



Mémoire Présenté

**par : OLOUKOI,
Joseph**

**Université d' Abomey-Calavi
(UAC)**

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

**Dynamique de l'occupation du sol dans le
département des collines au Bénin : essai de
modélisation et impact sur l'utilisation des
bas-fonds**

2006

République du Bénin

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Abomey-Calavi (UAC)

Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH)

ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE «ESPACE, CULTURES ET DEVELOPPEMENT»



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
OPTION : GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Spécialité : Dynamique des Ecosystèmes et Aménagement du Territoire



**DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LE
DEPARTEMENT DES COLLINES AU BENIN, ESSAI DE
MODELISATION ET IMPACT SUR L'UTILISATION DES
BAS-FONDS**

Par
Joseph OLOUKOI

Sous la direction de: Dr Benoît N'BESSA, Maître de Conférences DGAT/FLASH/UAC

Et la codirection de: Dr Cossi Jean HOUNDAGBA, Maître-Assistant DGAT/FLASH/UAC

Jury :

Président : Michel BOKO,

Professeur Titulaire, DGAT/FLASH/UAC

Rapporteur : Benoît N'BESSA,

Maître de Conférences, DGAT/FLASH/UAC

inateur : Cossi Jean HOUNDAGBA,

Maître-Assistant DGAT/FLASH/UAC

2006

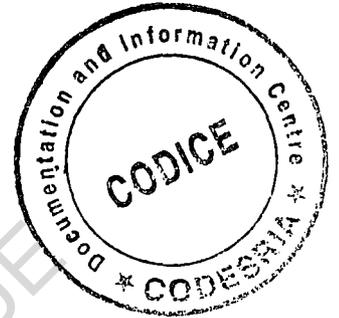
Mention : Très Bien

07.05.02
OL O
13143

07.05.02

OLO

13143



A

Toi, mon cousin Feu Innocent A. OLOUKOI, pour les moments que nous avons passés ensemble avant que tu ne tires ta révérence contre l'attente de nous tous,

Je dédie ce mémoire.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

SOMMAIRE

I-	INTRODUCTION GENERALE.....	9
1.1-	Problématique et justification.....	9
1.2-	Objectifs de l'étude.....	11
1.3-	Hypothèses de travail.....	11
1.4-	Secteur de l'étude.....	12
II-	REVUE CRITIQUE DE LA LITTERATURE	24
2.1-	Bas-fonds.....	24
2.2-	Dynamique de l'occupation du sol.....	25
2.3-	Modélisation.....	27
III-	APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	29
3.1-	Spécification de l'échelle spatiale d'analyse.....	29
3.2-	Collecte des données.....	31
3.3-	Traitement et analyse des données.....	33
IV-	RESULTATS ET DISCUSSION GENERALE.....	39
4.1-	Dynamique de l'occupation du sol dans le secteur d'analyse.....	39
4.2-	Evaluation de l'utilisation du sol au niveau des bas-fonds étudiés.....	46
4.3-	Discussion générale	63
V-	CONCLUSION GENERALE, SUGGESTIONS ET PERSPECTIVES POUR LA THESE.....	66
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	69

Avant - propos

La présente étude est réalisée dans le cadre de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Gestion de l'Environnement à l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire 'Espace, Cultures et Développement', dans la spécialité Dynamique des Ecosystèmes et Aménagement du Territoire. Elle s'inscrit dans le cadre des recherches sur l'occupation et l'utilisation du sol et leur implication dans la mise en valeur des bas-fonds. En effet les bas-fonds, considérés en 1992 par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) comme des *greniers insoupçonnés en Afrique au sud du Sahara*, sont devenus des lieux où nombre d'acteurs de développement agricole se convergent de plus en plus. Cette orientation du front des activités agricoles est le résultat des déceptions régulièrement enregistrées par ces acteurs sur les sommets qui connaissent actuellement une dynamique préjudiciable. Le département des Collines au Bénin n'est pas en marge de ce phénomène. Ce département devenu un lieu d'accueil de beaucoup de colons agricoles, est actuellement en proie à des pratiques culturelles et à des formes d'utilisation des ressources végétales et animales, peu respectueuses de l'environnement. Un des signes inquiétants de cette situation est la raréfaction des terres fertiles que les paysans cherchent de plus en plus dans les zones basses, hydromorphes à l'exemple des bas-fonds autrefois considérés comme des lieux sacrés. Cette situation a mobilisé beaucoup d'institutions dont l'Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) à travers son programme de recherche éco-régional dénommé Consortium Bas-fonds.

Dans le but de présenter l'état de la question relative à la dynamique de l'occupation du sol sur les interfluves et la pression qui est exercée sur les bas-fonds, la présente étude intitulée **Dynamique de l'occupation du sol dans le département des Collines, essai de modélisation et impact sur l'utilisation des bas-fonds**, a été initiée. Son intérêt réside dans les considérations ci-après :

- Le choix du bas-fond comme unité d'étude de l'utilisation du sol,
- L'importance de l'analyse diachronique dans l'évaluation des phénomènes de dégradation
- L'essai de la modélisation de la dynamique de l'occupation du sol dans les techniques d'approche. Sur la base de cet essai, des simulations et des prédictions seront faites sur l'occupation du sol, et pourront constituer une base pour des mesures de planification et surtout de protection de ces écosystèmes,

- La place considérable du SIG, de l'outil cartographique et statistique dans les méthodes d'analyse des données.

L'étude permettra de se rendre à l'évidence de l'état de la structure et du fonctionnement des bas-fonds suite à la dynamique qui affecte les bassins versants dans le département des Collines. Son intérêt tient au fait que les bas-fonds sont des écosystèmes sensibles. La connaissance des modifications qui les affectent peut orienter dans les aménagements pour leur mise en valeur.

Le présent travail est subdivisé en cinq parties. La première partie consacrée à l'introduction générale rappelle la problématique et la justification du sujet, les objectifs et hypothèses de recherche et présente le secteur d'étude. La deuxième partie aborde la revue critique de la littérature et procède à l'état des connaissances sur le thème. La troisième partie est consacrée à l'approche méthodologique utilisée. Quant à la quatrième partie, elle présente les résultats et la discussion générale. Enfin la dernière partie conclut le travail avec des suggestions et fait une ouverture sur les axes futurs de recherche possibles comme perspectives pour la thèse.

Au terme de cette étude, je voudrais adresser mes mots de reconnaissance au CODESRIA, qui à travers son Programme de Petites subventions, a financé la réalisation de ce mémoire.

Je remercie profondément le Professeur Benoît N'BESSA qui malgré ses occupations actuelles a accepté diriger ce travail et s'est toujours rendu disponible à m'appuyer.

Mes marques de reconnaissance vont à l'endroit du Professeur Jean C. HOUNDAGBA qui a été d'un grand appui pour moi depuis mon inscription à l'Ecole Doctorale. J'ai été sensible à ses remarques, ses apports dans la réalisation de ce travail.

A tout le corps professoral de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire, je dis merci pour le savoir et les connaissances transmis.

Mes remerciements vont également à l'endroit du Dr Vincent MAMA, coordinateur de l'Unité Nationale de Coordination du Consortium Bas-fonds au Bénin, pour ses appuis à tous égards. Ses conseils et sa rigueur scientifique restent pour moi un capital que je garde.

Je dis également merci aux amis Fidèle YABI, Euloge OGOUWALE, Ebénézer EWEDJE, Adéyèmi CHABI, et Emile EDEA pour leur appui et leur ouverture.

Que le forestier André SAHGUI, trouve ici l'expression de mes gratitude pour son appui chaque fois que je le sollicitais.

Je voudrais pour finir être reconnaissant à tous ceux qui m'ont soutenu d'une manière quelconque. Ce travail est le fruit des efforts qu'ils ont tous consentis.

SIGLES ET ACRONYMES

ADRAO : Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest

AFPF : Association des Femmes parmi les Femmes

CBF: Consortium Bas-fonds

CENATEL : Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert forestier

CeRPA : Centre Régional de Promotion Agricole

CLCAM : Caisse Locale de Crédit Agricole Mutuelle

CLUE: Conversion of Land Use and its Effects

CODESRIA: Conseil pour le Développement de la Recherche en Sciences Sociales en Afrique

CREP : Caisse Rurale d'Epargne et de Prêt

DGAT : Département de Géographie et Aménagement du Territoire

DIARPA : Diagnostic Rapide de Pré Aménagement

FLASH : Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines

IGN: Institut Géographique National

ILWIS: Integrated Land and Water Information System

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

MNT : Modèle Numérique de Terrain

ONG : Organisation Non Gouvernementale

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitation

SIG : Système d'Information Géographique

UAC : Université d'Abomey - Calavi

UAE : Unité Agro-Ecologique

UNC: Unité Nationale de Coordination du Consortium Bas-fonds

UNIRIZ : Union Nationale des Riziculteurs du Zou

Résumé

La présente recherche s'est appesantie sur la dynamique de l'occupation du sol dans le département des Collines au Bénin et son impact sur l'exploitation des bas-fonds. L'objectif de cet exercice est d'évaluer les mutations spatio-temporelles que connaît actuellement ce département suite aux pratiques diverses observées en matière d'exploitation des ressources et d'en étudier les corollaires notamment ceux concernant l'utilisation des bas-fonds.

Sur la base des techniques de Télédétection et du Système d'Information Géographique (SIG), la dynamique de l'occupation du sol, étudiée entre 1978 et 1998, révèle du point de vue spatiale que seulement 22,3 % de tout le secteur étudié est stable, 59,4 % est en régression et 18,3% connaît une progression. Les espaces en régression concernent les formations végétales denses notamment les galeries forestières et les forêts claires et savanes boisées.

La modélisation de la dynamique de l'occupation du sol à l'aide des automates cellulaires, basée sur les processus de Markov a conduit à la mise en place d'une matrice de transition qui montre que la plupart des unités ont largement évolué vers les champs et jachères en 1998. Les facteurs de conversion évalués pour chaque unité sont supérieurs à 60% en dehors des agglomérations et savanes saxicoles. Les simulations faites sur la base des probabilités pour qu'une unité *i* se convertisse en une autre unité *j* révèle que la probabilité pour qu'une unité de l'occupation du sol soit transformée en champs et jachères dans la région de Dassa et ses environs est forte variant entre 30 et 53 %, exception faite aux agglomérations et aux savanes saxicoles. Les projections faites à l'horizon 2010 et 2020, révèlent qu'à l'avenir, pendant que les agglomérations, les champs et jachères s'étendront, les forêts claires et savanes boisées, de même que les forêts galeries et savanes à emprise agricole connaîtront une forte régression.

L'évolution des espaces agricoles provient de l'importance de l'agriculture dans l'économie au niveau du secteur d'étude et des migrations rurales enregistrées. A cette allure, les terres se feront rares et la concentration s'orientera vers des terres hydromorphes à l'exemple des bas-fonds, autrefois considérées comme des espaces marginaux. Le devenir de ces nouveaux espaces est aussi hypothéqué vu la pression qui s'observe actuellement sur quelques uns notamment les bas-fonds de *Kpolé, Kotobo et Kpatiko*. Cette pression s'exprime par les valeurs fortes du taux d'utilisation des terres (89,4 %). Une conséquence immédiate de ces signes est la disparition des ressources animales et végétales caractéristiques des bas-fonds, et par surcroît à l'avenir la rupture de leur équilibre écologique.

Mots clés : Occupation du sol, Dynamique, Bas-fonds, Modélisation

Abstract

The current research deals with the land use and land cover changes in the department of Collines in Benin and its impact on inland valleys exploitation. The main objective of this exercise is to assess the spatio-temporal dynamics that affects this department, dynamics caused by the various practices observed in matter of resources exploitation, and to analyze the corollaries especially as far as the inland valleys use is concerned.

On the basis of Remote Sensing tools and Geographical Information System (GIS), the changes of the land use and land cover between 1978 and 1998, revealed that only 22.3 % of all the studied area is stable, 59.4 % is in regression and 18.3 % extends. Spaces in regression concern the woody savannah and the gallery forest.

The modelling of land use and land cover change, using Cellular Automata in the base of Markov processes, leads to the setting up of a transition matrix that reveals that most of the land use and land cover units has changed extensively toward crops and fallows in 1998. Factors of conversion assessed for most of the land use land cover classes (agglomerations and saxocolon savannah not include), are higher than 60 %. Simulations made on the basis of probabilities for an unit *i* to be converted to another unit *j* reveals that the probability for forested area to be transformed into crops and fallows in the region of Dassa and its environment, is high and varies from 30 to 53 %. Projections made for 2010 and 2020 horizon, reveals that in the future, while agglomerations, crops and fallows will spread, the forested areas will decrease strongly.

The importance attached to the agriculture in the economic system and the rural migrations observed in the study area explain the extension of the cultivated spaces. In this optic, lands will be scarce and people will concentrate themselves on humid land like inland valleys, considered once as marginal areas. The way the pressure on these new area is going, their future is not well insured as shown by the examples of *Kpole*, *Kotobo* and *Kpatiko* inland valleys. The pressure occurred on these inland valleys is expressed by the strong values of the land utilization rate (89.4 %). An immediate consequence of these signs is the degradation of animal and vegetal resources and in the future, the rupture of the ecological stability of the area.

Key words: Land use land cover, Dynamics, Inland valleys, Modelling

I- INTRODUCTION GENERALE

Ce premier chapitre met en évidence la problématique de la dynamique de l'occupation du sol et de l'utilisation du sol dans les bas-fonds, aborde les objectifs et les hypothèses de l'étude. Il présente en outre le secteur d'étude et les raisons fondamentales de son choix.

1.1- Problématique et justification

Les écosystèmes des bas-fonds se sont révélés en Afrique subsaharienne comme un potentiel très important pour le développement et l'intensification de la production agricole. En effet ces terres, autrefois considérées comme marginales sont devenues le siège d'intenses activités agricoles, avec ou sans la mise en place d'un aménagement adéquat (Legoupil et Lidon, 1995). En dépit de nombreuses contraintes biophysiques et socio-économiques freinant leur mise en valeur, les bas-fonds possèdent de grandes potentialités agronomiques, qui font d'eux des sites agricoles stratégiques pouvant apporter des palliatifs à la pression démographique sur les plateaux et aux irrégularités spatio-temporelles des précipitations qui rendent aléatoires les cultures strictement pluviales (Mahaman et Windmeijer, 1995).

Au Bénin, l'intérêt suscité par la mise en valeur des bas-fonds trouve son origine dans l'échec de la politique des grands aménagements hydro-agricoles, menée au lendemain des indépendances dans les grandes vallées et plaines alluviales. Cette situation sera renforcée par la dégradation des terres des plateaux, la réduction progressive de la durée de jachère due à la pression démographique et la nécessité pour les paysans d'accroître les rendements agricoles. Selon Houndagba et Akoègninou (1999), dans le département des Collines, les paysans, installés sur les interfluves, ont pendant longtemps pratiqué des cultures comme l'igname, le maïs, le manioc et l'arachide sur des sols bien drainés des sommets tandis que les zones basses servaient de réserves de faune et de flore et lieux de culte. Mais avec l'épuisement progressif des sols bien drainés, la croissance démographique entraînant la recherche de nouvelles terres cultivables, la sécheresse des années 1970 et l'évolution des habitudes alimentaires, les paysans ont été amenés à s'intéresser aux bas-fonds dont les sols quoique riches, sont difficiles à mettre en valeur.

La colonisation des écosystèmes des bas-fonds qui s'est accentuée au lendemain de la dévaluation du Franc CFA (Biaou, 1998), a retenu l'attention des chercheurs. Ainsi la mise en valeur des bas-fonds a fait l'objet de multiples investigations et interventions de projets de développement et d'organismes de recherche. La plupart des travaux ont porté sur les

spéculations et les techniques d'aménagement, bref sur la rentabilité économique, qui n'intègre aucunement les effets à terme sur l'environnement. En dépit de l'intérêt que présentent le bas-fond pour les chercheurs, très peu de travaux ont été consacrés à leur devenir. Selon Tchibozo et *al.* (2002), en l'état actuel des connaissances sur le sujet, aucune étude d'impact de l'aménagement des bas-fonds sur l'environnement n'a été menée dans le Département des Collines. Compris sous cet angle, les décideurs et tous les intervenants sont privés de cruciales informations sur le fonctionnement et l'évolution de ces bas-fonds car les connaissances actuelles se trouvent seulement limitées à leur valeur économique.

L'approche bassin versant, intégrée dans les travaux de recherche sur les bas-fonds au début des années 1990, a permis d'introduire l'occupation du sol dans la caractérisation détaillée des bas-fonds dans les départements du Zou et des Collines (Houndagba et *al.*, 1998). Les travaux ont pour la plupart, présenté des profils agro-pédologiques qui donnent des informations sur le modelé, le sol, l'occupation et l'utilisation du sol. Il manque toutefois des données sur l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol et sur la pression agricole exercée sur le fonctionnement des bas-fonds. Or dans les changements qui s'opèrent dans l'environnement suite aux exploitations des terres pour l'agriculture, la dynamique de l'occupation du sol est un élément fondamental (Schneider et Pontius, 2001). Selon Géný et *al.* (1992), elle s'exprime par la disparition progressive des formations végétales qui jouent un rôle de choix dans la remontée des éléments biotiques et qui fertilisent le sol.

De plus, à l'instar de la plupart des systèmes écologiques complexes, le bas-fond est un agroécosystème fragile dont les potentialités peuvent être en partie détruites lors de son aménagement. Dans sa mise en valeur, les avantages visés risquent de faire oublier les fonctions naturelles, de suggérer la défriche d'un maximum de terres humides et la destruction de forêts galeries régulatrices des flux des eaux. Ainsi donc, au niveau des écosystèmes sensibles et fragiles comme ceux des bas-fonds, les changements évoqués, peuvent à moyen ou à long terme perturber les systèmes de production agricole et engendrer la diminution des rendements agricoles.

En ce moment où la gestion rationnelle des ressources naturelles disponibles et la sécurité alimentaire constituent des préoccupations importantes, il est nécessaire que des actions durables soient engagées au niveau des bas-fonds dans le Département des Collines au Bénin. Ces actions ne seront efficaces que si elles se fondaient sur une meilleure compréhension de la dynamique qui affecte ces écosystèmes du fait des moteurs socio-économiques associés à ceux biophysiques.

1.2- Objectifs de l'étude

Cette étude vise de façon globale à évaluer la dynamique de l'occupation du sol dans le département des Collines et son impact sur l'utilisation des bas-fonds.

De façon spécifique, elle vise à :

- analyser la dynamique spatio-temporelle intervenue dans l'occupation du sol et les tendances évolutives ;
- examiner les facteurs biophysiques et socio-économiques responsables de la dynamique de l'occupation du sol ;
- procéder à des simulations et projections sur l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol ;
- analyser les impacts de cette dynamique sur l'utilisation des bas-fonds.

1.3- Hypothèses de travail

En considérant le problème crucial que soulève cette étude, en l'occurrence la dynamique de l'occupation et de l'utilisation des terres dans les bas-fonds, la principale question de recherche qui se dégage est:

Quel est l'état de la dynamique de l'occupation du sol dans le département des Collines et ses implications sur l'utilisation des bas-fonds, vu le déplacement progressif du front des activités agricoles des sommets vers ces derniers ?

En se référant aux objectifs de la recherche et à la revue de littérature, les hypothèses peuvent être formulées comme suit :

- l'ampleur de l'occupation et de l'utilisation du sol observée actuellement dans les bas-fonds du département des Collines provient de la dynamique spatio-temporelle qui affecte les interfluves.
- La dynamique de l'occupation du sol est causée aussi bien par les facteurs biophysiques que socio-économiques.

1.4- Secteur de l'étude

Il est présenté dans cette partie, la situation géographique de la zone d'intérêt de cette étude, les données du milieu physique et humain, et le contexte biophysique et socio-économique de l'exploitation des bas-fonds dans les Collines. Des informations sont également apportées pour justifier le choix de ce secteur de l'étude.

1.4.1- Situation géographique

Le département des Collines au Bénin est situé entre les 7°27' et 8°46' de latitude Nord d'une part, et entre 1°39' et 2°44' de longitude Est d'autre part. Elle regroupe les communes de Savè, Ouèssè, Dassa, Glazoué, Savalou et Bantè (figure1) et couvre une superficie d'environ 13899 km², soit une proportion de 12,35% du territoire national.

1.4.2- Milieu physique

1.4.2.1- Substratum géologique et modelé

Le secteur d'étude fait partie intégrante de la pénéplaine cristalline située sur le socle granito-gneissique du centre du pays, et qui fait suite au bassin sédimentaire côtier du Bas-Bénin. Trois grandes unités géologiques dominent le milieu d'étude. Il s'agit des gneiss migmatites, des grès et siltites, des gneiss ocellés à biotite et amphiboles. En dehors de ces trois grandes unités, le reste des formations est constitué de blastomylonites, de granites alcalins, de granites à biotites et de rhyolites alcalines (OBRGM, 1995).

