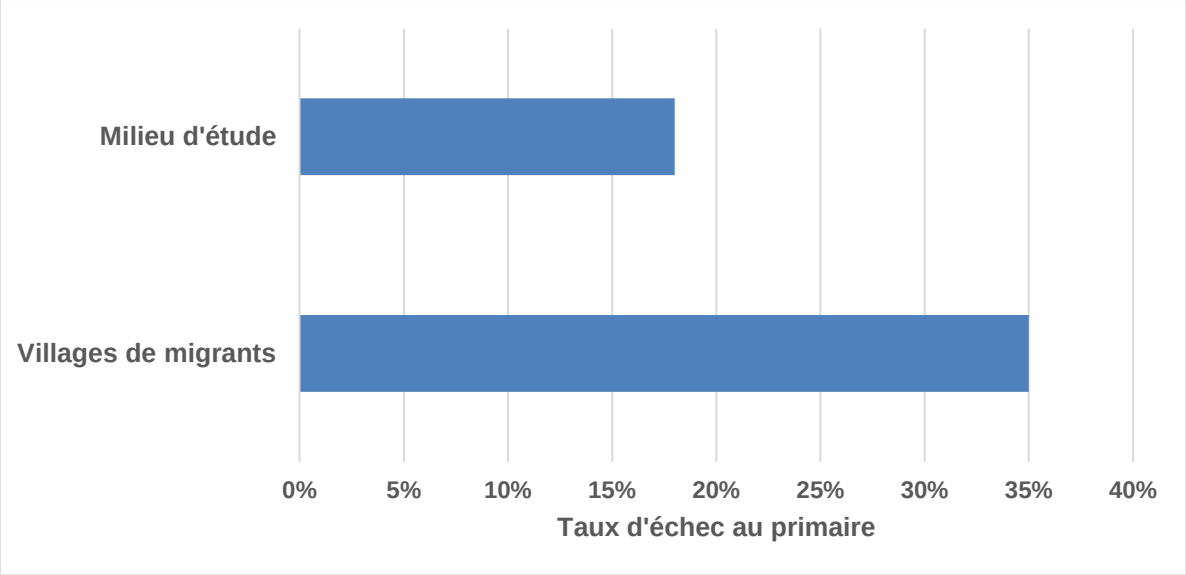


Figure 74: Taux d'échecs au primaire

Source : Résultats des enquêtes de terrain, 2016

La figure 74 montre que le taux d'échec au cours primaire en 2016 qui est en moyenne de 18 % dans le milieu d'étude, est de 35 % dans les villages d'accueil des migrants soit un écart de 17 points.

Les résultats des enquêtes de terrain montrent que cette situation est exacerbée si la langue, ou l'ethnie des populations migrantes diffère de celle des communautés de destination (Idaatcha et Mahi). Des cas de discrimination ont été évoqués par 64,27 % des migrants enquêtés.

Il ressort également des investigations que dans la plupart des cas, il n'y a pas de scolarisation possible sur les lieux de destination. En effet, les normes de l'Éducation Nationale admettent qu'une école primaire ne peut, s'ouvrir que si la population atteint 300 habitants et les enfants scolarisables sont au moins 60 (Ministère en charge de l'éducation, 2006). En deçà de ce chiffre, l'investissement scolaire (bâtiments + personnel) par élève devient très élevé. Or, il se fait que les fermes ou localités créées, suite aux déplacements des ménages des zones fortement dégradées vers celles faiblement dégradées, ne remplissent pas ces conditions. Les enfants ne sont donc pas scolarisés et participent aux travaux agricoles dans le cadre familial. De plus, confrontés aux problèmes de rareté en main d'œuvre, certains

exploitants agricoles sont parfois contraints de se rabattre sur la main d'œuvre juvénile et surtout enfantine dans l'exécution des tâches agricoles.

6.2.1.4 Désintégration des structures sociales traditionnelles

Le déplacement des populations rurales suite à la dégradation des terres s'accompagne d'un processus de construction sociale chez les migrants. Les formes sociales de l'organisation des communautés naissantes ne sont pas identiques aux modèles des villages de départ des migrants, ni à ceux des régions d'accueil. La construction sociale qui prend ici effet est le produit d'une mise en œuvre de règles spécifiques de fonctionnement de ces sociétés. Ces règles, variables selon les contraintes sociales et économiques des sites d'accueil, sont largement édictées par les migrants eux-mêmes.

Les populations immigrantes sont généralement porteuses de traditions, pratiques et croyances, engendrant des changements de mentalité et de comportement dans les régions d'accueil. La diffusion de ces valeurs participe davantage à sa fragmentation en de petits groupes d'intérêts divergents occasionnant ainsi l'absence d'un tissu social, culturel et traditionnel susceptible d'unir l'ensemble des parties prenantes immigrantes, quelles que soient leurs origines.

Il ressort des investigations que de manière générale, les liens de famille et de parenté sont de plus en plus affaiblis par l'éloignement géographique et sociologique du migrant. Cela est encore plus vrai pour les enfants nés dans les régions d'accueil. L'ensemble du mode de vie du village d'origine qui est l'expression d'une culture autochtone n'est plus vécu dans le village d'accueil ou est fortement modifié. Il n'y a plus assez de place pour, par exemple, les anciens rites, les jeux traditionnels d'enfants. Les fêtes traditionnelles perdent en partie leur substance.

Les résultats des enquêtes montrent néanmoins que la désintégration des structures traditionnelles n'entraîne pas systématiquement une rupture totale avec le village d'origine. Ainsi, pour certains rites et fêtes traditionnelles, les migrants se rendent dans leur villages d'origine. De même, les parents morts dans la région d'accueil

sont ramenés dans le village d'origine pour être enterrés. Cette pratique s'estompe progressivement après une quinzaine d'années d'installation du migrant.

En plus de la désintégration des structures familiales traditionnelles, la dégradation des terres engendre parfois des conflits fonciers.

6.2.2 Conflits fonciers

La terre est la première ressource et le support indispensable en matière de production agricole et animale. Selon les investigations, le terroir du village était dans un passé récent, réparti entre les différents lignages fondateurs. Chaque chef de lignage était chargé de la gestion du domaine foncier familial, de l'arbitrage des conflits internes portant sur les limites des champs, de l'accueil et de l'installation des étrangers, de l'octroi des droits d'exploitation temporaires aux personnes extérieures au lignage. Mais la poussée démographique et l'évolution de la dégradation des terres ont fait que les conceptions selon lesquelles la terre est une propriété collective ou communautaire ont largement perdu de leur importance. Ainsi, les disputes sur l'accès à la terre font partie des conflits les plus fréquents dans le milieu d'étude. Les conflits fonciers se présentent souvent sous plusieurs formes : entre communautés, entre villages, entre exploitants et entre générations. Le plus fréquent de ces conflits est celui entre agriculteurs et éleveurs.

En effet, le manque de terre conduit par endroit, certains exploitants agricoles à l'occupation des couloirs de passage du bétail pour le pâturage et la transhumance ou vers les points d'eau, à l'occupation progressive par des champs de culture des zones protégées. L'occupation des couloirs de passage de bétail pour le pâturage, pour l'accès aux points d'eau ou en transhumance conduit au piétinement accompagné de la destruction de plants qui est la cause de conflits entre agriculteurs et éleveurs.

La fréquence de ces conflits témoigne des difficultés de gestion des terres dans le milieu d'étude. La figure 75 présente l'évolution des conflits fonciers en milieu rural dans le milieu d'étude, de 2011 à 2015.

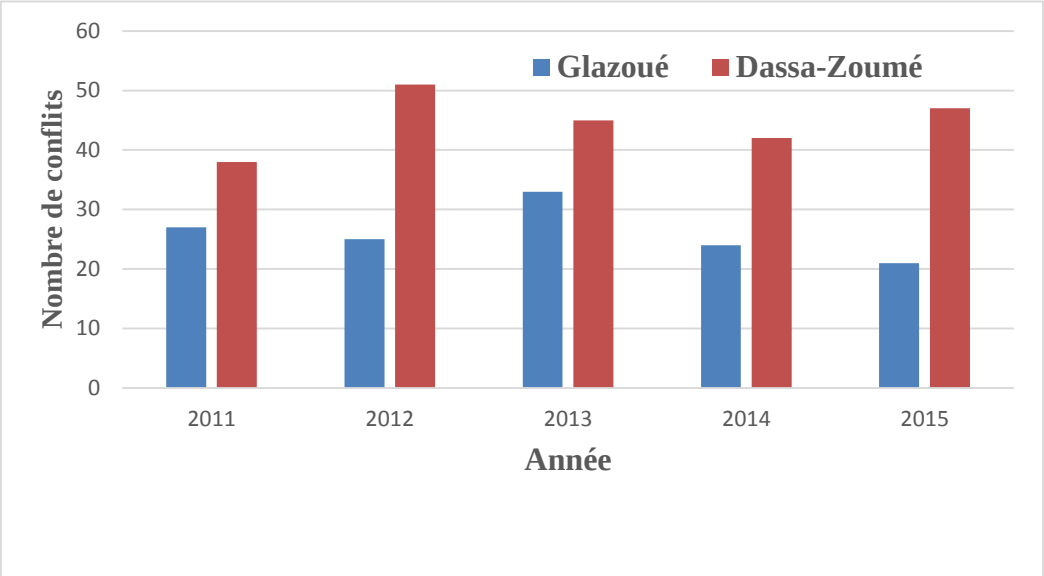


Figure 75 : Evolution des conflits fonciers en milieu rural dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué de 2011 à 2015
Source : Résultats des enquêtes de terrain, 2016

La figure 75 montre une évolution en dents de scie des conflits fonciers dans le milieu d'étude. Les conflits sont plus récurrents dans la commune de Dassa-Zoumé que dans celle de Glazoué. Au total, il a été enregistré à la gendarmerie et à la mairie, 223 conflits fonciers dans la commune de Dassa-Zoumé contre 130 dans celle de Glazoué de 2011 à 2015. Ce chiffre bien que significatif est en deçà de la réalité. En effet, selon les enquêtes de terrain, beaucoup de conflits domaniaux sont gérés soit au niveau des chefs de village soit au niveau des chefs traditionnels ou des rois. Malheureusement, les statistiques font défaut au niveau de ces acteurs de gestion des conflits.

Une typologie des conflits enregistrés révèle la prédominance des conflits entre agriculteurs et éleveurs dans le milieu d'étude comme le présente la figure 76.

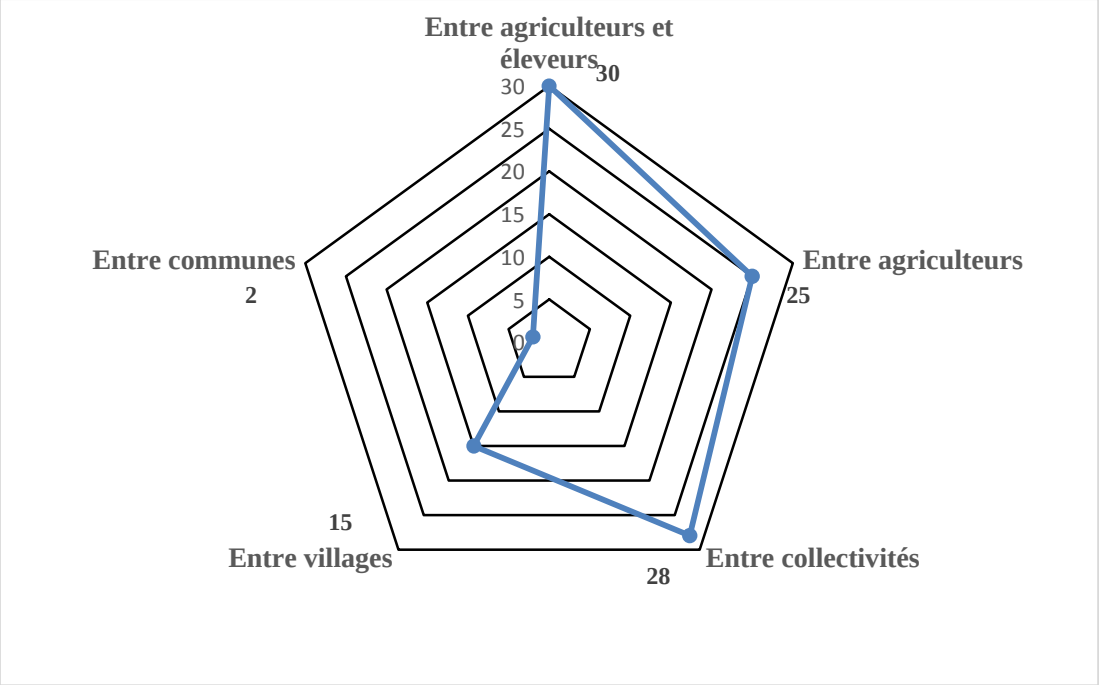


Figure 76 : Typologie des conflits fonciers en milieu rural

Source : Résultats des enquêtes de terrain, 2016

On peut retenir de la figure 76 que 30 % des conflits fonciers enregistrés en milieu rural dans le milieu d'étude opposent les agriculteurs aux éleveurs. Ensuite, viennent les conflits entre collectivités familiales (28 %), les conflits fonciers entre agriculteurs (25 %), entre villages riverains (15 %) et entre communes riveraines (2 %).

Certains conflits fonciers sont actuellement pendants devant le tribunal de première instance d'Abomey. Il s'agit de :

- collectivités d'Agouagon et de Hlassoé contre la collectivité HOUNGNINOU de Zaffé (commune de Glazoué) ;
- collectivité BASSALE contre les collectivités AGOSSA et ASSOGBA de Egbessi (commune de Glazoué) ;
- collectivité AGRO contre les collectivités ATOME et GBEYEWO (commune de Glazoué) ;
- collectivité ASSOGBA contre collectivité ETEKPO à Yawa (commune de Glazoué) ;
- collectivité Oba-Ifita contre collectivités Djagou-Odjo et Idjéhoun (commune de Dassa-Zoumé).

Les impacts des conflits fonciers sont multiples. D'après les enquêtes de terrain, on peut citer les dégâts humains (pertes en vies humaines, des coups et blessures) ; des dégâts matériels (casse ou destruction des maisons, la saisie d'outils de travail, la destruction des cultures). Ainsi, le 26 octobre 2015, le village Gomé, dans la commune de Glazoué, a été secoué par un conflit entre agriculteurs et éleveurs. Ce conflit s'est soldé par trois décès, une démi-douzaine de personnes grièvement blessées et plusieurs déplacés. Or, il est admis que les actions qui bousculent une société ou qui poussent les individus à la mobilité sont potentiellement destructrices de capital social (CARE/IRC, 2009). Les conflits fonciers engendrent également une fracture sociale entre les communautés, qu'elles soient autochtones ou allochtones.

Tout comme les conflits fonciers, la dégradation des terres augmente le risque d'insécurité alimentaire.

6.2.3 Insécurité alimentaire

La sécurité alimentaire s'appui sur trois piliers à savoir: l'offre de produits alimentaires, la capacité financière des populations à y accéder et la disponibilité de ces produits sur le marché. La dégradation des terres influence le premier pilier de la sécurité alimentaire. En effet, la disponibilité physique des aliments est déterminée par le niveau de production alimentaire. Or, la dégradation des terres a engendré un écart de production de 8 175 tonnes dont 7 898 tonnes pour le maïs à l'issue de la campagne agricole 2015-2016. Le maïs étant la base de l'alimentation des populations des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué, la dégradation des terres met à mal sa disponibilité et contribue ainsi à l'insécurité alimentaire. Ainsi, Kadjègbin (2014), indique un solde vivrier moyen déficitaire pour la famille des légumineuses à graines (arachides, niébé, voandzou, soja, pois d'angole, haricot blanc) de 2000 à 2003 avec une accentuation du déficit en 2000, avant d'enregistrer presque un solde vivrier excédentaire de 2004 à 2011 alors que la famille des céréales (maïs, mil/sorgho, riz) et la famille des racines et tubercules (manioc, igname, patate douce) ont enregistré un solde vivrier moyen excédentaire de 2000 à 2011. Il conclut que le solde vivrier moyen déficitaire enregistré au niveau de la

famille des légumineuses à graines (arachide, niébé, voandzou, soja, pois d'angole, haricot blanc) est due aux aléas climatiques et surtout à la pauvreté des terres cultivables.

6.3 Discussion

La dégradation des terres affecte la production agricole, l'élevage et la production forestière. Les conséquences diffèrent en fonction du type et du degré de dégradation. Le coût de dégradation des terres agricoles peut donc être estimé à travers les coûts des dommages et ceux de remediation. En termes économiques, les dommages désignent, d'une part, les pertes de bien-être (subies par la population) et, d'autre part, les pertes financières (subies par les activités économiques) résultant de la modification de la qualité de l'environnement et de la disponibilité des intrants environnementaux. Les coûts de remédiation à la dégradation environnementale et aux inefficiences représentent les dépenses nécessaires, en l'état des connaissances et des données disponibles, afin de protéger l'environnement en prévenant ou en remédiant à sa dégradation.

Les dommages subis par les ménages agricoles suite à la degradation des terres ont été évalués à travers les pertes de productivité agricole. Les résultats de l'essai mis en place révèlent une corrélation entre le niveau de dégradation des terres et les paramètres de croissance des plants de même que sur le rendement de maïs. Il a été observé une baisse de rendement respectivement de 50,85 % et de 84,41 % pour les terres moyennement et fortement dégradées. Ces résultats diffèrent quelque peu de ceux obtenus par Marquette et *al*. (1982). En effet, dans une étude visant à estimer les effets de la dégradation des sols sur les rendements du maïs au sud du Togo, ces auteurs après six années d'expérimentation en sont arrivés à la conclusion que les taux de baisse des rendements céréaliers sont en lien avec le degré de dégradation et de l'ordre de 55,55 %. Cette divergence doit être interprétée avec prudence. Comme souligné par Requiert Desjardins et Bied-Charreton (2009), il y a une diversité des pertes de productivité réelle dues à la dégradation des terres. Les résultats obtenus devront être placés dans le contexte pédologique et agro-climatique du milieu d'étude. La bonne répartition des précipitations dans le temps et dans l'espace et le

semis à bonne date ont une influence significative sur la gestion harmonieuse tant des réserves hydriques que les éléments nutritifs. En effet, le développement harmonieux des plants de maïs serait subordonné aussi bien à une bonne synchronisation de la consommation en eau qu'en nutriment du sol avec leur disponibilité à temps opportun et en quantité suffisante (Batamoussi et *al.*, 2014).

Les résultats de la recherche montrent une perte moyenne de production de maïs de 745 kg/ha due à la degradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Ces résultats different de ceux obtenus par MEPN (2008 b) qui évalue les écart des rendements de maïs à 598 kg/ha sur la période 1996-2006 dans les Départements du Borgou et de l'Alibori.

La diminution des rendements des récoltes peut être indicative de la dégradation des terres, mais ce n'est pas la seule explication possible des rendements décroissants. Même si les rendements augmentent, la dégradation des terres peut également se produire, mais ses effets peuvent être masqués par les pratiques de gestion adoptées par l'exploitant agricole, telles que l'utilisation de plus grandes quantités d'engrais. En effet, ce masquage de la dégradation des terres par l'utilisation de plus en plus grande quantité d'engrais est considéré par certains comme étant la conséquence la plus grave de la dégradation des terres indiquant que les futurs rendements s'effondreront quand les exploitants agricoles ne seront plus en mesure d'acheter les engrais.

Une étude réalisée en Ethiopie par Serstu (1999) estime que les pertes monétaires dues à la dégradation des terres varient entre 31 et 379 dollars US par ha, soit 18 355 à 244 405 F CFA/ha. Ces résultats sont proches de ceux obtenus dans le cadre de cette recherche qui indiquent une perte de 11 457,9 à 317 001,9 F CFA par hectare suivant le niveau de dégradation.

Les résultats de cette recherche sont également proches de ceux obtenus par Bied-Charreton (2006) pour qui, les pertes observées varient de 46 dollars US à 544 dollars US par ha (28 000 à 331 500 F CFA/ha). Ainsi, la dégradation des terres empêche la croissance agricole et accroit la pauvreté et la vulnérabilité ; elle contribue aussi aux tensions sociales tout en menaçant la biodiversité et la libération du carbone par le déboisement (TerrAfrica, 2009). Les résultats obtenus

dans le cadre de cette recherche permettent de valoriser la dégradation des terres, mais ils se limitent aux rendements des cultures, négligeant les activités d'élevage ou forestières.

La méthode d'évaluation contingente (MEC) a été utilisée dans le cadre de cette recherche pour déterminer les coûts de remédiation à la dégradation des terres. En effet, le Consentement des Agriculteurs à Payer (CAP) pour protéger leurs terres est une estimation de la valeur monetaire de la dégradation du sol (Bachta et Mimoun, 2001). Par contre, la détermination des pertes de productivité agricole a servi de base pour estimer les coûts des dommages résultants de la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

L'application de la Méthode d'Evaluation Contingente (MEC) à l'amélioration de la qualité des sols permet d'étendre les analyses classiques « coûts-avantages » dans la gestion durable des terres par l'intégration et l'évaluation des coûts des effets indirects (Dossa, 2016). La méthode à deux étapes de Heckman (1979) est utilisée. Le taux de réponse au scénario contingent proposé est de 100 %. Par ailleurs, 32,40 % des informateurs sont de sexe féminin.

La plupart des informateurs sont très peu instruits et 50 % d'entre eux ont entre 40 et 60 ans. Ceux qui ont choisi l'option 1 ou le statut quo du scénario contingent font 30,50 % de l'échantillon. Ce taux est relativement inférieur à celui obtenu par Dossa (2016) à Kèrou (32,7 %), mais élevé par rapport à d'autres évaluations contingentes (20 %, selon Mitchell et Carson, 1989). Par contre, les ménages disposés à participer à un programme de gestion durable des terres (option 2) font 69,50 % du total. Cette proportion est nettement supérieure aux résultats généralement obtenus dans d'autres etudes (67,3 % pour Dossa, 2016; 42 % pour Halvorsen, 1996). Selon Rozan (2000), lorsque les répondants ne sont pas directement invités à révéler leur CAP, la proportion des personnes qui accepte de payer n'excede pas 50 %. Le taux élevé de réponse au scénario contingent de même que celui des ménages disposés à participer à un programme de gestion durable des terres témoignent du niveau de conscience de l'état de degradation des terres par les populations du milieu d'étude.

Le modèle utilisé montre l'interdépendance entre les deux équations (substantielle et de selection). Ainsi, la décision de reveler le montant à payer n'est pas prise independamment de la décision d'etre disponible à contribuer financièrement au programme de gestion durable des terres dans le milieu d'étude. Le taux de prediction du modèle est de 80,06 %. Ce taux est pratiquement le même (80,52 %) que celui obtenu par Dossa (2016) dans la commune de Kérou.

Le CAP moyen obtenu dans le cadre de cette recherche dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué est de 24 922,41 F CFA/ha/an. Ce résultat est proche de celui obtenu par Dossa (2016) à Kèrou. En effet, son étude relative à l'application de la MEC pour la conservation des sols agricoles dans la commune de Kèrou, a abouti à un CAP moyen de 1904,45 F CFA/ha/mois soit 22 835,4 F CFA/ha/an. Le CAP moyen obtenu diffère toutefois de celui obtenu par Bachta et Mimoun (2001) en Tunisie (8 622 F CFA/ha/an).

Les résultats de cette recherche montre que les variables : situation matrimoniale, taille du ménage, situation du champ cultivé et superficie disponible sont significatifs par rapport au consentement à payer alors que la variable perception de la baisse des rendements est la seule significative en ce qui concerne le montant du consentement à payer. Ces résultats ne sont pas tout à fait conformes à ceux obtenus ni par Dossa (2016) dans la commune de Kérou, ni par Bachta et Mimoun (2001) en Tunisie. En effet, l'étude de Dossa (2016) révèle que pour le modèle de sélection, les variables accès au marché, âge du paysan, niveau d'éducation et aversion au risque ne sont pas significatives. Quant à l'équation substantielle, l'âge du paysan et son carré n'ont aucune influence sur le montant du consentement à payer. Par contre, Bachta et Mimoun (2001) montrent que l'âge du producteur, la taille de son ménage et la surface agricole disponible sont significatifs alors que le niveau d'instruction n'est pas significatif.

La dégradation des terres n'a pas que d'incidences économiques sur les ménages. Elle a aussi des impacts sociaux qui ont été identifiés et analysés dans le cadre de cette recherche sous les angles de l'émigration, de la déscolarisation des enfants, des conflits fonciers et de la désintégration des structures sociales traditionnelles.

Sur le plan social, la réduction des terres cultivables constitue le premier élément explicatif des clivages intercommunautaires autour de la terre. Autochtones et migrants agricoles se mènent des luttes acharnées pour s'approprier des rares parcelles favorables à l'agriculture, confirmant la thèse d'Akindès (2004) qui stipule que les rapports entre les autochtones et les migrants se durcissent et s'amplifient au fur et à mesure que la terre se raréfie. L'évolution du phénomène de dégradation des terres fait que, de plus en plus, les producteurs développent des stratégies pour révendiquer leurs droits de propriété sur les terres disponibles (Babo, 2010). Ainsi, on assiste à l'occupation illégale des terres et à la violation de limites de domaines. Les relations sociales réciproques de bon voisinage sont mises à mal.

La dégradation des terres entraine l'émigration dans le milieu d'étude. Les résultats de cette recherche montrent qu'une fois les terres devenues pauvres, les producteurs se déplacent soit à l'intérieur du milieu d'étude, soit à l'extérieur à la recherche de terres fertiles. Ainsi, l'insuffisance des revenus ruraux apparait comme un élément déterminant, en raison de la pauvreté des sols combinée à l'absence de voies d'évacuation (Barbier, 1994). Agossou et Igué (2002) ont abouti au même constat et affirment que dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué où les nouvelles terres à défricher sont quasi-inexistantes, les paysans les plus jeunes se résignent à l'émigration notamment vers le Nigéria où les terres sont encore fertiles.

La gestion durable des terres devient un impératif pour les acteurs de développement du centre Bénin. Il existe de nombreuses preuves des modalités par lesquelles les pratiques agricoles et la gestion des terres peuvent être améliorées de manière à stopper, voire inverser, la dégradation des terres en vue d'une amélioration des conditions de vie des populations.

Conclusion partielle

Ce chapitre a permis d'approfondir la compréhension sur la valeur économique et sociale de la dégradation des terres dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

Deux méthodes ont été utilisées pour estimer le coût économique de la dégradation des terres :

- une methode directe: la degradation des terres a été mesurée à travers un marché contingent ou l'effort est consacré sur la révélation du Consentement à payer des producteurs pour lutter contre la dégradation de leur sol ;
- une methode indirecte: en utilisant la perte de productivité agricole résultant de la dégradation des terres.

Les resultats de l'évaluation des coûts économiques de la dégradation issus des deux approches donnent des valeurs nettement différentes. Néanmoins, une telle évaluation constitue de l'information permettant d'orienter les efforts futurs de gestion durable des terres dans le milieu d'étude.

Les impacts sociaux de la dégradation des terres ont également été mis en exergue. Il s'agit de l'émigration et ses corrolaires, des conflits fonciers, de la descolarisation des enfants et de la destructuration du tissu familial.

L'évaluation des impacts économiques et sociaux de la dégradation des terres doit permettre aux différentes parties prenantes d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies cohérentes de gestion préventive et corrective des terres.

CHAPITRE 7: GESTION PREVENTIVE ET CORRECTIVE DE LA DEGRADATION DES TERRES

Dès lors que les producteurs se rendent compte de la dégradation des terres, certains d'entre eux mettent en place des mesures de restauration de la fertilité des sols ou de préservation de l'environnement. Ils bénéficient par ailleurs de formations à l'initiative des services de l'Etat, des ONG ou des projets qui vulgarisent des technologies de gestion durable des terres.

Ce chapitre analyse le cadre juridique de la gestion durable des terres au Bénin et présente les pratiques endogènes et exogènes de restauration de la fertilité des sols dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

7.1 Cadre juridique de la gestion durable des terres au Bénin

7.1.1 Existence des textes juridiques

Le cadre réglementaire en rapport avec la gestion durable des terres au Bénin connaît de multiples textes législatifs et réglementaires. Plusieurs conventions en rapport avec l'environnement et particulièrement le développement durable et auxquelles la République du Bénin a adhéré ont profondément marqué les cadres politique, stratégique, législatif et réglementaire relatifs à la gestion des ressources naturelles avec des répercussions sur la Gestion Durable des Terres.

Fort des dispositions de sa Constitution du 11 décembre 1990 qui précise en son article 11 que « Toute personne a droit à un environnement sain, satisfaisant et durable et a droit du défendre. L'Etat veille à la protection de l'Environnement », le Bénin a souscrit à plusieurs conventions et accords internationaux, avec la promulgation des lois y afférentes.

La Convention des Nations-Unies de Lutte Contre la Désertification (CNULCD), la Convention cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques, la Convention sur la Diversité Biologique ainsi que la Convention Africaine sur la Conservation de la Nature et des ressources naturelles sont des conventions piliers de la Gestion Durable des Terres (GDT) si le Bénin parvenait à les mettre en œuvre de façon effective.

Dans la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, laquelle convention cadre très bien avec celle des Nations-Unies de Lutte Contre la Désertification, il est clairement stipulé ce qui suit dans l'article VI relatif aux terres et à l'eau:

i) les Parties prennent des mesures pour prévenir la dégradation des terres, et, à cet égard, adoptent des stratégies intégrées à long terme de conservation et de gestion durable des ressources en terres, y compris les sols, la végétation et les processus hydrologiques connexes ;

ii) en particulier, elles adoptent des mesures de conservation et d'amélioration des sols, entre autres, pour combattre l'érosion et la mauvaise utilisation des sols, ainsi que la dégradation de leurs propriétés physiques, chimiques, biologiques ou économiques ;

iii) à ces fins, elles :

a. adoptent des plans d'utilisation des terres fondés sur des études scientifiques, ainsi que sur les connaissances et expériences locales et, en particulier, sur des classifications et la capacité d'utilisation des terres ;

b. veillent, lors de l'application des pratiques agricoles et des réformes agraires, à :

- améliorer la conservation des sols et à introduire des méthodes d'exploitation agricole et forestière durables et de nature à assurer la productivité des terres à long terme ;
- lutter contre l'érosion causée par le mésusage et la mauvaise gestion des terres susceptibles de provoquer, à long terme, une perte des sols de surface et de couvert végétal ;
- lutter contre la pollution causée par les activités agricoles notamment l'aquaculture et la zootechnie ;

c. veuillent également à ce que les formes non agricoles d'utilisation des terres, telles que les travaux publics, l'extraction minière et l'élimination des déchets, ne favorisent pas l'érosion, la pollution ou toute autre forme de dégradation des terres ;

d. planifient et mettent en œuvre des mesures d'atténuation et de réhabilitation des zones touchées par la dégradation des terres ;

iv) les Parties élaborent et mettent en œuvre des politiques foncières susceptibles de faciliter les mesures ci-dessus, entre autre en tenant compte des droits des communautés locales.

Au nombre des lois qui régissent la Gestion Durable des Terres (GDT) au Bénin, il est à noter particulièrement :

i. la loi n° 98-030 du 12 février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin. Cette loi exige dans son article 21 que « l'affectation et l'aménagement du sol à des fins agricoles, industrielles, urbaines ou autres, ainsi que les travaux de recherche ou d'exploitation des ressources du sous-sol pouvant porter atteinte à l'environnement béninois donnent lieu à une étude d'impact préalable » ;
ii. la loi N° 97-029 du 15 janvier 1999 portant organisation des Communes en République du Bénin qui attribue à ces dernières, des compétences claires en matière (i) d'affectation des sols ; (ii) d'infrastructures hydrauliques et aménagements hydro-agricoles ; et (iii) d'entretien des plantations et de protection des ressources naturelles ;
iii. la loi N° 2013-01 du 14 août 2013 portant code foncier et domanial en République du Bénin qui permet de sécuriser les terres en milieu rural en (i) offrant une reconnaissance légale aux droits fonciers établis ou acquis selon la coutume, (ii) constituant un dispositif communal de gestion foncière et (iii) assurant une sécurité foncière aux producteurs pour stimuler l'investissement dans la production et l'entretien de la fertilité des terres.