Du point de vue morphologique, la pénéplaine est dans l'ensemble inclinée du nord au sud avec une altitude moyenne variant entre 170 m au nord et 60 m au sud. On y retrouve une série d'inselbergs à flancs pentus, notamment ceux de Savè, de Fita, de Dassa-Zoumè et de Minifi etc.... Les points culminants du relief se situent à 465 m sur le chaînon granitique de Dassa-Zoumè, à 520 m sur la colline de Savalou et puis à environ 400 m sur celle de Savè (Okioh, 1972 ; Dubroeuq, 1977).

Le modelé est disséqué par de petites dépressions allongées, et vallées constituant des lieux de concentration des eaux de drainage. Ces derniers représentent des bas-fonds qui sont de nos jours très sollicités par les populations à des fins agricoles.

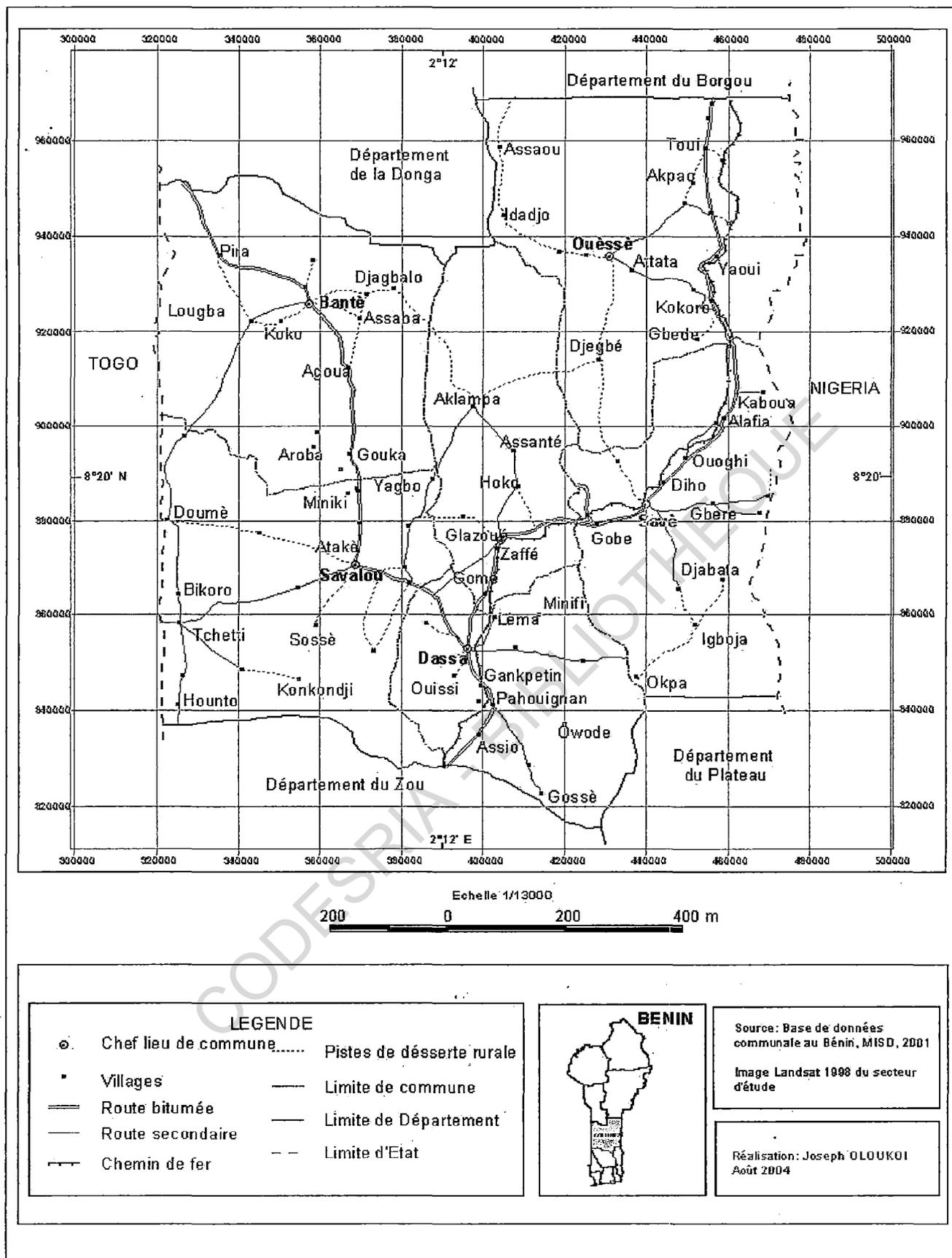


Figure 1 : Carte de localisation géographique et de découpage administratif du département des Collines

1.4.2.2- Climat et formations végétales

Comme région de transition entre le climat guinéen et le climat soudanien (Boko, 1988 ; Bokonon-Ganta, 1987 ; Afouda, 1990), le milieu d'étude a un régime pluviométrique à cheval sur celui de la distribution bimodale du sud et celui de la distribution unimodale du nord. La pluviométrie annuelle oscille entre 900 et 1200 mm. Elle est en moyenne de 1150 mm, mais avec des variations atteignant parfois 50%. L'évapotranspiration annuelle moyenne est de l'ordre de 1600 mm. Les isohyètes sont distribuées de façon concentrique, délimitant des poches plus sèches (1000 mm à Toui), et des poches plus humides (1200 mm à Dassa-Zoumé) comme le montre la figure 2. Il ressort dans l'ensemble que l'ouest est plus sec que l'est qui se trouve être le secteur où les collines sont beaucoup plus concentrées. L'amplitude thermique journalière est globalement de 8,5°C mais elle atteint par moment 10°C au nord de la commune de Savè (Afouda, 1990).

La végétation naturelle était jadis constituée de forêts denses sèches, de forêts claires et de savanes boisées. De nos jours, avec l'effet de la pression démographique, le paysage végétal reste dominé par une mosaïque de cultures et jachères, des savanes arborées et arbustives. On retrouve les forêts galeries le long des axes de drainage, les forêts claires et savanes boisées sur les vertisols, et les savanes saxicoles sur les collines (figure 3). Malgré la régression sans cesse croissante de ces formations du fait des déboisements intenses, on enregistre encore quelques essences dominant le paysage telles que : *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Anogeissus leiocarpus*, *Daniellia oliveri*, *Pterocarpus erinaceus*, *Vitex doniana*.

1.4.2.3- Formations pédologiques et hydrographie

Une diversité de sols existe dans le secteur d'étude. Les plus importants sont les sols ferrugineux tropicaux et les sols hydromorphes. Les sols ferrugineux sont argilo-sableux, gravillonnaires et se localisent sur les ondulations et sur les glacis des massifs rocheux. Quant aux sols hydromorphes, ils sont argileux, épais et noirs, et se localisent en bordure des vallées et dans les dépressions.

Sur le plan hydrographique, le département des collines dispose des cours d'eau à régime essentiellement tropical avec une seule période de crue allant du mois d'août à celui d'octobre. Le fleuve Ouémé est le principal cours d'eau du département des Collines. Il reçoit la Beffa et le Zou à l'ouest et l'Okpara à l'est. A ces principaux cours d'eau, il faut ajouter les grandes rivières telles que : Agbado, Toumi, etc.

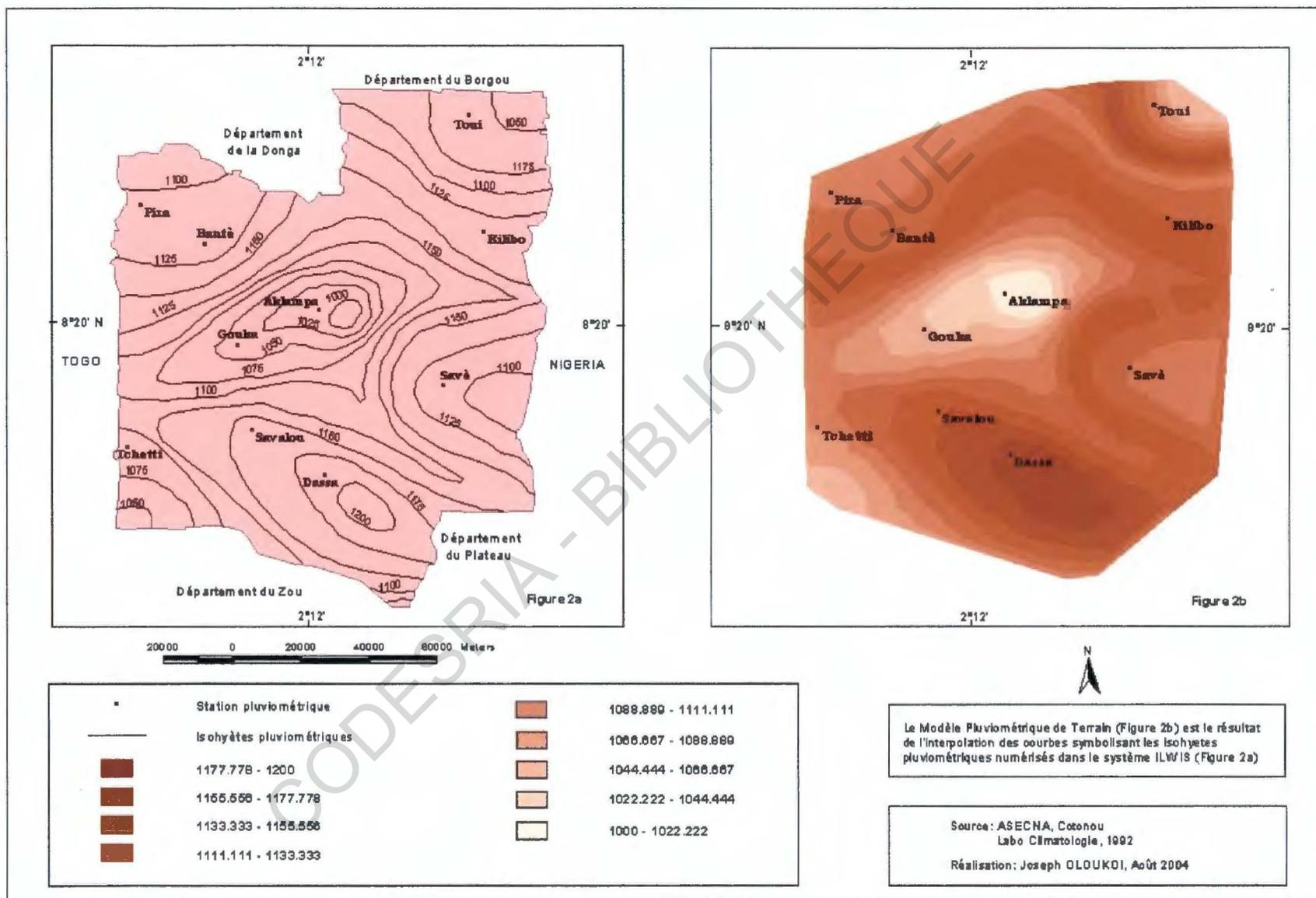


Figure 2 : Isohyètes et modèle pluviométriques dans les Collines

La dissection du modelé et la faible couverture végétale du milieu en début de saison pluvieuse, entraîne une forte érosion des sols du fait des averses brutales qui se produisent en cette période de l'année, appauvrissant ainsi les versants des particules fines qui vont enrichir les zones dépressionnaires, surtout les bas-fonds qui gardent par ce processus une fertilité presque permanente.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

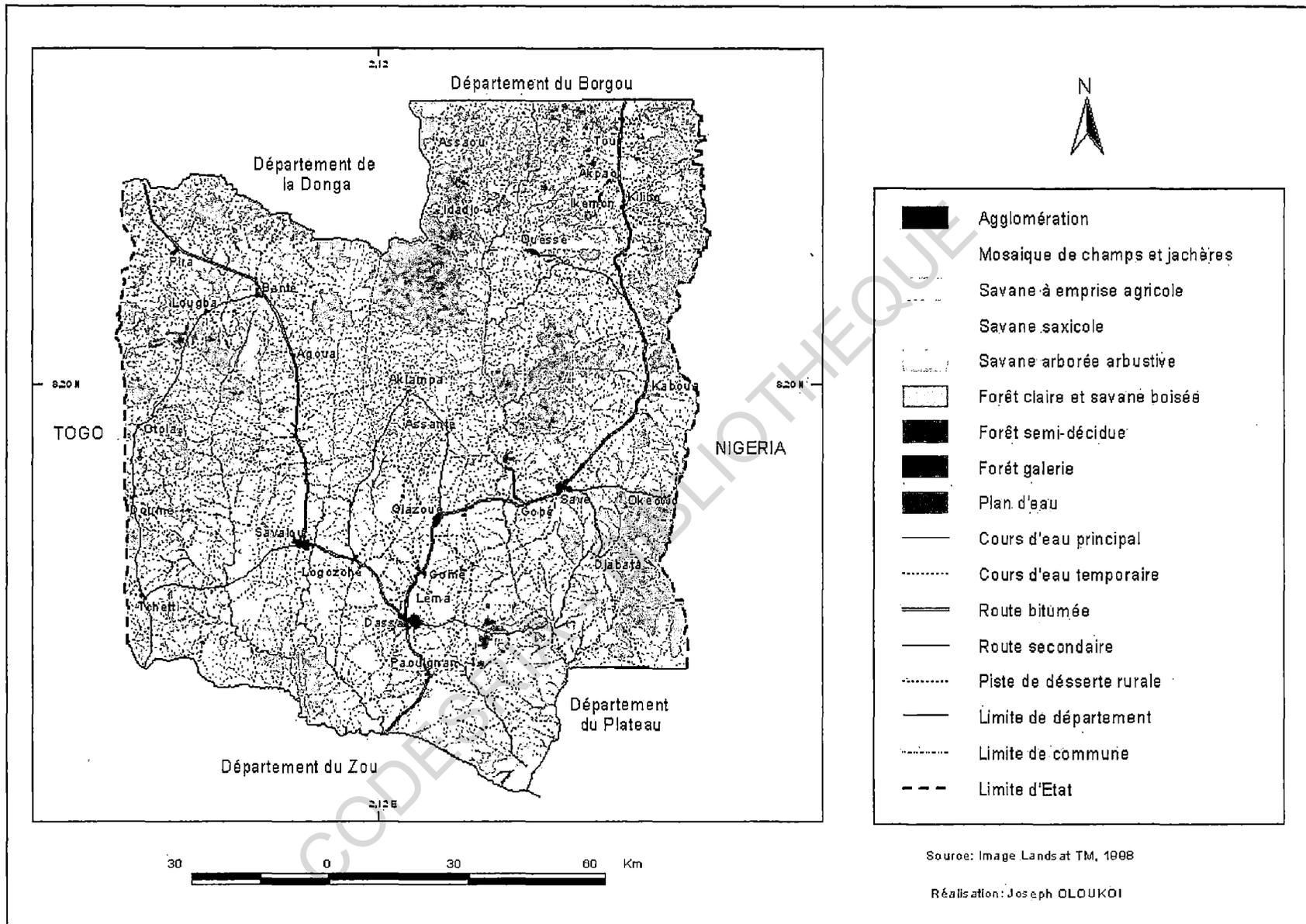


Figure 3 : Occupation du sol dans le département des Collines

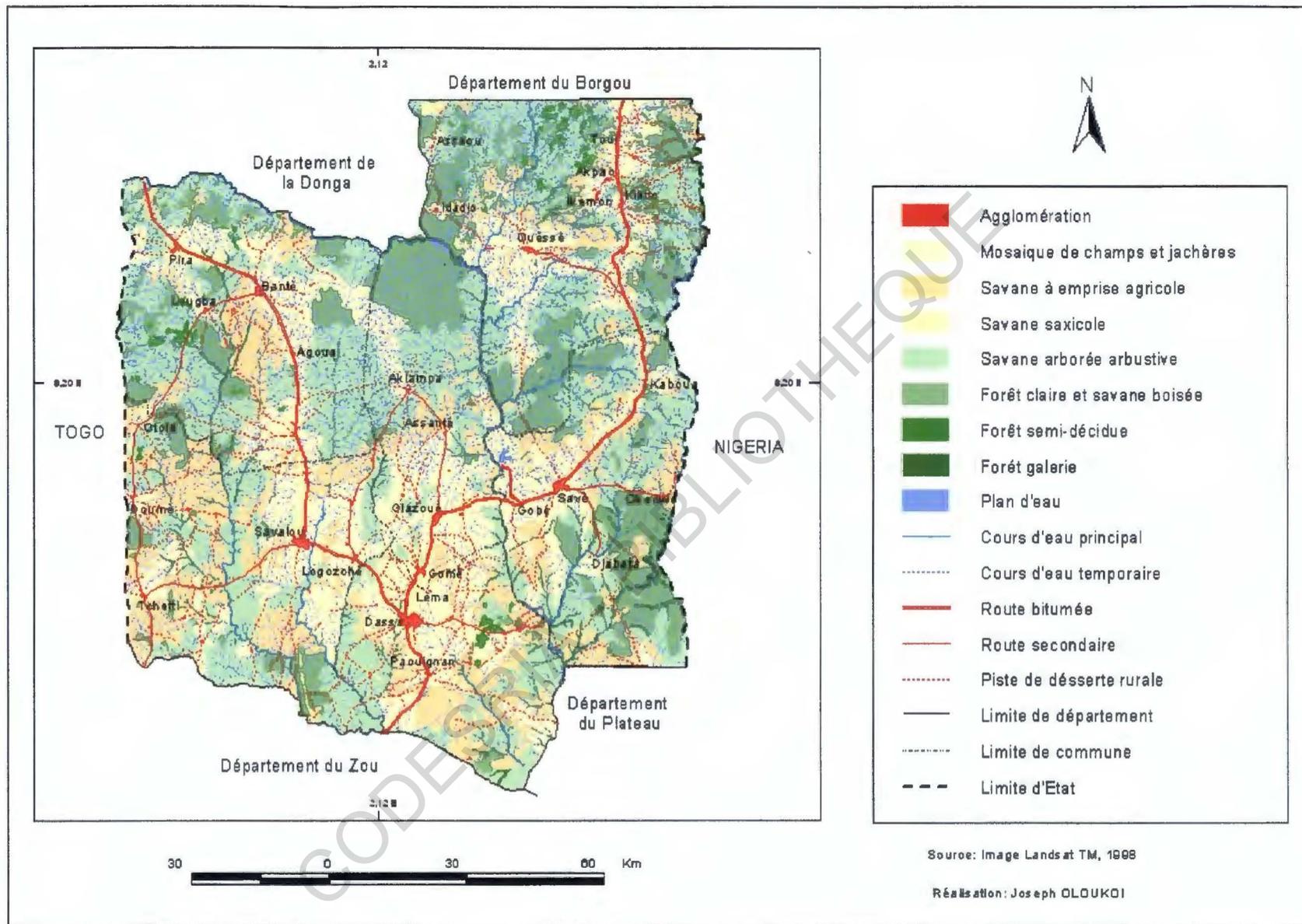


Figure 3 : Occupation du sol dans le département des Collines

1.4.3- Contexte biophysique et socio-économique de l'exploitation des bas-fonds dans les Collines

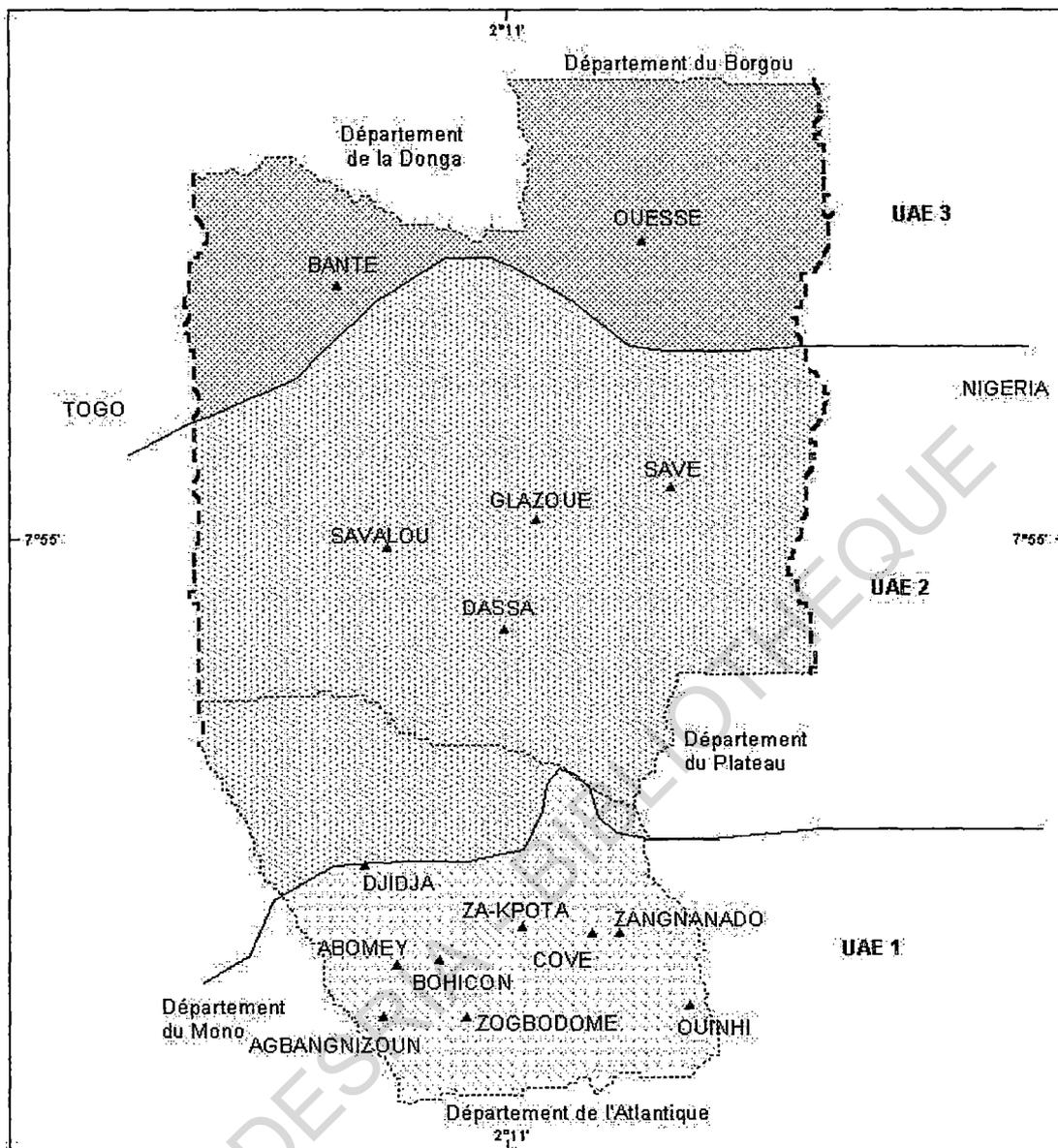
1.4.3.1- Zones agro-écologiques

La combinaison des trois couches (sols, pluviométrie, végétation) du système d'information géographique réalisé sur les bas-fonds par Mama et *al.* (1995) dans le cadre des travaux sur la caractérisation détaillée des bas-fonds du département du Zou et des Collines, a permis de délimiter trois zones agro-écologiques (figure 4).