Le Bénin dispose d'autres lois qui une fois entièrement mises en œuvre contribueraient substantiellement à la gestion durable des terres. Il s'agit notamment de la loi n° 2010-44 portant gestion de l'eau en République du Bénin qui précise en son article 9 que : « la gestion durable de l'eau consiste en une utilisation prudente et rationnelle fondée sur les données scientifiques, les solidarités caractérisant les eaux superficielles et souterraines, le respect des

engagements internationaux et les principes généraux de protection de l'environnement reconnus par les lois de la République du Bénin ». La loi N°87-013 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et la transhumance est également d'une importance capitale pour la gestion durable des terres. Cette loi interdit tout défrichement et culture à l'intérieur des pâturages naturels. Elle reconnait à l'éleveur le droit de faire paître son bétail sur les espaces naturels et non clos d'autrui après la récolte. La mise en œuvre effective de la loi N° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin est indispensable pour une gestion durable des terres forestières.

De façon générale, le cadre institutionnel de la GDT au Bénin bien que théorique, est marqué par une diversité de structures et d'acteurs, notamment : (i) l'Etat à travers ses services centraux et ses structures déconcentrées, (ii) les Collectivités Territoriales, (iii) les acteurs à la base et leurs organisations ; (iv) la Société Civile (ONG, Associations, etc.), (v) le secteur privé, les Partenaires Techniques et Financiers (PTF) et organismes de coopération internationale.

Les services d'Etat représentés par certains Ministères–clés et leurs démembrements territoriaux, mènent des actions d'envergure variée ayant un lien direct ou indirect avec la GDT, dans les limites de leurs missions régaliennes : mise en place du cadre législatif et réglementaire, définition des politiques et stratégies, planification et mobilisation de ressources, suivi de la mise en œuvre des politiques et stratégies et évaluation de leurs effets et impacts.

Les Collectivités Territoriales ont de larges compétences dans la gestion des ressources naturelles devant conférer aux élus des prérogatives de participation aux discussions et actions relatives à la GDT. Quant aux ONG et Associations, elles interviennent auprès des acteurs à la base mais en se focalisant beaucoup plus sur les questions de développement durable en général. Les Organisations Professionnelles Agricoles sont de plus en plus impliquées en tant que partenaires incontournables pour les actions de développement et sont censés intégrer à ce titre tous les processus y compris celui de la GDT.

7.1.2 Mise en œuvre des textes législatifs et réglementaires

Il se dégage des investigations de terrain que la mise en œuvre des textes législatifs et réglementaires relatifs à la gestion durable des terres est lente ou quasi inexistante. Les principaux acteurs reconnaissent que l'existence de ces textes marque la volonté politique visant à inscrire le Bénin dans une vision partagée de gestion durable des ressources naturelles. Ces acteurs s'accordent néanmoins sur le fait que les différents textes législatifs et réglementaires dont s'est doté le Bénin sont confrontés à des difficultés d'application. Les principales difficultés énumérées sont :

- procédures d'adoption trop longues ;
- retard considérable dans la prise des décrets d'application ;
- insuffisance des dispositifs de vulgarisation et de suivi de la mise en œuvre ;
- manque de ressources adéquates.

Une gestion durable des terres devrait être constatée non pas seulement dans la définition des politiques et stratégies mais également et surtout sur le terrain c'est á dire au niveau communal et plus précisément au niveau des paysans qui ont d'ailleurs développé au fil des années, des savoirs faire en matière de protection et de réhabilitation des sols.

7.2 Stratégies paysannes de gestion des terres

La gestion durable des terres s'appuie sur un ensemble de savoirs locaux. Pour décider du mode de gestion de la terre, le producteur agricole s'appuie sur des savoirs concernant les fumures organiques et minérales, les terres cultivables et les modes de conduites des parcelles et le rôle des arbres. Après une observation critique de ses parcelles, le producteur agricole décide, en fonction de ses intérêts, des pratiques de gestion des terres qu'il mettra en place lors de la campagne suivante. Ainsi, face à la l'allure inquiétante de la dégradation des terres agricoles, les populations du milieu d'étude ne sont pas restés inactifs. Dans de nombreux villages, on note des actions isolées entreprises par les exploitants agricoles en vue de réhabiliter et de restaurer les terres dégradées. Il s'agit entre autre, de la pratique de la jachère, du parcage rotatif des bœufs, du billonnage/buttage, …

7.2.1 Jachère naturelle

La jachère naturelle est l'une des pratiques largement adoptée par les producteurs des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué pour faire face aux problèmes de baisse de la fertilité des sols. Elle fait partie des pratiques agricoles traditionnelles les plus utilisées dans le milieu d'étude. Les investigations ont montré que 61,10 % des enquêtés pratiquent la jachère naturelle. Cette pratique consiste à laisser le sol au repos pendant quelques années selon la gravité de l'état de dégradation en vue d'une reconstitution progressive des éléments empruntés à ce sol pour la production agricoles.

La place de la jachère naturelle dans les systèmes agraires est néanmoins fortement remise en question aujourd'hui. En effet, de nos jours, la durée de la jachère se raccourcit à cause de la non disponibilité des terres due à une forte pression démographique. La durée moyenne de la jachère est de quatre (4) ans selon les enquêtes. Toutefois, cette durée varie en fonction de la taille de l'exploitation et de la disponibilité des terres. Ainsi, chez les producteurs ayant de grandes surfaces d'exploitation (25 à 30 ha), la durée de la jachère peut atteindre dix (10) ans. Par contre, les producteurs ayant moins de terres cultivables (2 à 10 ha), la durée est raccourcie et est de trois (3) à cinq (5) ans.

7.2.2 Parcage rotatif des animaux en particulier les bovins

Le parcage rotatif des animaux est une pratique traditionnelle très répandue chez les agro-éleveurs en particulier les Peuhls. Il vient combler les difficultés liées à la production du fumier de ferme. La technique habituelle consiste à parquer directement les animaux d'élevage sur les parcelles destinées à la culture. Les animaux sont périodiquement (après une semaine de séjours) déplacés de manière à couvrir toute la parcelle de culture. Cette pratique permet selon les producteurs de valoriser les urines et les déjections des animaux sur les parcelles et c'est une technologie très peu coûteuse car nécessitant très peu de main d'œuvre comparativement à la production du fumier de ferme. Elle ne nécessite pas un transport éventuel du produit fini.

Il ressort des investigations que moins de 2 % des producteurs ont recours à cette pratique.

7.2.3 Buttage et billonnage avec incorporation des résidus de récolte

Le buttage consiste à rassembler la terre au pied des plantes. C'est une pratique endogène répandue dans le milieu d'étude. En effet, tous les producteurs (100 %) pratiquent le billonnage et le buttage. Les enquêtés pensent que cette pratique :

- favorise l'enracinement des plantes (une meilleure utilisation des eaux de pluie) ;
- augmente la résistance des plants à la verse ;
- permet l'enfouissement des mauvaises herbes et des résidus de récolte.

Le buttage permet de réduire les pertes par lessivage et celle due à l'érosion. Il est souvent utilisé dans la production des racines et tubercules et est bien adapté dans la culture de l'igname. La production de l'igname se fait dans le milieu d'étude avec de grosses buttes ayant parfois 1 m d'embase.

Le billonnage et le labour avec incorporation des résidus sont des pratiques culturales rentrées dans les habitudes des producteurs. Ils consistent à accélérer le processus de décomposition des résidus incorporés qui après minéralisation libèrent les nutriments qui fertiliseront le sol (Mulder, 2000 ; Saïdou et *al*., 2004).

7.2.4 Autres pratiques paysannes de gestion des terres

Les autres pratiques endogènes de gestion des terres observées sur terrain sont : la rotation céréale–légumineuses à graines (niébé, arachide, voandzou, soja), l'association céréale–légumineuses à graines et enfin la rotation coton-céréale.

Il ressort des enquêtes de terrain que 57,80 % des producteurs pratiquent la rotation des cultures contre 81,90 % pour l'association des cultures.

Les associations de culture les plus citées par les enquêtés sont : maïs + soja (57,40 %) ; maïs + arachide (27,90 %) ; maïs + manioc (8,20 %) ; maïs + niébé (4,70 %) et maïs + igname (1%).

Les systèmes de rotation et d'association à base de légumineuses ayant une valeur économique sont des pratiques très anciennes dans le milieu d'étude. Le fonctionnement de ce système repose sur les effets bénéfiques de la fixation

symbiotique de l'azote atmosphérique et contrairement aux plantes de couverture, ces légumineuses à graines procurent au producteur des produits alimentaires et des ressources financières.

La rotation coton-céréale n'est rien d'autre qu'une pratique qui permet au producteur de faire profiter à la plante subséquente des effets résiduels de l'engrais qu'il apporte aux cotonniers. Cette pratique permet de soutenir lorsque les doses d'application sont respectées, le rendement de la culture subséquente pendant au moins deux saisons culturales. En effet, le phosphore est un nutriment qui se libère progressivement dans le sol.

Ces différentes stratégies endogènes de gestion des terres permettent aux producteurs dans une certaine mesure de satisfaire leurs besoins d'existence et de subsistance. Elles sont dans leur ensemble techniquement, socialement, culturellement et économiquement acceptable par les communautés rurales. Néanmoins, elles comportent des limites.

7.2.5 Limites des stratégies endogènes de gestion des terres

Plusieurs facteurs limitent l'efficacité des stratégies endogènes de gestion durable des terres. La pratique des jachères naturelles est fortement compromise de nos jours à cause de l'évolution de la densité de la population. En effet, la densité de la population ne permet plus la pratique du système traditionnel de jachère (15 à 30 ans). La durée de la jachère se raccourcit progressivement (3 à 5 ans), ce qui ne permet pas la parfaite reconstitution des éléments nutritifs du sol.

Le parcage rotatif n'est pratiqué que par quelques producteurs du milieu d'étude. La mise à l'échelle de cette mesure est limitée par la disponibilité des bœufs. A peine 2 % des producteurs des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué disposent de bœufs. Le développement de la monoculture pour des raisons économiques entraine l'abandon progressif des pratiques traditionnelles de gestion de la fertilité des sols telles que l'association de cultures et la rotation culturale.

Les acteurs institutionnels (MAEP, INRAB, PTF, ONG,...) ont cherché à contourner ces limites en proposant aux producteurs d'autres technologies plus performantes.

7.3 Efforts de promotion de technologies exogènes ou modernes de gestion durable des terres

7.3.1 Brève historique de la promotion des technologies de GDT au Bénin

Depuis les années 1960, plusieurs projets avec des activités liées à la gestion durable des terres ont été financés et exécutés dans plusieurs zones du Bénin, particulièrement dans la région septentrionale. Entre 1963 et 1972, l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) a conduit des essais sur des parcelles d'érosion à Agonkammey pour évaluer les pertes de terres et d'éléments nutritifs par l'érosion. De 1963 à 1969, la Société d'Etat pour le Développement Agricole (SEDAGRI) a construit des banquettes, des diguettes filtrantes, des murets et autres ouvrages antiérosifs dans le département de l'Ouémé. Bien que ces constructions aient effectivement contribué à lutter contre l'érosion, leur adoption se heurta aux difficultés liées à la disponibilité du matériel et à la pénibilité du travail. Le Projet de Gestion des Ressources Naturelles (PGRN), avait pour objectif de définir et de tester des méthodes de lutter contre la dégradation des ressources naturelles et apporter un appui pour l'établissement et le renforcement des systèmes législatifs de suivi-évaluation. Les sites pilotes du PGRN étaient Banikoara, Malanville, Ouaké, Ouèssè et Klouékanmè. De 1986 à 1991, le Projet Bassins Versants visait à aménager des bassins versants (Boukoumbé et Pehounco). A Pehounco, ce projet a échoué suite aux difficultés de mobilisation de la population. Le projet UNSO (1984-1994) de plantation d'arbres à but multiple, notamment la lutte contre la dégradation des sols, avait été installé à Matéri, Ouaké, Karimama, Tanguiéta, Cobly, Kandi et Segbana. La liste de projets dans la conservation et la protection des ressources naturelles est longue. Durant les deux dernières décennies, plusieurs projets ont également été financés dans le cadre de la gestion durable des terres. Parmi ces projets, figurent le Projet de Gestion des Terroirs et Ressources Naturelles (1999-2005), le Programme de Conservation et de

Gestion des Ressources Naturelles (2004-2010) et actuellement le Projet de Gestion des Forêts et des Terroirs Riverains (PGFTR) dont une composante vise l'amélioration de la fertilité des sols pour réduire la pression des agriculteurs sur les forêts protégées. Le Programme Intégrée d'Adaptation pour la Lutte Contre les Effets Néfastes des Changements Climatiques sur la Production Agricole et la Sécurité Alimentaire au Bénin (PANA 1) installé dans neuf (9) communes et qui a pris fin en 2015 a travaillé directement avec les paysans sur les mesures de gestion durable des terres (protection des sols et amélioration de la fertilité des sols). Le Projet Protection et réhabilitation des Sols pour améliorer la sécurité alimentaire (ProSOL) au Bénin a démarré en mai 2015 et vise la mise à l'échelle des pratiques éprouvées de Gestion Durable des Terres (GDT), des mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) et de Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS) dans les zones touchées par la dégradation des sols. Ce projet, le seul spécifique à la GDT au Bénin, sera mis en œuvre jusqu'en 2018.

La mise en oeuvre des programmes et projets de gestion des ressources naturelles ayant des composantes liées à la Gestion Durable des Terres (GDT) a bénéficié des financements de différents bailleurs de fonds y compris le financement du Gouvernement du Bénin. Ces différents projets ont permis l'introduction, auprès des producteurs agricoles, de nombreuses technologies de gestion durable des terres.

7.3.2 Technologies de gestion durable des terres promues dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué

Quatre catégories de mesures de Gestion Durable des Terres (GDT) ont été introduites par les services de vulgarisation dans le milieu d'étude. Il s'agit de mesures (i) agronomiques, (ii) biologiques, (iii) physiques et (iv) d'integration agriculture – élevage.

7.3.2.1Mesures agronomiques

Les mesures agronomiques de gestion durable des terres promues sont entre autres la gestion des résidus de récolte et la fertilisation minérale.

7.3.2.1.1 Gestion des résidus de récolte

Elle se pratique après les récoltes. En effet, jusqu'à la récolte, toute culture enlève au sol des éléments nutritifs, ce qui avec le temps, diminue sa fertilité. De plus, pour préparer les sols, les producteurs brûlent les restes des résidus après le passage des animaux et des feux de végétation. Cette pratique diminue de façon remarquable le stock des éléments nutritifs du sol. Une manière de relever la fertilité du sol est de lui apporter des éléments organiques à travers des méthodes telles que l'enfouissement des résidus de récolte (paille de céréales, fanes de légumineuses, etc.).

Le paillis installé après la récolte protège le sol contre l'action du soleil. De ce fait, le sol garde son humidité pour longtemps. Il ne se dessèche pas trop vite. Le paillage protège également le sol contre l'érosion par le vent et l'eau, fournit de la matière organique en remplacement de celle utilisée par les processus microbiologiques, stimule les activités biologiques de la microflore et de la microfaune du sol et réduit les pertes d'éléments nutritifs.

L'enfouissement des résidus de récolte permet de retourner au sol une partie des éléments nutritifs prélevés pour maintenir une bonne croissance et un bon développement des plants.

La photo 11 présente les résidus de récolte de soja destinés à l'enfouissement.



Photo 11 : Vue partielle des résidus de soja à Affécia/Glazoué

Prise de vue : Akpinfa, décembre 2014

La photo 11 montre un tas de résidus constitué après la récolte du soja et prêt à être utilisé comme un paillis. Il servira à couvrir le sol pour limiter les pertes d'eau dues à l'évaporation. De plus, en se décomposant, les résidus utilisés en couverture fertilisent le sol.

7.3.2.1.2 Fertilisation minérale

Pour compenser les carences dues à la nature chimique et géologique du sol et l'appauvrissement de celui-ci, les services d'encadrement agricole recommandent aux producteurs la fertilisation minérale par des apports d'engrais chimiques aux sols. Ces derniers apportent aux plantes les éléments nutritifs dont elles ont besoin sous forme d'ions nitrate (NO3-), nitrite (NO2-), phosphate (PO43-) et potassique (K+) pour ne citer que ceux-ci. L'utilisation des engrais chimiques a été introduite dans le milieu d'étude presque au même moment que la culture du coton. Deux types d'engrais chimique sont utilisés dans le milieu d'étude : le NPK et l'urée. Les recommandations techniques varient d'une spéculation à l'autre. Ainsi pour le riz par exemple, il est préconisé l'utilisation de 200 kg de NPK riz de formule 15-20-15-5 S-3,5 Mg(O)-1,5 Zn(S) pour un hectare ou l'engrais NPK complexe du coton

de formule 14-23-14-5-1 à la dose de 200 kg/ha au semis, complétée par 75 kg/ha d'Urée au tallage maximum, soit un total de 275 kg/ha. Pour le maïs et le coton par contre, la dose recommandée est de 150 kg/ha de NPK et 50 kg/ha d'urée.

Il ressort des investigations menées sur le terrain que 81 % des producteurs ont recours à la fumure minérale dans le milieu d'étude. Les engrais chimiques sont beaucoup plus utilisés pour le coton et le maïs.

7.3.2.2Mesures biologiques

Les mésures biologiques proposées aux producteurs sont les plantes de couverture, la jachère améliorée de même que les cultures intercalaires ou en couloirs.

7.3.2.2.1 Plantes de couverture

Les plantes de couverture sont des technologies introduites dans les systèmes de production suite au constat du faible degré d'utilisation des engrais minéraux et de la dégradation continue des sols. Ce sont des plantes ayant la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à des bactéries (rhizobiums) dans des nodosités au niveau des racines. Elles contribuent également à lutter contre les adventices, à l'amélioration du rendement des cultures et peuvent être utilisées comme fourrage pour l'alimentation des animaux. Ce sont des technologies de choix pour les agriculteurs à faibles revenus. Les légumineuses ayant retenu l'attention de la Recherche-Développement (RD) et introduites dans le milieu d'étude sont : les herbacées (*Mucuna spp., Aeschynomene histrix et Stylosanthes spp.)* et les arbustives *(Gliricidia sepium).*

- **Le *Mucuna spp***

Le *Mucuna spp* est une légumineuse herbacée appartenant à la famille des Fabacées. C'est une plante de couverture volubile, rampante à larges feuilles. La photo 12 présente un champ de mucuna.



Photo 12 : Vue partielle d'un champ de mucuna à Dassa-Zoumé

Prise de vue: Akpinfa, juillet 2015

La photo 12 présente un champ de Mucuna spp à Dassa-Zoumé et montre la capacité de couverture du sol par cette plante. Cette capacité de couverture du sol qu'a le *Mucuna spp* fait qu'il limite les risques d'érosion et de dessèchement des sols, réduit le lessivage profond, enrichit le sol en humus après decomposition et permet de participer à la lute contre les adventices notamment *l'Imperata cylindrica* et le *Striga hermontica* (Maliki, 2006).

En conditions adéquates, le *Mucuna* peut fixer l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des rhizobiums associés. Il peut être utilisé dans un contexte d'amélioration de la jachère.

La technique de fertilisation des sols avec le *Mucuna* a été introduite dans le milieu d'étude en 1992. Cette technique consiste à utiliser le *Mucuna* sous forme de jachère améliorée courte qui dure généralement six (6) mois et permet d'améliorer de façon très sensible, le rendement du maïs (Amadji et *al*., 2004).

Le *Mucuna* peut produire de 7 à 10 t de matière sèche par ha et par an (Azontondé, 1993; Carsky et *al.*, 1998). On estime que cette biomasse de *Mucuna* contient 350 kg de N, 70 kg de P, 156 kg de K, 36 kg de Ca et 60 kg de Mg (Assogba, 1996). Les restitutions au sol toujours par hectare, peuvent être de 5320 kg de C, 290 kg de N, 100 kg de P, 240 k de K, 40 kg de Ca et 100 kg de Mg (Azontondé et *al.*, 1998).

Le *Mucuna* produit 200-600 kg/ha de graines (Barrot, 1996; Maliki et *al.*, 2007b). Les graines sont riches en acides aminés essentiels et peuvent être utilisées pour l'alimentation animale et humaine. Les variétés existantes, pourtant riches en protéine (26%) ne se mangent pas aisément. Elles contiennent une substance toxique, la L-dopa qui impose un traitement technique avant utilisation alimentaire (Versteeg, 1990; Etèka, 1997; Dossa, 1998; Lorenzetti et *al.*, 1998).

- **L'*Aeschynomene histrix***

Tout comme le *Mucuna spp*, *l'Aeschynomene histrix* est aussi une légumineuse herbacée de la famille des Fabacées. Mais c'est une Fabacée à port érigée qui peut atteintre 1 à 2 mètres de haut en conditions favorables. Elle est adaptée à une gamme variée de sols et de climats (Maliki, 2005). Elle supporte des conditions de sols défavorables sur des sols sableux, pauvres, acides, parfois drainés. L'installation par semis ne présente pas de difficulté particulière. Cependant les graines sont de petites tailles ce qui nécessite de préparer un lit de semis soigné.
La levée est rapide (une à deux semaines) et le taux de germination est généralement élevé. La photo 13 présente un champ de maïs en association avec l'aeschynomene.



Photo 13 : Aeschynomene en association avec le maïs à Miniffi
Prise de vue: Akpinfa, juin 2015

La photo 13 montre le champ d'un producteur de Miniffi (Dassa-Zoumé) qui a associé l'*Aeschynomene histrix* au maïs. L'installation d'*Aeschynomene histrix* permet non seulement d'améliorer la fertilité des sols mais aussi d'obtenir une quantité importante de fourrage de bonne qualité surtout pour l'alimentation des animaux en saison sèche. C'est d'ailleurs, le Projet de Développement de l'Elevage (PDE) qui a introduit cette technologie dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué en 2000 au niveau des agro-éleveurs. En effet, *Aeschynomene histrix* produit 2 à 6 tonnes de matière sèche de feuilles par hectare et par an, ce qui permet d'assurer une meilleure couverture du sol et d'atténuer en conséquence l'enherbement et l'érosion du sol. La durée du cycle végétatif jusqu'à la floraison de *Aeschynomene* varie de 200 à 306 jours après semis. La production de semences peut atteindre 260 kg/ha ou plus. La production de graines en deuxième année est plus élevée qu'en première année (Maliki et *al.*, 2007).

- **Le *Stylosanthes guianensis***

Le *Stylosanthes guianensis* est une légumineuse (famille des Fabaceae) herbacée, érigée à semi-érigée, non volubile. Il forme de petits buissons (1 m à plus de 1,8 m), aux feuilles trifoliolées de 0,5 à 5 cm de long, lancéolées, vert tendre à vert foncé. *Stylosanthes guianensis* est une espèce pérenne, de durée de vie assez courte (3 ans environ). Il se multiplie par graines et est capable de produire une forte biomasse même sur des sols dégradés et sans engrais (5 à 10 t/ha de matière sèche, et jusqu'à 20 t/ha sur sol riche), ce qui permet de préparer la biomasse nécessaire au semis direct pour les années suivantes.

Il est capable de dominer les adventices (tous les adventices annuels dont *Striga asiatica*, *Rottboelia exaltata*, *Borreria alata* et *Boerhavia diffusa* et de nombreux adventices pérennes comme *Imperata cylindrica*), ce qui réduit très fortement les besoins de désherbage dans la culture suivante, et ce d'autant plus que ses nombreuses tiges ligneuses se conservent longtemps. *Stylosanthes guianensis* est une légumineuse qui fixe de fortes quantités d'azote (70 à plus de 200 kg/ha/an d'azote), nodule naturellement sans nécessiter d'inoculation, et est capable de recycler les bases (en particulier le calcium) et oligo-éléments (B, Cu, Zn et surtout

Mn, qui est souvent déficient en semis direct sous forte pluviométrie), les rendant accessibles à la culture suivante. Il permet donc d'enrichir rapidement les sols. Il est aussi capable d'extraire le phosphore de milieux qui en sont pauvres.

Les feuilles et les petites racines, riches en azote (au rapport C/N bas) se minéralisent rapidement, permettant une alimentation continue des plantes cultivées sur couverture de stylosanthes. Son système racinaire puissant lui permet d'améliorer progressivement la structure des sols compactés, même en profondeur (bien que de manière moins rapide que des graminées).

Le stylosanthes permet donc de mobiliser de la fertilité pour les cultures là où elles ne poussent pas et de contrôler les mauvaises herbes, ce qui en fait une excellente plante de couverture. De plus, *Stylosanthes guianensis* est un excellent fourrage qui permet d'améliorer les rations des animaux tout au long de l'année et en particulier durant la saison sèche. Restant vert très longtemps durant la saison sèche, il est peu sensible au feu. En cas d'incendie sévère, il sera détruit mais il pourra reprendre à partir des graines tombées au sol (dont la dormance est levée par le feu). La photo 14 présente une jachère de stylosenthes.



Photo 14 : Vue partielle d'une jachère de Stylosenthes en pleine croissance à Miniffi
Prise de vue: Akpinfa, juin 2015

La photo 14 montre une jachère pure de *Stylosenthes* à Miniffi. La plante est en pleine croissance végétative et couvre correctement le sol. Cette couverture du sol permet non seulement de limiter l'évapotranspiration, mais aussi de fertiliser le sol après decomposition de la matière végétale.

- **Le *Gliricidia sepium***

Le *Gliricidia sepium* est une légumineuse arbustive pouvant être utilisée pour des objectifs multiples de production (engrais organique, bois, fourrage, fruits, etc.) et de service (brise-vent, haie vive, ombrage, tuteurage, lutte contre l'érosion, etc.). Cette plante de couverture appartient à la famille des Papilionacées. Le *Gliricidia sepium* se multiplie par semis direct des graines, par bouture, repiquage ou plants en pot. La hauteur de l'arbuste peut atteindre 15 m (Photo 15). Le *Gliricidia sepium* présente une bonne reprise après la coupe. Il assure une décomposition modérée des feuilles et une libération progressive des éléments nutritifs dans le sol. Il est souvent installé en clôture et utilisé également comme fourrage pour les animaux (Maliki *et al.*, 2005).



Photo 15 : Plant de gliricidia à Gbanlin/Glazoué

Prise de vue: Akpinfa, novembre 2015

La photo 15 montre un arbuste de *Gliricidia sepium* dans le champ d'un producteur de Gbanlin dans la commune de Glazoué. Ce producteur a mis du *Gliricidia sepium* comme culture en couloirs avec du maïs.

Le *Gliricidia sepium* est utilisé dans les systèmes de culture à base d'igname. L'igname est cultivée dans un arrangement de culture intercalaire dans des couloirs de *Gliricidia sepium*. Les coupes des arbustes de *Gliricidia sepium* sont réalisées à 1,50 m au-dessus du sol à la fin de la deuxième année d'installation dans le but d'assurer la fonction de tuteur et de régénération de l'arbuste.

L'évaluation économique du système Igname *Gliricidia sepium* à forte densité a révélé que le système permet un surcroît de bénéfice net de 40 % à 70 % lorsque les arbustes sont gérés convenablement avec en moyenne trois coupes durant le cycle de production de l'igname (Amadji et *al.*, 2004). Par contre, les risques d'échec du système Igname *Gliricidia sepium* à forte densité sont encore importants (risque d'échec > 50 %). Ils sont principalement liés à la contrainte de temps disponible pour l'élagage de *Gliricidia* et à la compétition entre arbustes et cultures.

Le tableau XXIX présente la synthèse des caractéristiques et aptitudes des légumineuses introduites dans le milieu d'étude comme plante de couverture.

Tableau XXIX: Caractéristiques et aptitudes des légumineuses

Types de légumineuses	Caractéristiques	Aptitudes
Mucuna	• Annuelle • Port rampant et grimpant avec bonne couverture du sol • Décomposition rapide du paillis	• Relèvement et maintien de la fertilité du sol • Contrôle de l'*Imperata* et autres herbes de grande taille • Semis répété sur 2 ans au moins en cas de forte infestation • Alimentation des animaux (graines et feuilles) • Paillis très indiqué pour la culture du maïs sous couverture végétale
Aeschynomene	• Bisannuelle • Port érigé et couverture du sol assez hétérogène • Décomposition assez lente des tiges	• Relèvement et maintien de la fertilité des sols • Contrôle des adventices herbacés de taille courte • Bon fourrage pour les animaux (petits et gros ruminants, lapins, …) et disponible en saison sèche (sur l'année 1). • Bon précédent pour l'arachide après enfouissement de la biomasse produite après 1 ou 2 ans de végétation • Paillis indiqué pour le bouturage du manioc sous

		couverture végétale
Stylosanthes	• Bisannuelle • Port érigé et rampant et très dense avec une bonne couverture du sol • Décomposition très lente du paillis	• Relèvement et maintien de la fertilité des sols • Bon contrôle des recrues ligneuses • Bon fourrage pour les animaux par sa disponibilité en pleine saison sèche (sur l'année 1) • Paillis très indiqué pour la plantation des racines et tubercules (igname, manioc) sous couverture végétale. • Mulch pouvant servir de bon paillage en maraîchage (légumes de contre-saison et de saison)
Gliricidia	• Arbuste (10-12 m de haut) sans épine • Décomposition modérée des feuilles	• Relèvement et maintien de la fertilité du sol • Usages multiples : Haies vives, aliments pour ruminants, allées agricoles, banques de protéines, engrais vert, soutien/tuteur, ombre, miel, rongicide, usage médicinal, bois de chauffage • Très indiqué pour la culture de l'igname
Pois d'Angole	• Arbuste (2-4m) • Bisannuelle • Décomposition facile des feuilles	• Relèvement et maintien de la fertilité du sol • Usages multiples : Haies vives/ brise-vent, aliments, allées agricoles, cloture, banques de protéines, engrais vert, soutien/tuteur. • Contrôle de l'érosion des sols

Source: Enquêtes de terrain, 2015

7.3.2.2.2 Jachère améliorée

Il s'agit d'une pratique d'amélioration des jachères de courte durée avec des légumineuses. Les jachères naturelles de courte durée (3 à 5 ans) étant peu efficaces, il est proposé aux producteurs d'enrichir leur jachère avec des légumineuses. La légumineuse qui fixe l'azote de l'air va enrichir assez rapidement le sol. Elle a aussi un effet nettoyant en limitant les mauvaises herbes sur la parcelle. La jachère améliorée pluriannuelle correspond à un processus de restauration de la fertilité du sol basé à la fois sur des apports de biomasse aérienne (les feuilles qui tombent pourrissent sur le sol) mais aussi sur l'enrichissement du sol par le renouvellement des racines des légumineuses.

Les légumineuses retenues se développent chaque année dans la jachère en mélange avec les herbacées naturelles voire des arbustes. Ces légumineuses fixent l'azote de

l'air et leur système racinaire ainsi que leurs feuilles en tombant fournissent au sol de la matière organique riche en azote.

Les légumineuses recommandées aux producteurs du milieu d'étude sont : le *Cajanus cajan* (pois d'angole), le *Mucuna spp*, le *Stylosenthes* et le *Gliricidia sepium*. Ces légumineuses peuvent être semées en culture pure ou en association avec une céréale, le plus souvent le maïs. La photo 16 montre des jachères améliorées.



Photo 16 : Jachère améliorée avec le pois d'angole à Riffo (16a) et à Daho (16b)
Prise de vues: Akpinfa, novembre 2016

Les photos 16 a et 16 b montrent des jachères améliorées avec le pois d'angole en culture pure. On constate sur la photo 16 a, le niveau de recouvrement du sol par les plantes et, sur la photo 16 b, la quantité de feuilles mortes sur le sol. Ce sont ces feuilles qui vont se decomposer et enricher le sol en éléments nutritifs. De plus, ces feuilles mortes modifient le taux d'humidité du sol et favorise de développement de la micro-faune du sol.

7.3.2.2.3 Culture intercalaire ou en couloirs

La culture en couloirs est un système de culture base sur le principe que l'intégration formelle d'arbustes de jachère dans les parcelles cultivées réduira les pertes dussivage et de ruissellement, produira et récyclera en permanence la biomasse (Floquet, 1993). . La culture en couloirs peut aussi offrir une protection

lors de pluies irrégulières car les rangées d'arbres permettent de garder les eaux de pluie dans le sol.