La première zone agro-écologique (UAE1) est caractérisée par des sols ferrallitiques, une dégradation poussée du couvert végétal et une pluviométrie moyenne qui gravite autour de 1025 mm, avec un gradient pluviométrique décroissant d'ouest (1125 mm) en est (1000 mm). Du point de vue structural, cette zone se retrouve dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin et du point de vue morpho-pédologique, elle est caractérisée par des plateaux gréseux aux sols ferrallitiques, des plaines alluviales créées par les vallées des fleuves Zou et Ouémé et par les basses terres argileuses de la dépression de la Lama (Houndagba, 1985). L'UAE1 est contenue dans le département actuel du Zou.

Sur le plan socio-économique cette zone est le théâtre d'une pression démographique avec une densité de population évaluée à plus de 200 habitants au km². Elle est occupée par les groupes socio-culturels Fons du plateau d'Abomey, et les groupes socio-culturels Mahis d'Agonlin.

L'Unité agro-écologique 2, d'une étendue plus importante, est caractérisée par un mélange de sols ferrugineux tropicaux et de sols hydromorphes lessivés, une hétérogénéité dans la dégradation du couvert végétal, une moyenne pluviométrique de 1100 mm. Sur le plan morpho-structural, cette zone marque le début du cristallin et est caractérisée par une gamme variée de collines granito-gneissiques (figure 5) aux sols minéraux bruts, et un ensemble de glacis (au pieds de collines) et de croupes basses parfois moyennes. La pluviométrie est celle de la zone de transition variant entre 1000 mm et 1200 mm. Le secteur d'analyse pour cette étude est comprise dans cette unité agroécologique qui intègre les bassins versants des bas-fonds de Gankpétin, de Kotobo à Gomé et de Lèma, objets de l'étude de l'utilisation du sol. Cette unité est actuellement peuplée par les groupes socio-culturels Idaatcha, Mahis, Nagots et constitue une terre de refuge pour les émigrés de l'UAE1.



▲	Chef lieu de commune	—	Limite de zones agro-écologiques	Source: Document Consortium Bas-fond Réalisation: OLOUKOJI Joseph, Novembre 2004.
[Pattern 1]	Unité agro-écologique 1	- - -	Limite d'Etat	
[Pattern 2]	Unité agro-écologique 2	⋯	Limite de département	
[Pattern 3]	Unité agro-écologique 3			

Figure 4: Unités agro-écologiques des départements du Zou et des Collines

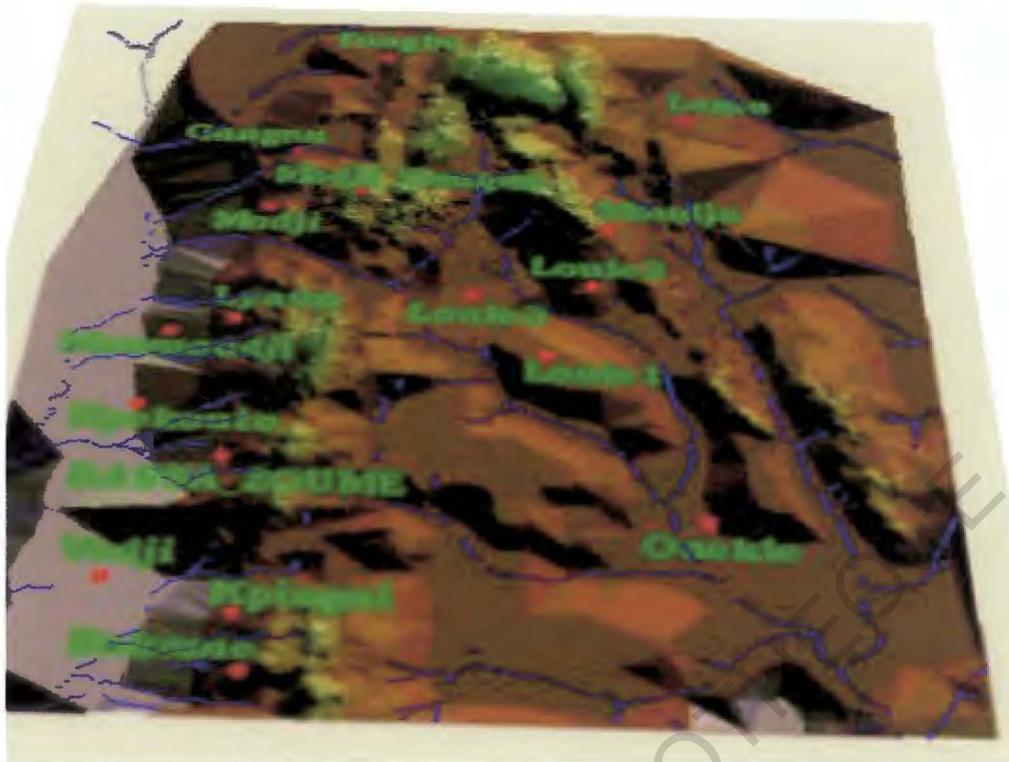


Figure 5 : Modèle numérique de terrain montrant les collines dans la région de Dassa

L'unité agro-écologique 3 couvre le reste du département des Collines et se différencie de l'UAE2 par la prédominance des sols ferrugineux tropicaux et une pluviométrie moyenne au dessous de 1150 mm. Elle présente un relief peu accidenté parsemé de quelques dos de baleine isolés qui dominent les croupes. On y retrouve les groupes socio-culturels Nagots et Mahis avec certaines populations venant du Nord du pays.

1.4.3.2- Caractéristiques et typologie des bas-fonds

En tenant compte de la morphologie et des caractéristiques hydrologiques des bassins versants, les bas-fonds du département des Collines et de façon particulière ceux de l'UAE2 forment la partie amont des réseaux hydrographiques. Il s'agit des têtes de bas-fonds qui présentent un lit mineur peu profond, généralement large. D'une largeur d'environ 10 m en amont et de plusieurs centaines de mètres en aval, ces bas-fonds sont le théâtre des processus géomorphologiques dominés par le colluvionnement. En effet, évaluant les contraintes géomorphologiques liées à l'exploitation des bas-fonds dans la région de Dassa, Houndagba et Akoègninou (1999) ont observé deux grandes tendances à savoir le colluvionnement et le ravinement. Le colluvionnement provient des versants et de la tête de bas-fonds, conduit à

terme à l'ensablement du bas-fond et est accentué par la mise en culture des versants et par des labours dans le sens de la pente.

Le secteur d'étude présente trois types de bas-fonds en considérant leur largeur. Il s'agit des bas-fonds étroits, des bas-fonds moyennement larges et des bas-fonds très larges. L'étude de la répartition des types de bas-fonds dans les différentes unités agro-écologiques révèle que les bas-fonds étroits (moins de 100 m) se retrouvent dans toutes les unités à une moyenne de 55%. Les bas-fonds moyennement larges et très larges occupent une proportion de 36 et 9% et sont respectivement absents dans l'UAE1 et l'UAE3 (UNC, 1998).

Concernant l'importance de l'exploitation de ces bas-fonds, dans l'ensemble, on constate que les bas-fonds sont moyennement exploités et le taux d'exploitation diminue au fur et à mesure que l'on évolue vers le nord. L'UAE 1 est la plus exploitée de toutes les unités agro-écologiques, d'où l'évidence d'une corrélation entre la pression démographique et l'exploitation des bas-fonds.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

1.4.4- Milieu humain

Estimée à environ 340.284 habitants en 1992 (RGPH2), la population du département des Collines compte aujourd'hui 535.923 habitants (INSAE¹, 2003) soit un taux annuel d'accroissement intercensitaire de 4,65 % contre 3,25 % pour le territoire national. Avec un poids démographique de 7,92 %, le département des Collines est le 7^{ème} département le plus peuplé au Bénin. La densité moyenne est de 38 habitants au km² en 2002 contre 24,4% en 1992. La population active représente 45,1% avec une légère importance du sexe féminin (52,3%).

Les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué où a été choisi l'échantillon ayant servi aux analyses pour cette étude, comptaient en 1992, une population de 123.470 habitants et puis en 2002, un effectif de 184.442 habitants (soit respectivement 36,3% et 34,4 % de la population totale des Collines). Cette population est répartie sur une superficie totale de 3475 km². Ces deux communes affichent les densités les plus élevées du département, soit 55 hab/km² pour la commune de Dassa-Zoumé et 51 hab/km² pour Glazoué en 2002, ce qui les met largement au dessus de la moyenne départementale (tableau I).

Tableau I : Population et densité par communes dans le département des Collines

Communes	Population		Superficie (km ²)	Densité (hab/ km ²)	
	1992	2002		1992	2002
Bantè	46699	82129	2675	17,5	31
Dassa-Zoumé	64065	93967	1711	37,4	55
Glazoué	59405	90475	1764	44	51
Ouèssè	52071	96850	2879	18,1	34
Savalou	72641	104749	2674	27,2	39
Savè	45403	67753	2228	20,4	30
Total	340284	535 923	13931	24,4	38

Source : RGPH II et III, 1992 et 2002

Le milieu est majoritairement peuplé par les ethnies yoruba, les fons et apparentés qui se trouvent être les plus anciens occupants et ensuite par des ethnies minoritaires comme les Adja, les Bariba, les Dendi, les Yom, etc... Venus dans le milieu suite aux migrations rurales

¹ Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE)

successives observées ces dernières années, ces colons agricoles sont à la recherche des terres fertiles pour l'agriculture.

En effet selon le rapport de l'atelier régional sur les problèmes de l'environnement dans le département du Zou de décembre 1991 : « La diversité des populations du Sud Bénin, la forte pression foncière et la dégradation des sols conduisent les paysans de cette partie à une migration vers les terres du département des Collines. Ainsi, ce département est devenu une région de colonisation par les paysans du Zou, du nord du département du Mono, du département de l'Atacora et par les éleveurs transhumants. Les ressources du département des Collines sont ainsi confrontées à une dégradation inquiétante, avec les incidences de plus en plus marquées sur les productions végétales, animales et halieutiques ».

1.4.5- Justification du choix du secteur de l'étude

Les raisons qui expliquent le choix de ce cadre d'étude sont multiples.

- Cette partie du Bénin, d'une topographie particulière, est caractérisée majoritairement par la présence de nombreuses collines dont les vallées peu encaissées génèrent beaucoup de bas-fonds qui sont aménagés par endroits.
- En terme de potentialités, plus de la moitié des bas-fonds du pays se retrouvent dans ce département (Danvi et *al*, 1998) et ces bas-fonds, très larges, sont de nos jours très sollicités par les populations à des fins agricoles.
- Le département des Collines constitue une zone d'accueil, un milieu où les mouvements de population sont intenses et où plusieurs pratiques culturelles s'observent. C'est la région du Bénin où les activités de mise en valeur des bas-fonds ont pris ces dernières années plus d'envergure.

II- REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE

La revue de littérature faite dans le cadre de cette étude s'articule autour des points suivants : bas-fonds, dynamique de l'occupation du sol et modélisation.

2.1- Bas-fonds

De multiples définitions ont été données aux bas-fonds selon les spécialistes qui y interviennent. Selon Zeppendfeldt et Vlaar (1990) cité par Sinare (1997), en zone intertropicale, les bas-fonds sont des fonds plats ou concaves, des vallons et axes d'écoulement temporaires et qui sont inondés pendant des périodes d'au moins quelques jours et dans lesquels on trouve des sols aux caractéristiques hydromorphes. Ce sont des éléments morphologiques complexes correspondant aux parties supérieures du réseau hydrographique. Dans ce même ordre d'idée, pour Houndagba (1998), les bas-fonds constituent les parties amont du réseau hydrographique à fond plat ou concave dans lesquelles se concentrent les eaux de ruissellement en saison des pluies et où la recharge des aquifères est importante. Nous souscrivons à cette définition tout en considérant le bas-fond dans son bassin versant, qui constitue l'unité spatiale à laquelle se réfèrent les chercheurs travaillant sur le milieu physique. Selon Van Duivenbooden et Windmeijer (1995), les bassins versant des petites vallées comprennent la toposéquence (ou continuum) des éléments du paysage, c'est à dire les fonds de vallée (bas-fond au sens strict) et les petites plaines inondables ; les franges hydromorphes, ainsi que les versants, les plateaux et les crêtes qui sont situés dans la zone qui contribue au ruissellement et à l'infiltration vers le bas-fond. Le bassin versant à l'avantage de désigner de façon très synthétique l'ensemble du paysage qui concourt au fonctionnement hydrologique d'un réseau de bas-fonds.

Les aptitudes des bas-fonds ont été clairement soulignées dans le rapport annuel de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) en 1993 en ces termes : *En Afrique subsaharienne, ces terres représentent des environnements potentiellement très producteurs par rapport aux plateaux en raison de leurs caractéristiques hydro-pédologiques.*

La plupart des études ont abordé plusieurs aspects liés à la mise en valeur des bas-fonds (Danvi et al., 1998) , mais ont insisté très peu sur la dynamique de l'occupation du sol dans le secteur d'étude. Certaines études l'ont abordé mais pas dans une perspective de dynamique puisque l'occupation du sol est souvent validée sur une seule date (Houndagba et al., 1998 *op. cit.*). Tchibozo et al. (2002), évoquant la dynamique de l'occupation du sol, ont simplement constaté

II- REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE

La revue de littérature faite dans le cadre de cette étude s'articule autour des points suivants : bas-fonds, dynamique de l'occupation du sol et modélisation.

2.1- Bas-fonds

De multiples définitions ont été données aux bas-fonds selon les spécialistes qui y interviennent. Selon Zeppendfeldt et Vlaar (1990) cité par Sinare (1997), en zone intertropicale, les bas-fonds sont des fonds plats ou concaves, des vallons et axes d'écoulement temporaires et qui sont inondés pendant des périodes d'au moins quelques jours et dans lesquels on trouve des sols aux caractéristiques hydromorphes. Ce sont des éléments morphologiques complexes correspondant aux parties supérieures du réseau hydrographique. Dans ce même ordre d'idée, pour Houndagba (1998), les bas-fonds constituent les parties amont du réseau hydrographique à fond plat ou concave dans lesquelles se concentrent les eaux de ruissellement en saison des pluies et où la recharge des aquifères est importante. Nous souscrivons à cette définition tout en considérant le bas-fond dans son bassin versant, qui constitue l'unité spatiale à laquelle se réfèrent les chercheurs travaillant sur le milieu physique. Selon Van Duivenbooden et Windmeijer (1995), les bassins versant des petites vallées comprennent la toposéquence (ou continuum) des éléments du paysage, c'est à dire les fonds de vallée (bas-fond au sens strict) et les petites plaines inondables ; les franges hydromorphes, ainsi que les versants, les plateaux et les crêtes qui sont situés dans la zone qui contribue au ruissellement et à l'infiltration vers le bas-fond. Le bassin versant à l'avantage de désigner de façon très synthétique l'ensemble du paysage qui concourt au fonctionnement hydrologique d'un réseau de bas-fonds.

Les aptitudes des bas-fonds ont été clairement soulignées dans le rapport annuel de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) en 1993 en ces termes : *En Afrique subsaharienne, ces terres représentent des environnements potentiellement très producteurs par rapport aux plateaux en raison de leurs caractéristiques hydro-pédologiques.*

La plupart des études ont abordé plusieurs aspects liés à la mise en valeur des bas-fonds (Danvi et al., 1998), mais ont insisté très peu sur la dynamique de l'occupation du sol dans le secteur d'étude. Certaines études l'ont abordé mais pas dans une perspective de dynamique puisque l'occupation du sol est souvent validée sur une seule date (Houndagba et al., 1998 *op. cit.*). Tchibozo et al. (2002), évoquant la dynamique de l'occupation du sol, ont simplement constaté

Les approches d'étude de la dynamique de l'occupation du sol varient selon les disciplines scientifiques et selon les échelles spatiales d'analyse (Verburg, 2000). Les chercheurs des sciences sociales utilisent des approches beaucoup plus descriptives. A des niveaux d'échelles spatiales plus élevés, les géographes et les écologistes étudient les changements intervenus dans l'occupation du sol à partir des observations directes en se servant des techniques de la Télédétection et du Système d'Information Géographique (SIG) (Lambin et *al.*, 1999). A partir de ces techniques, ces spécialistes évaluent la dynamique de l'occupation du sol à l'aide d'une étude diachronique. Selon CENATEL (1995), l'étude diachronique est une étude rétrospective du couvert végétal. La plupart des études sur le plan général ont intégré cette approche d'évaluation de la dynamique de l'occupation du sol et l'appuient d'une enquête socio-économique sur les facteurs explicatifs des changements observés.

Tchibozo (1981), utilisant cette approche a montré que la dynamique du milieu est beaucoup plus liée à l'interaction des facteurs climatiques tels que la température, l'humidité relative, le vent. Si cette conception des facteurs explicatifs de la dynamique du milieu est épousée par nombre de chercheurs de la géographie physique tels que Tchamié et Bouraïma (1997) qui soulignent que la répartition des formations végétales est non seulement liée aux facteurs climatiques mais également à la nature des sols et à la topographie, d'autres par contre réservent une part considérable aux activités humaines. Compris sous cet angle, Defourny (1994) fera remarquer la part des actions anthropiques dans les évolutions régressives du couvert arboré dans le secteur de Ouagadougou et de Bobodioulasso.

Donyuo (1999), dans les applications de la télédétection à la cartographie de l'occupation du sol au Ghana, a abouti à la conclusion selon laquelle les activités humaines en particulier l'agriculture, sont à la base de la plupart des modifications observées au niveau de l'environnement. Il fera remarquer que toutes les zones agro-écologiques du pays, de la zone forestière à la zone de savane guinéenne sont dominées par des espaces agricoles dont les cultures garantissent la sécurité alimentaire pour les populations.

Au Bénin, en dehors des auteurs précédemment cités, Codjia et Gnagna (1993) ont abordé l'impact de la pression humaine sur la dynamique des paysages végétaux de la forêt classée de Touï-Kilibo au centre du pays. Ils ont constaté à l'issue de leur étude que les superficies des formations denses diminuent au profit des formations claires, des jachères et des espaces

cultivés. Précédemment, non loin de cette forêt, Borgui et Leffi (1992) pour leur part ont analysé les différentes causes et les processus de dégradation de l'environnement dans le versant ouest du cours de l'Okpara. Tente (2000) quant à lui, dans une approche qui intègre l'analyse diachronique et celle de la diversité floristique des ligneux, a étudié la dynamique de l'occupation du sol dans le massif de l'Atacora. Il a abouti à une description des formations végétales dans leur état actuel, tout en évoquant la dégradation des formations ligneuses et a indiqué que *si la dégradation de ces formations augmente avec la même vitesse, elle pourra être irréversible et une grande partie des espèces disparaîtra.*

2.3- Modélisation

Pendant les années cinquante, les géographes ont pris conscience de l'idée de « systèmes » que constituent les phénomènes étudiés séparément et d'une manière presque uniquement descriptive. Il s'agit des systèmes complexes de variables dont chacune est fonction de toutes les autres. Dans cette optique, l'usage de l'analyse quantitative, qui se répandait de plus en plus, offrait conjointement la possibilité de construire des modèles plus ou moins abstraits de ces systèmes afin de mieux les comprendre et de mieux prévoir leur fonctionnement (Joly, 1999).

Le modèle est une représentation simplifiée de la réalité, faisant apparaître ses propriétés. Il permet de montrer en géographie, les relations spatiales entre des facteurs parfois très différents, ainsi que les rapports énergétiques et dynamiques qui les animent. De façon générale, l'on distingue des modèles analytiques ou conceptuels destinés à fournir une image relationnelle et intelligible du système étudié, et les modèles prévisionnels qui permettent de simuler le sens et les effets du système en action. Dans le cadre de cette étude, le modèle prévisionnel sera utilisé.

La modélisation est un outil important dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol à cause de son habileté à intégrer les évaluations statistiques et les éléments explicatifs des changements qui s'opèrent (Lambin et *al.*, 1999). Lambin (1997) signale que les modèles dans les études sur la couverture et l'utilisation du sol peuvent aider les scientifiques à générer des hypothèses ou dans d'autres cas à répondre à trois interrogations fondamentales :

Quelles sont les variables biophysiques et socio-économiques qui expliquent les changements qui interviennent sur l'occupation du sol ?

Quels sont les sites affectés par les changements constatés ?

A quel taux évoluent les changements qui interviennent sur l'occupation du sol ?

Plusieurs approches de modélisation de la dynamique de l'occupation du sol ont été développées ces dernières années. Selon Verburg (2000), les modèles sur la dynamique de l'occupation du sol, nécessitent assez d'informations sur la relation entre l'occupation du sol et les facteurs socio-économiques et biophysiques. Les techniques de modélisation diffèrent en fonction des objectifs de l'étude et du cadre. Certains modèles sont développés pour simuler et explorer l'utilisation actuelle du sol alors que d'autres s'intéressent aux changements possibles dans le futur (Lambin, 1994). Pour le dernier cas, le modèle CLUE (*Conversion of land use and its effects*) qui est un modèle de la dynamique de l'occupation du sol utilisé au Costa Rica pour simuler les changements intervenus dans l'occupation du sol est une référence (Veldkamp et Fresco, 1996).

Au Bénin, la modélisation de la dynamique de l'occupation du sol reste un aspect très peu abordé dans la plupart des études, particulièrement dans le département des Collines. En effet en dehors de Mama et *al.* (2002) qui dans une approche intégrée de l'étude de la dynamique de l'occupation du sol au Nord du département des Collines, ont utilisé les modèles de régression multiple pour faire des projections et simulations sur l'occupation du sol, les études dans ce domaine sont encore rares ou sont à leur début.

Au total, il ressort de l'analyse de la bibliographie existante que la dynamique de l'occupation du sol et surtout sa modélisation reste un domaine à explorer dans les travaux de recherche au Bénin. Néanmoins cette revue bibliographique nous a permis d'avoir une meilleure compréhension du sujet et des concepts clés dont il revêt.

III- APPROCHE METHODOLOGIQUE

La démarche utilisée pour cette étude découle d'une approche transversale qui est à la fois analytique et diachronique. Cette démarche comporte les éléments suivants : la spécification de l'échelle spatiale d'analyse, la collecte des données, le traitement et l'analyse des données et la modélisation.

3.1- Spécification de l'échelle spatiale d'analyse

Le travail s'est intéressé pour le niveau du DEA à un secteur commun à trois communes du département notamment les communes de Dassa, Savalou et de Glazoué. Ce secteur est compris entre les latitudes 7°36' et 8° et entre les longitudes 2° et 2°18' (figure 6). Les raisons qui ont prévalu à ce choix ont été qualitatives et sont relatives à :

- l'existence de bas-fonds dans ce milieu ;
- l'engouement des populations locales dans l'exercice d'activités rizicoles et maraîchères ;
- la présence de structures travaillant avec les populations dans la mise en valeur des bas-fonds ;
- la disponibilité d'informations exploitables sur les travaux de mise en valeur des bas-fonds.

Spécifiquement un intérêt a été accordé à trois des bassins versants qui ont fait l'objet du diagnostic rapide de pré aménagement (DIARPA)² dans le cadre des activités du Consortium Bas-fonds (Agbossou et *al.*, 1999). Il s'agit des bassins versants de Gankpétin, Gomè et Lèma.

² Selon Blanchet et *al.* (1995), le DIARPA est l'ensemble des méthodes de caractérisation hydraulique, agronomique et socio-économiques dont les premières expériences ont été faites en zone soudanienne. Ces études visent à juger de la pertinence technique et socio-économique de l'aménagement des bas-fonds, de déterminer le type d'aménagement adapté à chaque bas-fond et de proposer en fonction de la technicité des paysans et du contexte socio-économique, des actions d'accompagnement.

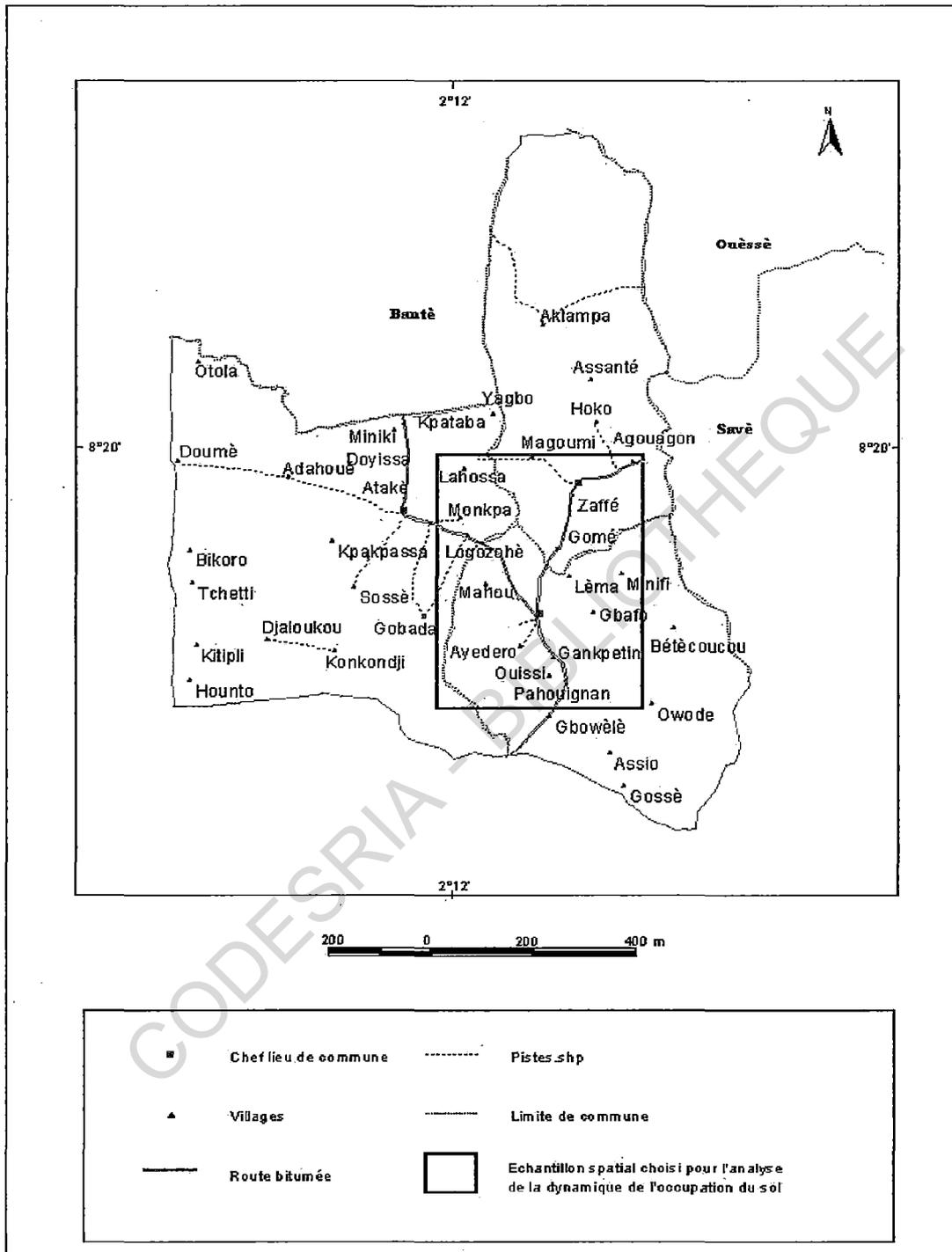


Figure 6: Secteur choisi pour l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol

3.2- Collecte des données

3.2.1-Recherche documentaire

La recherche documentaire, activité transversale durant toute l'étude, a été faite dans les centres de documentation et laboratoires dont les plus importants sont la Bibliothèque Centrale de l'Université d'Abomey Calavi, le Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, le Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier, le Laboratoire d'Economie et de Sociologie Rurale, l'Unité Nationale de Coordination du Consortium Bas-fonds et l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Dans ces différents centres, ont été collectés des documents planimétriques, quelques statistiques socio-économiques du secteur, complétées par les enquêtes de terrain.

Les documents cartographiques existants dans le milieu sont notamment :

- les cartes élaborées par l'Institut Géographique National (IGN) et par le Consortium Bas-Fonds: Ces documents portent sur des thèmes dont entre autres le réseau hydrographique, l'implantation humaine et la localisation de certains bas-fonds ;
- les cartes topographiques de l'Afrique de l'ouest et de la République du Bénin, respectivement feuilles Zagnanado (NB-31-XXI) et Abomey (NB-31-XX-XXI) au 1/200 000 éditées par l'IGN France. Elles ont servi à la définition d'un fond topographique ;
- les cartes des unités morphologiques et du drainage (feuilles Gomé et Paouignan au 50000) réalisées par Houndagba et *al.* (1998). Ces cartes ont été réalisées à partir de l'exploitation des photos aériennes, mission BEN 1982 et levées de terrain et ont constitué également des références.

3.2.2-Investigations en milieu réel

3.2.2.1- Enquête préliminaire

Elle a été réalisée au niveau des villages et avait pour but de parvenir à connaître l'ampleur de l'exploitation des bas-fonds et les acteurs concernés dans les villages de Gankpétin, Gomé et Lèma. Un certain nombre d'unités de résidence (concessions) ont été choisies au hasard dans ces différents villages. Il faut remarquer que dans une unité de résidence, on peut avoir plusieurs ménages, le ménage étant défini comme un couple avec ses enfants et dépendants. Les renseignements recueillis par concession à cette étape des travaux concernaient :

- le nombre de paysans ;
- le nombre de paysans exploitants de bas-fonds ;

Au total, 10 concessions ont été parcourues à Gankpétin, 5 à Lèma et 8 à Gomé (tableau II).

Tableau II: Résultats de l'enquête exploratoire

Villages d'enquête	Unité de résidence choisies	Nombre de paysans	Exploitants de bas-fonds
Gankpétin	10	92	28
Lèma	5	23	20
Gomé	8	50	17
Total	23	165	65

Cette enquête préliminaire nous a permis d'avoir une base de sondage composée de 165 paysans.

3.2.2.2- Echantillonnage et enquête proprement dite

L'échantillon est défini par la méthode des quotas. La formule $T = N \times f$ avec T , taille de l'échantillon, N , l'effectif total des paysans décomptés dans chaque bassin versant et f , le taux de sondage, a été utilisée pour déterminer la taille des quotas. Cette méthode est basée sur le choix raisonné et le caractère représentatif de l'échantillon défini par bassin versant. Pour y faire partie, il faut être paysan et exploitant de bas-fonds. Ainsi sur la base des résultats de la pré enquête, la composition de l'échantillon se répartit comme suit :

- à Gankpétin un taux de 30,4 % a été choisi soit un effectif de 28 exploitants de bas-fonds;
- à Lèma, 14 exploitants font partie de l'échantillon, représentant un taux de 60,8 % des paysans enregistrés dans ce village pendant la pré enquête ;
- à Gomé 17 exploitants sont choisis soit un taux de 34 %.

Les taux ont été choisis en tenant compte de l'importance en terme de superficie de chaque bas-fond étudié. Ainsi le bas-fond de Lema est relativement plus important avec une superficie de 84 ha contre 20,7 ha et 13,72 ha respectivement pour Gomé et Gankpétin.

Au total, un échantillon de 59 paysans sur les 165 décomptés lors de l'enquête exploratoire a été soumis au questionnaire soit un taux de 35,7 %.

Cette investigation en milieu réel a été conduite sous la forme d'une enquête individuelle moyennant un questionnaire. Compte tenu de l'approche choisie pour cette étude,

en l'occurrence l'approche bassin versant, les données ont été collectées à deux niveaux (voir fiche de questionnaire à l'annexe): le niveau bassin versant et le niveau bas-fond. Les données collectées lors de cette enquête concernent :

- les principales activités de l'agriculteur et son système de production ;
- la place des champs sur la toposéquence (bas-fonds, frange, versants, plateaux) ;
- les objectifs de production ;
- l'impact des activités sur les ressources naturelles du milieu ;
- la perception paysanne sur la dynamique de certains paramètres physiques comme les sols ;
- les opportunités de marché d'écoulement des produits issus de la mise en valeur des bas-fonds ;
- les conséquences biophysiques et socio-économiques de l'exploitation des bas-fonds.

3.3- Traitement et analyse des données

3.3.1- Traitement cartographique

La morphologie du milieu a été appréciée par la mise au point d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) à partir de la numérisation de la carte topographique de Zagnanado, la feuille NB-31-XXI au 1/200000, et en extrayant plus précisément le secteur de Dassa et ses environs. La numérisation de cette carte a été faite dans le système ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*). Le MNT a été finalement généré par l'application de la fonction *3D Analyst* dans le logiciel Arcview.

Les changements au niveau de l'occupation du sol ont été extraits grâce aux avantages des observations multi temporelles et macroscopiques, offerts par les données de télédétection. Ainsi, les modèles de paysage numériques extraits à partir de l'interprétation des images satellitaires Landsat TM de 1978 et de 1998 du département des Collines ont servi de base de données auxquelles nous nous sommes référés pour les analyses de l'occupation du sol. Le modèle de paysage numérique a été d'abord réceptionné dans le logiciel de Système d'Information Géographique MapInfo Professional 6.5. Par la suite, il a été envoyé dans Arcview 3.2 grâce à la fonction de traduction de MapInfo, dénommée *Traducteur Universel*, pour la présentation et la visualisation cartographiques. Les superficies des unités de l'occupation du sol sont évaluées toujours avec les techniques du SIG.

L'utilisation du sol au niveau des bas-fonds a été appréhendée grâce aux plans obtenus suite aux levés directement effectués sur le terrain. Ces plans réalisés au niveau du bas-fond

Kpolé de Gankpétin, Kotobo de Gomé et Kpatiko de Lèma ont été finalisés avec le logiciel Arcview. Les levés directs de terrain ont permis de recueillir des données de l'utilisation du sol au niveau de l'espace du bas-fond et de son bassin versant immédiat. Il faut remarquer qu'à Gankpétin, le secteur cartographié couvre une superficie totale de 13,72 ha représentant environ 15,5% du bassin versant. Quant à Gomé, sur un bassin versant de près de 19 km² seulement une superficie de 20,7 ha a été cartographiée. A Lèma, cet espace couvre 84 ha.

3.3.2- Analyse statistique

Les fiches de l'enquête de terrain sont dépouillées manuellement (codification, dénombrement) et les résultats sont intégrés à l'ordinateur. Les informations ont été traduites sous forme de données tabulaires montrant les proportions des variables.

Les données socio-économiques ont été soumises à une analyse statistique descriptive et graphique (courbes, histogramme, diagramme, etc..). Pour toutes les variables, les moyennes, proportions et variations ont été évaluées autour de la tendance. Les logiciels Excel et SPSS sont utilisés à cet effet.

L'analyse de la dynamique de l'occupation du sol a été faite à partir du calcul du taux d'extension spatiale moyen annuel. Une des formules appliquées pour mesurer la croissance des agrégats macroéconomiques entre deux périodes données (Bernier, 1992), a été utilisée. La variable considérée ici est la superficie. Ainsi pour S_1 et S_2 correspondant respectivement aux superficies d'une unité de l'occupation du sol en 1978 et 1998, le taux d'extension spatiale moyen annuel T , est évalué à partir de la formule:

$$T = \frac{(\ln S_2 - \ln S_1)}{t \ln e} \times 100$$

Où :

t est le nombre d'années d'évolution ;

\ln le Logarithme Népérien ;

e la base des logarithmes népériens ($e = 2,71828$)

Dans le but de quantifier et de caractériser l'ampleur de l'occupation et de l'utilisation du sol au niveau des bas-fonds prédéfinis, divers indices ont été proposés (Ruthenberg, 1980 ; Sen, 1980 ; Huffman et Dumanski, 1985). Les paramètres calculés se présentent comme suit :

- **les rapports des classes d'utilisation des terres (xR, %).** Ce rapport exprime l'importance en termes de superficie des différentes sous catégories de l'utilisation des terres. $xR = X \cdot 100 / TA$ avec x la catégorie d'utilisation de terres, X la surface de cette catégorie d'utilisation de terres, TA la superficie globale du bassin versant considéré. La somme de ces rapports de classes doit faire au total 100% ;
- **le taux d'utilisation des terres (LUR).** Ce taux est une mesure de la superficie cultivée dans un transect. C'est la somme des terres cultivées, des terres préparées, des pâturages et des jachères récentes sur l'ensemble du paysage considéré. $LUR = (CA + CP + TP + JR + P) \cdot 100 / ST$ avec CA la superficie des cultures annuelles, CP celles des cultures pérennes, TP les terres préparées, JR les jachères récentes, P les pâturages et ST la superficie totale du bassin versant considéré. Lorsque ce taux est inférieur à 33 %, l'intensité de l'utilisation des terres est faible. Lorsqu'elle est comprise entre 33 et 66 %, cette intensité est dite moyenne. Enfin lorsque ce taux se situe au delà de 66 %, l'on est en présence d'une forte intensité d'utilisation des terres ;
- **le taux de production réelle (APR).** Ce taux exprime la proportion des terres réellement cultivées ou préparées sur l'ensemble du paysage, excluant les pâturages et les jachères récentes. $APR = (CA + CP + TP) \cdot 100 / ST$;
- **l'indice de jachère (FI)** qui est un indicateur qui montre l'importance de la jachère dans les systèmes de culture considérés. Il est de zéro lorsqu'il n'y a pas de jachères, de 0,5 lorsque les jachères et les zones de cultures occupent la même superficie et de 1 lorsqu'il n'y a que de jachères. Cet indice est calculé comme suit : $I_j = (JR + JA) / (CA + CP + TP + P + JR + JA)$. JR représente la jachère récente et JA la jachère ancienne ;

Les superficies des unités ayant servi à la détermination des indices sus-évoqués ont été calculées directement sur le terrain à partir des mesures effectuées sur des parcelles au niveau des bas-fonds. Les analyses de ces indices ont été faites suivant l'approche de caractérisation semi-détaillée des agro-écosystèmes de bas-fonds en Afrique de l'Ouest ou l'Approche Consortium Bas-fonds (CBF). Mais ces analyses ont tenu compte de l'ensemble du paysage constitué par le bas-fond et son bassin versant immédiat et non des transects. Elles ont permis d'avoir une vue globale du paysage considéré.

3.3.3- Essai de modélisation de la dynamique de l'occupation du sol

La modélisation à l'aide des automates cellulaires, basée sur les processus de Markov (Finn, 1985) a été utilisée pour simuler la dynamique spatiale dans la région de Dassa et de ses environs.