Cette pratique consiste à planter des rangées d'arbres appropriés tous les 5 mètres environ, généralement en plantant des graines directement dans le sol au début de la saison des pluies. Entre les rangées d'arbres, on fait pousser normalement des cultures ou des légumes. Les graines sont plantées les unes près des autres pour que les jeunes arbres forment une haie en grandissant. Lorsque les arbres arrivent au niveau des épaules (1 à 2 mètres de haut), on les coupe à 80–150 cm au-dessus du sol. On peut laisser sur le sol les feuilles qui vont pourrir et l'enrichir. Les jeunes arbres courts repoussent vite et on peut répéter cette coupe pendant de nombreuses années.

La photo 17 présente un champ de soja avec le pois d'angole en couloirs.



Photo 17 : Vue partielle d'une culture du pois d'angole en couloirs à Glazoué

Prise de vue: Akpinfa, décembre 2015

La photo 17 présente la culture en couloirs avec du *Cajanus cajan* et le soja comme culture principale.

La culture en couloir ajoute des éléments nutritifs et améliore la structure des sols. Elle protège les sols des effets de fortes pluies. Les essences forestières

recommandées aux producteurs du milieu d'étude pour la culture en couloir sont : le *Cajanus cajan*, le *Leucaena spp, l'Acacia auriculiformis* et le *Gliricidia sepium*.
Lorsque les feuilles et branchages de ces essences sont régulièrement coupés, ils servent de paillis dans le système. C'est aussi une source de matière organique indispensable pour la culture. Le système agroforestier ainsi créé offre une écologie favorable qui limite la mortalité des jeunes pousses en cas de poche de sécheresse. Lorsque les essences sont bien choisies, cela favorise la complémentarité écologique.

7.3.2.3Aménagements ou pratiques physiques

Les pratiques physiques vulgarisées dans le milieu d'étude sont relatives à la lute anti-érosive. Il s'agit du labour perpendiculaire ou cloisonné, des bandes enherbées et des digues filtrantes.

7.3.2.3.1 Labour perpendiculaire ou cloisonné

Le labour suivi d'un billonnage augmente les risques d'érosion sur les terrains en pente. Mais si on oriente les billons perpendiculairement à la plus grande pente, ceux-ci peuvent stocker dans le sillon une quantité non négligeable d'eau et de matériaux sableux ou limoneux en suspension.
Cette technique favorise l'utilisation optimum de l'eau des pluies tombées et diminue sensiblement le volume des terres emportées par les eaux de ruissellement. Sur des sols fertiles, cette technique permet de mieux conserver l'eau dans le sol pour être utilisée par les plantes. Et en cas de poches de sécheresse, le point de flétrissement est vite atteint sur un champ labouré dans le sens de la pente que dans l'autre.
Dans sa mise en place, il s'agit simplement d'orienter le labour et les autres techniques culturales de travail du sol selon les courbes de niveau (photo 18).



Photo 18 : Labour perpendiculaire à la pente à Houin

Prise de vue : Akpinfa, juillet 2015

La photo 18 indique un champ de maïs où le labour a été fait de façon perpendiculaire à la pente. Les flèches montrent le lit d'une rigole résultant de l'érosion et qui disparait progressivement suite à l'adoption de la pratique du labour perpendiculaire par le producteur.

Le billonnage fait en travers de la pente ne suffit pas à arrêter l'érosion ; l'eau a tendance à s'accumuler dans les points bas et à provoquer la rupture des billons en déracinant les plantes. Le bon système pour conserver l'eau entre les billons est le cloisonnement des inter-billons (sillons), environ tous les dix (10) mètres ; on cloisonnera à moins de cinq (5) mètres dans les zones à fort ruissellement. La réalisation de la cloison peut être manuelle ou mécanique.

7.3.2.3.2 Bandes enherbées ou ados végétalisés

Ce sont de gros billons confectionnés à des distances régulières le long d'une pente et perpendiculaires à la pente en vue de ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et des éléments fins du sol (photo 19). Orientés perpendiculairement à la plus grande pente et selon les courbes de niveau si possible, ces ados constituent un moyen

simple de lutte contre l'érosion facilement réalisables dans les champs paysans. Sur une pente moyenne, les gros billons installés à tous les 20 m sont indiqués.

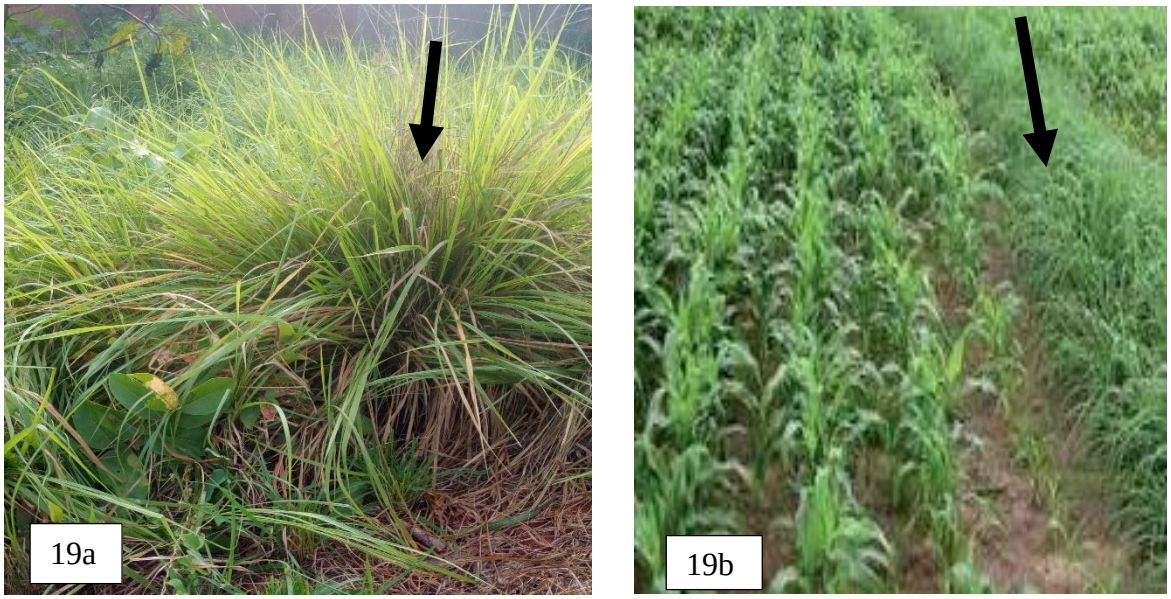


Photo 19 : Un ado végétalisé avec du panicum à Bètècoucou (19a) et de l'andropogon à Miniffi (19b)
Prise de vue : Amadji, novembre 2012

Les photos 19a et 19b montrent des ados végétalisés respectivement sur la ferme d'élevage de Bètècoucou et sur le site de recherche développement de Miniffi. Les gros billons sont construits tous les 20 m. Et suivant les besoins du producteur, les ados peuvent être végétalisés avec les éclats de citronnelle, du panicum, du vétiver ou tout autre végétal qui fixe bien le sol.

7.3.2.3.3 Digues filtrantes

Les digues filtrantes sont des ouvrages antiérosifs réalisés dans les zones basses (bas-fonds et ravines) avec des cailloux et parfois des gabions, qui permettent de limiter l'érosion et la vitesse du ruissellement. Une diguette filtrante peut atteindre 1,5 m de hauteur, 3 m de largeur et plusieurs dizaines de mètres de longueur.

Avec le processus de dégradation des sols ferrugineux tropicaux, de nombreux champs érodés sont parsemés de pierres de toutes parts, et surtout des blocs de latérite. Au lieu que ces pierres rendent impropres des sols qui ont gardé toujours leur potentiel agricole, elles sont ramassées et alignées pour former des barrières solides contre le ruissellement et l'érosion des terres. Ces barrières physiques servent à améliorer l'infiltration locale et à réduire le ruissellement en minimisant la

pente et la longueur du ruissellement. Ces pratiques limitent également les pertes de sol et la dégradation causée par l'érosion. Néanmoins, compte tenu du coût d'installation et de maintenance des digues filtrantes, rares sont les producteurs qui les mettent en place dans leurs champs.

7.3.2.4Intégration agriculture-élevage

Les mesures promues par les services de vulgarisation dans le domaine de l'intégration agriculture-élevage pour une gestion durable des terres sont: l'utilisation du compost et des déchets d'animaux puis le parcage.

7.3.2.4.1 Utilisation du compost et des déchets d'animaux

Le compost est le produit obtenu après la décomposition des déchets de végétaux (paille et herbes) et parfois d'animaux, dans une fosse appelée compostière. La décomposition s'effectue souvent en saison de pluies. La photo 20 montre une compostière en préparation.



Photo 20 : Remplissage d'une compostière avec la bouse de vaches à Lanmanou

Prise de vue: Akpinfa, février 2016

La photo 20 montre une compostière en cour de remplissage par la bouse de vache. Il s'agit d'une fosse carrée de dimension 3m de côté et 1m de profondeur. Le fond de la fosse est tapissé avec une couche de termitière ou d'argile. Les pailles et bouses de vache sont étalées dans la fosse de façon successive. Le tas est arrosé au

moins une fois par semaine s'il ne pleut. L'épandage est défini selon le stade d'élaboration du compost et le niveau de la dégradation du sol.

Les bouses de vache sont parfois séchées, rendues en poudre avant leur épandage dans les champs. La figure 21 montre un tas de bouse de vache.

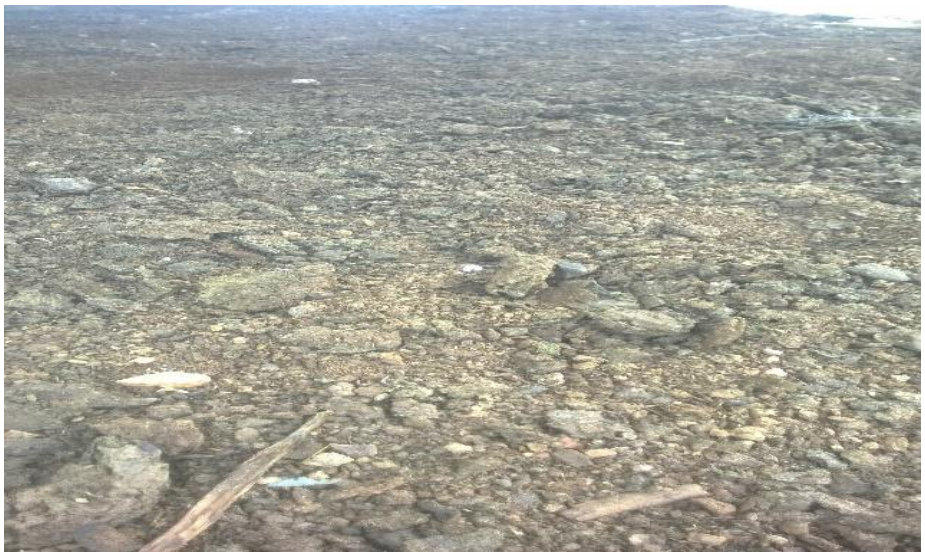


Photo 21 : Tas de bouses de vaches à Yawa

Prise de vue: Akpinfa, février 2016

On remarque sur la photo 21 des bouses de vaches qui sont exposées au soleil. Une fois séchée, le producteur procèdera à l'épandage dans le champ avant son enfouissement par le labour. Toutefois, la production en quantité suffisante du compost constitue sa plus grande limite. Ainsi, certains producteurs préfèrent le parcage rotatif des bovins.

7.3.2.4.2 Le parcage (rotatif)

Le parcage consiste à garder le bétail de la fin de l'après-midi au matin dans un champ, pendant la saison sèche ou en saison pluvieuse pour utiliser directement les excréments en guise d'engrais organique.

Il s'agit de l'une des méthodes traditionnelles de fertilisation du sol par les déjections des bovins et caprins. L'utilisation efficace des ressources que constituent les excréments du bétail et les résidus végétaux produit du fumier qui est utilisé pour la restauration de la fertilité des sols. La photo 22 montre en parcage dans un champ.



Photo 22: Parcage de bœufs dans un champ d'igname à Adourékoman

Prise de vue : Akpinfa, janvier 2017

La photo 22 montre des bœufs broutant des résidus de récolte dans un champ d'igname. On constate que les bœufs ont des cordes au cou et sont attachés à des piquets comme recommandé. Ils ne peuvent donc facilement déborder de la zone retenue pour le parcage.

Les agriculteurs qui possèdent du bétail gèrent eux-mêmes le parcage, tandis que ceux qui n'en possèdent pas ou possèdent peu de bétail s'entendent soit avec des peulhs qui conduisent des troupeaux d'animaux transhumants, soit avec des éleveurs sédentaires, pour qu'ils attachent leurs bêtes dans le champ. Ils peuvent procéder à un passage rotatif du bétail dans les soles. Mais, cette pratique peine à devenir courante pour une meilleure intégration et entente entre les agriculteurs et les éleveurs.

7.3.3 Niveau d'adoption des technologies GDT promues

Les investigations de terrain ont permis d'évaluer le niveau d'adoption des technologies GDT promues dans le milieu d'étude. Les contraintes liées à l'adoption de ces mesures ont été également identifiées avec les producteurs lors des focus group. Le tableau XXX présente la synthèse des résultats obtenus.

Tableau XXX: Niveau d'adoption des technologies GDT promues

Technologies GDT	Niveau d'adoption	Contraintes liées à l'adoption
a. Pratiques agronomiques		
Gestion des résidus de récoltes/paillage	Faible (20 - 40 %)	Difficulté d'enfouir les résidus
		Travail supplémentaire
		Manque d'outils adéquats
		Destruction des résidus de peur des dégâts des animaux transhumants
		Génère des opérations plus difficiles pour les femmes (productrices)
		Usage du feu de végétation sur les tas de résidus
Utilisation d'engrais chimique	Fort (60-80 %)	Coût élevé
Jachère améliorée	Faible (20 - 40 %)	Pression démographique
		Manque de terre
		Non disponibilité des semences des essences forestières
Association des cultures	Moyen (40-60 %)	Retard dans les périodes de semis
		Non disponibilité des variétés buissonnantes à cycle court
		Chevauchement des cycles et difficultés d'obtention d'engrais vert et récolte des grains
Assolement et rotation des cultures / parcellisation	Moyen (40-60 %)	Manque de terre
		Non maîtrise des caractéristiques des sols
b. Pratiques biologiques		
Utilisation du poids d'angole comme engrais vert	Moyen (40-60 %)	Dégâts des animaux sur la biomasse
		Feu de végétation sur biomasse
		Rendement faible et qualité de graine mauvaise à la production de la 2ème année
		Tiges difficilement dégradables
		Non capitalisation des différents itinéraires techniques
Utilisation du Mucuna comme engrais vert	Très faible (0-20 %)	Gestion difficile de la biomasse (enfouissement difficile pour les agriculteurs)
		Graines non comestibles par l'homme
		Perte de la petite saison de cultures
		Lieu de prédilection des rongeurs et des reptiles
		Plante envahissante ne tolérant pas l'association avec d'autres cultures
		Biomasse sèche très inflammable
		Fruits secs déhiscents à multiplication rapide
		Biomasse convoitée par les éleveurs
		Non spécialisation de la production de semences

		de mucuna
Compostage	Faible (20-40 %)	Techniques peu maîtrisées
		Difficulté de trouver de l'eau
		Surcharge de travail
		Difficulté de trouver la matière première (déchets organiques)
		Pénibilité d'épandage sur les grandes superficies
c. Aménagements ou pratiques physiques		
Labour cloisonné ou perpendiculaire	Faible (20-40 %)	Manque d'information et de technicité
Ados végétalisés ou bandes enherbées	Très faible (0-20 %)	Divagation des animaux et transhumance
		Manque d'information et de technicité
		Non disponibilité des matériels techniques
Diguettes filtrantes	Très faible (0-20 %)	Nécessité d'avoir des connaissances requises pour la construction de la digue
		Moyens de transport des cailloux
		Construction de l'ouvrage, exige de la main d'oeuvre
		Nécessite de petits matériels
Plantation des Gliricidia, acacia, eucalyptus, enterolobium, moringa…	Faible (20-40 %)	Sécurité foncière
		Très appété par les animaux
		Faible taux duvé lors du semis direct
		Coût élevé des plants
		Gestion des émondes difficile
		Croissance lente lorsque le sol est pauvre
		Coût élevé de mise en place des plantations
d. Intégration agriculture – élevage		
Utilisation des déjections animals	Très faible (0-20 %)	Manque d'information et de technicité
		Non disponibilité des déjections
		Non maîtrise des dosages
Parcage (rotatif)	Très faible (0-20 %)	Non disponibilité des bêtes
		Risque pour les bêtes d'aller brouter les résidus de récolte

Source: Travaux de terrain, 2015

L'analyse du tableau XXX permet d'affirmer que sur l'ensemble des technologies proposées pour la gestion durable des terres, celles suscitant plus d'intérêt pour les producteurs du milieu d'étude sont: (i) l'application de la fumure minérale; (ii) l'assolement et la rotation des cultures et (iii) l'utilisation du pois d'angole comme engrais vert.

Les technologies liées aux pratiques agronomiques sont globalement les plus adoptées par les producteurs parce que s'inspirant pour la plupart d'entre elles des

technologies endogènes de restauration de la fertilité des sols. Toutefois, ces pratiques sont de plus en plus mises à rude épreuve voire vouées à l'abandon avec la pression démographique.

Les paquets technologiques proposés sur le plan biologique pour une gestion durable des terres sont mis en oeuvre de façon selective. L'utilisation du pois d'angole en culture pure ou en couloir est la pratique la plus généralisée dans le milieu d'étude. L'adoption de cette pratique résulte beaucoup plus de son rôle dans l'alimentation et la valeur économique des grains de cette plante. De même, certaines essences forestières comme le *moringa oleifera* et le *gliricidia sepium* entrent de plus en plus dans les pratiques culturales de producteurs du milieu d'étude. Néanmoins, le taux d'adoption de ces technologies agroforestières est encore faible. Les raisons évoquées par les producteurs sont la non maîtrise des feux de vegetation, l'insécurité foncière, la gestion difficile des émondes et le coût élevé de la mise en place des plantations.

Tout comme les technologies agroforestières, les aménagements anti-érosifs vulgarisés n'ont pas connu un niveau d'adoption élevé. Le labour perpendiculaire et les ados végétalisés mobilisent très peu les producteurs du milieu d'étude.

L'intégration agriculture-élevage à travers les différentes mesures préconisées tarde à s'insérer dans les pratiques culturales courantes des producteurs du milieu d'étude. La disponibilité des déjections et la non maîtrise des dosages sont les principales causes de la faible adoption du parcage et de l'utilisation des déjections animales.

7.3.4 Facteurs determinant l'adoption des technologies GDT

La diffusion des technologies GDT s'est faite dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué par l'entremise des services étatiques de vulgarisation (CARDER et INRAB), des projets de même que des ONG.

Les performances techniques des solutions proposées aux producteurs ont été testées et prouvées par la recherche agricole. Cependant, le taux d'adoption de ces technologies par les producteurs agricoles reste faible. Pour comprendre ce faible taux d'adoption, les facteurs determinant l'adoption des technologies GDT ont été

analysés à travers le processus de leur selection, l'approche mise en oeuvre pour faire adopter les technologies, les facteurs favorables à leur adoption et les mesures d'accompagnement mises en place.

7.3.4.1Processus de sélection des technologies GDT à promouvoir

Il ressort des investigations de terrain que le processus de selection des technologies GDT varie d'une structure à une autre, même si l'approche participative semble être le point commun. L'analyse des pratiques des projets révèle que le choix des technologies GDT à promouvoir se fait suivant les inspirations des responsables des projets. Certains projets sélectionnent juste des technologies déjà mises au point par la recherche et les proposent à leurs bénéficiaires, d'autres part contre associent les bénéficiaires dans le choix en fonction des caractéristiques de leurs exploitations.

L'implication du producteur est très faible dans le choix des technologies GDT promues par les projets. Cette faible implication explique par les difficultés dans l'adoption des technologies puis à leur rejet. En effet, les mêmes types d'innovation sont proposés aux producteurs, indépendamment du lieu et des conditions de l'exploitation. De plus, cette sélection ne tient pas souvent compte du type du sol et de son état de fertilité. Les enquêtes de terrain révèlent que les technologies GDT qui rencontrent les besoins réels et immédiats des bénéficiaires sont souvent plus facilement adoptées que les besoins perçus par les promoteurs des technologies ou responsables de projets.

7.3.4.2.Approche mise en œuvre pour favoriser l'adoption des technologies GDT

Toutes les structures enquêtées tentent d'utiliser l'approche participative pour faire adopter les technologies GDT par les producteurs. Le dispositif mis en place est presque identique d'un projet à l'autre et se résume en:

- la sélection de producteurs « pilotes » ou « relais »;
- la formation des producteurs pilotes;
- l'installation et le suivi de parcelles de demonstration;
- l'édition et la diffusion de fiches techniques sur les technologies GDT retenues;
- la réalisation et diffusion d'émissions radiophoniques;

- l’organisation de visites d’échange entre producteurs adhérents et autres dans leur environnement.

Pour mieux informer les communautés locales des actions du projet et favoriser une bonne adoption et diffusion des technologies GDT, des contrats sont signés avec les radios locales pour la sensibilisation sur les questions liées à la dégradation des terres.

7.3.4.3 Mesures d’accompagnement mises en œuvre pour faciliter l’adoption de technologies GDT

Diverses mesures sont prises par les responsables de projets pour faciliter l’adoption des technologies GDT par les producteurs du milieu d’étude. Il s’agit de mesures d’accompagnement qui varient d’un projet à un autre. Les mesures d’accompagnement identifiées sur le terrain sont relatives à la diversification des sources de revenus, à la sécurisation foncière, à l’accès aux facteurs de production et aux marchés, au renforcement des capacités des producteurs et des agents d’appui technique puis à la mise en place de structures de veille.

Les enquêtes auprès des producteurs ont également permis d’identifier les facteurs qui freinent souvent l'adoption et la pérennisation des technologies. Les facteurs les plus cités par les producteurs sont: i) les difficultés à appliquer la technologie, ii) la disponibilité des intrants, iii) les limites multifonctionnelles de la technologie, iv) les craintes des risques associés à l’adoption de la technologie, v) le coût de mise en oeuvre de la technologie, vi) le manqué d’appui technique, vii) le manqué d’ouverture des responsables des projets aux autres besoins des bénéficiaires.

- **Difficultés à appliquer la technologie**

La technologie semble efficace mais son application par le producteur est contraignant. Il s’agit des contraintes physiques de mise en œuvre de la technologie sur le terrain. C’est le cas par exemple des technologies comme le compostage qui exige un travail laborieux de la part du producteur. C’est aussi le cas de la mise en place des aménagements anti érosifs, qui exigent un travail supplémentaire du producteur alors qu’il doit faire face à des contraintes de temps et de disponibilité de la main d’œuvre.

- **Disponibilité des intrants relatifs à l'adoption et la pérennisation des technologies**

L'adoption de certaines technologies GDT est parfois liée à la disponibilité des intrants. Cela concerne par exemple le soja, le niébé, le sésame pour lesquels les producteurs auraient souhaités des semences à cycle court. C'est aussi le cas du pois d'angole dont la qualité des semences n'est pas satisfaisante pour les producteurs du fait de son faible rendement. Un autre exemple donné par les producteurs est la disponibilité des semences de mucuna, d'enterolobium et de gliricidia.

- **Limites multifonctionnelles de la technologie**

Il y a des technologies qui règlent des aspects spécifiques sans prendre en compte d'autres contraintes socio-économiques ou temporelles qui sont tout autant déterminantes pour l'adoption de la technologie. C'est le cas par exemple du mucuna qui est très efficace pour retenir l'humidité du sol et le cycle des nutriments mais dont les graines ne sont comestibles par l'homme. Le caractère envahissant de la plante (mucuna) ne favoriserait pas, selon les producteurs, l'exploitation efficace du lopin de terre où elle pousse.

- **Craintes des risques associées à l'adoption de la technologie**

Certaines technologies comme la gestion des résidus de récolte ou le mucuna présenteraient beaucoup de risques associés qui limitent leur adoption. Ainsi par exemple, beaucoup de producteurs n'adoptent pas la gestion des résidus parce que ces derniers attireraient les troupeaux de bœufs des éleveurs transhumants. De la même façon, le mucuna présenterait un risque pour les champs et les populations riveraines parce que ses feuilles sont très inflammables. Lorsqu'elles sont sèches les risques de feux de vegetation sont très élevés.

- **Coût de mise en oeuvre de la technologie**

Le coût de mise en oeuvre de certaines technologies est jugé élevé par les producteurs. Conscient de cela, les responsables de projet supportent une partie des coûts de mise en oeuvre de la technologie pendant la phase de demonstration. En général, le producteur semble adopter et mettre en œuvre la technologie. Mais à la fin de cette période d'essai ou de démonstration, très peu parmi les producteurs bénéficiaires sont en mesure de répliquer l'expérience.

- **Manque d'appui technique adéquat pour poursuivre les activités surtout à la fin des projets**

L'appui-conseil rapproché dont bénéficient les producteurs s'estompe brusquement à la fin du projet. Ceux-ci sont débousselés, se sentent abandonnés et relachent la mise en oeuvre des technologies GDT introduites.

- **Manque d'ouverture des promoteurs des projets/programmes aux autres besoins des bénéficiaires**

Les mesures d'accompagnement devant faciliter l'adoption des technologies sont parfois occultées par les responsables de projets. Il s'agit par exemple de l'accès aux microcrédits, la recherche de débouchés pour commercialiser les produits agricoles, la maîtrise de l'eau, etc. L'adoption des technologies GDT devraient permettre une amelioration des rendements. Les questions relatives à la conservation de la récolte et la vente du surplus agricole devraient être prises en compte dès la conception des projets.

7.4 Vers une approche multi-scalaire et pluridisciplinaire de gestion durable des terres

L'analyse des stratégies de diffusion des technologies GDT dans le milieu d'étude a montré que l'approche utilisée a été parcellaire et simplifiée, ce qui ne permet pas de résoudre toutes les facettes d'un même problème. En effet, les problèmes qui freinent le développement dans les zones rurales sont multiples et ramifiés. L'approche classique de diffusion des technologies GDT est réductrice. La démarche multi-scalaire devient une approche essentielle pour mieux traiter les problèmes liés à la dégradation des terres agricoles au centre du Bénin. Cette approche prend en compte les différentes échelles d'intervention, les acteurs impliqués et les activités concernées. La figure 77 illustre l'approche d'après les grands repères proposés par Amadji (2015).



Figure 77 : Schéma de l'approche multiscalaire
Source : Adapté de Amadji, 2015

On retient de la figure 77 que la gestion durable des terres passe par la mise en œuvre d'une série d'actions aussi bien au niveau de l'exploitation agricole du producteur, du bassin versant, du village, de la commune, du département que du pays. Ces cinq (5) échelles correspondent à cinq catégories d'acteurs.

Au niveau national, le diagnostic montre que le cadre juridique est relativement bien fourni. Néanmoins, la Gestion Durable des Terres (GDT) n'a été que superficiellement intégrée dans les stratégies de développement. Elle a été toujours confondue à la gestion des ressources naturelles qui se limite à la gestion forestière. Des mesures devront être prises pour le renforcement du dispositif national de la GDT et vulgariser les textes existants.

Un effort de coordination des acteurs de la GDT devra égalemnent être fait au niveau national afin de rationaliser les ressources disponibles. Les activités de recherche, de transfert des technologies et de formation sont indispensables pour une gestion durable des terres. Il est donc souhaitable que ces activités soient promues au niveau national. A cet effet, il va falloir :

- actualiser les cartes des sols et les cartes d'aptitudes culturales du Bénin ;
- procéder à la classification des terres du Bénin non seulement selon la nomenclature internationalement reconnue mais aussi selon celle des producteurs et définir les mesures de protection et de réhabilitation des sols appropriées pour chaque type de terre;
- intégrer des modules de formation en matière de GDT dans les programmes de formation des lycées agricoles et des facultés d'agronomie.

Au niveau regional ou départemental, les actions à mener doivent venir en appui aux efforts déployés au niveau national. La coordination des acteurs doit se faire à travers le préfet et les organisations régionales appuyées. Il s'agit d'utiliser les opportunités de coopération et des institutions internationales pour appuyer les communes dans la GDT, de renforcer l'implication des CARDER dans l'appui technique aux communes.

Au niveau communal, il s'agit de la mise à l'échelle des mesures GDT à travers la formation des producteurs, l'élaboration de fiches techniques, la vulgarisation des technologies par les radios locales, l'organisation des visites d'échange d'expériences. Il est également nécessaire de mener des actions d'incitation, de renforcement de l'appropriation et de l'internalisation des actions et projets de gestion durable des terres. Ceci émane de :

- la nécessité de conserver le patrimoine sol et de préserver les investissements en aval, essentiellement les retenues de barrages que les transports solides menacent d'un comblement prématuré ;
- du souci d'améliorer les exploitations agricoles et les revenus des populations concernées.

C'est pour répondre à cette double préoccupation que les études de projets doivent aborder le problème de gestion durable des terres sur trois niveaux :

- ✓ le niveau technique, en déterminant les meilleures mesures à appliquer pour lutter contre I'érosion, maintenir la fertilité du sol et réduire le transport solide vers les zones basses ;
- ✓ le niveau économique, en estimant le bénéfice des interventions pour déterminer celles qui vont le plus loin dans le sens de l'intérêt des agriculteurs (aspect microéconomique), tout en offrant le meilleur rapport global à l'investisseur étatique (aspect macroéconomique) ;
- ✓ le niveau sociologique, en étudiant le milieu humain et les rapports existants entre l'homme et son milieu afin d'assurer une participation effective des populations concernées.

Les projets de Gestion Durable des Terres devront donc dépasser le cadre des interventions ponctuelles dictées par des conditions particulières pour s'intégrer dans le cadre d'un plan d'aménagement et de développement rural à long terme.

Les actions à mener au niveau du village ou du bassin versant doivent s'intégrer dans un plan d'aménagement spécifique aux caractéristiques du milieu. Des concertations entre autorités locales et techniciens sont nécessaires pour réglementer l'exploitation des ressources et les mouvements des troupeaux transhumants.

C'est au niveau de l'exploitation que les technologies innovantes doivent être testées. Les modèles améliorés de gestion de la fertilité du sol seront éprouvés. Les mesures GDT sont appliquées.

7.5 Discussion

Les rapports étroits entre la qualité des sols et la production agricole poussent la plupart des producteurs des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué à adopter des mesures de gestion des terres. Ces mesures sont souvent basées sur les savoirs locaux et sont utilisées non seulement pour maintenir la fertilité du sol mais aussi pour optimiser la production. Les pratiques endogènes de gestion des terres identifiées dans le milieu d'étude sont: la jachère naturelle, le parcage rotatif des bœufs, le billonnage/buttage de même que la rotation/assolement des cultures.

Plusieurs auteurs ont montré que pour faire face aux problèmes de baisse de la fertilité des sols, la jachère naturelle est l'une des pratiques largement adoptée par les producteurs (Mulder, 2000 ; Adégbola et *al*., 2002 ; Saïdou et *al*., 2004). Une étude réalisée par le CILSS en 2007 a montré que la fonction fourragère des jachères est très déterminante, notamment dans la dynamique des relations d'échange entre l'agriculture et l'élevage (CILSS, 2008). Toutefois, la durée de la jachère se raccourcie à cause de la pression démographique. Ce constat a également été fait au Mali par Gigou et *al*. (2006) qui indiquent que la durée des jachères a été réduite, ainsi que leur superficie. Or, seule une jachère naturelle de longue durée permet de restaurer l'ensemble des propriétés des sols (Somé et *al*., 2007).