L'hypothèse de base a consisté à considérer le paysage comme un ensemble de cellules élémentaires dont chacune peut être classée dans une catégorie d'unité de l'occupation du sol dans le milieu. Chacune de ces cellules peut changer d'état pendant la période étudiée c'est à dire la période allant de 1978 à 1998, suivant des règles de transition précises. L'ensemble des cellules appartenant à un état donné, par exemple savane à emprise agricole, permet de calculer la surface totale du paysage appartenant à cette forme d'occupation du sol. Ainsi, deux niveaux hiérarchiques se dégagent: le niveau de la cellule spatiale élémentaire d'un état donné (par exemple état savane à emprise agricole) et le niveau de la surface totale occupée par l'ensemble des cellules élémentaires de même état (par exemple la surface totale occupée par la savane à emprise agricole).

Cette hypothèse de base a conduit à la mise en place d'une matrice de transition. Cette dernière a permis de décrire de manière condensée, les changements d'état des unités de l'occupation du sol pendant une période donnée (Schlaepfer, 2002).

A titre d'exemple, soit la matrice des changements intervenus entre les dates t_0 et t_1 correspondant respectivement aux états i et j de l'occupation du sol (tableau III).

Tableau III: Exemple d'application d'une matrice de transition appliquée aux états i et j de l'occupation du sol aux temps t_0 et t_1

Etat i au temps t_0	Etat j au temps t_1			Sommes E_{it_0} des lignes
	Etat 1 ($j=1$)	Etat2($j=2$)	Etat 3 ($j=3$)	
Etat 1 ($i=1$)	$a(1,1)$	$a(1,2)$	$a(1,3)$	$\sum a(1,j), j=1,n$
Etat2($i=2$)	$a(2,1)$	$a(2,2)$	$a(2,3)$	$\sum a(2,j), j=1,n$
Etat 3 ($i=3$)	$a(3,1)$	$a(3,2)$	$a(3,3)$	$\sum a(3,j), j=1,n$
Sommes E_{jt_1} des colonnes	$\sum a(i,1), i=1,m$ (E_{1t_1})	$\sum a(i,2), i=1,m$ (E_{2t_1})	$\sum a(i,3), i=1,m$ (E_{3t_1})	$\sum \sum a(i,j), i=1,m, j=1,n$

Cette matrice de transition ne renseigne aucunement sur les processus et causes ayant conduit à ces changements. Les n colonnes de la matrice représentent les n unités d'occupation du sol au temps t_1 . Les m lignes de la matrice correspondent aux m unités au temps t_0 .

La case $a(i, j)$ de la matrice représente la superficie d'un état i d'occupation du sol au temps t_0 , converti à un état j au temps t_1 . Les changements se font donc de la ligne i vers la colonne j .

Dans le cadre de la présente étude, cette superficie a été déterminée à partir du croisement ou de l'intersection des unités de l'occupation du sol aux deux dates, moyennant l'algorithme *Intersect themes* de l'extension *Geoprocessing* du Logiciel Arcview. Les superficies issues du croisement ou de l'intersection de deux états d'occupation du sol, ont été reportées dans les cases ou cellules de la matrice.

Dans l'analyse de la matrice de transition, on considère par exemple que si i ou $j=1$ correspond aux champs et jachères et si i ou $j=2$ à la forêt claire et savane boisée, alors la cellule $a(2,1)$ représente la superficie de la forêt claire et savane boisée qui a été convertie en champs et jachères entre les dates t_0 et t_1 .

Les cellules $a(i, i)$ de la diagonale correspondent aux surfaces des zones stables qui n'ont pas connu d'évolution entre les dates t_0 et t_1 .

La somme $E_{it_0} = \sum a(i, j), j=1, n$ de la ligne i représente la surface totale de la catégorie i d'occupation du sol au temps t_0 .

La somme $E_{jt_1} = \sum a(i, j), i=1, m$ de la colonne j représente la surface totale de la catégorie j d'occupation du sol au temps t_1 .

Le facteur de conversion C_i de la catégorie i correspond à la somme des changements de l'état i vers d'autres états: $C_i = (SL_i - a(i, i)) / SL_i$ où SL_i est la somme de la ligne i .

Les éléments qui sont en dehors de la diagonale représentent les changements d'occupation des sols. Par conséquent, ce sont ces valeurs qui expliquent les changements de flux de matière organique observés dans le paysage.

Dans le but de simuler la dynamique de l'occupation du sol, la matrice P des probabilités de transition a été déterminée. Cette matrice donne la probabilité moyenne $p(i,j)$ qu'une cellule dont l'état est i au temps t_0 passe à l'état j au temps t_1 (tableau IV).

Tableau IV : Exemple d'application d'une matrice de probabilité de transition appliquée aux états i et j de l'occupation du sol aux temps t_0 et t_1

Etat i au temps t_0	Etat j au temps t_1			Sommes des lignes
	Etat 1 ($j=1$)	Etat2($j=2$)	Etat 3 ($j=3$)	
Etat 1 ($j=1$)	$p(1,1)$	$p(1,2)$	$p(1,3)$	1,00
Etat2($j=2$)	$p(2,1)$	$p(2,2)$	$p(2,3)$	1,00
Etat 3 ($j=3$)	$p(3,1)$	$p(3,2)$	$p(3,3)$	1,00

Les probabilités $p(i, j)$ sont déterminées par une estimation empirique sur la base de la matrice observée. Ainsi $p(i, j) = a(i, j) / Eit0$.

Dans les processus de simulation, l'automate cellulaire est considéré comme un système de cellules en interaction. Dans le cadre de cette étude, cette simulation basée sur la matrice des probabilités a considéré que :

- le champ cellulaire est un ensemble de cellules spatiales déployé dans un espace où les cellules sont disposées selon un arrangement défini ;
- chaque cellule u prend au temps t un état $e(j, u, t)$, avec $j = 1, m$;
- dans un automate probabiliste, la détermination de l'état j de la cellule u au temps t est assujetti aux probabilités $p(j, u, t)$ telle que la somme des $p(j, u, t)$ sur les j est égale à 1 ;
- lorsque $t=0$, un état initial $e(j, u, t_0)$ est défini selon une modalité donnée (au hasard ou selon un patron déterminé à priori) ;
- dans les automates probabilistes le choix de l'état initial est précédé de la détermination des probabilités initiales $p(j, u, t_0)$. L'état initial est ensuite défini en fonction des $p(j, u, t_0)$ à l'aide d'une fonction génératrice de nombres aléatoires.

Au total, cette démarche méthodologique basée des approches cartographiques et statistiques, a permis un meilleur traitement des données avec une analyse conséquente telle que le montre la section des résultats et discussions.

IV- RESULTATS ET DISCUSSION GENERALE

Outre la mise en exergue de la dynamique de l'occupation du sol et sa modélisation, ce chapitre étudie le contexte biophysique et socio-économique de l'exploitation des bas-fonds dans le département des Collines puis analyse spécifiquement l'utilisation des terres au niveau des bas-fonds Kpolé de Gankpétin, Kotobo de Gomé et Kpatiko de Lèma. Une discussion générale s'en suit et propose des perspectives pour un approfondissement du sujet au niveau de la thèse.

4.1- Dynamique de l'occupation du sol dans le secteur d'analyse

4.1.1- Analyse de la dynamique de l'occupation du sol

L'étude de la dynamique de l'occupation du sol dans le secteur d'analyse couvrant au total 1720 km², a révélé l'existence de plusieurs unités d'occupation du sol. Les figures 7 et 8 montrent l'état de l'occupation du sol entre 1978 et 1998.

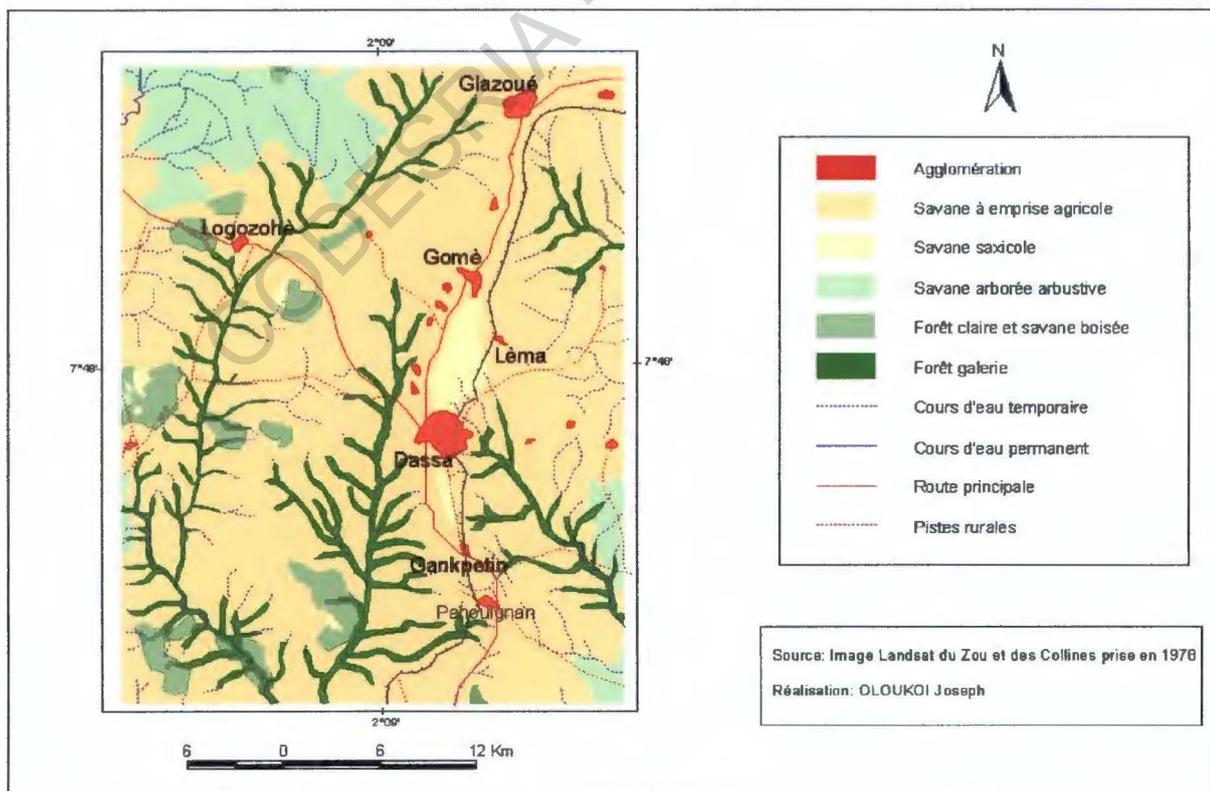


Figure 7: Occupation du sol dans la région de Dassa et ses environs en 1978

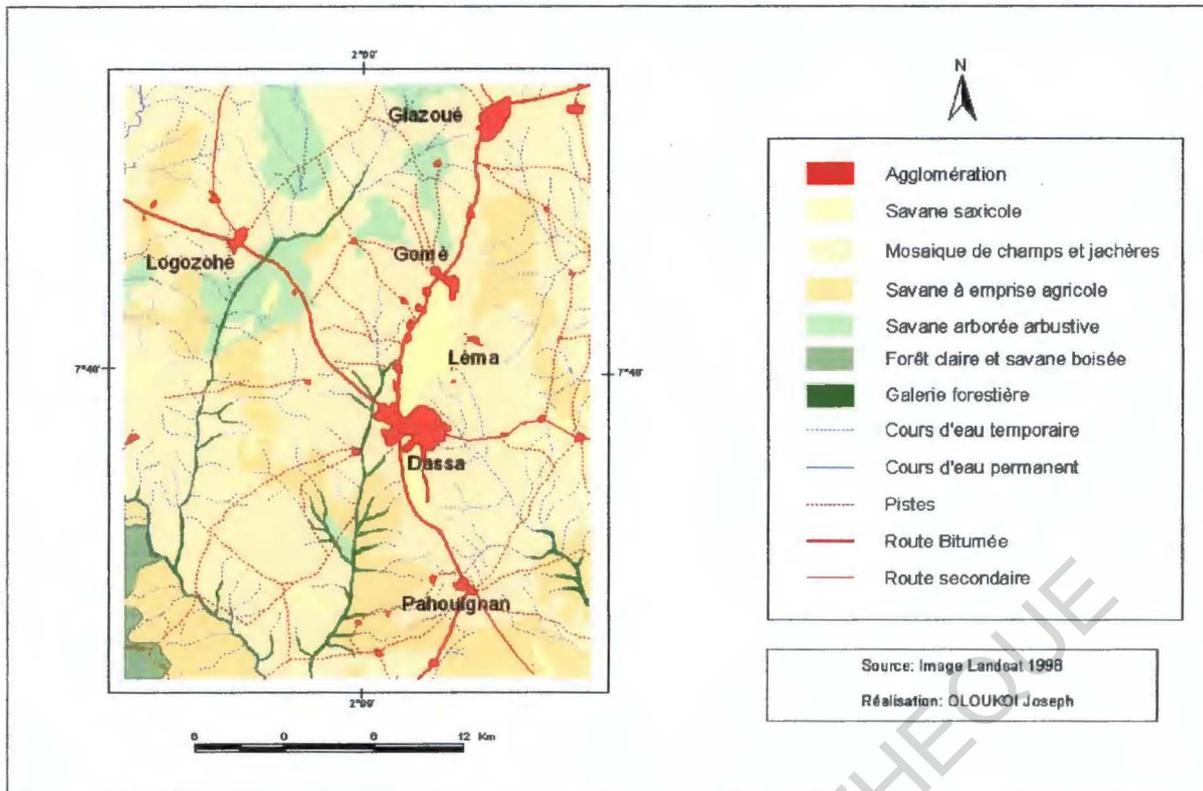


Figure 8: Occupation du sol dans la région de Dassa et ses environs en 1998

Les informations extraites des images satellitales en 1978 montrent une forte proportion des savanes à emprise agricole (60,5 %) suivies de la savane arborée et arbustive, de la forêt claire et savane boisée, et des galeries forestières.

En 1998, la savane à emprise agricole s'est largement transformée en champs et jachères et n'occupe désormais qu'une proportion de 16,5 %. Quant aux champs et jachères, ils restent l'unité la plus dominante du secteur avec environ 1052,2 km² soit 61,2 %, suivis de la savane à emprise agricole (16,5 %). Le tableau V fait une synthèse des résultats de l'occupation du sol et de sa dynamique dans le secteur d'étude.

L'analyse de ce tableau sur la dynamique de l'occupation du sol révèle de façon générale une tendance à l'extension des agglomérations. Corrélativement, on assiste à une réduction des formations galeries forestières, forêts claires et savanes boisées, savanes à emprise agricole de même que les savanes arborées et arbustives. De même, c'est en 1998 que l'unité champs et jachère a été clairement définie et domine tout le secteur.

Tableau V: Dynamique de l'occupation du sol entre 1978 et 1998

Occupation du sol	Superficie 1978 (km2)	Proportion 1978 (%)	Superficie 1998 (km2)	Proportion 1998 (%)	Taux d'extension spatiale moyen annuel (%)
Savane saxicole	38,5	2,1	38,5	2,1	0
Agglomération	28,5	1,5	47,1	2,8	2,5
Forêt claire savane boisée	215,2	12,4	35,1	2	-9
Forêt Galerie	152,8	8,8	68,5	4	-4
Savane arborée arbustive	254,6	14,7	194,4	11,3	-1,3
Savane à emprise agricole	1030,4	60,5	284,2	16,5	-6,4
Champs et Jachères			1052,2	61,2	
Total	1720	100	1720	100	-18,2

Source : Statistiques évaluées à partir des cartes d'occupation du sol de 1978 et 1998

Les taux d'évolution brute et taux moyens annuels calculés permettent de mieux apprécier chaque unité. Ainsi une analyse faite par rapport à quelques formations révèle les informations suivantes :

- Galerie forestière

Le taux de régression moyen annuel est estimé à 4 % pour l'ensemble du secteur étudié. Cette unité est à plus de 43 % dégradée au profit des espaces cultivés comme l'indique la matrice de transition (tableau VI). En effet selon ce tableau environ 65,9 km² des galeries forestières sont converties en champs et jachères. Les plus importantes galeries forestières du département des Collines se retrouvent le long des grands cours d'eau tels que l'Ouémé et l'Okpara (photo 1).



Photo1 : Galerie forestière sur le cours de l'Okpara à Igbodja dans la commune de Savè

Source : Cliché OLOUKOI, 2005

- Forêt claire et savane boisée

Cette unité régresse à un taux moyen annuel de 9 %. Elle est majoritairement transformée en champs et jachère, en savane arborée arbustive et puis en savane à emprise agricole.

- Savane à emprise agricole

La savane à emprise agricole a connu une régression spatiale d'environ 758,3 km² soit un taux de 73 % entre 1978 et 1998. Cette formation se dégrade à un taux moyen annuel de 6,4 % au profit des champs et jachères jusqu'à environ 691,7 km². Une superficie de 100 km² a été perdue au profit de la savane arborée arbustive (tableau VI).

- Agglomérations

L'essor du développement agricole dans le milieu, avec l'installation de nouveaux colons agricoles a conduit à la création de hameaux de culture et à l'extension des agglomérations existantes. Le taux d'évolution moyen annuel évalué est de 2,5 %.

4.1.2- Résultat de l'essai de modélisation

La matrice de transition issue des automates cellulaires est présentée dans le tableau VI.

Tableau VI: Matrice de transition des unités de l'occupation du sol de 1978 à 1998

	1998	Ssax	Agg	Fcsb	Fg	Saa	Sea	Cja	Total 1978
1978									
Ssax		38,5	0	0	0	0	0	0	38,5
Agg		0	24,8	0	0	0,3	0	3,4	28,5
Fcsb		0	0,1	10,6	21,6	43,5	33,6	105,8	215,2
Fg		0	12	7,2	28,7	13,4	25,6	65,9	152,8
Saa		0	0,2	0,7	0,2	37,2	30,9	185,4	254,6
Sea		0	12	14,6	18	100	194,1	691,7	1030,4
Cja		0	0	0	0	0	0	0	0
Total 1998		38,5	49,1	33,1	68,5	194,4	284,2	1052,2	1720

Source : Cartes occupation du sol de 1978 et 1998

Ssax : Savanes saxicoles, Agg : Agglomérations, Fcsb : Forêt claire et savane boisée, Fg : Forêt galerie, Sea : Savane à emprise agricole, Cja : Champs et jachères

Cette matrice nous permet de répondre à la question relative au changement d'état des unités de l'occupation du sol mises en exergue par l'étude. Cette matrice, aussi appelée la matrice des changements de l'utilisation du sol entre 1978 et 1998 révèle les informations suivantes :

- 28,7 km² des galeries forestières de 1978 sont restées galeries forestières en 1998 et 124,1 km² ont changé d'état soit un facteur de conversion de 81 % ;
- 10,6 km² des forêts claires et savane boisées ont connu de stabilité alors que 204,6 km² ont évolué vers les autres états de l'occupation du sol avec un facteur de conversion de 95 % ;
- 37,2 km² des savanes arborées arbustives ont gardé aussi leur état initial de 1978 alors qu'une superficie de 217,4 km² a été transformée en d'autres unités de l'occupation du sol. Environ 185,4 km² ont été changés en champs et jachères en 1998. Le facteur de conversion de cette unité est de 85,3 % ;
- 194,1 km² des savanes à emprise agricole soit seulement 18,8 % de leur superficie en 1978, ont été stables. Dans le même temps, 836,3 km² soit environ 81,2 % ont changé d'état avec 691,7 km² convertis en champs et jachères. Cette unité se convertit à un facteur de 81 % ;

Il importe de retenir que la plupart des unités ont largement évolué vers les champs et jachères en 1998. Les facteurs de conversion évalués pour chaque unité sont supérieurs à 60% en dehors des agglomérations et savanes saxicoles (tableau VII).

Tableau VII: Facteurs de conversion (Ci) des unités de l'occupation du sol

Unités	Ci (%)
Savane saxicole	0
Agglomération	13
Forêt claire et savane boisée	95
Forêt galerie	80
Savane arborée arbustive	66
Savane à emprise agricole	81
Moyenne	53,8
Ecartype	43,8
CV (%)	81,4

Source : Paramètres calculés à partir des données du tableau VI

Au total, l'occupation du sol change d'état à une moyenne de 53,8% avec une grande variation autour de la tendance (81,4 %).

Les simulations faites sur la base des probabilités pour qu'une unité *i* se convertisse en une autre unité *j* (tableau VIII) déduites de la matrice de transition, permettent de faire des observations suivantes :

- la probabilité pour qu'une unité de l'occupation du sol soit transformée en champs et jachères dans la région de Dassa et ses environs est forte. Excepté les agglomérations et les savanes saxicoles qui ont une probabilité faible respectivement de 0,12 et de 0, les autres unités ont une probabilité variant entre 49 et 72 %.
- les agglomérations présentent une chance de stabilité plus grande (87 %) lorsque l'on écarte les savanes saxicoles qui ne bougent pas du tout compte tenu de leur nature. Par contre, la forêt claire et savane boisée est l'unité la plus vulnérable du secteur car exposée à une instabilité à près de 95 %, suivie de la savane arborée arbustive.
- du point de vue spatiale, 22,3% de tout le secteur étudié est stable, 59,4 % est en régression et 18,3% connaît une progression (figure 9).

Tableau VIII: Matrice des probabilités

1978	1998	Ssax	Agg	Fcsb	Fg	Saa	Sea	Cja	Total ($\sum P(i, j)$)
Ssax		1	0	0	0	0	0	0	1,00
Agg		0	0,87	0	0	0,01	0	0,12	1,00
Fcsb		0	0,0004	0,05	0,1	0,20	0,12	0,49	1,00
Fg		0	0,08	0,05	0,18	0,08	0,17	0,43	1,00
Saa		0	0,0007	0,002	0,0007	0,14	0,12	0,72	1,00
Sea		0	0,01	0,01	0,02	0,09	0,19	0,67	1,00
Cja		0	0	0	0	0	0	0	0

Source : Probabilités déduites des données de la matrice de transition (Tableau VI)

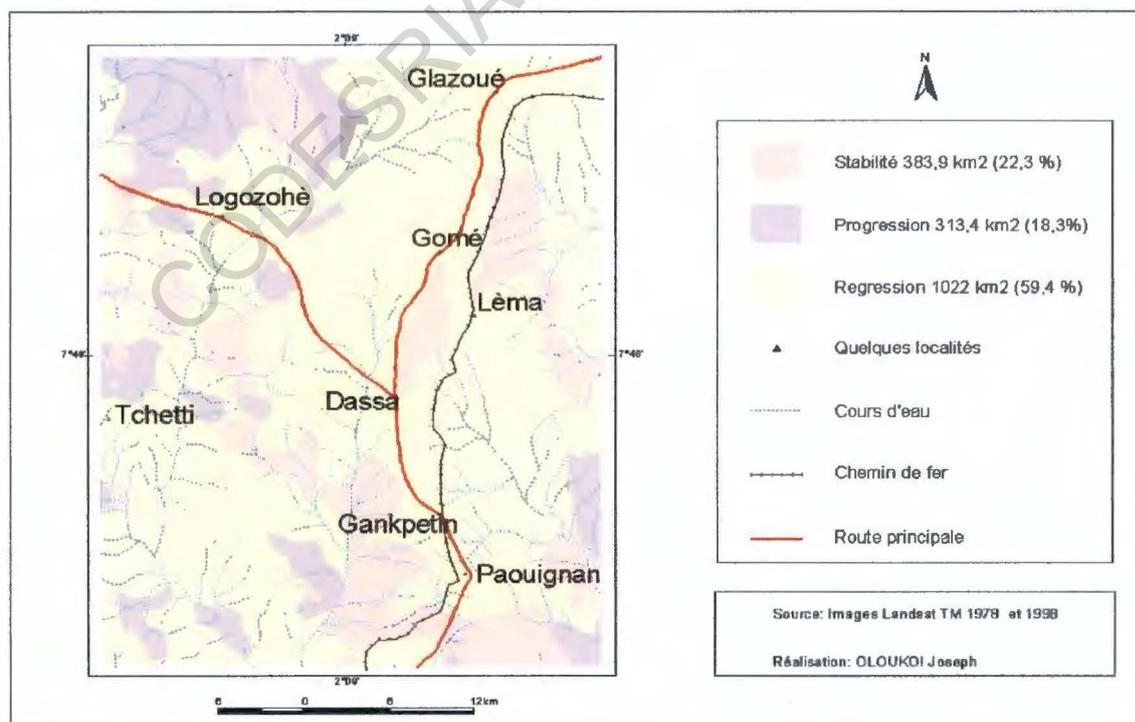


Figure 9 : Dynamique de l'occupation du sol dans la région de Dassa et ses environs

L'évolution des unités de l'occupation du sol dans le temps et dans l'espace est projetée à l'horizon 2010 et 2020 dans le milieu sur la base des changements actuels et des probabilités déterminées (figure 10).

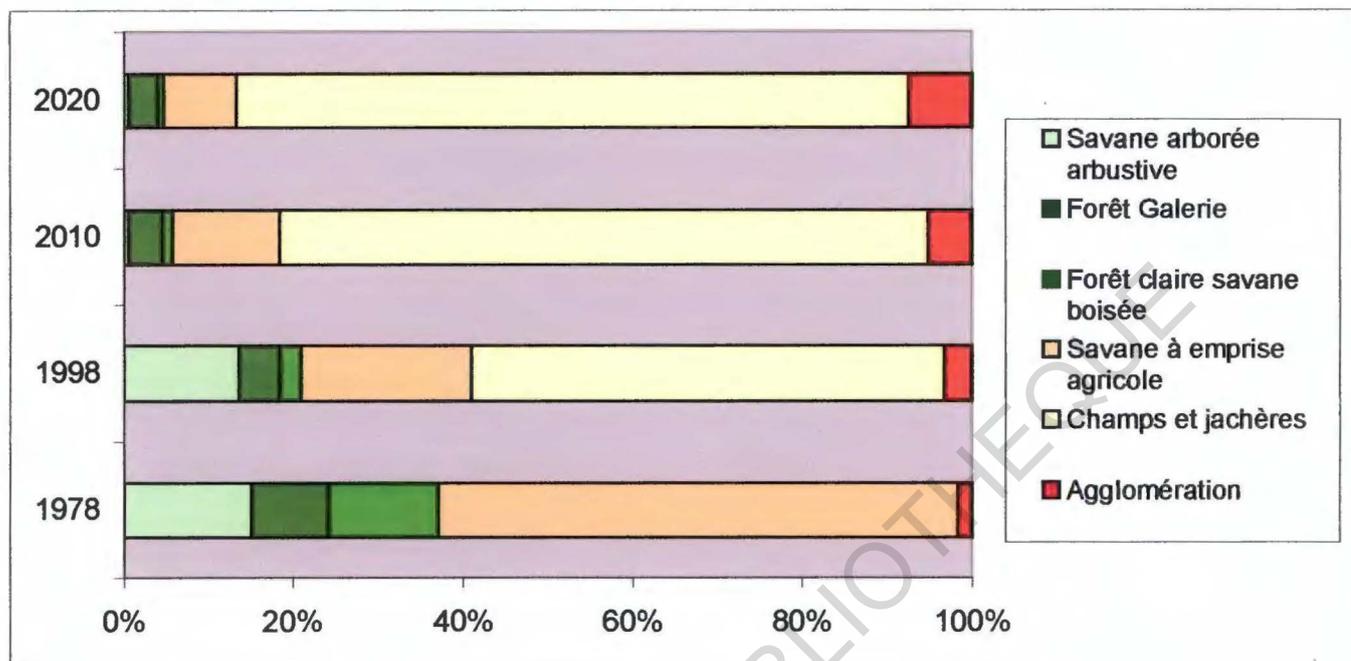


Figure 10: Evolution de l'occupation du sol à l'horizon 2010 et 2020

Source : Projections faites sur la base des changements obtenus entre 1978 et 1998, et des probabilités

L'analyse de cette projection révèle qu'à l'horizon 2010 et 2020, pendant que les agglomérations, les champs et jachères s'étendront, les forêts claires et savanes boisées, de même que les forêts galeries, les savanes arborées arbustives et savanes à emprise agricole connaîtront une forte régression.

Au total, il faut retenir que les prochains changements qui s'observeront en matière d'occupation du sol, se feront aux dépens des espaces forestiers et au profit des espaces agricoles et des agglomérations. La tendance évolutive des espaces agricoles provient de la place de choix accordée à l'agriculture dans l'économie au niveau du secteur d'étude et des migrations rurales enregistrées. Avec cette tendance les terres se feront rares et la concentration s'orientera vers des terres hydromorphes à l'exemple des bas-fonds, autrefois considérées comme des espaces marginaux. Sur la base de ce constat, la deuxième partie des résultats se contentera d'évaluer quelques bas-fonds du milieu en vue de se rendre compte de leur utilisation actuelle et surtout de leur état eu égard à la dynamique étudiée et mise en exergue sur les sommets.

4.2- Evaluation de l'utilisation du sol au niveau des bas-fonds étudiés

4.2.1- Caractéristiques générales des bas-fonds Kpolé, Kotobo et Kpatiko

Le bas-fond 'Kpolé' de Gankpétin appartient à l'unité agro-écologique 2 qui est l'une des plus grandes unités agro-écologiques identifiées lors des études sur la caractérisation détaillée des bas-fonds du Département du Zou (Mama et *al.*, 1995, *op. cit.*). Ce bas-fond est distant de 4,5 km environ du village de Gankpétin dans l'arrondissement de Tré dans la commune de Dassa-Zoumé. Il est situé entre 7°42' et 7°43' de latitude nord d'une part et entre 2°12' et 2°14' de longitude est d'autre part. Orienté nord-sud, le bas-fond de Gankpétin est délimité par deux versants dissymétriques du point de vue topographique. De forme longitudinale et de pente plus faible, il est le théâtre de toutes les rotations de cultures et par ricochet un endroit où des signes d'érosion sont perceptibles. Son sol de couleur grise à brun grisâtre, limono-sableux à sablo-limoneux sur argile, repose sur un socle granito-gneissique. Sur son versant Ouest, se trouvent d'anciennes jachères. Le versant oriental est caractérisé par diverses formes d'utilisation du sol.

Le bas-fond aménagé 'Kotobo' de Gomé est situé entre les latitudes 7°53'49" et 7°54'01" et les longitudes 2°12'18" et 2°12'31". De forme polygonale, ce bas-fond du second ordre correspond à une vallée à fond plat et est limité par deux versants dissymétriques, longs et de pente faible du point de vue topographique. Il appartient au réseau hydrographique de Kotobo (d'où il tire son nom) à l'ouest du village de Gomé situé dans la commune de Glazoué. Sur le plan pédologique, il est caractérisé par un sol argilo-sableux et repose sur du migmatite. Sur le plan végétal, le fond de vallée est plus boisé. Sur les versants, on retrouve d'anciennes jachères et quelques plantations. Le bas-fond de Kotobo est exploité actuellement par le groupement *Assowodakpo* composée de 47 membres dont 39 femmes et 8 hommes. La population est majoritairement composée de groupe socioculturel *Idaatcha* et pratique sur le site les cultures comme le maïs, l'arachide, le coton, le niébé, et le riz qui est la principale spéculation cultivée dans le bas-fond.

Le bas-fond de Lèma est alimenté par un réseau hydrographique appelé Kpatiko (d'où il tire son nom) alimenté par les eaux des collines de Tchacaloké et de Camaté. Ce bas-fond développé sur environ un demi kilomètre de longueur, est localisé dans un grand bassin versant caractérisé par un paysage arboré fortement anthropisé. Toujours exploité pour la culture du riz, ce bas-fond avait constitué la plus importante charge aquifère de la localité pour

l'alimentation en eau des populations et des animaux. Lèma est situé dans l'arrondissement de Lèma à 7,5 km de Dassa-Zoumè.

4.2.2- Analyse de l'utilisation des terres

Les formes d'utilisation des terres au niveau des trois bas-fonds sont présentées dans les figures 11, 12 et 13. Les tableaux IX, X et XI présentent les résultats de l'utilisation du sol.



Figure 11 : Carte de l'utilisation du sol dans le bas-fond Kpole de Gankpetin

Tableau IX : Utilisation du sol à Kpolé (Gankpétin)

Types d'utilisation du sol	Superficie (ha)	Proportion (xR en %)
Ancienne jachère	1,9	13,9
Jeune jachère	0,84	6,1
Cultures pérennes	2,5	18,2
Cultures annuelles	8,35	60,9
Friche	0,12	0,9
Total	13,7	100

Source : Travaux terrain, 2003

Les données du tableau montrent que le milieu est fortement occupé par les cultures annuelles à une proportion de 60,9 % suivie des cultures pérennes.



Figure 12 : Carte de l'utilisation du sol dans le bas-fond Kotobo de Gomé

Tableau X: Utilisation du sol à Kotobo (Gomé)

Types d'utilisation du sol	Superficie (ha)	Proportion (xR en %)
Ancienne jachère	0,1	0,5
Jeune jachère	10,06	48,5
Cultures pérennes	0,8	3,9
Cultures annuelles	9,75	47,1
Total	20,7	100

Source : Travaux terrain, 2003

A Gomé, l'utilisation du sol est majoritairement marquée par une prédominance des jeunes jachères (48,5 %) suivie des cultures annuelles à une proportion de 47,1%.

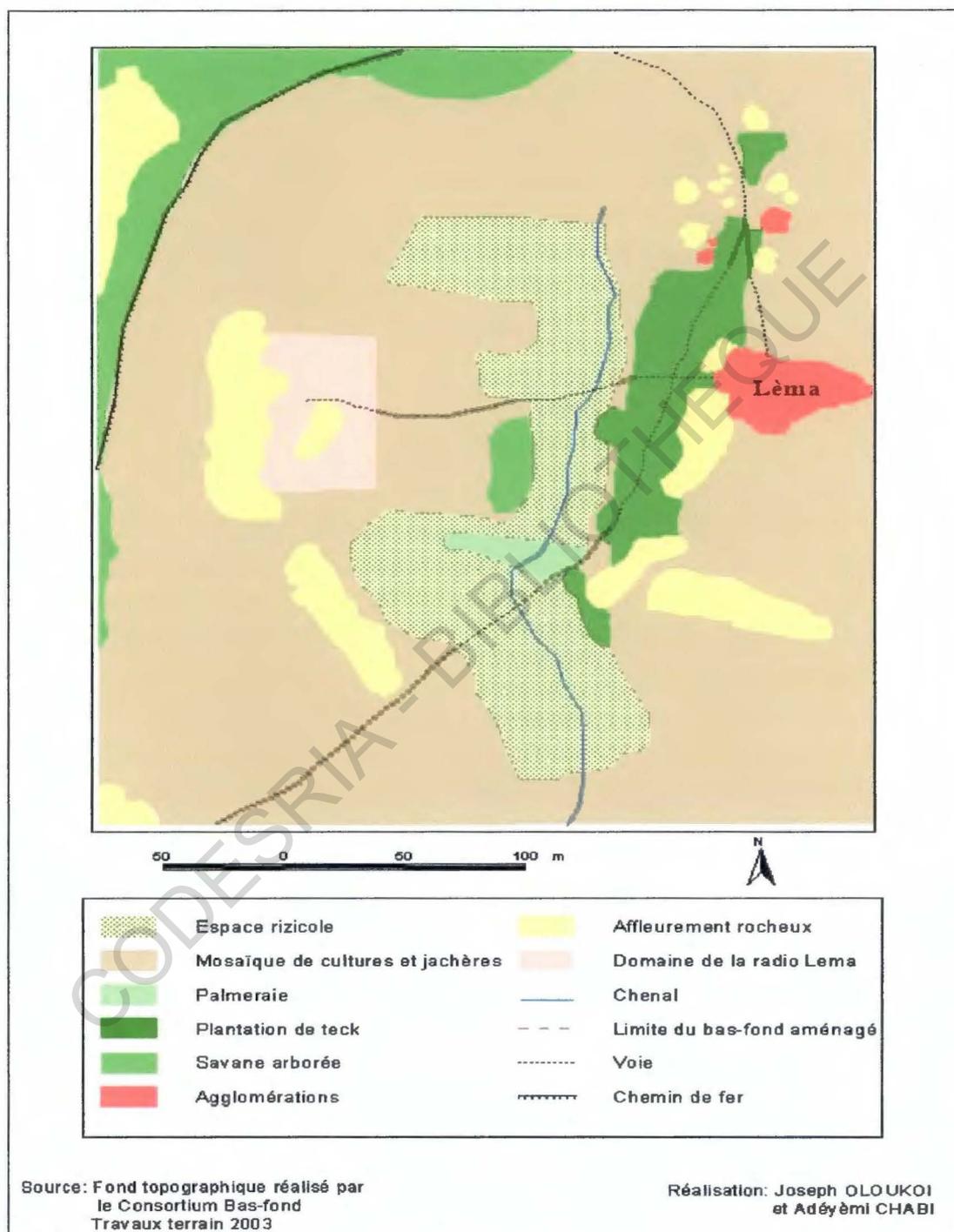


Figure 13 : Carte de l'utilisation du sol dans le bas-fond Kpatiko de Lèma

Tableau XI: Utilisation du sol à Kpatiko (Lèma)

Types d'utilisation du sol	Superficie (ha)	Proportion (xR en %)
Ancienne jachère	4,5	5,4
Jeune jachère	25,2	30
Cultures pérennes	5,4	6,4
Cultures annuelles	40,41	48,1
Infrastructures (Radio lèma)	2,1	2,5
Collines	6,4	7,6
Total	84	100

Source : Travaux terrain, 2003

Les cultures annuelles dominent le bassin versant du bas-fond de Kpatiko à Lèma soit une proportion de 48,1 %. Quant aux jachères leur proportion cumulée fait environ 35,4 ha de la surface totale du bassin versant.

4.2.3- Densification de l'utilisation des terres

L'appréciation de la pression actuellement exercée sur les bas-fonds est révélée par les paramètres calculés dans le tableau XII.

Tableau XII : Indice d'utilisation des terres dans les bas-fonds de Kpolé, Kotobo et Kpatiko

Paramètres d'utilisation des terres	KPOLE	KOTOBO	KPATIKO	Moyenne	Ecartype	Cv (%)
Taux d'utilisation des terres (LUR)	86,2 %	97,6 %	84,5 %	89,4 %	5,8	7
Taux de production réelle (APR)	80,1 %	50,9 %	57 %	62,7 %	15,4	25
Indice de jachère (FI)	0,2	0,5	0,4	0,37	0,1	27

Source : Paramètres calculés à partir des superficies des parcelles sur le terrain

Les terres sont utilisées à une moyenne de 89,4 % avec une variation faible de 7% autour de la tendance. Les taux d'utilisation des terres, partout supérieures à 66 %, indique une forte intensité de l'utilisation des terres dans les bas-fonds du secteur d'étude.

La proportion des terres réellement cultivées, exprimée par les taux de production réelle, est très élevée à Kpolé (80,1%) par rapport aux autres sites où elle est légèrement

supérieure à 50%. Néanmoins, la moyenne d'utilisation réelle dans les milieux considérés est de 62,7% avec une variation aussi faible de 25%

L'indice de jachère est partout inférieur ou égal à 0,5. A Kotobo, la valeur de l'indice de jachère (0,5) montre que les cultures et les espaces laissés en jachères ont approximativement les mêmes superficies. D'après les observations faites sur le terrain à Kotobo, cette valeur de l'indice se justifie par l'abandon de certaines parcelles suite aux fortes pluies régulièrement enregistrées dans le milieu vers juillet (de plus de 300 mm). Cette dernière conduit à l'inondation des parcelles et les rend donc inexploitable par les paysans, comme le témoigne la photo 2. Quant aux autres bas-fonds cet indice reste faible.



Photo 2 : Inondation des parcelles dans le bas-fond de Kotobo suite aux pluies de juillet

Source : Cliché Consortium Bas-fond, 2003

4.2.4-Facteurs et conséquences de la forte intensité de l'utilisation des terres des bas-fonds dans le département des Collines

4.2.4.1- Causes exogènes

Les causes de l'intensité de l'utilisation des terres dans les bas-fonds du département des Collines sont multiples. Il s'agit des facteurs provenant des interfluviaux. La raison fondamentale est l'épuisement et la rareté des terres cultivables. Cet état de chose est dû à la dynamique qui affecte ces espaces et a pour corollaire, la baisse de la productivité agricole. Au niveau de ces sommets, au moins 0,5 ha de nouvelles terres sont défrichées par an par les paysans dans les bassins versants de Gankpétin, Gomé et Lèma. Par exemple de 2001 à 2003,

trois catégories de producteurs ont été distinguées selon les superficies défrichées annuellement (figure 14).