La rotation et l'assolement des cultures, pratiquées dans le milieu d'étude permettent une amélioration de la structure et de la fertilité des sols, la réduction de la pression des mauvaises herbes et des parasites. Richards (1985) et Altieri (1987) montrent dans leurs études que ces systèmes de rotation et d'association à base de légumineuses ayant une valeur économique sont des pratiques très anciennes qui reposent sur les effets bénéfiques de la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique et contrairement aux plantes de couverture, ces légumineuses à graines procurent au producteur des produits alimentaires et des ressources financières. Le billonnage et le labour avec incorporation des résidus sont également des pratiques culturales rentrées dans les habitudes des producteurs (Saïdou et *al*., 2004).

Face aux limites des technologies endogènes de restauration de la fertilité des sols, l'une des premières solutions trouvées est l'utilisation des engrais chimiques (Adégbola et Adékambi, 2006). Mais plusieurs auteurs (Adégbola, 1993 ; Hinvi et Nonfon, 2000) ont montré que la fumure minérale n'est pas rentable en raison du niveau de technicité des producteurs, de la faible teneur des sols en matière organique et du bas niveau des prix des produits agricoles. Ainsi, d'autres systèmes d'exploitation des sols ont été développés pour améliorer la production agricole (Kang et *al*., 1981). L'objectif principal de l'introduction des technologies efficace de gestion des terres est d'augmenter la productivité, le revenu et le bien-être (Babu et Rasajekaran, 1991). Or, les résultats de cette recherche montrent un faible taux d'adoption de ces technologies par les producteurs des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par d'autres auteurs (Alohou et Hounyovi, 1999 ; Amadji et *al*., 2004, Azontondé, 2004 ; MEPN, 2008 ; MEPN, 2010; Yabi et *al*., 2016). Les études menées par ces auteurs montrent que les techniques culturales et les dispositifs de lutte antiérosive vulgarisés n'ont pas connu un niveau d'adoption élevé.

En dehors des facteurs limitant, liés à la stratégie de diffusion, le faible taux d'adoption des technologies résulte d'une combinaison de facteurs techniques, économiques et socio-culturels. MEPN (2010) confirme cette observation en affirmant que la pertinence de l'ensemble de ces innovations par rapport aux préoccupations réelles des producteurs, n'est pas toujours établie. Quant à Mathieu (1987), il révèle que le premier facteur défavorable est le manque de rapport favorable entre communauté rurale et administration depuis 40 ans. En effet, une technologie nouvelle, fondée sur le régime de l'obligation et non sur celui de la conviction personnelle du producteur n'a jamais été bien acceptée par ce dernier.

La stratégie de diffusion des technologies GDT doit nécessairement reposer sur la participation active et volontaire des producteurs et proposer des options rentables techniquement, économiquent et socialement. Cette stratégie nécessite donc une apporche multisacalaire et multidisciplinaire.

Conclusion partielle

Le Bénin dispose d'un cadre législatif et institutionnel bien fourni en matière de Gestion Durable des Terres. Pourtant, la GDT est restée pendant longtemps dilluée dans la gestion des ressources naturelles qui, dans la pratique se limite à la gestion des réserves forestières. Ainsi, la mise en œuvre des différents textes relatif à la GDT est lente ou quasi inexistante.

La plupart des producteurs développent des stratégies pour faire face à la dégradation de leurs terres. Ces stratégies sont entre autre la jachère naturelle, le parcage des animaux, le buttage, le billonnage, la rotation et l'assolement des cultures. Face aux nombreuses limites de ces stratégies endogènes, les structures d'accompagnement du secteur agricole proposent de nouvelles technologies GDT aux producteurs des communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Le taux d'adoption de ces technologies demeure néanmoins faible. Il est donc nécessaire de revoir l'approche d'intervention pour garantir une gestion durable des terres dans le milieu d'étude.

CONCLUSION GENERALE

Les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué se trouvent dans la zone agro-écologique du Centre Bénin, caractérisée par des conditions biophysiques et humaines favorables à l'agriculture. Le milieu d'étude est caractérisé par un relief peu contraingnant, une pluviométrie annuelle moyenne supérieur à 1 000 mm, des sols tropicaux à dominance ferrugineux, une population en pleine croissance, dynamique et majoritairement agricole. Ainsi, les activités agricoles et pastorales déterminent l'économie du milieu d'étude.

Les systèmes actuels de production agricole dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué sont dominés par des systèmes itinérants qui ne sont plus en adéquation avec les caractéristiques du milieu et la dynamique de la population. La présente thèse a permis d'identifier les causes directes et indirectes de la dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

Les causes directes identifiées sont les pratiques culturales, la transhumance, la déforestation et les feux de végétation. Par contre, la pression démographique, la pauvreté et la variabilité climatique constituent les forces motrices de la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

La population du milieu d'étude est passée de 79 439 en 1979 à 237 673 en 2013. Les actifs agricoles ont également presque triplé dans la même période. Cette poussée démographique a entraîné une extension des terres de culture et une forte pression sur les ressources forestières. Ainsi, l'étude diachronique révèle que les mosaiques de cultures et jachères qui ne représentaient que 13,27 % (453,49 km^2) du milieu d'étude en 1979 sont passées à 35,91 % (1226,81 km^2) en 2013.

De plus, l'indice pluviométrique sur la période 1950-2015 a permis de constater que le milieu d'étude est caractérisé par une forte variabilité pluviométrique sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires. Les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ont enregistré 45 % d'années déficitaires, 41 % d'années excédentaires et 14 % d'années normales. La droite de régression linéaire a montré une évolution baissière des pluviométries moyennes annuelles.

Le nombre de jours de pluies supérieures à 50 mm est en hausse de même que les températures maximales (0,95 °C) et minimales (0,7 °C). Il en est de même du nombre de jours chauds (température supérieure à 37 °C) dans l'année.

Ces résultats montrent que la première hypothèse de cette recherche qui stipule que *''les pratiques agropastorales et d'exploitation forestière actuelles sont les principales sources de dégradation des terres agricoles dans le milieu d'étude'',* n'est pas totalement confirmée. En effet, les forces motrices constituent les causes sous-jacentes de la dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. Les températures généralement élevées et les faibles précipitations sur les terres conduisent à une production médiocre de matières organiques et à une oxydation rapide. La rareté des matières organiques entraîne à son tour une faible agrégation et une stabilité médiocre des agrégats, d'où une forte probabilité d'érosion des sols. Les pratiques agropastorales et d'exploitation forestière ne sont que les causes apparentes ou superficielles de la dégradation des terres.

Les différentes formes de dégradation des terres identifiées dans le milieu d'étude sont entre autre l'érosion, le déficit en éléments nutritifs du sol, la réduction de la quantité de matière organique, l'encroûtement à la surface du sol, le compactage et l'acidification.

Les pertes de terres dues à l'érosion hydrique sont de l'ordre de 0,54 à 1655,72 t/ha/an et l'étude montre que 45,67 % des terres du milieu d'étude sont très vulnérables à l'érosion. De façon générale, les zones fortement dégradées sont observées dans la plupart des cas autour des agglomérations et des affleurements rocheux où les terres sont plus caillouteuses et difficiles d'exploitation. Prenant en compte toutes les formes de dégradation des terres, les travaux révèlent que 36 % des terres du milieu d'étude sont fortement dégradées et méritent des actions correctives pour accroitre la production agricole. Ce qui confirme la deuxième hypothèse de cette recherche qui stipule que *''les terres agricoles du milieu d'étude sont à un niveau élevé de dégradation''*.

Le niveau élevé de dégradation des terres a des conséquences économiques et sociales sur les ménages agricoles des Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

Deux méthodes ont été utilisées pour évaluer le coût économique de la dégradation des terres dans le milieu d'étude.

La première méthode utilisée est basée sur l'évaluation des coûts directs de la dégradation des terres à travers l'expérimentation agricole. Les essais installés ont permis d'estimer le coût monétaire de la dégradation des terres à 190 965 F CFA/ha lorsque celle-ci est modérée et 317 002 F CFA/ha quand il s'agit d'une forte dégradation. Sur cette base, le coût de la dégradation des terres est estimé à 1 604 922 499 F CFA pour la campagne agricole 2015-2016.

L'application de la méthode d'évaluation contingente a permis d'obtenir le Consentement à Payer (CAP) des producteurs pour la restauration des terres dégradées. Le CAP moyen obtenu est de 24 922,41 F CFA/ha/an. Il s'agit du montant qu'un ménage est prêt à payer par an pour participer à un programme de gestion durable des terres. Ce CAP traduit donc la valeur monétaire des dommages évités par les ménages suite à une amélioration de la qualité des sols.

Même si l'application des deux méthodes aboutit à des résultats différents, ceux-ci confirment néanmoins la troisième hypothèse de cette recherche qui stipule que *''la dégradation des terres engendre une perte de plus de 50 % des revenus agricoles''*. En effet, lorsque les terres sont fortement dégradées, les pertes subies par les producteurs dépassent 50 % de leurs revenus agricoles.

Les pertes de revenus dues à la dégradation des terres sont à la base de nombreux problèmes sociaux dans le milieu d'étude. Il s'agit de la descolarisation des enfants, de la destabilisation des structures sociales traditionnelles, des conflits fonciers et de l'insécurité alimentaire.

Par ailleurs, les producteurs agricoles ont développé des stratégies de gestion durable des terres. Il s'agit entre autre de : la jachère naturelle, le buttage, le billonnage, le parcage rotatif des animaux, l'assolement et la rotation des cultures. Toutes ces stratégies ont montré leurs limites dans un contexte de poussée démographique. Ceci confirme la quatrième hypothèse que stipule que *''les producteurs agricoles développent des stratégies peu efficaces pour faire face à la dégradation des terres''*.

En somme, les hypothèses 2, 3 et 4 de cette recherche sont totalement confirmées alors que la première hypothèse n'est que partiellement vérifiée.

Face à tous les problèmes engendrés par la dégradation des terres, il est indispensable de promouvoir la gestion durable des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué. L'approche d'intervention doit être holistique et s'inscrire dans le temps pour avoir des résultats durables.

Cette recherche pourrait servir de base pour l'élaboration des stratégies de développement du secteur agricole dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué.

Sur le plan scientifique, les investigations méritent d'être poursuivies pour une gestion durable des terres, gage d'une sécurité alimentaire au Bénin. En terme de perspective des recherches futures, les réflexions devront porter sur :

- la poursuite de l'expérimentation agricole sur 3 à 5 autres campagnes agricoles afin de valider les résultats préliminaires obtenus sur les pertes de productivité résultant de la dagradation des terres ;
- un affinement de l'évaluation des effets de la variabilité climatique sur la dégradation des terres;
- une analyse de la performance des pratiques endogènes de gestion des terres ;
- une actualisation des cartes des sols et des cartes d'aptitudes culturales ;
- une analyse des systèmes de production agricole.

BIBLIOGRAPHIQUE

1. **ACAKPO, C.C. (2004):** Efficacité agronomique et rationalité paysanne autour de la gestion des fumures minérales et de leurs effets résiduels dans les systèmes de production coton-maïs au centre Bénin. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, option Sciences et Techniques de Production Végétale. Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 91 p.

2. **ADAM, K. S. et BOKO, M. (1993):** Le Bénin. Edicef, 96 p.

3. **ADAMS, A. D., NELSON R. R. et TODD, A. P. (1992):** Perceived usefulness, ease of use, and usage of information technology: a replication *In* Journal MIS Quarterly Volume 16 Issue 2, June 1992, pp 227-247.

4. **ADÉGBIDI, A. (1992):** Les déterminants socio-économiques de l'adoption des technologies nouvelles: cas du maïs sélectionné dans le département de l'Atacora en République du Bénin. Thèse de Doctorat du troisième cycle en Sciences Economiques (Economie Rurale). Faculté des Sciences Economiques, CIRES (Côte d'Ivoire), 169 p.

5. **ADÉGBIDI, A. (1994):** Manuel de gestion des exploitations agricoles, DESAC/FSA/UAC, 81p.

6. **ADÉGBIDI, A., GANDONOU, E., PADONOU, E., OCÉNI, H., MALIKI, R., MÈGNANGLO, M. et KONNON, D. (2000):** Etude des filières des intrants agricoles au Bénin. Engrais minéraux, produits phytosanitaires, semences, matériels et équipements agricoles, fertilisants organiques. Rapport d'étude Tome 2 réalisé dans le cadre de l'Initiative sur la Fertilité des Sols (IFS). MAEP/GTZ Cotonou Bénin, 106 p.

7. **ADÉGBOLA, P. Y. (1993):** Intégration du pois d'angole dans les systemes de production pour le maintien de la fertilité sur le plateau Adja, Porto Novo 17 p.

8. **ADÉGBOLA, Y. P. et ADÉKAMBI, S. (2006):** Impact socio-économique de l'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols au Bénin : cas des jachères Mucuna, Acacia, Aeschinomene et Glyricidia. INRAB, PAPA, Porto-Novo, 71 p.

9. **ADÉGBOLA, P. Y. et AROUNA, A. (2004):** Déterminants socio-économiques de l'adoption des technologies de gestion de fertilité des sols au Sud du Bénin: une analyse avec un modèle logit multinomial. PAPA/CRAA/ INRAB, Communication- Atelier Scientifique National, 13 au 16 décembre 2004, 16 p.

10. **ADÉGBOLA, Y.P., SODJINOU, E., HOUSSOU, N. et SINGBO, G. A. (2002):** Etude financière et socio-économique des technologies de gestion de la fertilité des sols au Sud-Bénin. Rapport d'étude Programme Analyse de la Politique Agricole (PAPA)/INRAB Porto-Novo, Bénin, 67p.

11. **ADESINA, A. A., MBILA, D., NKAMLEU, G. B. et ENDAMANA, D. (2000):** Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. Agriculture, Ecosystems and Environment 80, pp. 255–265.

12. **ADIMASSU, Z., LANGAN, S. et JOHNSTON, R. (2015):** Understanding determinants of farmers‟ investments in sustainable land management practices in Ethiopia: review and synthesis. Environment, Development and Sustainability, DOI 10.1007/s10668-015-9683-5, pp. 289-302.

13. **ADJAHOSSOU, B. S. (2005) :** Biodiversité végétale, facteur de productivité et de durabilité de l'agriculture : Cas du Département de l'Atlantique au Bénin. Thèse de Doctorat Unique en Géographie et Gestion de l'environnement, Abomey-Calavi, EDP/FLASH/UAC, 232 p.

14. **ADJIOU, K. (1987) :** Les exploitations agricoles comme reflet d'une société en changement : N'gam-N'gam, Tchokossi et Moba-Gourma de

Mango (Togo septentrional). Thèse de 3ème cycle en Géographie, Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, 319 p.

15. **AFFO, F. (2011) :** Production cotonnière et enjeux locaux à Banikoara au Bénin : Une analyse sociologique des politiques publiques. Thèse de Doctorat Unique en Sociologie de Développement, EDP/FLASH/UAC, 263 p.

16. **AFOMASSE, D., AROUNA, A. et ADEGBOLA, P. Y. (2004) :** Facteurs socio-économiques déterminant l'adoption des technologies de gestion durable de la fertilité des sols par les différents types d'exploitation agricoles des régions Centre et Nord du Bénin. PAPA, Bénin, 18 p.

17. **AFOUDA, F. (1990) :** L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional. Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat de Géographie, Paris IV, Sorbonne, 428 p.

18. **AGBADJAGAN, J. (1999) :** Ressources en eau et développement agricole en pays Agonlin. Mémoire de maîtrise de Géographie, FLASH/UAC, 110 p.

19. **AGBAHUNGBA, A. G. (1989) :** Perspectives agroforestières au Bénin. Département de la Recherche agronomique, INRAB/MDR, Cotonou, Bénin, 2 p.

20. **AGOSSOU, V. (1993) :** Les sols béninois et leurs potentialités agricoles. Etudes N°260. Projet PNUD/FAO d'Agro-pédologie. Bénin, 12 p.

21. **AGOSSOU, V. et IGUE, M. (2002) :** Caractérisation paysanne et scientifique des sols des sites d'expérimentation agricoles de la région centrale du Bénin, In Actes 1 de l'atelier scientifique Centre-Savè, Bénin, Dassa-Zoumé, pp. 136-150.

22. **AHOMADIKPOHOU, D. L. (2015) :** Production agricole et securité alimentaire dans le Département de l'Atlantique au Sud du Bénin :

Diagnostic et perspectives. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH, Abomey-Calavi, 217 p.

23. **AKINDES, F. (2004) :** Les racines de la crise militaro-politique en Côte d'Ivoire, Dakar, CODESRIA, 58 p.

24. **AKPO, A. M. (2017) :** Savoirs locaux et gestion de la fertilité des sols chez les producteurs agricoles dans le bassin de la rivière Okpara au Bénin. Thèse de doctorat de géographie, EDP/FLASH/UAC, 204 p.

25. **ALINSATO, A. (2008) :** Analyse du consentement à payer pour la conservation des Sols. Jel Code, Cotonou, 25 p.

26. **ALTIERI, M. A. (1987):** Agro-ecology: the scientific basis of alternative agriculture. West view Press (Boulder) IT publications, London, 223 p.

27. **ALOHOU, E. et HOUNYOVI, A. (1999):** Etude sur la vulgarisation et l'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols. Rapport d'étude. MAEP/INRAB, Cotonou, Bénin, 47p.

28. **ALOHOU, E. et WENNIK, B. (2001):** Evaluation socio-économique de quelques technologies de gestion de la fertilité des sols au nord Bénin. Etude effectuée dans le cadre de l'Initiative sur la Fertilité des Sols. PARP/INRAB CRA-Nord, Ina, 54 p.

29. **AMADJI, F. (2015):** Approche et méthodologie pratique de mise en œuvre de la recherche-développement. Bohicon, 10 p.

30. **AMADJI, F., AKPINFA, E. et VODOUNOU, J-B. (2014) :** Spatialisation des terres agricoles dégradées dans les Communes de Bantè, Dassa-Zoumé et Glazoué. Rapport d'étude, IP-GIC, Dassa-Zoumé, 37 p.

31. **AMADJI, F., VIGAN, O., TÉBLÉKOU, K. et ADJÉ, I. (1999):** L'introduction de légumineuses herbacées pour une amélioration durable des systèmes de production du centre Bénin. In: Carsky R.J., Etèka A.C.,

Keatinge J.D.H. et Manyong V.M. (eds.). Plantes de couverture et gestion des resources naturelles en Afrique Occidentale. Actes de l'atelier organisé par l'IITA et le CIEPCA du 26 au 29 Octobre à Cotonou Bénin, pp. 168-174.

32. **AMADJI, F., ADJÉ, I., MALIKI, R. et TÉBLÉKOU, K. (2004):** Rapport technique d'activité de Recherche-Développement campagne 2003-2004. R-D Centre/INRAB-PADSE, Savè, Bénin, 86 p.

33. **AROUNA, O., TOKO, I., DJOGBENOU, C. P. et SINSIN B. (2011):** Comparative analysis of local populations' perceptions of socio-economic determinants of vegetation degradation in soudano-guinean area in Benin (West Africa). *In* International Journal of Biodiversity and Conservation, 3 (7), pp. 327-337.

34. **ASRAT, P., BELAY, K. et HAMITO, D. (2004):** Determinants of farmer's willingness to pay for soil conservation practices in the southeastern Highlands of Ethiopia. Land Degradation and Development, vol. 15, pp. 423-438.

35. **ASSEMBLEE NATIONALE (2008) :** Loi n°2007-03, portant régime foncier en République du Bénin, éditions SOKEMI, Cotonou, 47 p.

36. **ASSEMBLEE NATIONALE (2013) :** Loi n°2013-01 portant code foncier et domanial en République du Bénin. Porto-Novo, 112 p.

37. **ASSOGBA, F. (1996):** Effet d'un système maïs/légumineuse (Mucuna pruriens var utilis) sur la matière organique d'un sol ferrallitique (terre de barre) au Sud du Bénin, INRAB, Cotonou, Bénin, 17 p.

38. **AZONKPIN, S. (2011):** Etude des stratégies indigènes d'adaptation aux changements climatiques : cas des périmètres rizicoles de Glazoué au centre du Bénin, MAEP, Cotonou, 5 p.

39. **AZONTONDÉ, R. (2004):** Impact économique de l'adoption des pratiques de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au Sud-Bénin: Cas d'Aplahoué (commune de Klouekanme) et de Banigbé (commune d'Ifangni). Thèse d'ingénieur agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey- Calavi, Bénin, 154 p.

40. **AZONTONDÉ, A. (1993):** Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferrallitiques faiblement désaturés argilo-sableux) au Bénin. Cah. Orstom, sér. Pédol., vol. XXVlll, n°2, pp. 217-226.

41. **AZONTONDE, A. H., FELLER, R., GANRY, F. et REMY, J.C. (1998):** Le Mucuna et la restauration des propriétés d'un sol ferrallitique au sud du Bénin. Agri. et Dév. (18), pp. 55-62.

42. **AZONTONDÉ, A. H. (1991):** Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. In Soil Water Balance in the Sudano Sahelian Zone (Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991). IAHS Publ. no. 199, pp 249-258.

43. **AYMERIC, R., MYINT, M. M. et WESTERBERG, V. (2015):** An economic valuation of sustainable land management through agroforestry in eastern Sudan. Report for the Economics of Land Degradation Initiative by the International Union for Conservation of Nature, Nairobi, Kenya. Disponible à l'adresse: www.eld-initiative.org (consulté le 18/11/2016).

44. **BA, L. M. (2006):** Application de la méthode d'évaluation contingente à la détermination du consentement à payer pour l'entrée au parc national d'0iseau de Djeudj. Mémoire de DEA en Economie de l'Environnement, UCAD, Sénégal, 83 p.

45. **BABO, A. (2010) :** Conflits fonciers, ethnicité politique et guerre en Côte d'Ivoire. *ALTERNATIVES SUD*, VOL. 17-2010, pp 95-118.

46. **BACHTA, M. et MIMOUN, A. (2001) :** Evaluation économique de la dégradation du sol en Tunisie. Cas d'étude: le sous-bassin versant de l'Oued M'silah. *MEDIT N°1*, Tunisie, pp. 26-34.

47. **BADO, B. V. (2002):** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudaniennes du Burkina Faso. Thèse de Ph.D Département des sols et Environnement, Université Laval, 145 p.

48. **BALESDENT, L., PETRAUD, L. P. et FELLER, C. (1991) :** Effets des ultrasons sur la distribution granulométrique des matières organiques des sols. Science du sol, 29 (2), pp. 95-106.

49. **BAMIRE, A. S. et MANYONG, V. M. (2003):** Profitability of intensification technologies among smallholder maize farmers in the forest-savanna transition zone of Nigeria. Agriculture, Ecosystems and Environment, 100(2-3), pp. 111-118.

50. **BANNARI, A., MORIN, D., BONN, F. et HUETE, A. R. (1995):** A review of vegetation indices, Remote Sensing Reviews, Vol. 13, pp. 95-120.

51. **BANQUE MONDIALE (2007) :** Rapport sur le développement dans le monde 2008. « L'agriculture au service du développement ». Washington, D. C, 384 p.

52. **BARBIER, B. (1994):** Modélisation Agronomique et Economique de la Durabilité d'un Système Agraire Villageois: le cas du village de Bala au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, ENSAM-Montpellier, France. 328 p + annexes.

53. **BARROT, P. (1996):** Le Mucuna une plante qui nourrit le sol et le paysan. http://www.syfia-grands-Lacs.info. Consulté le 24/05/2015

54. **BATAMOUSSI, H. M., SEKLOKA, E., OGA, C. A., BOULGA, J. et PARAÏSO, A. (2014):** Dates of determination of maize seedling (zea mays

l.) on the tropical ferruginous in the central region of Benin: case study of the administrative district of Glazoué and Dassa-Zoumé. European Scientific Journal August 2014 edition vol.10, No.24, pp. 241-253.

55. **BATEMAN, I. et TURNER, R. K. (1993):** Valuation of the environment, methods and techniques: the contingent valuation methods, Sustainable environmental economics and management, principles and practices, Turner ed, Belhaven Press, pp. 120-191.

56. **BECKER, M. et JOHNSON D. (1998):** Les légumineuses comme jachères de saison sèche dans des systèmes de riz pluvial en Afrique de l'Ouest. Biology and Fertility of Soils, 27, pp. 358–367.

57. **BERDING, F. et VAN DIEPEN, C. A. (1982):** Notice explicative des cartes d'aptitude culturale de la République Populaire du Bénin. Projet FAO d'Agro-Pédologie, Etude N°251, Cotonou, Bénin, 70 p.

58. **BERDING, F. et VAN DER HEIDE, J. (1980) :** Carte d'aptitude des sols pour la culture de coton. Feuille centre, Projet Agro-Pédologie, Cotonou, Bénin, 18 p.

59. **BERNIER, B. (1992) :** Introduction à la macroéconomie. Dunod, Paris, 217 p.

60. **BERRY, L. et OLSON, J. (2003a):** Land degradation in Rwanda: its extent and impact. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global mechanism with support from the World Bank, 18 p.

61. **BERRY, L. et OLSON, J. (2003b):** Land degradation in Uganda: its extent and its impact. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank, 21 p.

62. **BERRY, L. et OLSON, J. (2003c):** Land degradation in Ethiopia: its extent and its impact. Florida Center for Environmental Studies, paper

commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank, 25 p.

63. **BERTRAND, R. et GIGOU, J. (2000) :** La fertilité des sols tropicaux, Edition Maisonneuve et Larose, Coll. Le technicien d'agriculture tropicale, n°40, 397 p.

64. **BESSE, F., SARRAILH, J.M. et TASSIN, J. (1997) ;** Conservation des sols et agroforesterie. Bois et Forêts des Tropiques (252), pp. 30-33.

65. **BIAOU, C. F. (2006) :** Monographie de la Commune de Lalo. Cabinet « Afrique Conseil », Cotonou, 68 p.

66. **BIED-CHARRETON, M. (2006) :** L'évaluation du coût économique de la dégradation des terres. In Efficacité de la gestion de l'eau et de la fertilité des sols en milieux semi-arides. Actes de la session VII organisée par le réseau E-GCES de l'AUF au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc), du 14 au 19 mai 2006, pp 59-62.

67. **BOKO, M. (1998) :** Climat, eau et société au Bénin. In Annales de la FLASH, N°6, pp 53-59.

68. **BOLI, Z., ROOSE, E. (1996) :** Degradation & restoration of a sandy alfisol under cotton/maize intensive rotation in the sudano savannah of northern Cameroun. In "Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions" 9th ISCO Conference, Bonn, Germany, pp 281-282.

69. **BONNEAU, M. et SOUCHIER, B. (1979) :** Pédologie, 2: Propriétés et constituants du sol. 5ème Ed, Masson, Paris, 291 p.

70. **BOUNDJA, C. (2014) :** Recherche scientifique et innovation technologique en Afrique : une approche systémique. Département de Philosophie l'ISTAY/UCAO-UUA Université Marien NGOUABI (Congo), pp. 173-183.

71. **BRABANT, P. (1968) :** Sols ferrugineux tropicaux et sols apparentés du Nord-Cameroun: Aspects de leur pédogénèse. ORSTOM, Cameroun, 51 p.

72. **BRABANT, P. (2008):** Activités humaines et dégradation des terres : Indicateurs et indices. IRD, France, 106 p.

73. **BRABANT, P. (2010):** Une méthode d'évaluation et de cartographie de la dégradation des terres. Proposition de directives normalisées. Comité Scientifique Française de Désertification (CSFD). Les dossiers thématiques N° 8, 50 p.

74. **BRABANT, P. et CHEVERRY, C. (2012):** Dégradation mondiale des terres: comment l'évaluer? www.univ-lorraine.fr/mots-agronomie.fr. Consulté le 12/08/2014.

75. **BRABANT, P., SIMONNEAUX, V. et EGUE, K. (1994) :** Etat actuel de dégradation des terres et de l'environnement au Togo déterminé à l'aide de la télédétection. ORSTOM, France, 20 p.

76. **BRUIJNZEEL, L. A. (1990):** Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review. Édit. UNESCO Université Libre d'Amsterdam, Paris, 224 p.

77. **CARE/IRC. (2009) :** Rapport d'évaluation du projet retour et réintégration, 2006-2007, Abidjan, 89 p.

78. **CARR, L.D., SUTER L. et BARBERI A. (2005):** Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. Population and Environment, 27 (1), pp 89-113.

79. **CARSKY, R. J., TARAWALI, S. A., BECKER, M., CHICOYE, D., TIAN, G. et SANGINGA, N. (1998) :** Mucuna: a herbaceous cover legume with potential for multiple use. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. Resource and Crop Management Division (RCMD). Research Monographs N° 25, 13 p.

80. **CARSKY, R. J., BECKER, M. et HAUSER, S. (2001) :** Mucuna fallow for the maintenance and restoration of soil fertility of tropical cropping systems. In: Tian G., Ishida F., Keatinge J.D.H. (eds). Soil fertility maintenance in West Africa. Madison WI. Soil Science Society of America special publication N°58, pp. 111-135.

81. **CARSKY, J. R. et NDIKAWA, R. (1998) :** Identification of cover crops for the semi-arid savanna zone of West Africa. In : Buckles D., Etèka A., Osiname O., Galiba M. et Galiano G. (eds.) Plantes de couvertureen Afrique de l'Ouest : une contribution à l'agriculture durable. CRDI Canada – IITA Ibadan Nigeria - Sasakawa Global 2000 Cotonou Bénin, pp. 179-187.

82. **CENAP (1980):** La dégradation des sols en République Populaire du Bénin. Etude n° 229, Projet agropédologique, 76 p.

83. **CHOWDHURY, R. (2006):** Driving forces of tropical deforestation: The role of remote sensing and spatial models. Singapore Journal of Tropical Geography 27(1), pp. 82-101.

84. **CIESIELSKI, H. et STERCKEMAN, T. (1997):** Determination of exchange capacity and exchangeable cations in soils by means of cobalt hexamine trichloride. Effects of experimental conditions, Agronomie n°17, pp. 1-7.

85. **CILSS (2008):** Evaluation des impacts biophysiques et socio-économiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au Nord du plateau Central du Burkina-Faso. Rapport de synthèse, Ouagadougou, 94 p.

86. **CLEARFIELD, F. et OSGOOD, B., T. (1986):** Aspects sociologiques de l'adoption des pratiques de conservation des sols. Service de conservation des sols, FAO, Washington, DC. 21 p.

87. **CLEAVER, K. M. et SCHREIBER, G. (1998):** Inverser la spirale : les interactions entre la population, l'agriculture et l'environnement en Afrique subsaharienne (Document technique de la Banque Mondiale N° 372, série de la région Afrique), Washington : Banque Mondiale, 205 p.

88. **CNULCD (1995) :** Convention des Nations unies sur la Lutte Contre la Désertification. 65 p.

89. **CNULCD (2013):** L'économie de la désertification, de la dégradation des terres et de la sécheresse : Méthodes et analyses pour la prise de décision. Document d'information de la 2ème conférence scientifique, GRF Davos, 75 p.

90. **CNULCD (2015):** Reaping the rewards: Financing land degradation neutrality. Bonn, Allemagne, 69 p.

91. **COLOMBO, S., CALATRAVA-REQUENA, J. et HANLEY, N. (2006):** Analyzing the social benefits of soil conservation measures using stated preference methods. Ecological Economics, 58 (4), pp.850-861.

92. **Centre de Recherche Agricole-Coton Fibres (2002):** Fiches sur les exigences et les itinéraires techniques du cotonnier. MAEP/INRAB, Cotonou 3 p.

93. **CSE (2010):** Outils de gestion durable des terres au Sénégal: contribution de LADA, FAO /UNEP/UNCDD, 68 p.

94. **DAANE, J., BREUSERS, M. et FREDERICKS, E. (1997):** Dynamique paysanne sur le plateau Adja du Bénin. Karthala, Paris, 351 p.

95. **DABRE, M. (1997) :** Etude du système de production de l'Est du Burkina Faso : potentialités et contraintes du développement agricole, INERA, Ouagadougou, 81 p.

96. **DALSGAARDS, J. P. et OFFICIAL, R. T. (1997):** A quantitative approch for assessing the productive performance and ecological contributions. Agricultural systems. Vol. 55, N°4, Oxfort, pp 503-533.

97. **DÈGLA, K.P. et KIRK, M. (2009):** Socio-economic analysis of the cotton sector in Benin. Final report, Biota/ University of Marburg, Germany, 171 p.