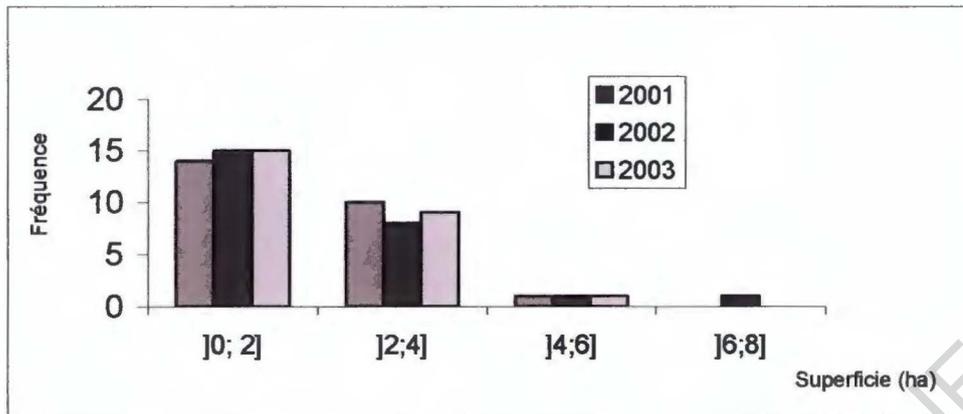


Figure 14 : Superficies emblavées annuellement de 2001 à 2003 à Gankpétin, Gomé et Lèma

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

Selon la figure 15, les trois catégories de producteurs identifiés se présentent comme suit :

- Ceux dont les superficies défrichées sont comprises entre 0 et 2 ha. Ils apparaissent les plus nombreux dans le milieu.
- Ceux dont les superficies défrichées par an évoluent de 2 à 4 ha. Leur effectif a évolué en dents de scie de 2001 à 2003.
- La catégorie des paysans qui chaque année défrichent plus de 4 ha. Ce sont généralement de gros producteurs dont la spéculation principale cultivée est le coton (photo 3). Ils sont moins nombreux dans les villages d'étude.



Photo 3 : Un champ de coton récolté

Source : Clichet OLOUKOI, 2005

Cette évolution des superficies défrichées explique la transformation de la plupart des unités de l'occupation du sol en champs et jachères telle que révélée par l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol dans le secteur de Dassa et de ses environs.

Cet état de chose a contribué à une réduction du temps de jachère qui dès lors n'a plus dépassé 4 ans (figure 15).

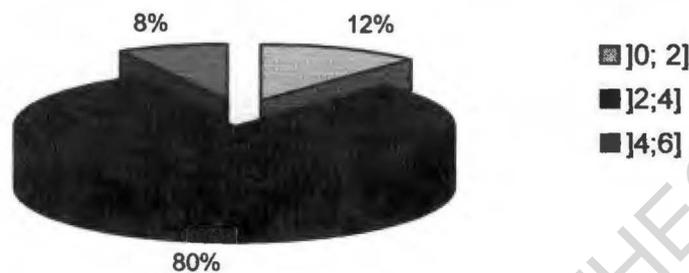


Figure 15 : Fréquence des exploitations en fonction de la durée de jachère

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

La plupart des paysans, en l'occurrence 92 % observent une période de jachère comprise entre 0 et 4 ans. Ces constats rejoignent les observations faites par Mama (2002) au nord du département des Collines dans les communes de Savè et Ouèssè, où les durées de jachères varient entre 0 et 4 ans pour les migrants ou colons agricoles du milieu et entre 4 et 8 ans pour les natifs du milieu à cause de la différence au niveau du système cultural. En effet les natifs du milieu sont fortement attachés à leur système de production qui consomme moins d'espace et qui est moins itinérant par rapport aux colons agricoles. De même ces natifs du milieu occupent les terres avec *Anacardium occidentale* (photo 4), filière qui a pris aujourd'hui de l'ampleur à cause de son importance économique.



Photo 4 : Plantation d'*Anacardium occidentale* à Bessé dans la commune de Savè

Source : Cliché OLOUKOI, 2005

Plus de 70 % des agriculteurs interrogés ont estimé que leurs terres s'appauvrissent de plus en plus et cela a une influence considérable sur le rendement agricole et du coup sur leur revenu (figure 16).

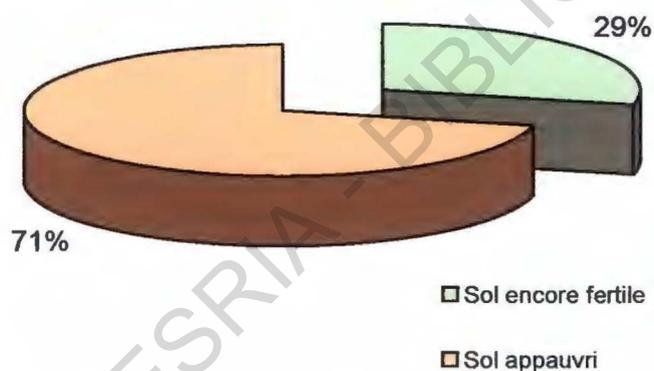
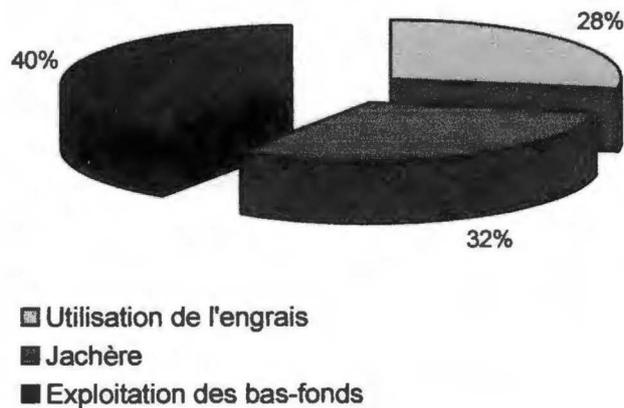


Figure 16 : Opinion des paysans sur l'état de la qualité du sol

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

Pour contourner ces difficultés, les paysans ont souvent recours à des solutions au nombre desquelles figure l'exploitation des bas-fonds est la plus privilégiée (figure 17).



Figures 17: Fréquence des paysans en fonction des solutions apportées à l'appauvrissement des terres

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

La figure 17 montre que 40 % de l'échantillon considéré estiment que l'exploitation des bas-fonds est une solution à la crise constatée au niveau des plateaux. Mais la tendance est que ces derniers n'abandonnent pas totalement les interfluves et ils opèrent sur les deux fronts.

4.2.4.2- Causes endogènes

Les causes endogènes de l'intensification de l'utilisation des bas-fonds sont celles liées à leur exploitation. Au rang de celles-ci, figurent: les objectifs de la production, l'appui institutionnel et des structures d'encadrement, la facilité d'écoulement des produits, l'accessibilité des bas-fonds, etc.

Objectifs de la production dans les bas-fonds

Les populations exploitent les bas-fonds pour deux objectifs principaux : l'autoconsommation et la commercialisation. Mais il faut noter que plus qu'une agriculture de subsistance, 93% des exploitants s'adonnent à la commercialisation (figure 18).

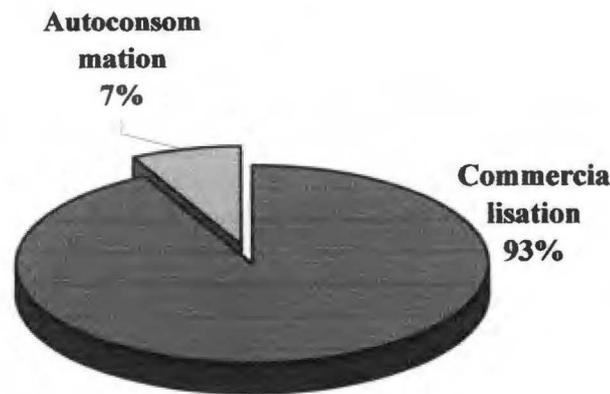


Figure 18 : Destination des produits issus de l'exploitation des bas-fonds

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

Ainsi donc, malgré les difficultés que présentent les travaux dans les bas-fonds, ces paysans se donnent parfois l'obligation d'emblaver plus de parcelles dans le but de produire en quantité avec un bon rendement.

Appui institutionnel et des structures d'encadrement

Avec l'appui des structures, notamment le Consortium Bas-fonds (CBF)³, l'Association des Femmes parmi les Femmes (AFPF), l'Union Nationale des Riziculteurs du Zou (UNIRIZ) et le Centre Régional de Promotion Agricole (CeRPA), de nouvelles techniques culturales ont été introduites dans le milieu. Les nouvelles technologies dont la plupart ont été adoptées par les populations, viennent augmenter les connaissances techniques des exploitants de bas-fonds et cela a contribué à une amélioration de la productivité. Concernant par exemple la culture du riz qui est plus pratiquée dans les bas-fonds (figure 19), de nouvelles variétés ont été mises à la disposition des producteurs.

³ Créé en 1994, le Consortium Bas-fond est un programme écorégional qui oeuvrent dans la mise en valeur des agro écosystèmes de bas-fonds en Afrique à travers une approche de recherche-action. Cette approche, agro-écologique et pluridisciplinaire, vise particulièrement à identifier, à mettre au point des innovations techniques et en assurer le transfert aux populations concernées (IVC, 1996).

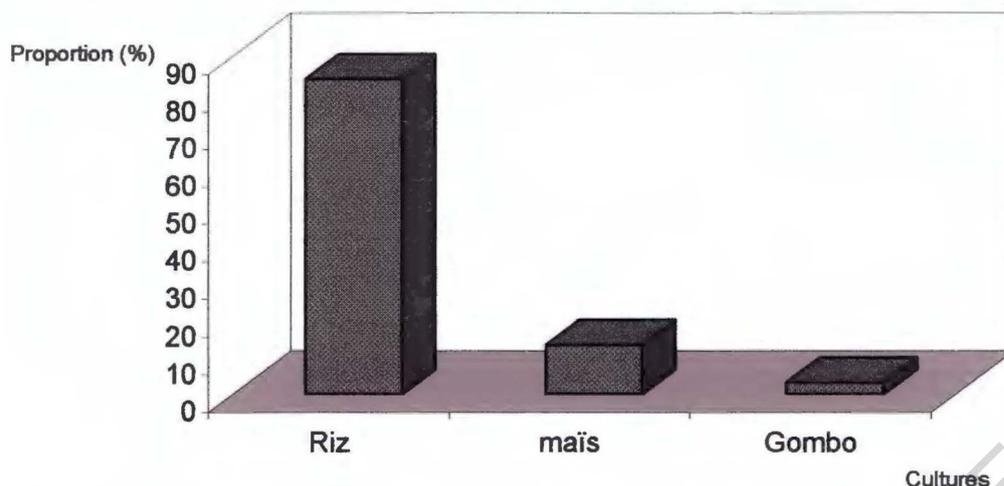


Figure 19: Répartition des paysans en fonction des cultures pratiquées

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

Les nouvelles variétés de riz telles que ITA 222 (photo 5), DJ 11307 et TOX ont été finalement adoptées par les exploitants à cause de leur cycle court et surtout de leur rendement meilleur par rapport à celui de la variété Gambiaka traditionnellement cultivée dans le milieu (figure 20).



Photo 5 : Variétés de riz (ITA 222) cultivée à Gankpetin

Source : Cliché Consortium Bas-fonds

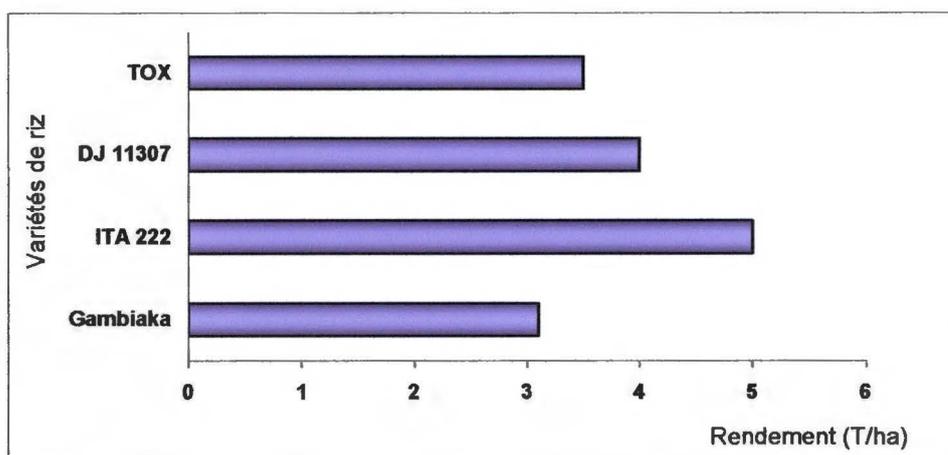


Figure 20: Rendement des variétés de riz

Source : Consortium Bas-fond

De toutes les nouvelles variétés à cycle court de riz, introduites au niveau des bas-fonds, la variété ITA 222 est la plus adoptée par les populations à cause de son rendement élevé comme le montre la figure 20.

Cet environnement marqué par l'introduction de nouvelles technologies dans le système de production a connu d'ampleur avec l'appui financier de certaines institutions de micro finance telles que la Caisse Locale de Crédit Agricole Mutuelle (CLCAM), la Caisse Rurale d'Épargne et de Prêt (CREP) etc. Ces institutions permettent aux populations d'épargner de l'argent et de bénéficier de crédits pour la promotion de leurs activités.

L'appui technologique et financier ainsi que l'encadrement assuré par les structures institutionnelles et les ONG, ont incité les paysans à s'investir davantage dans la mise en valeur des bas-fonds et à contribuer ainsi à une forte utilisation des terres.

Écoulement des produits

La facilité dans l'écoulement des produits créée par la proximité de la voie principale et du marché, et l'accessibilité des bas-fonds, constitue des facteurs qui contribuent à une meilleure rentabilité. Beaucoup d'exploitants ont tenu compte de ces facteurs avant de commencer l'exploitation des bas-fonds (figure 21).

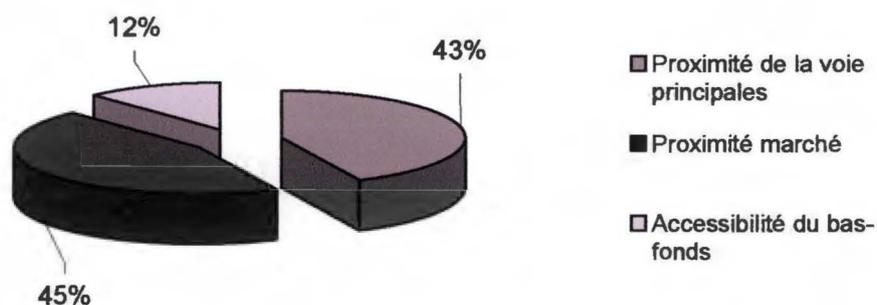


Figure 21: Facilité dans l'écoulement des produits

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

Selon la figure 21, les paramètres liés aux marchés constituent des éléments primordiaux auxquels la plupart des exploitants ont d'abord accordé une priorité. Ainsi les exploitants vendent leurs produits, notamment le riz, dans les marchés de Glazoué et parfois de Bohicon.

Au total, les produits sont cultivés dans un environnement où quelques facteurs économiques se trouvent être réunis. Cela permet aux paysans de satisfaire facilement à leur objectif principal qui est de commercialiser leurs produits.

4.2.4.3- Impacts de la forte intensité de l'utilisation des terres

En dehors de l'extension des terres cultivées constatées au niveau des bas-fonds depuis leur aménagement, l'impact de l'utilisation des terres sur le milieu physique des bas-fonds est perceptible sur les sols, la flore et la faune.

Impact sur les sols

Au niveau des sols le premier impact constaté est le phénomène de l'hydromorphie observé juste après l'aménagement d'un bas-fond. Cette hydromorphie est plus remarquable à Kpolé que dans les autres bas-fonds où généralement la nappe phréatique se rehausse et la disponibilité en eau se prolonge de 1 à 3 mois. Cette disponibilité favorise les cultures de contre saison notamment la culture du Gombo faite sous paillage à Gankpetin.

En raison du caractère hydromorphe des bas-fonds, les paysans sont motivés dans leur exploitation et s'adonne surtout à la culture du riz. Ainsi à Gomé et à Gankpétin, il a été

constaté une évolution des superficies emblavées entre la campagne 1996 et 2001 comme le montre la figure 22.

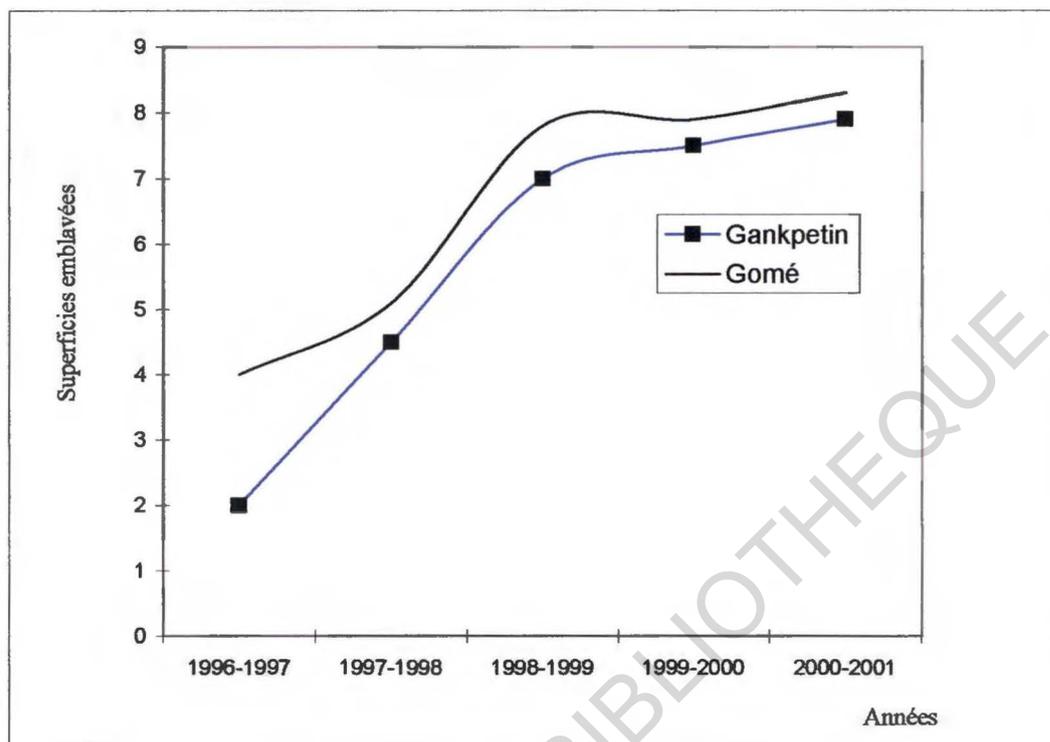


Figure 22 : Evolution des superficies emblavées dans les bas-fonds de Gankpétin et de Gomé

Source : Rapport d'activité de l'UNC Bénin, campagne 2001-2002

Impacts sur la flore et la faune

L'aménagement d'un bas-fond nécessite toujours un défrichage. Le défrichage accompagné des diverses techniques de nettoyage des bas-fonds pour leur mise en valeur constitue le plus souvent des actions destructrices sur la biodiversité (photo 6). Les niches écologiques parmi lesquelles les terres humides sont les plus importantes, sont très souvent les seules sources de recolonisation végétale mais cependant la menace sur leur disparition est grande. Dans le bas-fond de Kpolé (Gankpétin) par exemple, le couvert végétal dominé par des espèces caractéristiques des sols hydromorphes comme *Terminalia macroptera*, *Schizachyrium sanguineum*, *Thalia welwichii*, *Pseudocedrela kotshyi*, subit des dégradations importantes. De même, si le bas-fond a été pendant longtemps le lieu de prélèvement du bois de chauffe utilisé pour la fabrication du gari, de nos jours, les charbonniers ont décimé presque toutes les espèces ligneuses suite à la mise en culture de cet espace jadis marginalisé.

Plus de 50 % des exploitants interviewés ont évoqué la disparition progressive des espèces animales et végétales du milieu. Ensuite viennent l'érosion surtout à Gankpétin, et la baisse de la fertilité des sols (figure 23).



Photo 6 : Parcelle de riz montrant de grands arbres détruits par écobuage

Source : Cliché Consortium Bas-fond

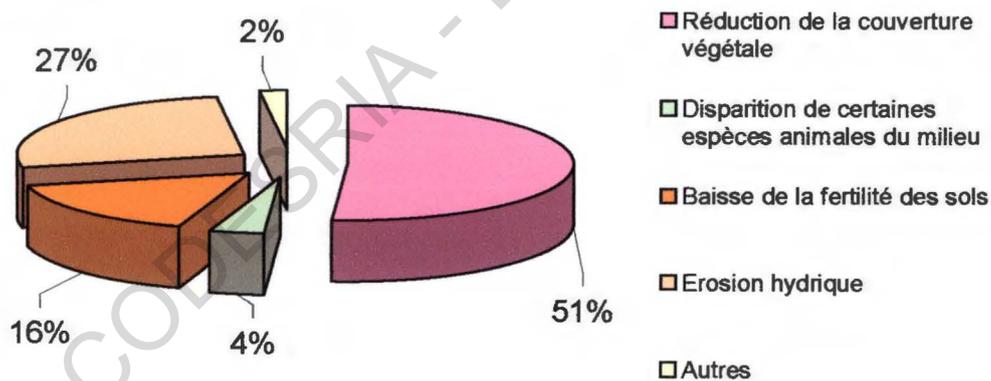


Figure 23: Impact de la mise en valeur des bas-fonds

Source : Enquête de terrain, Avril 2004

Au total, la mise en valeur des bas-fonds n'est pas sans conséquence sur la biodiversité. Au delà des atouts agronomiques et économiques dont ils disposent, les bas-fonds constituent des zones fragiles et même les exploitants sont conscients de la menace qui

pèse sur ces écosystèmes nonobstant les opportunités qu'ils présentent telles que indiquées dans le diagramme suivant.