98. **DEERING, D.W., ROUSE, J.W., HAAS, R. H. et SCHELL J.A. (1975):** Measuring « forage production » of grazing units from Landsat MSS data, In Proc. Tenth Int. Symp. on Remote Sensing of Environment. Univ. Michigan, Ann Arbor, pp. 1169–1178.

99. **DE LANDSHEERE, G. (1982):** Introduction à la recherche pédagogique. Armand Colin, Paris, 389 p.

100. **DEMON, A. (1991):** Activités humaines et dégradation de l'environnement dans la Circonscription Urbaine de Kandi. Mémoire de Maîtrise de Géographie, FLASH/UNB, 101 p.

101. **DEN BIGGELAAR, C., LAL, R., WIEBE, K., ESWARAN, H., BRENEMAN, V. et REICH, P. (2004) :** The Global Impact of Soil Erosion on Productivity: II: Effects On Crop Yields And Production Over Time. In: Advances in Agronomy, Volume 81. s.l.: Academic Press, pp. 49–95.

102. **DEWITTE, O., JONES, A., ELBELRHITI, H., HORION, S. et MONTANARELLA, L. (2012) :** Satellite remote sensing for soil mapping in Africa. Progress in Physical Geography, August, 36(4), pp. 514–538.

103. **DIAO, X. et SARPONG, D. B. (2007):** Cost Implications of Agricultural Land Degradation in Ghana. Discussion Paper nº 698, IFPRI.Washington, DC: Institut international de recherche sur les politiques alimentaires. In économie de la desertification de la degradation des terres et de la

sécheresse: methods et analyses pour la prise de décision. 2nd scientific conference UNCLCD, 65 p.

104. **DIXON, J., GULLIVER, A. et GIBBON, D. (2001):** Système de production agricole et pauvreté: améliorer les moyens d'existence des agriculteurs dans un monde en changement. Malcolm Hall, 455 p.

105. **DOSSA, B. K. A. (2016):** Evaluation et financement des dépenses environnementales : cas du consentement à payer pour la conservation des sols agricoles à Kéerou au Bénin. Thèse de doctorat, EDP/FLASH, UAC, Abomey-Calavi, 303 p.

106. **DOSSA, S.C. (1998) :** Essais d'utilisation des graines de Mucuna pruriens var utilis et M. P. var cochichennensis dans l'alimentation de quelques animaux mono gastriques. Rapp. Tech. De progression de Proj. De Rech. INRAB/URZV, Cotonou, 24 p.

107. **DOSSA, K. B. A. (2016) :** Evaluation et financement des dépenses environnementales : cas du Consentement à Payer pour la conservation des sols agricoles à Kèrou au Bénin. Thèse de doctorat en Géographie, EDP/FLASH/UAC, Abomey-Calavi, 303 p.

108. **DOSSA, A., BIAOU, G. et IGUÉ, A.M. (2014):** Consentement à payer pour la conservation des sols agricoles dans la commune de Kérou au Nord-Ouest du Bénin. Dynamiques Spatiales et Développement (Dyspadev) : Revue Semestrielle du Laboratoire d"Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR) / UAC, N° 004, décembre 2014, pp. 4 - 24.

109. **DREF (2007):** Etude d'aménagement du bassin versant d'Oued Beht en amont du barrage El Kansera, Direction Régionale des Eaux et Forêts du Nord Est, Fès, 67 p.

110. **DREGNE, H.E. et CHOU, N.T. (1992):** Global Desertification: Dimensions and Costs. In "Degradation and restoration of arid lands".

Dregne H. E. (Ed.). Lubbock, États-Unis, Texas Tech. University, pp 249-281.

111. **DUBROEUCQ, D. (1977):** Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin au 1/200000, feuille de Savè, ORSTOM, 82 p.

112. **EDJA, H. (1997A) :** Rôle des institutions locales dans la réforme d'un système foncier coutumier (Savè, Bénin), In: Bierschenk, Le Meur, vonOppen (eds.), Institutions and technologies for rural development in West Africa, Weikersheim Margraf Verlag, pp. 243-252.

113. **EDJA, H. (1997B) :** Phénomènes de frontière et problèmes de l'accès à la terre. Le cas de la sous-préfecture de Savè au Bénin, Working Papers on African Societies, 12, Berlin: Das Arabische Buch. 30 p.

114. **EKANZA, S-P. (2007) :** Côte d'Ivoire : De l'ethnie à la nation, une histoire à bâtir, Abidjan, CERAP, 88 p.

115. **ELBOUQDAOU, K., EZZINE, H., BADRAHOU, M., ROUCHDI, M., ZAHRAOUI, M. et OZER, A., (2005) :** Approche méthodologique par télédétection et SIG de l'évaluation du risque potentiel d'érosion hydrique dans le bassin versant de l'Oued Srou (Moyen Atlas, Maroc), Geo-Eco-Trop, 29, pp. 25-36.

116. **ELD (2013):** The rewards of investing in sustainable land management. Scientific Interim Report for the Economics of Land Degradation Initiative: A global strategy for sustainable land management. Disponible à l'adresse: www.eld-initiative.org (consulté le 15/11/2016).

117. **ELD (2014) :** Principes d'évaluation socio-économique pour la gestion durable des terres du cours en ligne ouvert et massif sur «l'économie de la dégradation des terres». Guide du praticien. Bonn, 28 p.

118. **ELD (2015):** La valeur des terres: Terres prospères et résultats positifs grâce à une gestion durable des terres. UNU-INWEH, Bonn, 180 p.

119. **ELD/UNEP (2015) :** L'économie de la dégradation des terres en Afrique: les bénéfices de l'action l'emportent sur ses frais. PNUE, Bonn, 160 p.

120. **ELLIS, E.C., GOLDEWIJK, K.K., SIEBERT, S., LIGHTMAN, D. et RAMANKUTTY, N. (2010):** Anthropogenic transforma¬tion of the biomes, 1700 to 2000. Global Ecology and Biogeography, 19(5): 589–606.

121. **ERVIN, C.A. et ERVIN, D. E. (1982):** Factors affecting the use of soil conservation practices: hypothesis, evidence and policy implication. Land Economics Vol. 58 (3), pp. 277-292.

122. **ESCADAFAL, R., BELGHITH, A. et BEN MOUSSA, H. (1994) :** Indices spectraux pour la télédétection de la dégradation des milieux naturels en Tunisie aride. 6e Symposium International "Mesures physiques et signature spectrale en télédétection", 17-21 janvier 1994, Val d'Isère, France, pp. 253-259.

123. **ETEKA, A.C. (1997) :** Importance des plantes de couverture et de l'agroforesterie dans l'agriculture. Communication 3è Congrès Ordinaire de l'Association des Ressortissants de Diho (ARD-Kassowokpo), 30 août, Savè, Bénin, 5 p.

124. **FAO (1980) :** Cartes d'aptitude des sols pour la culture du mil, manioc, maïs, arachide, igname et du coton. Feuille Centre et Feuille Nord. Projet agro-pédologique (FAO-PNUD), Cotonou, 15 p.

125. **FAO (1999):** Urban and peri-urban agriculture: for consideration of the FAO committee on Agriculture. Rome, Italie, 20 p

126. **FAO (2001a):** Soil fertility management in support of food security in Sub-Saharan Africa, Rome, 41 p.

127. **FAO (2001b):** Approche participative, communication et gestion des ressources forestières en Afrique subsaharienne. Rome, pp 7-11.

128. **FAO (2004):** Ethique et intensification agricole durable. Collection FAO : Questions d'éthique n°3, Rome, pp. 3-5.

129. **FAO (2007) :** Situation des forêts du monde. Food and Agriculture Organisation, Rome, 200 p.

130. **FAO (2008):** Water and the rural poor: interventions for improving livelihoods in Sub-Saharan Africa, edited by Faurès J. M. and G. Santini. FAO, Rome, Italy. 70 p.

131. **FAO (2011a):** L'Etat des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde. Gérer les systèmes en danger, FAO, Rome, Italie, 73 p.

132. **FAO (2011b):** Profil Nutritionnel du Bénin - Division de la nutrition et de la protection des consommateurs, Cotonou, 62 p.

133. **FAURE, G. (1990):** Pression foncière, monétaire et individualisation des systèmes de production cotonnière au Togo, Thèse de doctorat en agro – économie, ENSAM, RCT, 410 p.

134. **FEM (2005):** Domaine d'intervention du FEM : Dégradation des sols. Washington DC, 4 p.

135. **FEM (2005):** Groupe consultatif scientifique et technique du Fonds pour l'environnement mondial: Land management and its benefits – the challenge, and the rational for sustainable management of drylands. Disponible sur le site www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/document (consulté le 10/07/2015).

136. **FEM/FIDA (2002) :** S'attaquer à la dégradation et à la désertification des terres. GMS Grafiche – Rome, 9 p.

137. **FIDA (2006) :** Œuvrer pour que les ruraux pauvres se libèrent de la pauvreté au Bénin, FIDA, Italie, 8 p.

138. **FLOQUET, A. et MONGBO, R.L. (1998):** Les paysans en mal d‟alternatives. Dégradation des terres, restructuration de l‟espace agraire et urbanisation au bas Bénin, Gaimersheim: Margraf, 189 p.

139. **FLORET, C. et SERPANTIE, G. (1991):** La jachère en Afrique de l'Ouest. Edition ORSTOM, série colloques et séminaires, Montpellier, 494 p.

140. **FOLEY, J., RAMANKUTTY, N., BRAUMAN, K.A., CASSIDY, E.S., GERBER, J.S., JOHNSTON, M., MUELLER, N.D., O'CONNELL, C., RAY, D.K., WEST, P.C., BALZER, C., BENNETT, E.M., CARPENTER, S.R., HILL, J., MONFREDA, C., POLASKY, S., ROCKSTROM, J., SHEEHAN, J., SIEBERT, S., TILMAN, D. et ZAKS, D.P.M. (2011):** Solutions for a cultivated planet. Nature N°478, pp. 337–342.

141. **FOODY, G. M., CAMPBELL, N. A., TRODD, N. M. et WOOD, T. F. (1992):** Derivation and applications of probabilistic measures of class membership from the maximum likehood classification. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing; N° 58(9), pp. 1335-1341.

142. **FORMAN, R. T. T. (2008):** The urban region: natural systems in our place, our nourishment, our home range, our future. Landscape Ecologie 23, 3, pp. 251-253.

143. **FOURNIER, F. (1967A):** Mesure de l'érosion: principes de base et incidence de l'instrumentation nouvelle sur l'établissement des réseaux de mesure. Extrait de la publication n°67 de I'A.I.H.S. Symposiuin Planification des Réseaux Hydrologiques, pp. 343-355.

144. **FOURNIER, F. (1967B):** Les facteurs de l'érosion du sol par l'eau; les recherches sur la conservation du sol en Afrique et Madagascar. Sols Africains, vol. XII, n° 1, pp. 6-51.

145. **GALLAI, N., SALLES, J.-M., SETELLE, J. et VAISSIÈRE, B. (2009):** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline, Ecological Economics, janvier 2009, vol. 68, pp. 810-821.

146. **GARCIA, Y.T. (2001):** Analysis of farmer decision to adopt soil conservation technology in Argao: a socio economic evaluation. ACIAR, Canberra, Australia, pp. 160-178.

147. **GAVAUD, M.** (1988): Nature et localisation de la degradation des sols au Sénégal, ORSTOM, Dakar, 15 p.

148. **GEIST, H. J. et LAMBIN, E. F. (2002):** Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. BioScience N°52(2), pp. 143–150.

149. **GENY, P., WAECHTER, P. et YATCHINOVSKY, A. (1992):** Environnement et Développement Rural : guide de la gestion des ressources naturelles, éditions Frison- Roche, Paris, 418 p.

150. **GEORGE, P. (1978) :** Précis de géographie rurale. Presses de l'Université de France, 3ème édition, Paris, 350 p.

151. **GEORGE, P. et VERGER, F. (2013) :** Dictionnaire de la géographie. PUF, 4ème édition, Paris, 478 p.

152. **GIC/PAGDT (2014) :** Etude d'identification et de spatialisation des terres agricoles dégradées dans les Communes de Bantè, Dassa-Zoumé et Glazoué. IP-GIC, Dassa-Zoumé, 67 p.

153. **GIGOU, J., COULIBALY, H., TRAORE, K. B., GIRAUDY, F., DOUCOURE, C. O. T. et HEALY, S. (2006) :** La culture permanente :

une innovation paysanne méconnue de la recherche dans le "vieux bassin cotonnier" de Koutiala (Mali). In : Caneill J., Agronomes et innovations, Entretiens du Pradel. Mirabel, Actes du colloque du 8 au 10 septembre 2004. Paris : L'Harmattan, pp. 303-314.

154. **GILLER, K. E. et DASHIELL, K. E. (2007):** Glycine max (L) Merill. Fiche de Protabase. Van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). PROTA (Plant resources of Tropical Africa/Ressources Végétales de l'Afrique Tropicale), Wageningen, Pays Bas, pp. 74-78.

155. **GIZ (2016):** Mesures de Gestion Durable des Terres (GDT) et d'Adaptation aux Changements Climatiques (ACC) : Compendium des Fiches Techniques du Formateur. ProSOL, Bohicon, 63 p.

156. **GNANHO, J-B. (2008) :** Impacts environnementaux des systèmes culturaux dans la Commune d'Allada. Mémoire de maîtrise de Géographie, FLASH/UAC, 89 p.

157. **GONDJEB, Y., NJE, P. et HAVARD, M., (2011):** Les déterminants de l‟adoption des techniques de lutte contre l‟érosion hydrique des sols en zone cotonnière du Cameroun. Actes de l'atelier «Evaluation des impacts des innovations dans les systèmes de production et les territoires agropastoraux d‟Afrique de l‟Ouest : quelles méthodes, quels indicateurs ? », Cirad, Montpellier, France, 13 p.

158. **GOOR, F. (2005):** L'érosion hydrique des sols dans la région wallonne (année 2005) chapitre [11] les sols et l'environnement terrestre, http://environnement.wallonie.be , consulté le 15 octobre 2016.

159. **GROUPE CHADULE (1994) :** Initiation aux pratiques statistiques en géographie. Paris: Masson, collection, géographie, 196 p.

160. **GUILLOBEZ, S., LOMPO, F. et DE NONI, G. (2000):** Le suivi de l'érosion pluviale et hydrique au Burkina Faso. Utilisation d'un modèle

cartographique, Sciences et changements planétaires, Sécheresse, vol. 11, n°3, pp. 163-172.

161. **GUEYE, I. (2013) :** Application de la Télédétection aérospatiale pour l'évaluation de la dégradation des ressources naturelles : cas des sols de la région de Kaolack située dans le Bassin arachidier du Sénégal. Mémoire de Master CB2A, Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal, 117 p.

162. **GROS, A. (1979):** Engrais: guide pratique de la fertilisation (7 éd) Maison Rustique, Paris, 542 p.

163. **HAUCHART, V. (2005):** Culture du coton et dégradation des sols dans le Mouhoun (Burkina Faso), Thèse de doctorat de géographie, université de Reims-Champagne-Ardenne, France, 467 p.

164. **HEADY, E. O. et DILLON, J. L. (1972):** Agricultural production functions, Ed. Iowa State University Press, pp. 195-217.

165. **HECKMAN, J. (1979):** Sample Selection Bias as a Specification Error, Econometrica 47(1), pp.153- 162.

166. **HINVI, C.S. et NONFON, C.R. (2000):** La fertilité des terres dans les départements de l'Atacora et la Donga: Problématique, zonage, acquis et quelques axes de recherche. Rapport d'étude. INRAB/URD Atacora BENIN. 13 p.

167. **HJULSTROM, F. (1935):** Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris. Bulletin of the Geological Institute University of Uppsala, 25, pp 221-527.

168. **HONLONKOU, N. A. (1999):** Impact économique des techniques de fertilisation des sols : cas de la jachère Mucuna au Sud du Bénin. Thèse de doctorat de 3è cycle en sciences économiques, CIRES, Université de Cocody-Abidjan, 187 p.

169. **HOUÉDJISSIN, R. C. (2000):** Impacts environnementaux des modes de communalité et de gestion des terres dans la sous-préfecture d'Agbangnizoun. Mémoire de DEA de Géographie, EDP/FLASH, UAC, Abomey-Calavi, 91 p.

170. **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.

171. **HOUNDAGBA, C. J. (1985):** Analyse typologique des paysages d'Abomey-Zangnanado. Exploitation d'un système de programme pl/i. Nepturne. Thèse de doctorat de 3ème cycle. ULP, Strasbourg, France, 286 p.

172. **HOUNGBO, N. E. (2002) :** Agriculture durable au Benin ; Une question d'acces aux ressources'', Dakar-Yoff, Senegal, Coraf Action N°25, pp. 11-12.

173. **HOUNGBO, N. E. (2008):** Dynamique de 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, UAC, 326 p.

174. **HOUNKANRIN, J. B. (2015) :** Mise en valeur agricole de la vallée de l'Ouémé dans la Commune de Bonou : Diagnostic et trajectoire. Thèse de doctorat unique de géographie, EDP/FLASH/UAC, Abomey-Calavi, 275 p.

175. **HOUNTONDJI, Y. C. (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 Docteur en Sciences. ULG. 152 p.

176. **HOUNTONDJI, Y.C., SOKPON, N., NICOLAS, J. et OZER, P. (2009) :** Ongoing desertification processes in the sahelian belt of West Africa: an evidence from the rain-use efficiencies, In "Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation and Assessment", Roeder, A. & Hill, J. (eds.), Taylor & Francis group, pp. 173-186.

177. **HOUNTONDJI, Y.C. et OZER, P. (2007):** Trends in extreme rainfall events in Benin (west africa) 1960-2000. Communication orale, Conférence régionale sur les changements climatiques et les phénomènes extrêmes en Afrique sub-saharienne, Cotonou / Bénin, 7 p.

178. **HUCKETT, S. P. (2010):** A comparative study to identify factors affecting adoption of soil and water conservation practices among smallhold farmers in the Njoro River Watershed of Kenya. Doctorate Thesis in Human Dimensions of Ecosystem Science and Management. Utah State University, 293 p.

179. **HURLE, J. B. et PEREZ, L. P.Y. (1999):** Non-markets benefits valuation of conservation policies in Spain. Medit n° 1, pp. 4-13.

180. **HURNI, H. (1997):** Concepts of sustainable land management. ITC Journal Vol. Nr. 3/4, pp. 210-215.

181. **IBRAHIMI, S. (2005):** Application du 210Pbexe comme une alternative à l'utilisation du 137Cs pour l'étude de la redistribution du sol sur des transects cultivés et non cultivés, Bassins versants El Hachef et Raouz, nord du Maroc, Thèse de doctorat en Sciences, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Maroc, 205p.

182. **IGUE, A. M. (1995):** Interprétation Agro-pédologique dans la région d'Aplahoué : Connaître le sol pour mieux l'utiliser. Cotonou, 21 p.

183. **IGUÉ, A. M. (2003):** Fertilité des terres de barre d'Adingnigon (commune d'Aplahoué). Actes 4 de l'Atelier scientifique Sud du 10 au 12 décembre 2003 à Abomey Calavi CRA-Centre/INRAB/MAEP/Bénin. pp. 246 – 251.

184. **IGUE, M.A. et DAGBEROU, R.P. (2006) :** Etude Agro-pédologique à l'échelle de 1/25.000 à Miniffi dans la Commune de Dassa-Zoumé (Département des Collines). INRAB/MAEP/BENIN. LSSEE; Etude N°352, 46 p.

185. **IGUE, A. M., ADJANOHOUN, A., SAIDOU, A., EZUI, G., ATTIOGBÉ, P., KPAGBIN, G., GOTOECHAN-HODONOU, H., YOUL, S., PARE, T., BALOGOUN, I., OUEDRAOGO, J., DOSSA, E., MANDO, A. et SOGBEDJI, J. M. (2013) :** Application et adaptation de l'approche intégrée DSSAT-SIG à la formulation des doses d'engrais pour la culture du maïs au Sud et au Centre du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Fertilité du maïs, Cotonou, pp 24-33.

186. **IGUE, A. M., SAIDOU, A., ADJANOHOUN, A., EZUI, G., ATTIOGBÉ, P., KPAGBIN, G., GOTOECHAN-HODONOU, H., YOUL, S., PARE, T., BALOGOUN, I., OUEDRAOGO, J., DOSSA, E., MANDO, A. et SOGBEDJI, J. M. (2013):** Evaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Fertilité du maïs, Cotonou, pp. 12-23.

187. **ILLUKPITIYA, P. et GOPALAKRISHNAN, C. (2004):** Décision making in soil conservation: application of a behavioral model to potato farmers in Sri Lanka. Land Use Policy vol. 21, pp. 321-331.

188. **INRAB (1993):** Fiche Technique sur les cultures vivrières céréales, légumineuses à graines et tubercules.

189. **INRAB (1995):** Sols et Fôrets: les sols et leurs potentialités agricoles, les essences forestières. Fiche technique, INRAB, Cotonou, 68 p.

190. **INSAE (1988) :** Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH1). La population du Zou. Cotonou, Bénin, 45 p.

191. **INSAE (1992) :** Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH2). MPRE, Cotonou, 48 p.

192. **INSAE (1994) :** Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH2). La population du Zou. Cotonou, Bénin, 45 p.

193. **INSAE (2002) :** Atlas monographique des communes du Bénin. Cotonou, Bénin, 310 p.

194. **INSAE (2003) :** Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH3) : synthèse des analyses. Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 348 p.

195. **INSAE (2004) :** Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH3). Résultats complets du RGPH3, Cédérom, Cotonou, Bénin, 3 CD.

196. **INSAE (2012) :** Note sur la pauvreté au Bénin. Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des ménages, 2ème édition, EMICoV 2011, Cotonou, 21 p.

197. **INSAE (2012) :** Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie et des Ménages (EMICOV), 2ème édition (EMICOV 2011), Principaux indicateurs, Cotonou, 116 p.

198. **INSAE (2013) :** Evaluation de la pauvreté au Bénin. Rapport d'étude, Cotonou, 218 p.

199. **INSAE (2014) :** Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire (AGVSA). PAM, MAEP, République du Bénin; janvier 2014, 146 p.

200. **INSAE (2015) :** Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH3). Résultats complets du RGPH4, Cédérom, Cotonou, Bénin, 3 CD.

201. **INSAE (2016) :** Les tendances de la pauvreté au Bénin sur la période 2007-2015. Cotonou, 132 p.

202. **JAVAHERI, F. et BAUDOUIN, J. P. (2001):** Soja (Glycine max (L.) Merrill.) Agriculture en Afrique Tropicale N°1634, pp. 660-883.

203. **JOHNSON, G., SCHOLES, K., WHITTINGTON, R. et FRÉRY, F. (2014):** Stratégique. Pearson Education, 10ème édition, Paris, 640 p.

204. **JOUVE, P. (1992) :** Le diagnostic du milieu rural. De la région à la parcelle. Etudes et travaux du CNEARC, n°6, Montpellier, 40 p.

205. **KADJEGBIN, T. G. R. (2014) :** Production agricole et sécurité alimentaire dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Bénin. Thèse de doctorat en Géographie et gestion de l'environnement, EDP, FLASH, UAC, 317 p.

206. **KAITIBIE S., EPPLIN F. M., KRENZER E.A. et ZHANG H. (2002):** Economics of lime and phosphorus application for dual-purpose winter wheat production in low-pH soils. *Soil Sci. Am. J.* (94), pp. 1145-1155.

207. **KANG, B.T., WILSON, G.F. et SPIKENS, I. (1981):** Alley cropping maize (Zea mays L.) and Leucaena (Leucaena leucocephala Lam) in Southern Nigeria. Plant Soil n°63, pp. 165-179.

208. **KETTLER, T. (2014) :** Soil Genesis and Development, Lesson 6 – Global Soil Resources and Distribution. [Online] Available at: http://passel.unl.edu/pages/ informationmodule.php. Consulté le 12 November 2016.

209. **KINNELL, P. I. A. (2010) :** Event soil loss, runoff and the Universal Soil Loss Equation family of models: A review. Journal of Hydrology Nn°385, pp 84–397.

210. **KOMBIENI, M. F. (2014) :** Formes d'exploitation et perspectives pour une gestion durable des terres dans la plaine de Gourma au Bénin. Thèse de doctorat unique en Géographie. EDP/FLASH/UAC, Abomey-Calavi, 303 p.

211. **KOUASSI, A. M. (2000) :** Pression anthropique et problèmes socio-économiques et spatio-écologiques dans l'espace Buyo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de Géographie, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, 506 p.

212. **KOUASSI, A. M., KOUAME, K. F., KOFFI, Y. B., Kouakou Bernard DJE, K. B., PATUREL, J. E. et 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 [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 513, mis en ligne le 07 décembre 2010, consulté le 24 octobre 2016. URL : http://cybergeo.revues.org/23388 ; DOI : 10.4000/cybergeo.23388.

213. **KOUASSI, N. F. et N'DRI, B. A. (2016) :** Conflits fonciers intercommunautaires et fracture sociale dans les régions du Guémon et du Cavally à l'ouest de la Côte d'Ivoire. European Scientific Journal May 2016 edition vol.12, No.14, pp. 240-261.

214. **KOULIBALY, B. (2011):** Caractérisation de l'acidification des sols et gestion de la fertilité des agrosystèmes cotonniers au Burkina. Thèse de doctorat en sciences appliquées, Université de Ouagadougou, 183 p.

215. **LAMBIN, J.J. (1982):** La recherche marketing. Analyser, mesurer, prévoir. Montréal: Mc Graw-Hill. 424 p.

216. **LAMBIN, E.F. (2001):** The causes of land-use and landcover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change n°11, pp. 261-269.

217. **LAMBIN, E., GIBBS, H., FERREIRA, L., GRAU, R., MAYAUX, P., MEYFROIDT, P., MORTON, D.C., RUDEL, T.K., GASPARRI, I. et MUNGER, J. (2013):** Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. Global Environmental Change n° 23(5), pp. 892–901.

218. **LANDREAU, C. (2004) :** Impact des activités physiques de pleine nature - Outils d'évaluation et gestion environnementale. Mémoire de Maîtrise de Géographie – IGA, 106 p.

219. **LAROCHE, B., THORETTE, J. et LACASSIN, J.C. (2006) :** L'artificialisation des sols : pressions urbaines et inventaire des sols, vol. 13, n°3, pp. 223-235.

220. **LAROUSSE (2011) :** Dictionnaire Larousse, Grand-format, Paris, 1881 p.

221. **LE, Q.B., NKONYA, E. et MIRZABAEV, A. (2014):** Biomass productivity-based mapping of global land degradation hotspots. ZEF-Discussion papers on development policy No. 193. Bonn, Allemagne: Université de Bonn, 25 p.

222. **LEACH, M. et MEARNS, R. (1992):** Poverty and the environment in Developing Countries: An Overview Study, Final report to the Economic and Social Research Council. Brighton: Official Development Assistance (ODA), IDS.

223. **LECREDE (1996) :** Récession pluviométrique et mutation socio-économiques dans le Département du Zou. Coopération interuniversitaire Bénin-Dijon, UNB, FLASH, DGAT, LECREDE, Abomey-Calavi, 52 p + annexe.

224. **LE HOUEROU, H.N. (1995):** Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches. In L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? In. Actes du Congrès International sur la Restauration des Terres Dégradées, des Zones Arides et Semi-Arides, Editions John Libbey Eurotext, pp. 65-104.

225. **LOF, G., TOPS, A. et NETJES, J. (1990):** Le soja. Agrodok-series N°10, 1ère édition Francaise traduite par Evelyne Codazzi, pp. 1- 7.

226. **LORENZETTI, F., MAC ISAAC, S., ARMASSON, J.T., AWANG, D.V.C. et BUCKLES, D. (1998) :** The chemistry, toxicology and food potential of velvet bean (Mucuna). In: Bucles D., Etèka A., Osiname O., Galiba M M. et Galiano G. (Eds) : Plantes de couverture en Afrique de l'Ouest, une contribution à l'agriculture durable CRDI-IITA, Sasakawa 2000, pp. 67-84.

227. **LOW, P.S. (Ed). (2013):** Economic and social impacts of desertification, land degradation and drought. Livre Blanc I. UNCCD 2e Conférence scientifique. Disponible sur le site www.2sc.unccd.int (consulté le 07/07/2015).

228. **LILLO, F., ACUÑA, E., VÁSQUEZ, F., MENA, P. et RODRÍGUEZ, R. (2014):** Willingness to pay of smallholders for soil restoration: Results of a contingent valuation survey. Custos e @gronegócio on line - Vol.10, n° 4, Oct - Dec 2014, pp. 118-138.

229. **LINIGER, H.P., MEKDASCHI STUDER, R., HAUERT, C. et GURTNER, M. (2011):** La pratique de la gestion durable des terres. Directives et bonnes pratiques en Afrique subsaharienne. TerrAfrica, Panorama mondial des approches et technologies de conservation (WOCAT) et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, 243 p.

230. **LOZET, J. et MATHIEU, C. (1990):** Dictionnaire de Science du sol. 2ème édition. Lavoisier. Technique et documentation, Paris. 384 p.

231. **MAEP (2009a) :** Bénin stimuler l'économie rurale : analyse du climat des investissements pour les entreprises rurales ; 167p

232. **MAEP (2009b) :** Contribution du secteur agricole à l'économie nationale. MAEP, Cotonou, 66p.

233. **MAEP (2011) :** Stratégique de Relance du Secteur Agricole (PSRSA), édition définitive, MAEP, Cotonou, 46 p.

234. **MAEP (2015) :** Statistiques agricoles ; bilan des campagnes agricoles. Cotonou, 86 p.

235. **MAEP/ DPP (2016):** Statistiques agricoles, Cotonou, Bénin, 149 p.

236. **MALIKI, R. (2006) :** Sédentarisation de la culture d'igname et gestion durable des resources naturelles dans la région centre du Bénin : développement participatif, contraintes, adoption et diffusion des technologies. Thèse DEA, Abomey-Calavi, UAC, 2006, 312 p.

237. **MALIKI, R., AMADJI, F., ADJE, I. et TEBLEKOU, K. (2005) :** Production durable de l'igname de qualité dans un système de cultures à base de Gliricidia sepium et Aeschynomene. Référentiel technico-économique. ISBN, N°99919-51-85-7. AFD, PADSE, INRAB, MAEP, Cotonou, Bénin, 70 p.

238. **MALIKI, R., TOUKOUROU, M., AMADJI, F. et ADJE, I. (2007a):** Référentiel technico-économique sur la production durable de l'igname de qualité dans un système de cultures intégrant l'Aeschynomene histrix. ISBN: 978-99919-62-30-6, FAO/TCP, BEN/3002 (A), INRAB/MAEP, Cotonou, Bénin, 52 p.

239. **MALIKI, R., TOUKOUROU, M., AMADJI, F. et ADJE, I. (2007b) :** Référentiel technico-économique sur la production durable de l'igname de qualité dans un système de cultures intégrant le Mucuna pruriens var utilis.

ISBN: 978-99919-62-31-3, FAO, TCP, BEN/3002 (A), INRAB/MAEP, Cotonou, Bénin, 54 p.

240. **MANDIMBA, G. R. (1997):** L'inoculation: une arme contre la faim dans les pays en développement. Laboratoire de Biotechnologie. Institut de Développement Rural. Congo. http://www.bibliotheque.refer.org/livre44/l4403.pdf. Consulté le 08/07/2015.

241. **MARQUETTE, C. et BILSBORROW, R. (1997):** Population and environment in developing countries: A literature review survey and bibliography of recommendations for future research ; NY : UN population Division New York, 127 p.

242. **MARQUETTE, J., LATRILLE, E., ISSIFOU, A. et AGBO A. (1982):** PRODERMA, Recherche agronomique d'accompagnement (1976-1981). Premières conclusions. Rapport IRAT, Lomé, 34 p.

243. **MARTIN, P.J., KASUGA, L. J. et BASHIRU, R. A. (1998):** Cashew farm upgrading: Agronomic options for increasing cashew production by smallholder farmers in Tanzania. Expl. Agic. (1998), Volume 34, pp. 137-1 52.

244. **MATHIEU, C. (1987):** Contraintes techniques et sociales en conservation des sols et des eaux en zones à très forte densité de population: l'exemple des montagnes du Mumirwa au Burundi. Tropicultura, 5 (3), pp. 137-146.

245. **MEPN (2008a) :** Diagnostic de l'Auto-évaluation Nationale des Capacités à Renforcer pour la Gestion de l'Environnement Mondial du Bénin. MEPN, Cotonou, 200 p.

246. **MEPN (2008 b):** Evaluation du cout économique et financier de la dégradation environnementale dans les zones arides au Bénin: cas des

Départements du Borgou et de l'Alibori. Rapport d'étude, PADZAB, Cotonou, 132 p.

247. **MEPN (2010):** Plan Stratégique d'Investissement sur la Gestion Durable des Terres (PSI/GDT) au Bénin, Cotonou, 92 p.

248. **MEPN/PAGEFCOM (2010a)** : Schéma Directeur d'Aménagement Communal (SDAC) de Dassa-Zoumé. PAGEFCOM, Tecsult, Cotonou, 76 p.

249. **MEPN/PAGEFCOM (2010b) :** Schéma Directeur d'Aménagement Communal (SDAC) de Glazoué. PAGEFCOM, Tecsult, Cotonou, 96 p.

250. **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005):** Ecosystems and well-being: desertification synthesis, World Resources Institute, Washington, 26 p.

251. **MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (ÉVALUATION DES ÉCOSYSTÈMES POUR LE MILLÉNAIRE) (2005):** Les écosystèmes et le bien-être humain: Rapport de synthèse. Washington, D.C.: Island Press. 49 p.

252. **MITCHELL, R.C., CARSON, R.T. (1989):** Using surveys to value public good: the contingent valuation method, Resources for the Future, the Johns Hopkins University, Washington, 463 p.

253. **MOLLARD, E. et WALTER, A. (2008) :** Agricultures singulières, IRD, Paris, 343 p.

254. **MONDE, M. (2008):** Dynamique actuelle de l'occupation du sol sur le plateau d'allada : cas de Tori- Avamè dans la Commune de Tori Bossito. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 93 p.

255. **MORALES, C., DASCAL, G., ARANÍBAR, Z. et MORERA, R. (2012):** Measuring the economic value of land degradation / desertification

and drought considering the effects of climate change. A study for Latin America and the Caribbean. Secheresse, Volume 23, Nº 3, juillet-août-septembre 2012, pp. 168-176.

256. **MULDER, I. (2000):** La dégradation des sols au Bénin: les perceptions et les réponses des agriculteurs. Série de recherche n °240, Institut Tinbergen, Vrije Universiteit Amsterdam. 241 p.

257. **NACHTERGAELE, F., PETRI, M., BIANCALANI, R., VAN LYNDEN, G. et VAN VELTHUIZEN, H. (2010):** Global Land Degradation Information System (GLADIS). Beta Version. An Information Database for Land Degradation Assessment at Global Level. Land Degradation Assessment in Drylands Technical Report, no. 17. FAO, Rome, Italy, 217 p.

258. **OCDE (1993):** Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour les examens des performances environnementales. Rapport de synthèse du groupe sur l'Etat de l'Environnement, Monographie sur l'environnement n°83, Paris, 35 p.

259. **ODJO, P. (2010):** Potentialités agricoles et sécurité alimentaire dans la Commune de Tchaourou, Mémoire de Maîtrise, UAC-FLASH-DGAT, 64 p.

260. **OLDEMAN, L. R., HAKKELING, R. T. A. et SOMBROEK, W. G. (1991):** Carte mondiale de l'état de dégradation des sols induite par l'homme: une note explicative. Programme des Nations Unies pour l'environnement, (2e édition.). Nairobi. In « la séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres », Rapport sur les ressources en sol du monde N°96, FAO, 2002. 89 p.

261. **OLOUKOÏ, J. (2001) :** Impact environnemental de la transhumance dans les Sous–préfectures de Savè, Ouèssè et Tchaourou. Mémoire de maîtrise de géographie, Université d'Abomey–Calavi. Bénin, 112 p.

262. **OLOUKOÏ, J. (2012) :** La télédétection et les systèmes d'information géographiques dans l'étude de la dynamique spatiale de l'occupation des terres au centre du Bénin. Thèse de doctorat, UAC, 306 p.

263. **OLOUKOÏ, J., MAMA, M.J. et AGBO, B. F. (2006) :** Modélisation de la dynamique d'occupation des terres dans le Département des Collines au Bénin. Revue Télédétection, 2006, vol. 6, n° 4, pp. 305-323.

264. **OMM (1990):** Guide des pratiques climatologiques. vol. 100, Genève, 152 p.

265. **ONASA (2016) :** Compendium des prix des produits vivriers dans les Communes de Dassa-Zoumè et de Glazoué de 2000 à 2015. ONASA, Cotonou, 12 p.

266. **OUASSA KOUARO, M. (2008) :** Les déterminants socioculturels de la désertification dans l'Atacora Ouest au Bénin. Thèse de Doctorat Nouveau Régime, Université Paris IV et UAC, 352 p.

267. **PALLO, F.J.P. et THIOMBIANO, L. (1989):** Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina-Faso: Caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. BUNASOL-Ouagadougou, SOLTROP, pp. 307-327.

268. **PAP (1976) :** Principes de classification et d'évaluation des terres pour la République du Bénin. 36 p.

269. **PFEIFFER, V. (1988):** Agriculture au Sud-Bénin. Passé et perspectives. 172 p.

270. **PFSE (2012a) :** Etudes socio-économiques et élaboration de plans d'aménagement participatif des massifs forestiers du domaine protégé de la région du moyen Ouémé en vue de leur exploitation pour la production du bois-énergie. Plan d'aménagement participatif forestier dans la commune de Dassa-Zoumé. IED/DKM, Cotonou, Bénin, 180 p.

271. **PFSE (2012b) :** Etudes socio-économiques et élaboration de plans d'aménagement participatif des massifs forestiers du domaine protégé de la région du moyen Ouémé en vue de leur exploitation pour la production du bois-énergie. Plan d'aménagement participatif forestier dans la commune de Glazoué. IED/DKM, Cotonou, Bénin, 186 p.

272. **PAE (1993) :** Plan d'Action Environnemental, République du Bénin, Cotonou, 101 p.

273. **PNUE (2012):** Inclusive Wealth Report 2012. Measuring progress toward sustainability. Cambridge, Royaume-Uni : Cambridge University Press, 145 p.

274. **PONTIUS, R.G. (2000):** Quantification error versus location in comparison of categorical maps. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 66, (8), pp. 1011–1016.

275. **POUTREL, J. M. et WASSERMAN, E. (1977):** Prise en compte de l'environnement dans les procedures d'aménagement: Essai méthodologique sur les études d'impact. Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Collection Recherche Environnement n°10, Paris, 181 p.

276. **PIRES, A. (1997):** Échantillonnage et recherche qualitative : Essai théorique et méthodologique. In « La recherche qualitative. Enjeux épistémologiques et méthodologiques », Université d"Ottawa, Canada, pp. 113-169.

277. **PIROT, R. (1998):** La motorisation dans les cultures tropicales. CIRAD, Collection technique, Montpellier, 315 p.

278. **PNUE (1991):** Situation en ce qui concerne la desertification et la mise en oeuvre du plan d'action des Nations Unies pour lutter contre la desertification. Naïrobi, 94 p.

279. **PROFFITT, A. P. B. et ROSE C. W. (1991):** Soil erosion processes. i. the relative importance of rainfall detachment and runoff entrainment, Australian Journal of Soil Research, 29, pp. 671–683.

280. **QADIR, M., QUILLÉROU, E., NANGIA, V., MURTAZA, G., SINGH, M., THOMAS, R.J., DRECHSEL, O. et NOBLE, A.D. (2014):** Economics of salt-induced land degradation and restoration. Natural Resources Forum, 38(4), pp. 282–295.

281. **REQUIERT DESJARDINS, M. et BIED-CHARRETON, M. (2009):** Evaluation des coûts économiques et sociaux de la dégradation des terres et de la désertification en Afrique. C3ED/AFD, Paris, 163 p.

282. **REPUBLIQUE DU BENIN (1999) :** Loi n° 98 -030 du 12 février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin. Présidence de la République, MEHU-ABE, 64 p.

283. **REPUBLIQUE DU BENIN (2000) :** Programme d'Action National de Lutte contre la Désertification. MEHU, DGAT. Cotonou, 91 p.

284. **REPUBLIQUE DU BENIN (2002) :** Plan d'Action Opérationnel pour la Gestion Durable de la Fertilité des Sols. Initiative pour la Fertilité des Sols (IFS), Cotonou, Bénin, 45 p.

285. **REPUBLIQUE DU BENIN (2008a) :** Lutte contre la désertification et la dégradation des terres au Bénin. In « Diagnostic de l‟Auto-évaluation Nationale des Capacités à Renforcer pour la Gestion de l‟Environnement Mondial du Bénin » (ANCR-GEM). Rapport National. PNUD, CNDD, MEPN; pp. 64-82.

286. **REPUBLIQUE DU BENIN (2008b) :** Projet : ‟Auto-évaluation Nationale des Capacités à Renforcer pour la gestion de l‟Environnement Mondial (ANCR-GEM)''. FEM, PNUD, CNDD, MEPN. 200 p.

287. **RESQUIER-DESJARDINS, M. et CARON, P. (2005) :** La lutte contre la désertification : Un lien public mondial environnemental ? Les dossiers thématiques du CSFD1. CFSD/Agropolis, Montpellier, 28p.

288. **RICHARDS, P. (1985):** Indigenous agricultural revolution: Ecology and food production in West Africa. Hutchinson: London. 192 p.

289. **ROGERS, E. M. (1995):** Diffusion of Innovations, (4ème ed.), New York, Free Press, 518 p.

290. **ROOSE, E. (1977):** Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. ORSTOM, Paris, 192 p.

291. **ROOSE, E. (1979):** Dynamique actuelle de deux sols ferrugineux tropicaux indurés sous sorgho et sous végétation soudano-sahélienne. Saria (Haute-Volta); Synthèse de champagne 1971- 1974. ORSTOM Paris, 87 p.

292. **ROOSE, E. (1981):** Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale: étude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées. ORSTOM, Paris, 569 p.

293. **ROOSE, E. (1992) :** Capacité des jachères à restaurer la fertilité des sols pauvres en zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale, Compte-rendu de séminaire, ORSTOM, Montpellier, pp. 233-244.

294. **ROOSE, E. (1994):** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin pédologique de la FAO, n°70, Rome, Italie, 420 p.

295. **ROOSE, E., KABORE, V. et GUENAT, C. (1993) :** Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la productivité des terres dégradées en zone soudano-sahélienne (Burkina-Faso). Cah. ORSTOM, série pédologie, XXVIII, pp. 159-173.

296. **ROSEN, S.M. (1974):** Hedonic prices and implicit markets: product differenciation in pure competition. Journal of Political Economy, vol 82, n°1, pp. 34-55.

297. **ROUSE, J.W. et HAAS, R.H. (1973):** Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., College Station, 93 p.

298. **ROZAN, A. (2000):** Une Evaluation Economique des Bénéfices de la Morbidité Bénigne induits par une amélioration de la qualité de l‟air. Economie et Prévision, n°143-144, pp. 247-259

299. **RUGET, F., BONHOMME, R. et CHARTIER, M. (1996) :** Estimation simple de la surface foliaire de plantes de maïs en croissance. Agronomie, EDP Sciences, 1996, 16 (9), pp.553-562.

300. **SADIKI, A., BOUHLASSA, S., AUAJJAR, J., FALEH, A. et MACAIRE, J. (2004) :** Utilisation d'un SIG pour l'évaluation et la cartographie des risques d'érosion par l'Equation universelle des pertes en sol dans le Rif oriental (Maroc) : cas du bassin versant de l'oued Boussouab, Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre n°26, pp. 69-79.

301. **SAÏDOU, A., KUYPER, W.T., KOSSOU, D., TOSSOU, R. et RICHARDS, P. (2004):** Sustainable soil fertility management in Benin: learning from farmers. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences 52-3/4, pp. 349-369.

302. **SARRAF, M. (2003a) :** Evaluation de Coût de la Dégradation de l'Environnement, rapport METAP, République Tunisienne, Banque Mondiale, 59 p.

303. **SARRAF, M. (2003b) :** Evaluation du coût de la dégradation de l'Environnement, rapport d'étude, Royaume du Maroc, Banque Mondiale, 57 p.

304. **SCHERR, S. J. et STHAPIT, S. (2009):** Farming and land use to cool the planet. In: Starke, L. et al (Eds.) State of the World 2009 – Confronting Climate Change. Earthscan, London, UK. 45 p.

305. **SCHERR, S. J. et YADAV, S. (1997) :** Dégradation des sols dans le monde en développement : questions et options décisionnelles pour 2020. Récapitulatif 2020, N°44. Vision 2020 pour l'‟alimentation, l'‟agriculture et l'‟environnement. Juin 1997, pp. 1-2.

306. **SCHLAEPFER, R. (2002):** Analyse de la dynamique du paysage. Fiche d'enseignement 4.2. Lausanne. Laboratoire de gestion des écosystèmes (GECOS), École polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne, 11 p.

307. **SCHWARTZ, D. (1995) :** Méthodes statistiques à l'‟usage des médecins et des biologistes. 4ème édition, Editions médicales Flammarion, Paris, 314 p.

308. **SERPANTIE, G. et OUATTARA, B. (2001) :** Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest. In : Floret C. et R. Pontanier (Eds.). La jachère en Afrique Tropicale. De la jachère naturelle à la jachère amél iorée. Le point des connaissances. Dakar (Sénégal). ‚John Libbey, Eurotext, pp. 21–83.

309. **SERTSU, S. (1999):** Ethiopia: Integrated Soil Management for Sustainable Agriculture and Food Security in Southern and East Africa. Proceedings of the expert consultation, 8-12 December, 1997, Harare, Agritex, FAO, Rome, pp. 197-210.

310. **SIDIBÉ, A. (2004):** Farm-level adoption of soil and water conservation techniquesin northern Burkina Faso. Agricultural Water management, Vol. 71, pp. 211-224.

311. **SINSIN, B. (1993) :** Phytosociologie, écologie pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au nord Bénin. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques, Université Libre de Bruxelles, Belgique 390 p.

312. **SMITH KERRY, V. et CHIN HUANG, J. (1993):** Hedonic Models and Air Pollution: twenty-five years and Counting. Environmental Resource Economics, 3: 381-94.

313. **SOMÉ, N. A., TRAORÉ, K., TRAORÉ, O. et TASSEMBÉDO, M. (2007):** Potentiel des jachères artificielles à Andropogon sp. Dans l'amélioration des propriétés chimiques et biologiques des sols en zone soudanienne (Burkina Faso). Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement (BASE), 11(3), pp. 245-252.

314. **SOULE, A. I. (2005) :** Impacts environnementaux de la gestion des aires de cultures dans la commune de Banikoara. Mémoire de DEA en gestion de l'environnement, EDP/FLASH/UAC, 85 p.

315. **SOUNON BOUKO, B. (2010):** Colonisation agricole et dégradation du couvert végétal dans le secteur de Wari-Maro-Igbomako au Benin. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH/UAC, 199 p.

316. **STEINER, K.G. (1996) :** Causes de la dégradation des sols et approches pour la promotion d'une utilisation durable des sols (version française : GUENAT, D. et LAURENT, F.), Acade, Bussigny, Suisse, 97p + annexes.

317. **SVENSSON, L. (2008) :** The Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) Project: Annex 1: Socio-economic Indicators for Causes and Consequences of Land Degradation. s.l., Springer and UNESCO Publishing, 87 p.

318. **TENTE, B. (2000):** Dynamique actuelle de l'état de surface dans le massif de l'Atacora : secteur Perma-Toucountouna, Mémoire de DEA, UNB, FLASH, 83 p.

319. **TERRAFRICA (2009a) :** Gestion durable des terres en Afrique subsaharienne : Politiques et financement- Conclusions et conseils pour les interventions- Projet final, Rome, Italie, 42 p.

320. **TERREAFRICA (2009b):** La Gestion Durable des Terres en Afrique: Des opportunités pour augmenter la productivité agricole et atténuer les émissions de gaz à effet de serre. Note d'information sur le climat n°2. http://terrafrica.org/wp-content/uploads/2013/briefs-modules/Mitigation_Brief_French.pdf (consulté le 01/02/2017).

321. **THE GLOBAL MECHANISM (2013):** Opportunités de financement lié au changement climatique pour la gestion durable des terres en Afrique: Leçons apprises et perspectives. UNCCD, 69 p.

322. **TOGBE, F. (1996) :** Dynamique superficielle des terres dans la sous-préfecture de Zê : Approche typologique et cartographique. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH, Abomey-Calavi, 88 p.

323. **TOKO IMOROU, I. (2008) :** Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de doctorat unique EDP/FLASH/UAC, 241 p.

324. **TOKO, I.M. et DA MATHA SANT'ANNA, M.A. (1999) :** Evolution de l'utilisation du terroir dans la Sous-Préfecture de Banikoara (Nord-Bénin). Cahiers agricultures n°8, pp. 135-141.

325. **TONNEAU, J.P., PERRET, S. et LOYAT, J. (2009) :** Indicateurs de performance Document de travail, Montpellier, CIRAD, 8 p.

326. **TOVO, M. (1995) :** Réduire la pauvreté au Benin. Vers une stratégie d'action, Cotonou: CEDA, 338 p.

327. **TOYI, M.S., BARIMA, Y.S.S., MAMA, A., ANDRE, M., BASTIN, J-F., DE CANNIERE, C., SINSIN, B. et BOGAERT, J. (2013) :** Tree Plantation Will Not Compensate Natural Woody Vegetation Cover Loss in the Atlantic Department of Southern Benin. Tropicultura, 31: 62-70.

328. **TRAN VINH, A. (1976):** Recueil des méthodes d'analyses des sols. Principes, techniques et calculs. Version provisoire. Laboratoire d'Analyse des Sols et des Eaux PAP. Etude N°156. INRAB/MAEP/Bénin. 53 p + annexes.

329. **TUCKER, C. J. (1979):** Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation, Remote Sensing of Environment, 150 p.

330. **TURNER, M. G., WEAR, D. N. et FLAMM, R. O. (1996):** Land ownership and land-cover change in the Southern Appalachian highlands and the Olympic peninsula. Ecological Applications 6 (4), 1150–72.

331. **TURNER, B. L., MOSS, R. et SKOLE, D. (1993):** Relating land use and global land-cover change: a proposal for the IGBP-HDP core project. IGBP Report 24 and HDP Report 5, 65 pp.

332. **VAN DER POL, F., GOGAN, A. C. et DAGBENOMBAKIN, G. (1993) :** L'épuisement des sols et sa valeur économique dans le département du Mono, Bénin. Rapport RAMR/INRAB. KIT Amsterdam.79 p.

333. **VAN DEN BAN, A.W., HAWKINS, H.S., BROUWERS, J.H.A.M. et BOON, C.A.M. (1994):** La vulgarisation rurale en Afrique, Wageningen, Edition CTA-Karthala, 373 p.

334. **VAN DIEPEN, C.A. (1980):** Dégradation des sols en République Populaire du Bénin, étude n°229, LSSEE/CRA-AGONKANMEY/INRAB, Cotonou, Bénin.76p.

335. **VERSTEEG, M. N. (1990) :** Pré-vulgarisation de la culture de Mucuna (Mucuna pruriens var utilis) pour contrôler l'imperata (Imperata cylindrica) et pour améliorer la fertilité du sol: publications et communications, INRAB, Cotonou, 124 p..

336. **VERSTEEG, M. et KOUDOKPON, V. (1990) :** Mucuna helps control Imperata in Southern Benin. West Africa Farming Systems Research Network Bulletin n°7, pp. 7-9.

337. **VIDIE, H. (2008) :** Fertilité chimique du sol : Savoir interpréter les analyses pour gérer les apports d'éléments majeurs (phosphore, potasse, magnésie) en maraîchage biologique. Dossier fertilité chimique du sol, 4 p.

338. **VISSIN, W.E. (2007):** Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat Unique, centre de recherches de climatologie, Université de Bourgogne, France, 285 p.

339. **VODOUNOU, J. B. K. (2002) :** Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans la vallée de la Sô. Mémoire de DEA en Gestion de l'Environnement, EDP, FLASH, UAC, 90 p.

340. **VODOUNOU, J. B. K. (2010) :** Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Sô au Bénin-Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat Unique en Gestion de l'environnement, UAC/FLASH/EDP, 305 p.

341. **VOLKOFF, B. (1965) :** Carte pédologique de reconnaissance au 1/200000 du Dahomey - Feuille Dassa-Zoumé (socle cristallin), ORSTOM, Centre de Cotonou, Bénin, 37 p.

342. **VON BRAUN, J., GERBER, N., MIRZABAEV, A. et NKONYA, E. (2013) :** The economics of land degradation. ZEF working paper. Bonn: Allemagne: Université de Bonn 35 p.

343. **VON BRAUN, J., NKOYIA, E., GERBER, N. et MIRZABAEV, A. (2012) :** The economics of land degradation. An Issue Paper for Global Soil Week. In University of Bonn. Publications. http://www.zef.de/fileadmin/webfiles/downloads/projects/ELD/ELD_Issue_paper_2012.pdf . Consulté le 12 juin 2016.

344. **WALKER, B., CARPENTER, S., ANDERIES, J., ABEL, N., CUMMING, G., JANSSEN, M., LEBEL, L., NORBERG, J., PETERSON, G.D. et PRITCHARD, R. (2002):** Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. Conservation Ecology, pp. 6-14.

345. **WATHERN, P. (1988):** Environmental Impact Assessment: Theory and Practice. Routledge London, 5 p.

346. **WILLINGER, M. (1996) :** La méthode d'évaluation contingente : de l'observation à la construction des valeurs de préservation. Nature, Sciences, Sociétés, 4 (1), pp. 6-22.

347. **WINTERBOTTOM, R., REIJ, C., GARRITY, D., GLOVER, J., HELLUMS, D., MCGAHUEY et SCHERR, S. (2013) :** Amélioration de la gestion des terres et de l'eau. Document de travail, épisode 4 de Création d'un avenir alimentaire durable. World Resources Institute, Washington, DC, 44 p.

348. **WISCHMEIER, W.H. (1959) :** A rainfall erosivity index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc.Amer. Proc. 23: 246-249

349. **WISCHMEIER, W.H., JOHNSON, C.B. et CROSS, B.V. (1971) :** A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Journal Soil and Water Conservation, 26, 189–193.

350. **WISCHMEIER, W.H. et SMITH, D.D. (1978):** Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA Agric. Handb, No. 537, 58 p.

351. **WOCAT (2011) :** La pratique de la gestion durable des terres. Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne. Applications sur le terrain, FAO, Rome, 243 p.

352. **WORLD RESOURCES INSTITUTE (1998) :** Forêts et couverture terrestre. In : Centre de recherches pour le développement international et Comité 21, éds. Ressources mondiales 1996-97. Sl : sn, 1998 : 219-43.

353. **WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI) IN COLLABORATION WITH UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP), UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) et WORLD BANK (WB) (2005):** World Resources 2005: The Wealth of the Poor—Managing Ecosystems to Fight Poverty. WRI, Washington, D.C. 128 p.

354. **WORLD RESOURCES INSTITUTE, (2005) :** L'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire, 2005. Ecosystèmes et bien-être humain: Synthèse. Island Press, Washington, DC. 36 p.

355. **WRI (2008):** Services d'écosystèmes : Guide à l'attention des décideurs. Rapport, Washington, DC, 96 p.

356. **YABI, I. (2009) :** Etude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin. Thèse de doctorat unique, UAC, 240 p.

357. **YABI, I. (2002) :** Particularités de la variabilité pluviométrique entre 7° et 8°N au Bénin. FLASH - UAC, Abomey-Calavi. 96 p.

358. **YABI, J. A., BACHABI, F-X., LABIYI, A. I., ODÈ, A.C. et AYÈNA, L. R. (2016) :** Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(2): pp 779-792.

359. **YACOUBA, H., DA, D.E.C., YONKEU, S., ZOMBRÉ, P. et SOULÉ, M. (2002):** Caractérisation du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin supérieur du Nakambé (Burkina Faso). Envirowater 2002, pp. 318-325.

360. **YALLOU, C. G., AÏHOU, K., ADJANOHOUN, A., BACO, M. N., SANNI, O. A. et AMADOU, L. (2010) :** Document Technique d'Information et de vulgarisation : Répertoire des Variétés de Maïs Vulgarisées au Bénin. MAEP/INRAB/BENIN. ISBN : 978-99919-368-4-0. Dépôt légal N° 4920 du 03 Décembre 2010, 4ème Trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 19 p.

361. **YELKOUNI, M., OUEDRAOGO, D. et ANDRIAMAHEFAZAFY, F. (2008) :** Evaluation économique des biens et services environnementaux, in présentation à l'Atelier national de formation en comptabilité environnementale et en gestion durable des ressources naturelles 24 au 28 novembre 2008 – Niamey (Niger), Université de Franche Comté et Agence VOX NOVIA, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, C3ED – Madagascar/Université d'Antananarivo, 53 diapositives.

362. **YELKOUNI, M. (2010) :** Méthodes d'évaluation monétaire de l'environnement et des ressources naturelles. Support power point de cours, 14ème école d'été de l'IEPF et du SIFEE. CEFREPADE, Paris, 25 p.

363. **YJJOU, M., BOUABID, R., EL HMAIDI, A., ESSAHLAOUI, A. et EL ABASSI M. (2014) :** Modélisation de l'érosion hydrique via les SIG et l'équation universelle des pertes en sol au niveau du bassin versant de l'Oum Er-Rbia. The International Journal of Engineering And Science (IJES), volume 3, issue 8, pp 83-91.

364. **YOUSSOUF, I. et LAWANI, M. (2001):** Les sols béninois: classification dans la base de référence mondiale. Actes de la quatorzième réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols, pp. 29-50.

365. **ZAKARI, S., YABI, I., OGOUWALÉ, E. et BOKO, M. (2012):** Analyse de quelques caractéristiques de la saison des pluies dans le Département du Borgou (Bénin-Afrique de l'Ouest). Actes du XXVème Colloque de l'UAC, Grenoble, France, pp. 693-698.

Webographie

1. http://id.erudit.org/iderudit/031042ar consulté le 14 mars 2014 à 11 h30
2. http://www.worldbank.org/ida, consulté le 24 mars 2014 à 22 h 10
3. http://terrafrica.org/, consulté le 24 mars 2015 à 27h30
4. http://www.Wikipédia.htm, consulté le 25 novembre 2015 à 17 heures
5. http://www.fao.org/, consulté le 10 décembre 2016 à 19 h
6. www.eld-initiative.org, consulté le 18/11/2016 à 9 h
7. http://www.syfia-grands-Lacs.info, consulté le 24/05/2015 à 10 h

8. www.univ-lorraine.fr/mots-agronomie.fr, consulté le 12/08/2014 à 11 h.

9. www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/document, cconsulté le 10/07/2015 à 14 h

10. http://environnement.wallonie.be , consulté le 15 octobre 2016 à 12 h

11. www.2sc.unccd.int, consulté le 07/07/2015 à 11 h

12. . http://www.bibliotheque.refer.org/livre44/l4403.pdf, consulté le 08/07/2015 à 17 h

13. http://terrafrica.org/wp-content/uploads/2013/briefs-modules/Mitigation_Brief_French.pdf, consulté le 01/02/2017 à 8h30

14. http://www.zef.de/fileadmin/webfiles/downloads/projects/ELD/ELD_Issue_paper_2012.pdf, consulté le 12 juin 2016 à 9 h 30

15. http://www.fao.org/docrep/009/ag259f/ag259f00.htm, consulté le 10 décembre 2015 à 19 h

16. http://www.memoireonline.com/02/11/4217/m_Etude-comparative-des-couts-des-amenagements-hydro-agricoles-dans-la-vallee-du-fleuve-Senegal-de7.html

17. http://books.google.fr/books , consulté le 13 juin 2015 à 9h

18. http://www.boad.org/fr/, consulté le 13 mars 2016 à 19h30 min

19. http://isidoredd.documentation.developpement-durable.gouv.fr, consulté le 2 avril 2015 à 20h

20. http://uved.univ-lemans.fr/Grain-1_Kit_1-Bilan/co/grain_Exo_03.html, consulté le 10 juin 2016 à 15 h

21. http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwater/maize.stm#yield, consulté le 12 mars 2015 à 16 heures

22. http://www.fantaproject.com , consulté le 18 septembre 2016 à 19 h

23. http://www.fao.org, consulté le 17 octobre 2015 à 21h10

24. http://www.wikipedia.org/ , consulté le 3 octobre 2016 à 7 h45

25. http://www.cormas.cirad.fr/fr/demarch/gestion.htm, consulté le 14 octobre 2016 à 17 h

26. http://www.documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp203247.pdf, consulté le 20 janvier 2017 à 11 h

27. http://www.rcfa-cfan.org/french/f.issues.12.html, consulté le 12 mars 2016 à 8 h30

28. http://www.agriculture.gov.mg, consulté le 15 mars 2016 à 9 h

29. http://www.resimao.org, consulté le 27 juillet 2016 à 8 h 30.

30. http://www.runetwork.org/html/de/articles/journal, consulté le 13 août 2016 à 8 h

31. http://www.google.bj, consulté le 28 novembre 2016 à 8 h35

Liste des tableaux

TABLEAU I: SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES DE TRAVAIL, OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET QUESTIONS DE RECHERCHE....24
TABLEAU II: CLASSIFICATION DES NIVEAUX DE DÉGRADATION....35
TABLEAU III: RÉPARTITION DES MÉNAGES ENQUÊTÉS PAR ARRONDISSEMENT ET PAR VILLAGES....60
TABLEAU IV: GRILLE D'INTERPRÉTATION DES VALEURS DU PH....76
TABLEAU V: GRILLE D'INTERPRÉTATION DE LA TENEUR EN AZOTE....77
TABLEAU VI: GRILLE D'INTERPRÉTATION DU CEC....78
TABLEAU VII: GRILLE D'INTERPRÉTATION DU SOL EN PHOSPHORE....78
TABLEAU VIII: GRILLE D'INTERPRÉTATION DU DEGRÉ DE DÉGRADATION CHIMIQUE DES TERRES....78
TABLEAU IX: LES CLASSES D'EXTENSION D'UN TYPE DE DÉGRADATION....88
TABLEAU X: CONSTITUTION DE L'INDICE SYNTHÉTIQUE D'ÉTAT DE DÉGRADATION....89
TABLEAU XI: DÉCLIVITÉ DE LA COMMUNE DE DASSA-ZOUMÉ....100
TABLEAU XII: DÉCLIVITÉ DE LA COMMUNE DE GLAZOUÉ....101
TABLEAU XIII: TYPES DE SOLS RENCONTRÉS DANS LE MILIEU D'ÉTUDE....105
TABLEAU XIV: POPULATION ET DENSITÉ PAR COMMUNE....141
TABLEAU XV: EVOLUTION DES UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES DE 1979 À 2013....147
TABLEAU XVI: CLASSIFICATION DES PERTES EN TERRE DUES À L'ÉROSION....190
TABLEAU XVII: CRITÈRES D'ÉVALUATION DU DEGRÉ DE DEGRADATION CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES TERRES....192
TABLEAU XVIII: SUPERFICIE ET TAUX DE DÉGRADATION....201
TABLEAU XIX: EFFET DE LA DÉGRADATION DES TERRES SUR LES RENDEMENTS GRAINS ET BIOMASSE DU MAÏS....211
TABLEAU XX: PERTE MONÉTAIRE RÉSULTANT D'UN NIVEAU MOYEN DE DÉGRADATION DES TERRES....213
TABLEAU XXI: PERTE MONÉTAIRE RÉSULTANT D'UN FORT NIVEAU DE DÉGRADATION DES TERRES....214
TABLEAU XXII: COÛTS ÉCONOMIQUES DE LA DÉGRADATION DES TERRES....214
TABLEAU XXIII: DISTRIBUTION DU CONSENTEMENT À PAYER POUR LA RESTAURATION DES TERRES....219
TABLEAU XXIV: RÉSULTATS ÉCONOMÉTRIQUES DE L'ESTIMATION DU CAP....220
TABLEAU XXV: EVALUATION DE LA QUALITÉ DE PRÉDICTION DU MODÈLE....222
TABLEAU XXVI: EFFETS MARGINAUX POUR LE MODÈLE....222
TABLEAU XXVII: VALEUR DU CAP MOYEN SELON LE SEXE ET LA COMMUNE DE RÉSIDENCE....223
TABLEAU XXVIII: VILLAGES AYANT CONNU UNE ÉVOLUTION DÉFICITAIRE DE L'EFFECTIF DE LEUR POPULATION ENTRE 2002 ET 2013....227
TABLEAU XXIX: CARACTÉRISTIQUES ET APTITUDES DES LÉGUMINEUSES....261
TABLEAU XXX: NIVEAU D'ADOPTION DES TECHNOLOGIES GDT PROMUES....271

Liste des figures

FIGURE 1: LOCALISATION DES VILLAGES D'ENQUÊTE 61
FIGURE 2: RÉPARTITION SPATIALE DES STATIONS D'OBSERVATIONS INSTALLÉES 65
FIGURE 3: MODÉLISATION DE L'ÉQUATION DE SÉLECTION ET DE L'ÉQUATION SUBSTANTIELLE DU CAP 72
FIGURE 4: ETAPES D'ESTIMATION ET DE CARTOGRAPHIE DES PERTES EN TERRE PAR LE MODÈLE USLE 87
FIGURE 5: SCHÉMA DU MODÈLE DPSIR 91
FIGURE 6: SCHÉMA CONCEPTUAL DU MODÈLE D'ANALYSE SWOT 92
FIGURE 7: CADRE CONCEPTUEL DE LA RECHERCHE 94
FIGURE 8: SITUATIONS GÉOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DU MILIEU D'ÉTUDE 99
FIGURE 9: NIVEAUX TOPOGRAPHIQUES DU MILIEU D'ÉTUDE 102
FIGURE 10: TRAITS GÉOLOGIQUES DU MILIEU D'ÉTUDE 104
FIGURE 11: UNITÉS PÉDOLOGIQUES PRÉSENTES DANS LE MILIEU D'ÉTUDE 110
FIGURE 12: RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU MILIEU D'ÉTUDE 112
FIGURE 13: PRÉCIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (PÉRIODE : 1937-2015) 113
FIGURE 14: DIAGRAMME CLIMATIQUE DE SAVÈ (1985-2015) 114
FIGURE 15: IMPORTANCE DES UNITÉS D'OCCUPATION DU SOL DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ 118
FIGURE 16: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE MAÏS ENTRE 2005 ET 2015 122
FIGURE 17: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE SORGHO ENTRE 2005 ET 2015 123
FIGURE 18: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE RIZ ENTRE 2005 ET 2015 124
FIGURE 19: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE NIÉBÉ ENTRE 2005 ET 2015 125
FIGURE 20: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE VOANDZOU ENTRE 2005 ET 2015 126
FIGURE 21: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE SOJA ENTRE 2005 ET 2015 127
FIGURE 22: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE POIS D'ANGOLE ENTRE 2005 ET 2015 128
FIGURE 23: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE DOHI ENTRE 2005 ET 2015 129
FIGURE 24: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS D'ARACHIDE ENTRE 2005 ET 2015 130
FIGURE 25: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS D'IGNAME ENTRE 2005 ET 2015 131
FIGURE 26: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE MANIOC ENTRE 2005 ET 2015 132
FIGURE 27: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE TOMATE ENTRE 2005 ET 2015 133
FIGURE 28: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE PIMENT ENTRE 2005 ET 2015 134
FIGURE 29: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE GOMBO ENTRE 2005 ET 2015 135
FIGURE 30: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE GOMBO ENTRE 2005 ET 2015 136

FIGURE 31: EVOLUTION DES SUPERFICIES EMBLAVÉES ET DES PRODUCTIONS DE COTON ENTRE 2005 ET 2015 137
FIGURE 32 : EVOLUTION DES ACTIFS AGRICOLES ET DES ACTIFS NON AGRICOLES DES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ 142
FIGURE 33 : UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ EN 1979 143
FIGURE 34 : UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ EN 1992 144
FIGURE 35 : UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ EN 2002 145
FIGURE 36 : UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ EN 2013 146
FIGURE 37 : CORRÉLATION ENTRE L'ÉVOLUTION DE LA POPULATION ET LES UNITÉS D'OCCUPATION DES TERRES ENTRE 1979 ET 2013 DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ 148
FIGURE 38 : TENDANCE DE LA PAUVRETÉ MONÉTAIRE DANS LE MILIEU D'ÉTUDE ENTRE 2007 ET 2015 151
FIGURE 39 : DYNAMIQUE DE LA SÉVÉRITÉ DE LA PAUVRETÉ DANS LE MILIEU D'ÉTUDE ENTRE 2007 ET 2015 152
FIGURE 40 : INCIDENCE DE LA PAUVRETÉ NON MONÉTAIRE SUR LA PÉRIODE 2007-2015 153
FIGURE 41 : VARIATION INTERANNUELLE DES PRÉCIPITATIONS À SAVÈ (1950 À 2015) 156
FIGURE 42 : POURCENTAGES PLUVIOMÉTRIQUES DES CLASSES DE PLUIE (1981-2010) 157
FIGURE 43 : VARIATION INTERANNUELLE DES CLASSES DE PRÉCIPITATION DE 1981 À 2010 158
FIGURE 44 : VARIATION INTERANNUELLE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES MOYENNES À SAVÈ (1975 À 2015) 159
FIGURE 45 : VARIATION INTERANNUELLE DES TEMPÉRATURES MINIMALES MOYENNES À SAVÈ (1975 À 2015) 160
FIGURE 46 : EVOLUTION INTERANNUELLE DES NOMBRES DE JOURS DE TEMPÉRATURES MAXIMALES SUPÉRIEURES À 37°C À SAVÈ DE 1975 À 2015 161
FIGURE 47 : PERCEPTIONS DES CHEFS DE MÉNAGE DES CAUSES DIRECTES DE LA DÉGRADATION DES TERRES 164
FIGURE 48 : PERCEPTIONS DES CHEFS DE MÉNAGE DES PRESSIONS HUMAINES CONTRIBUANT À LA DÉGRADATION DES TERRES 165
FIGURE 49 : EVOLUTION DES EMBLAVURES PAR CATÉGORIE DE SPÉCULATIONS 166
FIGURE 50: EVOLUTION DE LA PRODUCTION DE CHARBON DE BOIS DANS LES 169
FIGURE 51 : EVOLUTION DU CHEPTEL DANS LE MILIEU D'ÉTUDE 173
FIGURE 52 : DÉCLIVITÉ DU MILIEU D'ÉTUDE 179
FIGURE 53 : DISTRIBUTION DE L'INDICE D'ÉROSIVITÉ DES PLUIES (R) 181
FIGURE 54 : DISTRIBUTION DE L'INDICE D'ÉRODIBILITÉ DES SOLS (K) 183
FIGURE 55 : DISTRIBUTION DU FACTEUR TOPOGRAPHIQUE (LS) 185
FIGURE 56 : DISTRIBUTION SPATIALE DU FACTEUR C DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ 187
FIGURE 57 : VULNÉRABILITÉ DU MILIEU D'ÉTUDE À L'ÉROSION HYDRIQUE 189
FIGURE 58 : DEGRÉ DE DÉGRADATION DES TERRES SUR LA BASE DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE 193
FIGURE 59 : DEGRÉ DE DÉGRADATION DES TERRES EN FONCTION DU DÉFICIT EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS DES SOLS DU MILIEU D'ÉTUDE 194
FIGURE 60 : EVALUATION DU PH DES ÉCHANTILLONS DE SOLS ANALYSÉS 195

FIGURE 61: DISTRIBUTION SPATIALE DES CARRIÈRES IDENTIFIÉES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ 198
FIGURE 62 : ETAT DE DÉGRADATION DES TERRES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUMÉ ET DE GLAZOUÉ 200
FIGURE 63 : NIVEAU DE DÉGRADATION DES TERRES PAR ARRONDISSEMENT 201
FIGURE 64 : STRUCTURES EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS SUIVANT LES NIVEAUX DE.... 209
FIGURE 65 : STRUCTURES EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS SUIVANT LES NIVEAUX DE.... 210
FIGURE 66 : EVOLUTION DE LA CROISSANCE AU COLLET DES PLANTS SUIVANT LES DIFFÉRENTS 210
FIGURE 67 : EVOLUTION DES RENDEMENTS EN FONCTION DES DOSES DE FERTILISANTS 212
FIGURE 68 : RÉPARTITION DES ENQUÊTÉS SELON LES TRANCHES D'ÂGE 216
FIGURE 69 : RAISONS DE LA SITUATION DES CHAMPS, HORS DU TERROIR VILLAGEOIS 217
FIGURE 70 : PERCEPTIONS DES ENQUÊTÉS SUR LES PERTES DE RENDEMENT DUES À LA DÉGRADATION DES TERRES 218
FIGURE 71: SENS DE MIGRATIONS INTERNES DUES DE LA DÉGRADATION DES TERRES DANS LE MILIEU D'ÉTUDE 225
FIGURE 72: TAUX D'ÉVOLUTION DE L'EFFECTIF DE LA POPULATION DE CHAQUE ARRONDISSEMENT DU MILIEU D'ÉTUDE ENTRE 2002 ET 2013 226
FIGURE 73 : SENS DES DÉPLACEMENTS EXTERNES DES MÉNAGES AGRICOLES DUS À LA DÉGRADATION DES TERRES 229
FIGURE 74: TAUX D'ÉCHECS AU PRIMAIRE 231
FIGURE 75 : EVOLUTION DES CONFLITS FONCIERS EN MILIEU RURAL DANS LES COMMUNES DE 234
FIGURE 76 : TYPOLOGIE DES CONFLITS FONCIERS EN MILIEU RURAL 235
FIGURE 77 : SCHÉMA DE L'APPROCHE MULTISCALAIRE 278

Liste des photos

PHOTO 1 : SÉANCE DE DISCUSSION DE GROUPE À BÉTHEL (GLAZOUÉ) 64
PHOTO 2 : GALERIE FORESTIÈRE À OFFÈ/GLAZOUÉ 116
PHOTO 3 : SAVANE ARBORÉE DANS LA COMMUNE DE DASSA-ZOUMÉ 117
PHOTO 4 : SAVANE ARBUSTIVE DANS LA COMMUNE DE GLAZOUÉ 117
PHOTO 5 : TAS DE CHARBONS DE BOIS DESTINÉS À LA COMMERCIALISATION À 169
PHOTO 6 : BOIS D'ŒUVRE STOCKÉS À DASSA-ZOUMÉ 171
PHOTO 7 : TROUPEAU DE BŒUFS À PAOUIGNAN 172
PHOTO 8 : EROSION HYDRIQUE (EN RIGOLE) À OFFÈ 177
PHOTO 9 : RIZERIE DE GLAZOUÉ 197
PHOTO 10 : CARRIÈRES DE LATÉRITE À THIO (PHOTO 10A) ET DE SABLE À PAOUIGNAN (PHOTO 10B) 197
PHOTO 11 : RÉSIDUS DE SOJA À AFFÉCIA/GLAZOUÉ 254
PHOTO 12 : CHAMP DE MUCUNA À DASSA-ZOUMÉ 256
PHOTO 13 : AESCHYNOMENE EN ASSOCIATION AVEC LE MAÏS À MINIFFI 257
PHOTO 14 : JACHÈRE DE STYLOSENTHES EN PLEINE CROISSANCE À MINIFFI 259
PHOTO 15 : PLANT DE GLIRICIDIA À GBANLIN/GLAZOUÉ 260
PHOTO 16 : JACHÈRE AMÉLIORÉE AVEC LE POIS D'ANGOLE À RIFFO (16A) ET À DAHO (16B) 263
PHOTO 17 : CULTURE DU POIS D'ANGOLE EN COULOIRS À GLAZOUÉ 264
PHOTO 18 : LABOUR PERPENDICULAIRE À LA PENTE À HOUIN 266
PHOTO 19 : UN ADO VÉGÉTALISÉ AVEC DU PANICUM À BÈTÈCOUCOU (19A) ET DE L'ANDROPOGON À MINIFFI (19B) 267
PHOTO 20 : REMPLISSAGE D'UNE COMPOSTIÈRE AVEC LA BOUSE DE VACHES À LANMANOU 268
PHOTO 21 : TAS DE BOUSES DE VACHES À YAWA 269
PHOTO 22: PARCAGE DE BŒUFS DANS UN CHAMP D'IGNAME À MADENGBÉ 270

ANNEXES

Annexe I : Questionnaire

QUESTIONNAIRE

Date de l'enquête :	
Lieu de l'enquête :	
Nom et prénom de l'enquêteur :	

Merci pour votre participation.
Numéro du questionnaire (à ne pas remplir) /____/____/____/

SECTION 1: IDENTIFICATION DE L'EXPLOITANT

N°	Questions	Réponses	Code	Saut
100	Numéro de questionnaire	/____/____/____/		
101	Arrondissement	_____		
102	Village ou quartier de ville	_____		
103	Sexe de l'informateur	Masculin Féminin	1 2	
104	Quel âge avez-vous actuellement ?	/__/__/ en années révolues		
105	Quelle est votre situation matrimoniale ?	Célibataire Marié(e) Veuf (ve) Divorcé/séparé (e) Union libre	1 2 3 4 5	
106	Quel est votre niveau d'instruction ?	Aucun Primaire achevé Secondaire niveau 1 Secondaire niveau 2 Supérieur	0 1 2 3 4	
107	Quelle est la taille de votre ménage ?	/__/__/		

SECTION 2 : PROVENANCE/ORIGINE DES TERRES CULTIVEES

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
200	Comment accédez-vous aux terres que vous cultivez ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) par héritage	1	0	
		b) par héritage	1	0	
		c) par location	1	0	
		d) Par don	1	0	
		e) par partage des récoltes avec le propriétaire terrien	1	0	
		f) Autre	1	0	
		Préciser _____			
201	Quelle est la superficie totale des terres qui vous appartiennent en propre ? Précisez unité	/___/___/___/____/___/			
202	Quelle est la superficie totale des terres que vous exploitez et qui ne vous appartiennent pas en propre ? Précisez unité	/___/___/___/____/___/			

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
203	Les champs que vous cultivez, sont-ils tous situés sur le terroir villageois ?	Oui Non	1 0		
204	Si vous avez des champs qui ne sont pas sur le terroir villageois, quelle est leur superficie totale ? Précisez unité,	/___/___/___/____/___/			
205	Pourquoi ces champs ne se situent pas sur le terroir villageois ?		**Oui**	**Non**	
		a) Manque de terre	1	0	
		b) Pauvreté des terres,	1	0	
		c) Conflit sur le terrain	1	0	
		d) Traversée des animaux domestiques	1	0	
		e) Inondations du site	1	0	
		f) Autre	1	0	
		Préciser _____			

SECTION 3: TYPE DE SOL ET NIVEAU DE DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
300	Quels types de sol cultivez-vous ?	Rouge Noir Blanc	1 2 3		
301	Quelles cultures pratiquez-vous sur vos terres rouges ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Maïs	1	0	
		b) Manioc	1	0	
		c) haricot	1	0	
		d) Arachide	1	0	
		e) Igname	1	0	
		f) Sorgho	1	0	
		g) Césame	1	0	
		h) Autre	1	0	
		Préciser _____			
302	Quelles cultures pratiquez-vous sur vos terres noires ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Maïs	1	0	
		b) Manioc	1	0	
		c) haricot	1	0	
		d) Arachide	1	0	
		e) Igname	1	0	
		f) Sorgho	1	0	
		g) Césame	1	0	
		h) Autre	1	0	
		Préciser _____			
303	Quelles cultures pratiquez- vous sur vos terres blanches ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Maïs	1	0	
		b) Manioc	Oui	Non	
		c) haricot	1	0	
		d) Arachide	1	0	
		e) cultures maraîchères	1	0	
		f) Autres	1	0	
		Préciser _____			

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
304	Vos terres sont-elles :	Très riches Riches Pauvres Très pauvres	1 2 3 4		
305	Parmi vos terres, qu'est-ce qui domine ?	Très riches Riches Pauvres Très pauvres	1 2 3 4		
306	Quels sont les éléments qui vous permettent de dire que vos terres sont pauvres ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		Couleur	1	0	
		Rendement agricole	1	0	
		Type de végétation	1	0	
		Autres	1	0	
		Préciser_____			
307	Avez-vous des terres en jachère ?	Oui Non	1 0		
308	Si non, pourquoi ?_____ _____ _____				
309	Si oui, pourquoi ?_____ _____ _____				

SECTION 4 : FACTEURS DE DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES ET IMPACTS ECONOMIQUES

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
400	Selon vous quelles sont les causes de la dégradation des terres agricoles? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) La nature	1	0	
		b) L'homme	1	0	
		c) Autre	1	0	
		Préciser _____			
401	Quels sont les éléments de la nature qui sont à la base de la dégradation de vos terres? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Sécheresse	1	0	
		b) Pluie	1	0	
		c) Pente	1	0	
		d) Autre	1	0	
		Préciser _____			
402	Selon vous, quelles sont les actions de l'homme qui contribuent à la dégradation de la terre ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Défrichement incontrôlé	1	0	
		b) Déforestation	1	0	
		c) Culture itinérante sur brûlis	1	0	
		d) culture dans le lit des cours d'eau	1	0	
		e) Transhumance	1	0	
		f) Feux de vegetation	1	0	
		g) mauvaise utilisation des produits chimiques	1	0	
		h) Autres	1	0	
		Préciser _____			
403	Quels sont les problèmes que la dégradation des terres vous a –t- il créée? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Disparition de certaines essences forestières	1	0	

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
		b) Baisse des récoltes	1	0	
		c) Faim	1	0	
		d) Migration	1	0	
		e) Conflits sociaux	1	0	
		f) Ensablement des cours d'eau	1	0	
		g) Déscolarisation des enfants	1	0	
		h) Autres	1	0	
		Préciser _____			
404	Par rapport à la baisse des récoltes, quelle est l'ampleur par hectare ses dix dernières années ?	Baisse de moins de 10% Baisse de 10 à 20 % Baisse de 20 à 40 % Baisse de 40 à 60 % Baisse de plus de 60 %	1 2 3 4 5		
405	Utilisez-vous des engrais pour enrichir les terres dégradées?	Oui Non	1 0		
406	Quels sont les types d'engrais que vous utilisez ?	Engrais chimique Engrais organique Engrais chimique et organique	1 2 3		
407	Quelle est la dose que vous utilisez pour un hectare de maïs ?	50 Kg d'urée + 100 Kg de NPK 100 Kg d'urée + 150 Kg de NPK Autres doses Préciser _____	1 2 3		
408	Combien coûte un sac de 50Kg d'urée ?	/___/___/___/___/___/			
409	Combien coûte un sac de 50Kg de NPK ?	/___/___/___/___/___/			
410	Je vais maintenant vous parler de la politique de l'environnement et de la façon dont elle se déclinerait sur votre terroir. Un des objectifs de la politique de l'environnement au Bénin est d'améliorer l'état de fertilité des sols. Les terres que vous cultivez sont dans un état dégradé comme vous l'avez indiqué précédemment. Le bon état de fertilité de vos terres pourrait être atteint par une introduction de mesures de gestion durable des terres (GDT) et l'interdiction de certaines pratiques agricoles comme par exemple…….. **Globalement, seriez-vous tout à fait favorable, plutôt favorable, plutôt pas favorable ou pas du tout favorable à ces mesures ?**	tout à fait favorable, plutôt favorable, plutôt pas favorable pas du tout favorable	1 2 3 4		
	Je vais maintenant vous proposer un scénario fictif, pour lequel j'aimerais connaître votre position personnelle. Pour appliquer ces mesures sur vos	5000 FCFA 10000 FCFA 15000 FCFA 20000 FCFA 25000 FCFA	1 2 3 4 5		

N°	Questions	Réponses	Code	Saut
411	terres, une structure privée pourrait être créée afin de réaliser les travaux et l'entretien nécessaire. Cette structure serait financée de manière volontaire par les producteurs agricoles et l'argent ainsi récolté servirait exclusivement à la restauration de vos terres. **Quel est le montant maximal que vous seriez prêt(e) à verser par an, à cette structure pour restaurer un (01) ha de vos terres dégradées ?**	30000 FCFA 35000 FCFA 40000 FCFA 45000 FCFA 50000 FCFA 55000 FCFA 60000 FCFA Autres montants Préciser /__/__/__/__/__/__/__/	6 7 8 9 10 11 12 13	

SECTION 5 : STRATEGIES DEVELOPPEES PAR LES ACTEURS

N°	Questions	Réponses	Code		Saut
500	Que faites-vous lorsque vos terres deviennent pauvres ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Abandon (jachère)	1	0	
		b) Amélioration de la fertilité	1	0	
		c) Plantation d'arbres d'œuvre	1	0	
		d) Plantation de légumineuses	1	0	
		e) Plantation d'arbres d'acajou	1	0	
		f) Autre	1	0	
		Préciser _____			
501	Si les terres sont pauvres que faites-vous habituellement pour améliorer leur fertilité ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) En apportant des engrais chimiques	1	0	
		b) en apportant de l'engrais organique (fumier)	1	0	
		c) En pratiquant la jachère	1	0	
		d) En cultivant des plantes fertilisantes comme le mucuna	1	0	
		e) En plantant d'arbres d'acajou	1	0	
		f) Autre	1	0	
		Préciser _____			
502	Quelles sont les contraintes liées à l'amélioration de la fertilité des sols ? ***(Plusieurs réponses sont possibles)***		**Oui**	**Non**	
		a) Jalousie	1	0	
		b) Manque de terre	1	0	
		c) Manque d'argent	1	0	
		d) Manque d'engrais	1	0	
			1	0	
		Autres	1	0	
		Préciser _____			
503	Quelles sont les recommandations que les services agricoles vous font pour améliorer la fertilité des sols ? _____ _____ _____ _____				
504	Comment trouver-vous ces recommandations ?	Praticable Difficile à appliquer	1 2		

N°	Questions	Réponses	Code	Saut
		Impossible	3	
505	Pourquoi ces recommandations sont-elles impossibles à être appliquées ?_____ _____ _____ _____			
506	Faites-vous des associations de culture ?	Oui Non	1 0	
507	Si oui, quelles sont les associations que vous faites ?	Maïs+Niébé Maïs + manioc Maïs + arachide Maïs+Coton Maïs + igname Autres Préciser _____	1 2 3 4 5 9	
508	Pratiquez-vous la technique de rotation ?	Oui Non	1 0	
509	Si oui, comment ?	Maïs en grande saison des pluies Niébé en petite saison des pluies	1 2	
510	Selon vous quelle aide vous semble prioritaire de la part des services d'encadrement agricole pour rendre fertiles les terres agricoles?_____ _____ _____ _____ _____ _			

Annexe II : Guide d'entretien

1. Depuis ces trente (30) dernières années, comment voyez-vous l'évolution des sols dans votre milieu ?

2. Quelles sont les types de dégradation des sols dans votre milieu ?

3. Quelle est l'ampleur de chaque type de dégradation ?

4. Quelle est la gravité de chaque type de dégradation ?

5. Quels sont les endroits fortement touchés ? moyennement touchés ? faiblement touchés ? (dans la commune, dans l'arrondissement et dans le village)

6. Quelles sont les causes de cette évolution ?

7. Quelles sont les conséquences de la dégradation des sols sur vous et votre milieu ?

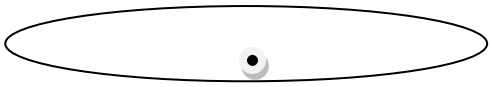
8. Quelles méthodes avez-vous pu trouver pour faire face à la dégradation des sols ?

Annexe III : Fiche d'observation

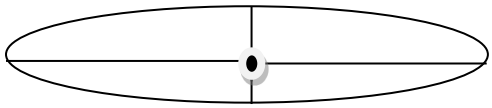
Fiche de terrain N°		Commune		Zone		Transect N°	
Parcelle N°		Latitude		Longitude		Altitude	
1. TOPOGRAPHIE							
Pente	Faible (<2%)		Moyenne (3-10%)		Forte (> 10%)		
Position	Sommet	Versant	Plateau	Dépression	Plaine	Collines	Autres
Remarques et commentaires							
2. PEDOLOGIE							
Couleur du sol	Noir		Rouge		Blanc		Autres
Profondeur	Faible (<50 mm)		Moyenne (50 -100 mm)		Forte (> 100 mm)		
Texture	Sable		Argile		Limon		Humus
Humidité	Nulle		Faible		Moyenne		Forte
Remarques et commentaires							
3. OCCUPATION/UTILISATION DES TERRES							
Types de cultures	Céréales	Riz	Plantation	Maraichage	Jachère	Autres	
Aspect	Homogène	Hétérogène		Commentaires			
Autres occupations	Plan d'eau	Marécage	Sols nus	Pâturages	Habitat	Autres	
4. VEGETATION							
Types de formation	Forêt galerie	Forêt dense	Forêt claire	Savane arborée	Savane arbustive	Jachère	Autres
Remarques	Feux		Déboisement		Surpâturage		Autres
Erosion	Négligeable	Nappes	Rigoles	Ravines	Eolienne		Autres
OBSERVATIONS GENERALES							

Annexe IV : Protocole d'installation et de collecte des données au niveau des stations d'observation

<u>Etape 1 :</u> Repérer le centre de la placette de rayon R = 500 m



<u>Etape 2 :</u> Identifier les points sommets



<u>Etape 3 :</u> Tracker les différentes unités d'occupation du sol (Forêt galerie, Forêt dense, Forêt claire savane boisée, Savane arborée arbustive, Cultures et jachères, Plantation, Agglomération, Plan d'eau)



<u>Etape 4</u> : Identifier les types et sous-type de dégradation des terres (se référer aux grilles d'observation)

- Erosion hydrique
  - Erosion en nappe
  - Erosion linéaire
  - Erosion urbaine
  - Erosion des berges
- Erosion aratoire et mécanique
  - Erosion aratoire due aux pratiques agricoles
- Dégradation physique
  - Diminution d'épaisseurs de la couche humifère
  - Déstabilisation des agrégats et de la structure du sol
  - Encroûtement à la surface du sol
  - Compactage, prise en masse et durcissement du sol
- Dégradation Chimique
  - Déficit en éléments nutritifs
  - Acidification
  - Réduction de la quantité de matière organique
- Dégradations Diverses
  - Urbanisation et autres constructions
  - Carrières

<u>Etape 5 :</u> Déterminer l'extension de chaque sous-type de dégradation identifié

- Tracking de la zone d'érosion en nappe
- Tracking des griffes
- Tracking des rigoles
- Tracking des ravines
- Tracking des ravins
- Tracking des berges
- Tracking des crêtes/sommets/ ruptures de pente
- Tracking des zones de piétinement des bœufs (passage régulière)
- Tracking des zones où les latérites affleurent le sol
- Tracking des zones compactées (difficile de récolter l'arachide ou le manioc en début de saison sèche)
- Tracking des sols reconnus non fertiles par les paysans de la placette (présence de chiendents)
- Tracking des carrières

<u>Etape 6 :</u> Déterminer le degré de dégradation des terres par sous-type de dégradation identifié (se référer aux tableaux des indicateurs de degré de dégradation)

- Se positionner à l'endroit où la dégradation a été identifiée
- Apprécier le degré de dégradation à l'aide du tableau
- Donner une note au degré de dégradation

Annexe V : Protocole d'analyse des paramètres physico-chimique des échantillons de sols

Les méthodes d'analyse en laboratoire utilisées varient selon les éléments recherchés. Avant toute analyse, les échantillons de sol ont été d'abord séchés. Le séchage s'est fait à l'ombre (à l'abri du soleil pour éviter la perte d'éléments volatiles) pendant une semaine pour que toute l'eau soit évaporée. Ensuite, le sol est pesé, émietté, tamisé à 2 mm (terre fine) et conservé dans un tissu approprié. Le refus est pesé et son pourcentage est évalué avant d'être stocké.

- **pH**

Les mesures du **pH** ont été faites par la méthode électrométrique utilisant un pH-mètre à électrode en verre et à lecture directe. Le rapport 1/ 2,5 a été utilisé selon la norme de AFNOR (1981) de préparation de la solution de lecture, pour le pH (eau) et le pH (KCl).

- **Granulométrie**

La granulométrie est déterminée par la méthode internationale modifiée par l'emploi de la pipette de Robison qui comporte les phases suivantes :

- une phase de destruction de la matière organique par le traitement à l'eau oxygénée ;
- une phase de dispersion qui permet l'élimination des ions floculant, l'adjonction d'un produit stabilisant et l'agitation mécanique par retournement. L'hexamétaphosphate de sodium révélé très efficace, même pour les métaux difficilement dispersables a été utilisé.
- une phase de séparation et de tri des particules par sédimentation et prélèvement à la pipette de Robison pour les fractions d'argile, de limons et pour les fractions de sable.

- **Texture**

Elle a été déterminée par un fractionnement granulométrique sous eau après destruction de la matière organique selon (Balesdent et al., 1991).

- **Teneur en carbone et matière organique :**

La détermination de la teneur en carbone (C) est faite par la méthode de Walkley-Black. Cette méthode consiste en une attaque d'une prise d'essai de terre par du bichromate de potassium IN en excès, en présence d'acide sulfurique concentré. L'excès de bichromate est ensuite titré par une solution de sel de Mohr 0,5 N en présence de diphénylanine. L'oxydation se fait à froid (elle est donc incomplète: 7 % de la matière organique est oxydée).

Le pourcentage de matière organique (MO) est donné par l'expression suivante: **MO (%) = C (%) x 1,724.**

- **Azote total (N)**

Il a été dosé par la méthode de Kjeldahl (Kjeltec Auto Analyser 1030, Tecator) par oxydation à l'acide sulfurique, libération d'ammoniac par distillation en présence de sodium hydroxyde (NaOH), titration avec l'acide sulfurique (H_2S0_4) en présence de rouge de méthyle (Bonneau et Souchier, 1979).

- **Cations échangeables**

Les cations échangeables sont déterminés en deux séquences après l'extraction par saturation du sol à l'acétate d'ammonium :

- le dosage par la titration de Ca++ et de Mg++ avec l'éthylène diamine tétra-acétique en présence de la soude, du cyanure de potassium et du Murexide ;
- le dosage par la photométrie de flamme de Na+ et de K+.

- **Capacité d'Echange Cationique (C.E.C ou T), taux de saturation (V) et somme des bases échangeables (S)**

La CEC est déterminée de la même manière que dans le cas de l'azote après déplacement de NH4 fixé sur le complexe absorbant. Ce déplacement se fait par une solution normale de KCl.

Le taux de saturation est déterminé par le produit du rapport S/T et d'un réel 100 : V=(S/T)* 100 où S est la somme des bases échangeables (Ca++, Mg++, Na+, K+) en méq/100g de sol.

- **Phosphore assimilable**

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode BrayI qui comprend les phases suivantes:

- l'extraction après agitation du mélange sol-solution BrayI ;
- et le dosage au colorimètre en présence d'acide ascorbique et du molybdate d'ammonium après un léger chauffage au bain-marie à 80 °C.

Annexe VI : Grille d'appréciation du degré de dégradation des sols

Le degré de dégradation est le stade de gravité (ou de sévérité) atteint par un type de dégradation donné dans une zone déterminée de terrain.

La détermination du « degré » est l'opération la plus difficile de toutes celles qui sont mises en œuvre pour caractériser un état de dégradation. C'est une forte contrainte pour homogénéiser les travaux sur l'état réel de dégradation des terres.

Tableau 1 : **Indicateurs du degré d'érosion en nappe**

Classe	**Qualification du degré de dégradation**	**Indicateurs**
1	Nul à Très faible	Cela correspond aux marques de l'érosion naturelle, qui varie selon le type de sol et les conditions de terrain. Le terrain est généralement non cultivé et sous végétation spontanée, ou situé dans une zone protégée, sans activités humaines.
2	Faible	Diminution d'épaisseur de la couche d'humus inférieure à 1/5e de cette épaisseur dans le sol non défriché ; quelques dépôts de sable sont observés à l'amont des obstacles sur le terrain (touffes d'herbes, cailloux). Accumulation locale de fractions fines dans les petites dépressions du terrain. Baisse peu ou pas sensible de la productivité.
3	Moyenne	Diminution d'épaisseur de la couche d'humus > au 1/5e et < au 1/3.Touffes d'herbes en partie déchaussées ; accumulation de sable fin et de limon à la surface du terrain dans les sites favorables à ces dépôts. Quelques encroûtements en surface couvrant moins de 10 % du terrain. Baisse sensible de la productivité, de 25 % environ.
4	Forte	Diminution d'épaisseur de la couche d'humus de 1/2 environ. Touffes de graminées fortement déchaussées. Racines des arbres et arbustes dégagées en dessous du collet. Nombreux dépôts de sable et de limon dans les parties basses du terrain. Encroûtements nombreux à la surface du sol. Des zones dénudées, sans végétation spontanée peuvent couvrir de 10 à 25 % de la surface du terrain. Baisse de la productivité pouvant atteindre 50 %.
5	Très forte	Diminution d'épaisseur des 3/4 de la couche d'humus. Localement, cette couche a disparu, parfois sur la plus

		grande partie du terrain. Racines des arbres et arbustes apparentes sur plusieurs centimètres ou décimètres. Couvert végétal spontané fortement réduit. Larges espaces dénudés. Abondants dépôts de sable, fin et grossier, dans les parties basses du terrain et dans les axes de drainage. Nombreux encroûtements. Couvert herbacé fortement réduit. Zones dénudées pouvant couvrir plus de la moitié de la surface du terrain. Baisse de la productivité supérieure à 75 %. Terrain souvent abandonné.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 2 : **Indicateurs du degré d'érosion linéaire**

Classe	**Qualification du degré de dégradation**	**Indicateurs**
1	Nul à Très faible	Peu ou pas de marques d'érosion linéaire
2	Faible	Griffes d'érosion dans la couche arable, que le travail du sol, même à la houe, peut supprimer.
3	Moyenne	Rigoles d'érosion pouvant atteindre localement la base de la couche arable. Ne s'effaçant pas avec le travail du sol à la houe.
4	Forte	Ravines atteignant les couches inférieures du sol, sur une partie du terrain et jusqu'à 1 m de profondeur. Le passage des engins agricoles est encore possible bien que difficile.
5	Très forte	Ravines et ravins, profonds et nombreux jusqu'à la base du sol, pouvant atteindre 10 m de profondeur et plus de 5 m de largeur. L'utilisation d'engins agricoles est impossible. Des éboulements incontrôlés se produisent en bordure des ravins. Le terrain, difficilement exploitable pour les cultures annuelles, pérennes et pour l'élevage, a perdu sa valeur foncière. Il est souvent abandonné.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 3 : **Indicateurs du degré d'érosion en nappe ravinante**

Classe	**Qualification du degré de dégradation**	**Indicateurs**
1	Nul à Très faible	Profondeur du ravinement inférieur à 2 cm sur quelques m^2.
2	Faible	Profondeur du ravinement de 2 à 5 cm sur quelques dizaines de m^2.
3	Moyenne	Profondeur du ravinement de 5 à 20 cm. Un front d'érosion se forme sur quelques dizaines de mètres de longueur. La base de la couche humifère arable peut être atteinte.
4	Forte	Profondeur du ravinement de 20 à 50 cm. Un front d'érosion continue apparaît sur une centaine de mètres au

		moins. La couche arable est complètement déblayée. Les sols sont généralement abandonnés pour la culture.
5	Très forte	Profondeur du ravinement supérieur à 50 cm. Le front d'érosion s'étend sur plusieurs centaines de mètres. Le terrain est abandonné pour la culture, le pâturage et le reboisement. Le terrain est quasiment dénudé.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 4 : **Indicateurs du degré d'érosion urbaine**

Classe	**Qualification du degré de dégradation**	**Indicateurs**
1	Nul à Très faible	Pas de ravines observables, ou seulement des griffes d'érosion après de très fortes pluies.
2	Faible	Quelques ravines ne dépassant pas une dizaine de cm de profondeur.
3	Moyenne	Ravines ne dépassant pas 1 m de profondeur, mais perturbant fortement la circulation automobile. Circulation pédestre possible avec quelques travaux d'aménagements, généralement effectués par les habitants.
4	Forte	Ravins atteignant 2 m de profondeur et de largeur. Circulation automobile impossible. Circulation pédestre et automobile nécessitant des aménagements qui ne sont plus à la portée des habitants. Mise à l'air de réseaux de canalisations souterrains (adduction d'eau).
5	Très forte	Ravins dépassant 2 m de profondeur et jusqu'à 5 à 6 m de largeur. Circulation pédestre et automobile impossible sans importants travaux d'aménagements. Risque d'éboulement des constructions en bordure des ravins et destruction des réseaux de distribution d'eau ou autres canalisations.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 5 : **Indicateurs du degré d'érosion aratoire due aux pratiques culturales**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Cela correspond aux marques de l'érosion naturelle, qui varie selon le type de sol et les conditions de terrain. Le terrain est généralement non cultivé ou peu cultivé. Longues périodes de jachère.
2	Faible	Diminution d'épaisseur de la couche arable, inférieure à 1/5 e de cette épaisseur dans le sol non défriché. Quelques accumulations de terre devant des obstacles ou dans des fossés. Baisse peu ou pas sensible de la productivité
3	Moyenne	Diminution d'épaisseur de la couche arable > 1/5e et < 1/3. Accumulation de matériau à la surface du terrain dans les sites favorables à ces dépôts. Baisse sensible de la productivité, de 25 % environ.
4	Forte	Diminution d'épaisseur de la couche arable de 1/2 environ. Racines des arbres et arbustes dégagées au sommet de la pente. Dépôts de plusieurs centimètres d'épaisseur dans les parties basses. Des zones dénudées, sans végétation spontanée peuvent couvrir de 10 à 25 % de la surface du terrain. Baisse de la productivité pouvant atteindre 50 %.
5	Très forte	Diminution d'épaisseur des 3/4 de la couche arable. Localement, cette couche a disparu, parfois sur la plus grande partie du terrain. Racines des arbres et arbustes apparentes sur plusieurs centimètres ou décimètres. Couvert végétal spontané fortement réduit. Larges espaces dénudés au sommet des versants et sur la partie convexe des versants. Abondants dépôts dans les parties basses du terrain, pouvant atteindre un mètre d'épaisseur. Baisse de la productivité supérieure à 75 %. Versants souvent abandonnés et laissés en friche.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 6 : **Indicateurs du degré de *dégradation* de la couche humifère**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Pas ou peu de diminution visible de l'épaisseur, comparée à celle d'un sol similaire non défriché.
2	Faible	Diminution d'épaisseur de la couche humifère inférieure à 1/5e de cette épaisseur dans le sol non défriché. Baisse peu ou pas sensible de la productivité
3	Moyenne	Diminution d'épaisseur de la couche humifère > 1/5e et < 1/3. Baisse sensible de la productivité, de 25 % environ.
4	Forte	Diminution d'épaisseur de la moitié environ de la couche humifère. Baisse de la productivité de l'ordre de 50 % ou plus.
5	Très forte	Diminution d'épaisseur des 3/4 de la couche humifère. Localement, cette couche a disparu, parfois sur la plus grande partie du terrain. Dégradation nette d'autres propriétés physiques. Baisse de la productivité supérieure à 75 %. Terrain parfois abandonné.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 7 : **Indicateurs du degré de *déstabilisation des agrégats et de la structure du sol***

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Évolution normale de la structure au cours du cycle saisonnier.
2	Faible	Localement, il y a destruction d'une partie des agrégats; mais l'infiltration de l'eau est peu modifiée. Pas de perte sensible de productivité.
3	Moyen	La structure est en partie détruite, le labour manuel du sol est plus difficile. La structure peut être rétablie par le travail du sol et l'apport d'amendements.
4	Fort	La fonction du sol en tant que support des plantes est perturbée. Le travail manuel et l'enracinement des plantes deviennent difficiles. La mise en œuvre de pratiques agricoles adaptées (apports d'amendements en particulier) est nécessaire pour améliorer la structure et la productivité originelle. Ce type de contrainte est fort, mais il peut encore être pris en charge par les petits agriculteurs
5	Très fort	La structure est très dégradée ; le régime hydrique et l'aération du sol sont fortement perturbés. Le ruissellement est accru. Forte diminution de productivité. Des investissements importants sont nécessaires pour rétablir une structure favorable et

		exploiter le sol pour la culture. Ces investissements sont hors de portée des petits agriculteurs.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 8 : **Indicateurs du degré d'e*ncroûtement à la surface du sol***

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Encroûtement peu étendu ou temporaire, brisé facilement et en permanence par l'activité biologique
2	Faible	Encroûtement temporaire, mince, peu étendu, ne gêne pas la germination des semences. Il est détruit par les façons culturales (sarclage).
3	Moyen	Gêne la germination des semences et l'infiltration de l'eau ; l'encroûtement est réduit en partie par les effets de l'activité de la macrofaune du sol ou détruit par le sarclage.
4	Fort	Encroûtement permanent ou quasi permanent, gêne fortement la levée des semences, la pénétration de l'eau et modifie le régime hydrique du sol.
5	Très fort	Encroûtement épais et permanent, empêche la levée des semences, réduit fortement la pénétration de l'eau et accélère fortement le ruissellement. Ce type de dégradation peut être réduit temporairement par des pratiques culturales, mais l'exploitation de ces terres est soumise à une forte contrainte permanente due à l'encroûtement.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 9 : **Indicateurs du degré de compactage, prise en masse et durcissement**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	La couche arable peut être compacte en saison sèche, mais perd cette compacité sous l'effet des premières pluies (couche arable des sols ferrugineux tropicaux, par exemple). Le travail de labour du sol, même manuel, reste facile quand le sol est humecté.
2	Faible	Le durcissement est sensible, mais il peut être détruit par le travail manuel. La semelle de labour peu compacte gêne faiblement l'enracinement et la pénétration de l'eau.
3	Moyen	Le travail manuel du sol devient pénible. La semelle de labour gêne l'enracinement et perturbe le régime hydrique du sol.
4	Fort	Le travail manuel n'est plus possible. La récolte des tubercules devient difficile. La semelle de labour induit de l'hydromorphie; la présence d'une couche durcie gêne fortement la pénétration des racines et parfois la

		pénétration de l'eau (dans les planosols par exemple). La diminution de productivité peut atteindre 50 %.
5	Très fort	Une couche durcie proche de la surface est impénétrable à l'eau et aux racines. Les engins agricoles classiques ne peuvent pas briser la couche durcie (dans les planosols par exemple ou dans la latérite compacte) Il faut pour cela utiliser une soussoleuse ou des explosifs. Les terres sont inutilisables pour la culture et généralement abandonnées.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 10 : **Indicateurs du degré d'aridification**

Classe	**Qualification du degré de dégradation**	**Indicateurs**
1	Nul à Très faible	Pas ou peu de modification dans le sol par rapport à un sol similaire de la région, non aridifié
2	Faible	Réduction de l'infiltration de l'eau et de la quantité d'eau stockée dans le sol. Modification sensible du pédoclimat qui devient plus sec.
3	Moyen	Les secteurs touchés par l'aridification sont identifiables *de visu*, car la dessiccation des plantes est précoce par rapport aux zones environnantes en début de saison sèche. Les risques de sécheresse sont élevés même au cours des années à pluviométrie faiblement déficitaire.
4	Fort	La fonction « réservoir pour l'eau » est fortement détériorée. Changement très net du pédoclimat du sol. Risque très élevé de sécheresse pour les plantes cultivées annuelles. Accumulation de sodium en profondeur et élévation du pH. Apparition de plantes spontanées indicatrices de pédoclimat sec.
5	Très fort	Réduction très forte de l'infiltration de l'eau. Présence de nombreuses plantes spontanées indicatrices (plantes à épineux) de milieu aride et alcalin. Terres devenues impropres à la culture pluviale et généralement abandonnées.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 12 : **Indicateurs du degré de déficit en éléments nutritifs**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	La teneur en éléments nutritifs est sensiblement égale à la teneur de référence du sol défriché et non dégradé.
2	Faible	La teneur a baissé d'un quart environ par rapport à la teneur de référence. Baisse sensible de la productivité. Un apport de fertilisants augmente un peu la production.
3	Moyen	La teneur se situe entre le quart et la moitié en dessous de la teneur de référence. Le pH est en légère baisse. La perte de productivité est assez forte. Un apport de fertilisants se traduit par un gain net de production.
4	Fort	La teneur est environ la moitié de celle de référence. La baisse de productivité est forte. Le pH diminue. Un apport de fertilisants ne se traduit pas toujours par une augmentation conséquente de la production, car la dégradation physique peut constituer une autre contrainte.
5	Très fort	La teneur est de l'ordre du quart de celle de référence. Le pH est en forte baisse. La perte de productivité est très importante. La fonction du sol comme « banque d'éléments nutritifs » est fortement détériorée. Le sol est souvent abandonné pour la culture. L'application d'engrais ne suffit plus pour restaurer la fertilité ; il faut améliorer en même temps le taux de matière organique et parfois les propriétés physiques du sol.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 13 : **Indicateurs du degré *dégradation* du sol par acidification**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Pas de modification du pH autre que celui résultant de la variation saisonnière
2	Faible	Baisse significative du pH au plan statistique. De l'ordre de 0.5 unité pH calculée sur le cycle saisonnier.
3	Moyen	Baisse de 0,5 à 1 unité pH pour la plupart des mesures effectuées au cours du cycle saisonnier. Légère acidification du sol.
4	Fort	Baisse supérieure à 1 unité pH. Contrainte pour la croissance des plantes sensibles à une baisse du pH, comme le maïs par exemple. Apports d'engrais et d'amendement nécessaires pour améliorer le pH et le rendement des cultures.
5	Très fort	Baisse égale ou supérieure à 2 unités pH. Acidification forte à très forte. Contrainte forte pour la croissance de plusieurs plantes cultivées. Baisse nette de productivité. Changement nécessaire de la gamme des plantes cultivées, ou amendements importants et coûteux requis pour

		remonter le pH, ou abandon des terres.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 14 : **Indicateurs du degré de dégradation du sol par salinisation**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Pas ou peu de traces de sel. Pas de problème de croissance des cultures. Conductivité électrique (CE) à 25°C de l'extrait 1/10 inférieure à 250 micromhos.
2	Faible	Légère salinisation qui peut être éliminée par la pluie ou un apport complémentaire d'eau. CE à 25°C de l'extrait 1/10 entre 250 et 500 micromhos. Baisse sensible des rendements.
3	Moyen	Salinisation qui se traduit par une nette baisse de productivité ou la destruction des cultures sensibles au sel. Stress hydrique et croissance irrégulière. CE à 25°C de l'extrait 1/10 entre 500 et 1000 micromhos.
4	Fort	Baisse forte de productivité. Traces de sels en surface. Seules les cultures tolérantes au sel peuvent croître. CE à 25°C de l'extrait 1/10 entre 1000 et 2000 micromhos.
5	Très fort	Accumulation de sels sur le sol. Aucune plante ne peut pousser, sauf les plantes hallophytes. CE à 25°C de l'extrait 1/10 > 2000 micromhos.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 15 : **Indicateurs du degré de dégradation du sol par alcalinisation**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	Pas d'accumulation significative de sodium dans le sol.
2	Faible	Légère accumulation de sodium. La teneur en sodium reste inférieure à 15 % de la capacité d'échange.
3	Moyen	Le taux de sodium échangeable représente 15 % environ de la capacité d'échange dans les couches argileuses du sol. Dispersion du matériau à l'état humide en saison pluvieuse. Réduction de l'infiltration de l'eau et baisse de productivité.
4	Fort	Taux de sodium entre 15 et 30 % de la capacité d'échange. Compacité forte des couches argileuses en saison sèche. Présence de calcaire et pH de 8,0 à 9,0. La culture de plantes non tolérantes à un pH élevé n'est plus possible. Baisse nette de la productivité.
5	Très fort	Taux de sodium supérieur à 30 % de la capacité d'échange. Présence de calcaire et pH très alcalin, supérieur à 9,0. Les couches argileuses se liquéfient à l'état humide et sont très compactes à l'état sec. Enracinement difficile pour les plantes. Baisse très forte de la productivité. Terrain souvent abandonné. Croissance de nouvelles plantes spontanées,

		adaptées à ce milieu.

Source : adaptée de Brabant, 2008

Tableau 16 : **Indicateurs du degré de dégradation du sol par réduction de la quantité de matière organique**

Classe	Qualification du degré de dégradation	Indicateurs
1	Nul à Très faible	La teneur est sensiblement égale à la teneur de référence du sol cultivé non dégradé, par exemple 3,5 %.
2	Faible	La teneur a baissé d'un quart environ par rapport à la teneur de référence : 2,6% au lieu de 3,5 % par exemple.
3	Moyen	La teneur se situe entre le quart et la moitié au-dessous de la teneur de référence. La perte de productivité est sensible. Un apport de matière organique se traduit par un net gain de production.
4	Fort	La teneur est environ la moitié de celle de référence, soit 1,7 % environ. Cela entraîne une dégradation de la structure puis des encroûtements. La perte de productivité est nette.
5	Très fort	La teneur est de l'ordre du quart ou plus de celle de référence, soit moins de 1 %. La *dégradation* physique associée est très nette : déstabilisation des agrégats, compaction, encroûtement. La sensibilité à l'érosion en nappe augmente fortement. Il y a aussi une *dégradation* chimique par perte d'éléments nutritifs qui étaient associés à la matière organique (Cn). La perte de productivité est forte.

Source : adaptée de Brabant, 2008

- **Indicateurs du degré de dégradation du sol par l'urbanisation et autres constructions**

Degré : 5

- **Indicateurs du degré de dégradation du sol par les exploitations minières à ciel ouvert et les carrières**

Degré : 5

Annexe VII : Travaux scientifiques (liste des articles publiés ou envoyer pour publication et des communications à des colloquies scientifiques)

- **Publication d'articles**

1. **AKPINFA D. E.** et VODOUNOU, J. B. K. (2015) : Cartographie de la dégradation des terres agricoles dans la Commune de Dassa-Zoumè au Bénin. In *BenGéo*, N°17, pp. 25 – 45.

2. **AKPINFA D. E.,** KISSIRA A., AKPO A. M. et HOUSSOU, S. C. (2017): Evaluation du coût économique de la dégradation des terres dans la zone agro-écologique du Centre Bénin. In *European Scientific Journal*, n°2 volume 28, pp. 375-398.

3. **AKPINFA D. E.,** ALLE A. G. et HOUSSOU, S. C. (2017): Essai d'évaluation des incidences socio-économiques de la degradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Bénin. In *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement (GEOTROPE).* Editions Universitaires de Côte d'Ivoire (EDUCI), ***Accepté pour publication.***

4. **AKPINFA D. E.** et HOUSSOU, S. C. (2017): Dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au centre du Bénin: entre variabilité climatique et pression démographique. In *Revue de géographie du laboratoire Leïdi* (Dynamique des territoires et développement) de l'Université Gaston Berger (Sénégal). ***Accepté pour publication.***

- **Communications à des colloques scientifiques**

1. **AKPINFA D. E. et AKPO A. M. (2016):** Evaluation du coût économique de la degradation des terres dans la zone agro-écologique du centre Bénin. Communication à la XVIIe édition des Journées Scientifiques Internationales de Lomé (JSIL 2016), du 03-08 Octobre 2016.
2. **AKPINFA D. E. et AICHEOU D. A. (2017):** Essai d'évaluation des incidences socio-économiques de la degradation des terres agricoles dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Bénin. Communication au 2ème colloque scientifique international de l'Universite de Kara, du 11 au 15 septembre 2017.

- **Participation à des colloques scientifiques**

1. Colloque international MARPORT 2016, organise par le Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR) de l'Université d'Abomey-Calavi du 2 au 4 novembre 2016.
2. Colloque international du Département de Géographie de l'Université de Lomé, du 10 au 13 mai 2016.

Table des matières

Sommaire....2
Dédicace....3
Remerciements....4
Liste des sigles et acronymes....6
Résumé....9
Abstract....10
INTRODUCTION GENERALE....11
PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET METHODES DE RECHERCHE....16
CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE....17
1.1 Problématique....17
1.1.1 Justification du sujet....17
1.1.2 Justification du choix du milieu d'étude....20
1.2 Hypothèses du travail....22
1.3 Objectifs de la recherche....23
1.4 Clarification des concepts et théories....24
1.5 Revue de littérature....31
1.5.1 Cartographie de la dégradation des terres....31
1.5.2 Evaluation des coûts de la dégradation des terres....38
1.5.3 Dégradation des terres agricoles....47
1.5.4 Causes de la dégradation des terres agricoles....50
1.5.5 Implications économiques et sociales de la dégradation des terres agricoles....51
1.5.6 Stratégies de gestion durable des terres....52
Conclusion partielle....54
CHAPITRE 2 : METHODES DE RECHERCHE....56
2.1 Données et informations utilisées....56
2.2 Méthodes, techniques et outils de collecte des données et informations....57
2.2.1 Recherche documentaire....57
2.2.2 Travaux de terrain....58
2.2.2.1 Enquêtes auprès des ménages agricoles et personnes ressources....58
2.2.2.1.1 Echantillonnage....58
2.2.2.1.2 Outils de collecte des données....62
2.2.2.1.3 Techniques de collecte des données....63
2.2.2.2 Sondages pédologiques....66
2.2.2.2.1 Choix des sites de prélèvement....66
2.2.2.2.2 Matériels utilisés....66
2.2.2.2.3 Techniques de prélèvement....66
2.2.2.3 Expérimentation agricole....67
2.2.2.3.1 Choix des sites....67
2.2.2.3.2 Matériel....67

2.2.2.3.3 Dispositif expérimental 67
2.2.2.3.4 Suivi des opérations culturales 68
2.2.2.3.5 Variables mesurées 68
2.2.2.4 Contrôle terrain des unités d'occupation du sol 69
2.2.2.4.1 Choix des sites 69
2.2.2.4.2 Matériels et outils 69
2.2.2.4.3 Techniques de contrôle 69
2.3 Traitement des données et informations collectées 69
2.3.1 Traitement des données socio-économiques 70
2.3.1.1 Consentement A Payer (CAP) des producteurs pour la restauration des terres dégradées 70
2.3.1.1.1 Modèle d'estimation du CAP 70
2.3.1.1.2 Facteurs explicatifs du CAP 73
2.3.1.1.2.1 Variable dépendante 73
2.3.1.1.2.2 Variables indépendantes 73
2.3.2 Traitement des données des sondages pédologiques 75
2.3.2.1 Détermination du pH 76
2.3.2.2 Détermination de la teneur en matière organique 77
2.3.2.4 Azote total 77
2.3.2.5 Détermination de la Capacité d'Echange Cationique (C.E.C) 77
2.3.2.6 Phosphore assimilable 78
2.3.3 Traitement des données d'expérimentation agricole 79
2.3.4 Traitement des données d'occupation du sol 80
2.3.4.1 Traitements des images satellitaires 80
2.3.4.2 Exportation vers un Système d'Information Géographique 81
2.3.4.3 Matrice de transition 81
2.3.4.4 Taux de conversion 81
2.3.4.5 Corrélation entre unité d'occupation du sol et population 82
2.3.5 Techniques spécifiques de traitement de certaines données 83
2.3.5.1 Modélisation de l'érosion hydrique 83
2.3.5.2 Evaluation du niveau de dégradation des terres 88
2.4 Analyse des résultats 89
2.4.1 Modèle DPSIR 89
2.4.2 Modèle SWOT 91
2.5 Cadre conceptuel de la thèse 93
Conclusion partielle 95
DEUXIEME PARTIE : FONDEMENTS DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASS-ZOUME ET DE GLAZOUE 97
CHAPITRE 3 : FONDEMENTS NATURELS, HUMAINS ET ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION AGRICOLE DANS LE MILIEU D'ETUDE 98
3.1 Situation géographique du cadre d'étude 98
3.2 Fondements physiques de la production agricole 99
3.2.1 Traits géomorphologiques 100
3.2.2 Traits géologiques 103
3.2.3 Nature des sols 105
3.2.3.1 Sols ferrugineux tropicaux 106
3.2.3.2 Sols hydromorphes 107
3.2.3.3 Sols minéraux bruts 107
3.2.3.4 Sols bruns eutrophes 108
3.2.3.5 Sols bruns et vertisols 108

3.2.4 Aspects hydrographiques 111
3.2.5 Facteurs climatiques 113
3.2.6 Formations végétales 115

3.3 Fondements humains des activités agricoles 119
3.3.1 Evolution démographique 119
3.3.2 Principaux groupes socioculturels 120

3.4 Poids des activités agropastorales et d'exploitation forestière dans l'économie 120
3.4.1 Activités agricoles 120
3.4.1.1 Céréaliculture 121
3.4.1.2 Culture des légumineuses 124
3.4.1.3 Culture des racines et tubercules 130
3.4.1.4 Maraîchage 133
3.4.1.5 Culture du coton 136
3.4.2 Activités pastorales : une source potentielle de revenus encore mal exploitée 138
3.4.3 Exploitation forestière, un secteur en plein essor 138

Conclusion partielle 139

CHAPITRE 4: CAUSES DE LA DEGRADATION DES TERRES AGRICOLES DANS LES COMMUNES DE DASSA-ZOUME ET DE GLAZOUE 140
4.1 Forces motrices ou causes sous-jacentes de la dégradation des terres 140
4.1.1 Causes socio-économiques sous-jacentes 140
4.1.1.1 Pression démographique et dégradation des terres 140
4.1.1.1.1 Evolution de la population 141
4.1.1.1.2 Dynamique des unités d'occupation du sol 142
4.1.1.1.3 Corrélation entre croissance démographique, dynamique d'occupation du sol et dégradation des terres 148
4.1.1.2 Pauvreté et dégradation des terres dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué ... 149
4.1.1.3 Causes socio-politiques sous-jacentes de la dégradation des terres 154
4.1.2 Causes ‘’naturelles’’ sous-jacentes de la dégradation des terres 155
4.1.2.1 Variabilité climatique comme facteur de dégradation des terres 155
4.1.2.1.1 Précipitations 155
4.1.2.1.2 Températures 159
4.1.2.2 Qualité inhérente aux sols, un facteur de dégradation des terres 162
4.2 Causes directes de la dégradation des terres selon les perceptions paysannes 164
4.2.1 Pressions humaines contribuant à la dégradation des terres 164
4.2.1.1 Pratiques agricoles inadaptées 165
4.2.1.2 Feux de végétation, une pratique qui crée des préjudices à la fertilité du sol et à l'environnement 167
4.2.1.3 Déforestation, un facteur d'accélération de la dégradation des terres 167
4.2.1.3.1 Production du charbon de bois 168
4.2.1.3.2 Coupe de bois d'œuvre pour l'exportation 170
4.2.1.4 Pâturage et élevage transhumant 171
4.2.2 Autres causes directes de la dégradation des terres dans le milieu d'étude 174

4.3 Discussion 174

Conclusion partielle 176

CHAPITRE 5 : MANIFESTATIONS DE LA DEGRADATION DES TERRES 177
5.1 Erosion des sols, une des formes visibles de la dégradation des terres 177
5.1.1 Caractéristiques géométriques 178
5.1.2 Erosivité climatique (R) 180
5.1.3 Erodibilité des sols (K) 182
5.1.4 Facteur topographique (LS) 184
5.1.5 Couvert végétal (C) 186
5.1.6 Pertes de terre dues à l'érosion 188
5.2 Dégradation stricto sensu 191

5.2.1 Réduction de la quantité de matière organique 192
5.2.2 Déficit en éléments nutritifs 193
5.2.3 Acidification 195
5.3 Autres formes de dégradation 196
5.3.1 Urbanisation et autres constructions 196
5.3.2 Carrières 197
5.4 Etat actuel de dégradation des terres 199
5.5 Discussion 202
Conclusion partielle 205
TROISIEME PARTIE : EFFETS DE LA DEGRADATION DES TERRES ET PERSPECTIVES POUR UNE GESTION DURABLE DES TERRES 207
CHAPITRE 6 : EFFETS ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE LA DEGRADATION DES TERRES 208
6.1 Coût économique de la dégradation des terres 208
6.1.1 Coût des pertes de productivité dues à la dégradation des terres 208
6.1.1.1 Effets de la dégradation des terres sur les paramètres de croissance des plants de maïs 209
6.1.1.2 Effet de la dégradation des terres sur les rendements du maïs 211
6.1.1.3 Coût monétaire de la dégradation des terres 213
6.1.2 Application de la MEC 215
6.1.1.1 Résultats descriptifs et économétriques 216
6.1.1.1.1 Résultats descriptifs 216
6.1.1.1.2 Résultats économétriques 220
6.2 Incidences sociales de la dégradation des terres 223
6.2.1 Emigration et ses corollaires 223
6.2.1.1 Déplacements internes 224
6.2.1.2 Déplacement externes 228
6.2.1.3 Déscolarisation des enfants 230
6.2.1.4 Désintégration des structures sociales traditionnelles 232
6.2.2 Conflits fonciers 233
6.3 Discussion 237
Conclusion partielle 241
CHAPITRE 7: GESTION PREVENTIVE ET CORRECTIVE DE LA DEGRADATION DES TERRES 243
7.1 Cadre juridique de la gestion durable des terres au Bénin 243
7.1.1 Existence des textes juridiques 243
7.1.2 Mise en œuvre des textes législatifs et réglementaires 247
7.2 Stratégies paysannes de gestion des terres 247
7.2.1 Jachère naturelle 248
7.2.2 Parcage rotatif des animaux en particulier les bovins 248
7.2.3 Buttage et billonnage avec incorporation des résidus de récolte 249
7.2.4 Autres pratiques paysannes de gestion des terres 249
7.2.5 Limites des stratégies endogènes de gestion des terres 250
7.3 Efforts de promotion de technologies exogènes ou modernes de gestion durable des terres 251
7.3.1 Brève historique de la promotion des technologies de GDT au Bénin 251
7.3.2 Technologies de gestion durable des terres promues dans les Communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué 252
7.3.2.1 Mesures agronomiques 252

7.3.2.1.1 Gestion des résidus de récolte 253
7.3.2.1.2 Fertilisation minérale 254
7.3.2.2 Mesures biologiques 255
7.3.2.2.1 Plantes de couverture 255
7.3.2.2.2 Jachère améliorée 262
7.3.2.2.3 Culture intercalaire ou en couloirs 263
7.3.2.3 Aménagements ou pratiques physiques 265
7.3.2.3.1 Labour perpendiculaire ou cloisonné 265
7.3.2.3.2 Bandes enherbées ou ados végétalisés 266
7.3.2.3.3 Digues filtrantes 267
7.3.2.4 Intégration agriculture-élevage 268
7.3.2.4.1 Utilisation du compost et des déchets d'animaux 268
7.3.2.4.2 Le parcage (rotatif) 269
7.3.3 Niveau d'adoption des technologies GDT promues 270
7.3.4 Facteurs determinant l'adoption des technologies GDT 273
7.3.4.1 Processus de sélection des technologies GDT à promouvoir 274
7.3.4.2 Approche mise en œuvre pour favoriser l'adoption des technologies GDT 274
7.3.4.3 Mesures d'accompagnement mises en œuvre pour faciliter l'adoption de technologies GDT 275
7.4 Vers une approche multi-scalaire et pluridisciplinaire de gestion durable des terres 277
7.5 Discussion 281
Conclusion partielle 283
CONCLUSION GENERALE 284
BIBLIOGRAPHIQUE 288
Liste des tableaux 337
Liste des figures 338
Liste des photos 341
ANNEXES 342
Annexe I : Questionnaire 343
Annexe II : Guide d'entretien 349
Annexe III : Fiche d'observation 350
Annexe IV : Protocole d'installation et de collecte des données au niveau des stations d'observation 351
Annexe V : Protocole d'analyse des paramètres physico-chimique des échantillons de sols 352
Annexe VI : Grille d'appréciation du degré de dégradation des sols 354
Annexe VII : Travaux scientifiques (liste des articles publiés ou envoyer pour publication et des communications à des colloquies scientifiques) 364
Table des matières 365