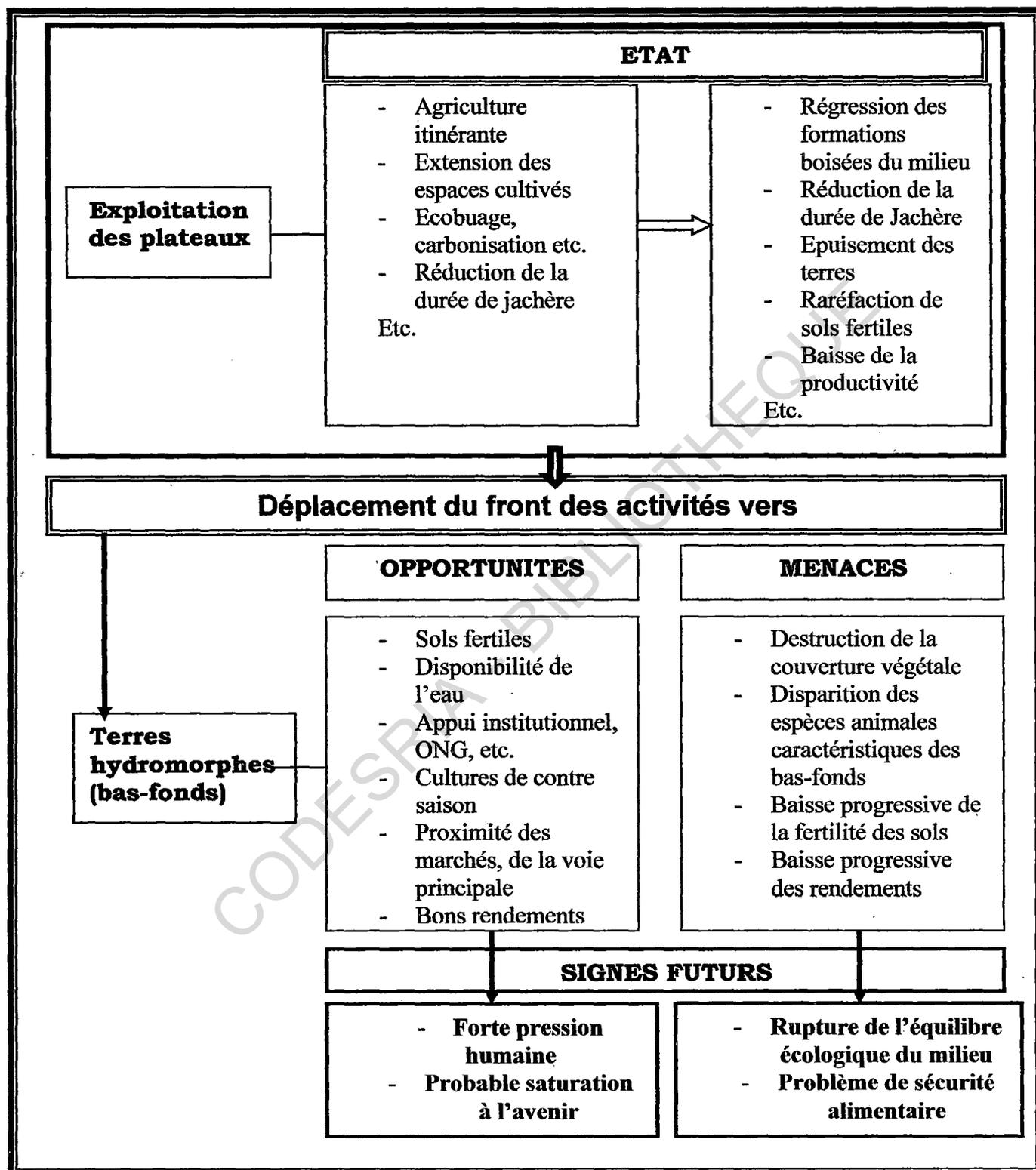


Diagramme 1 : Synthèse du processus de déplacement du front des activités agricoles des sommets vers les bas-fonds

4.3- Discussion générale

4.3.1- Sur le cadre d'étude

Le département des Collines est l'unité spatiale de base pour l'étude. Mais pour des problèmes liés à l'échantillonnage, trois communes du département ont été retenues. De même, au niveau de ces trois communes, un secteur qui leur est commun a été défini pour l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol en tenant compte de l'ampleur de l'exploitation des bas-fonds dans le milieu. L'étude devra donc s'étendre à l'avenir à d'autres secteurs du département et une comparaison des résultats pourra permettre réellement de généraliser à l'échelle de tout le département, les conclusions issues de la présente étude.

De même, l'analyse faite sur l'utilisation des terres au niveau des bas-fonds s'est limitée à trois bas-fonds compte tenu de la durée consacrée à l'étude et de la disponibilité des données de base au niveau de certains bas-fonds. Le département des Collines regorge d'un nombre important de bas-fonds. De ce fait, le taux d'échantillonnage mérite d'être élargi. Les trois bas-fonds ont été choisis en tenant compte de la prédominance des activités rizicoles, de la densité de population, de l'organisation des exploitants de ces bas-fonds et de la présence des structures d'encadrement.

4.3.2- Sur la démarche méthodologique

La période d'étude de l'occupation du sol (1978-1998) paraît trop juste pour tirer des conclusions. Il serait plus intéressant d'intégrer une troisième date et d'avoir de ce fait deux périodes pour comparer les variations sur l'utilisation du sol. Néanmoins les deux images multitemporelles utilisées rendent compte un tant soit peu de la dynamique du milieu. Toutefois, ces images satellitales ne permettent pas de faire des analyses jusqu'à l'unité bas-fonds à cause des contraintes liées à l'échelle. En effet, pour pouvoir étudier les bas-fonds, il faudrait utiliser des documents planimétriques comme les photographies aériennes à une échelle spatiale d'au moins 1/5000. Ces documents faisant défaut dans le secteur d'étude, le levé parcellaire direct de terrain a été utilisé pour pouvoir cartographier les bas-fonds, leurs franges et versants, évaluer les superficies. L'inconvénient majeur d'une telle procédure réside dans l'impossibilité de faire des études multilatées à l'échelle du bas-fond. Pour contourner cette insuffisance, des indices de l'occupation et de l'utilisation des terres proposés

par Van Duivenbooden et Windmeijer (1995) pour la caractérisation détaillée des bas-fonds, ont été très utiles dans l'analyse de la pression qui est actuellement exercée sur les bas-fonds dans le secteur étudié.

Pour les travaux de collecte des données de terrain, l'échantillon de la population retenu à cette étape nécessite que le taux de sondage soit revu aussi à la hausse à l'avenir. De même, l'analyse des données s'est limitée au calcul de paramètres statistiques descriptifs. Il aurait fallu procéder à des analyses multicritères et de voir également la part des techniques de mise en valeur dans la dégradation des terres des bas-fonds.

4.3.3- Sur les résultats

Compte tenu des outils de travail utilisés, les objectifs définis et les hypothèses émises, les résultats obtenus restent encore à l'étape préliminaire. Ces résultats obtenus à partir des données de télédétection et du Système d'Information Géographique, des levés de terrain et des informations collectées auprès des populations, ajoutés à la littérature existante dans le domaine méritent d'être enrichis et confirmés. Néanmoins, lorsque nous confrontons les premiers résultats obtenus aux données des études antérieures réalisées, quelques similitudes se dégagent du point de vue tendance de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des terres dans le milieu d'étude.

4.3.3.1- Dynamique de l'occupation du sol : Une dégradation croissante des formations végétales naturelles

La tendance générale observée au niveau de la dynamique de l'occupation du sol est l'augmentation des superficies agricoles et des agglomérations aux dépens des autres unités tels que les espaces forestiers. Cette analyse confirme les conclusions tirées par Vodougnon (1996) dans une étude de la dynamique de l'occupation du sol au sud sur le plateau d'Abomey. En effet, la variation de l'occupation du sol se fait au profit des champs et jachères. Cette dynamique est la conséquence de la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis comme principale technique culturale depuis des décennies sur le plateau. Cette pratique agricole est associée à des feux de végétation et à l'abattage des arbres pour la fabrication de charbon de bois et l'obtention du bois de chauffe. Dans ce processus de dégradation des ressources, les réserves protégées de l'Etat ne sont pas épargnées. Akoègninou et *al.* (1997) dans leurs travaux sur la cartographie et l'étude de la dynamique de la végétale de l'aire classée de la colline de Savalou, ont constaté une progression des champs

et jachères et une extension des agglomérations, aux détriments des formations denses. Ils avaient conclu à un impact considérable de l'activité humaine se traduisant par la raréfaction des grands arbres comme *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Burkea africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Isobertinia doka*, utilisés comme combustibles pour la fabrication de la farine de manioc. Une des conséquences de cette dégradation est la migration des populations rurales en vue de la conquête de nouvelles terres. Ainsi, il est malheureusement constaté que l'homme a commencé par s'attaquer aux lieux les plus sacrés à cause du manque de terres fertiles. Mama (2002) dans une étude plus approfondie au centre du Bénin précisément dans les communes de Savè, Ouèssè et Tchaourou, constate la même tendance. Plus loin, dans les analyses, il remarque que cette dynamique de l'occupation du sol affecte la cohésion sociale des populations, induit les populations à la conquête de nouvelles terres et déplace de plus en plus le front des activités agricoles des plateaux vers les milieux hydromorphes comme les bas-fonds. Alors, à cette allure, que faut-il faire lorsque les bas-fonds seront saturés ?

4.3.3.2- Utilisation des terres au niveau des bas-fonds

L'intensité de l'utilisation des terres au niveau des bas-fonds n'est qu'une indication de la conséquence de la dynamique du milieu dans les années à venir. Cette intensification de l'utilisation des terres a des répercussions sur les ressources naturelles du milieu. Ce constat rejoint les analyses de Gnélé (2000) qui avait remarqué suite à une étude comparative des formes d'occupation du sol entre 1995 et 2000, que les galeries forestières et les savanes arborées arbustives encore présentes au niveau des bas-fonds du secteur étudié en 1982 ont disparu au profit des espaces cultivés. Mais, nonobstant l'intérêt généralisé des populations à s'investir dans les bas-fonds, leur exploitation présente des contraintes qui parfois limitent les paysans dans leur élan. Selon Houndagba (1998) ces contraintes sont d'ordre géomorphologique (colluvionnement et ravinement), pédologique (lessivage des sols), hydro-climatique (précocité de la saison des pluies, fortes inondations) et puis biologique (effets des adventices et des rongeurs). Il constate aussi qu'une rapide dégradation des ressources végétales et animales est à craindre au regard des techniques d'exploitation en usage dans le milieu, ce que confirme le présent travail. Pour Orekan (2000), des contraintes sont liées aussi à la santé même des exploitants. En effet, de nouvelles affections ont été identifiées et sont transmises à l'homme par des vecteurs dont la multiplication est liée aux modifications intervenues en raison de la mise en valeur des bas-fonds. Ces contraintes affecteront les caractéristiques géophysiques des bas-fonds, mais aussi leur productivité.

V- CONCLUSION GENERALE, SUGGESTIONS ET PERSPECTIVES POUR LA THESE

L'étude de la dynamique de l'occupation du sol dans le département des Collines et son impact sur l'utilisation des terres au niveau des bas-fonds a permis d'analyser les unités de l'occupation du sol dans leur état actuel et passé, et ce aux moyens des techniques de la télédétection et des SIG appuyée par une enquête socio-économique. Cette étude révèle que la dynamique de l'occupation du sol provient des facteurs biophysiques et socio-économiques. Au niveau des plateaux, l'analyse de l'occupation du sol révèle une tendance à la hausse des espaces cultivés au détriment des zones forestières. Le modèle basé sur les automates cellulaires à travers les matrices de transition et des probabilités, montre que la plupart des autres unités d'occupation du sol perdent considérablement du terrain au profit des champs et jachères à un taux de conversion largement supérieur à 50 % entre 1978 et 1998. Cette tendance d'après les simulations et les projections effectuées, sera maintenue à l'horizon 2010 et 2020. Une telle situation a pour conséquence, la réduction du temps de jachère, la surexploitation des terres agricoles, la baisse de la fertilité des sols et par voie de conséquence la baisse du rendement agricole. Ces conséquences sont perceptibles par les paysans et certains sont contraints de se ruer sur les écosystèmes plus hydromorphes comme les bas-fonds. Il ressort sans doute que la dynamique qui affecte les interfluves a un impact au niveau des bas-fonds. La tendance sus évoquée affectera aussi ces bas-fonds au fur et à mesure que la densité de population augmentera vu l'ampleur des migrations rurales dans le secteur d'étude.

L'étude de l'utilisation des terres au niveau des bas-fonds faite à *Kpolé*, *Kotobo* et *Kpatiko*, a révélé une forte intensité de la pression exercée sur ces trois bas-fonds sélectionnés. Les signes de cette forte intensité sont entre autres la disparition de la couverture végétale et la fuite de la faune. Cet état de chose affecte les fonctions intrinsèques reconnues aux bas-fonds.

En effet, les bas-fonds, jouent un rôle important aussi bien d'un point de vue environnemental que celui de la production. Offrant la possibilité de gérer toute l'année une importante quantité d'eau de pluie qui ne tombe que pendant quelques mois, le bas-fond favorise le développement d'une importante biomasse végétale et sert de refuge à une faune variée. Mais compte tenu de sa complexité et de sa fragilité, les risques de déséquilibre sont élevés lorsque ces bas-fonds sont aménagés et utilisés sans discernement. Etant entendu que les bas-fonds sont des entités complexes qui sont le siège d'interactions de nombreux facteurs physiques, agronomiques et sociaux, toute mise en valeur devra nécessairement intégrer les vocations des

sols, les coutumes et traditions du milieu, la biodiversité et la protection de l'environnement. Face à toutes ces considérations, l'espace rural devra être géré par les sociétés rurales comme un patrimoine à exploiter et dont il faut veiller à la conservation. Cette gestion doit s'intégrer dans une logique d'aménagement des terroirs et prendre en compte les éléments constitutifs du milieu rural, les autres utilisations des bas-fonds qui sont importantes et qui rentrent en concurrence avec l'aménagement hydro-agricole. Il s'agit notamment de l'exploitation des bas-fonds à des fins de pâturage, d'artisanat, d'alimentation en eau ou en d'autres produits comme le vin de palme, ou à des fins médicinales.

Vu l'ampleur de la dynamique de l'occupation du sol sur les sommets de façon générale et le degré de l'utilisation des terres au niveau des bas-fonds, quelques mesures méritent d'être proposées pour atténuer les impacts évoqués précédemment :

Au niveau des sommets, il faudra :

- ✎ protéger les bassins versants par des travaux de divers ordres (reboisement, cultures en courbes de niveau, etc.) ;
- ✎ utiliser des engrais organiques et contrôler l'utilisation des engrais minéraux et des pesticides ;
- ✎ adopter une agroforesterie convenable en utilisant des espèces qui protègent et enrichissent les sols ;
- ✎ réaliser un plan d'aménagement et de gestion des terroirs villageois permettant une exploitation rationnelle des ressources naturelles avec une gestion communautaire.

Au niveau des bas-fonds, il sera question de :

- ✎ former davantage les paysans sur les techniques culturales qui préservent cet écosystème et qui génèrent une meilleure productivité;
- ✎ apporter des engrais organiques et contrôler l'utilisation des engrais minéraux et des pesticides.

Au total, cette étude montre que l'exploitation des bas-fonds est devenue un palliatif aux problèmes d'appauvrissement des terres, de baisse de la productivité, rencontrés par les paysans sur les interfluves. Elle est donc le résultat du déplacement du front des activités agricoles suite à l'épuisement des terres de plateaux. En outre, l'étude révèle les incidences d'une exploitation incontrôlée des bas-fonds qui risquent à terme d'inhiber les fonctions agronomique et environnementale de cet agroécosystème.

Au regard de ces résultats préliminaires, cette étude mérite un approfondissement au niveau de la thèse. Cet approfondissement pourra se faire par la réalisation d'un certain nombre d'activités résumées dans les axes de recherche futurs suivants :

- La cartographie de l'utilisation du sol dans les bas-fonds du département des collines sur la base des documents planimétriques récents
- L'analyse de la dynamique de l'occupation du sol à l'échelle du bas-fond sur au moins trois périodes de temps
- La quantification de la dégradation due à la pression sur les bas-fonds à travers une analyse phytosociologique, agropédologique et géomorphologique
- La rentabilité économique des bas-fonds dans le système de production

L'exécution de ces activités débouchera sur la mise en place d'un système d'informations et de suivi des bas-fonds qui intégrera leurs dimensions biophysiques et socio-économiques.

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **Adjinda, A.S. et Hounton, K.N.** (1997) Contribution à l'étude de la dynamique de l'environnement dans une zone d'accueil : cas des sous-préfectures de Savè, Ouèssè et Tchaourou. Mémoire d'Ingénieur des Travaux, CPU/UNB, Abomey-Calavi, 84 p.
- 2- **Afouda F.** (1990) : L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat nouveau régime. Paris IV Sorbonne, 428p.
- 3- **Agbossou, E., Danvi, C., Assigbé, P., Adégbola, P., Mama, V.J.** (1999) : Diagnostic rapide d'aménagement (DIARPA) dans les bas-fonds de Sowé, Magoumi, Baatè, Lèma, Loulè, Gankpétin et Gomé, Rapport de projet, UNC, CBF, 54 p.
- 4- **Akoègninou, A. et Akpagana, K.** (1997) : Etude cartographique et dynamique de la végétation de l'aire classée de la colline de Savalou (Bénin), In *J. Bot. Soc. bot. Fr.* 3 : pp 69-81.
- 5- **Bernier, B.** (1992) : *Introduction à la macroéconomie*. Dunod. Paris, 217 p.
- 6- **Boko, M.** (1988) : Climat et communautés rurales au Bénin, rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat d'Etat. Dijon, Université de Bourgogne. 605p.
- 7- **Bokonon-Ganta E. B.** (1987) : Les climats de la région du Golfe du Bénin. (Afrique Occidentale). Thèse de doctorat du 3^{ème} cycle. Paris IV, Sorbonne. 248p + Annexes.
- 8- **Biaou, F.** (1998) : Quelques aspects socio-économiques de la caractérisation semi-détaillée des bas-fonds du Zou-nord (Bénin). In Mama, V. J., Houndagba C.J., Agli C., Orekan V. O.A. (eds) (1998) : *Connaissances et mises en valeur durable des bas-fonds au Bénin*. Actes du séminaire national de l'UNC Bénin, 7-9 octobre 1998, Bohicon, Bénin, pp 48-61.
- 9- **Blanchet, F., Ahmadi, N., Simpara, M., Feuillette, B.** (1995) : Le diagnostic pré-aménagement : une méthode de caractérisation des bas-fonds à l'usage des opérateurs du développement. In Jamin J., Windmeijer P.N. (eds). *La caractérisation des agroécosystèmes de bas-fonds : Un outil pour leur mise en valeur durable. Actes du 1^{er} Atelier scientifique du Consortium bas-fonds, ADRAO, Bouaké, 8-10 juin 1993, Bouaké, Côte d'Ivoire, IVC/CBF, pp 77-87.*
- 10- **Borgui, C. et Leffi, S. L.,** (1992) : Aspect actuel de la dynamique de l'environnement dans les versants ouest du cours de l'Okpara. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH, UNB, 95 p.
- 11- **CENATEL** (1995) : *Carte de végétation du Bénin. Un instrument pour une meilleure gestion des ressources naturelles. Données de base et méthodologie, rapport*, 15 p.

- 12- Codjia, C.L. et Gnagna P., (1993) :** Dynamique des paysages des forêts classées de Toui et de Kilibo. Mémoire de maîtrise de géographie. FLASH, UNB, 96 p.
- 13- Danvi, C. et Mama, V. J. (1998) :** Etat de l'art de valorisation des bas-fonds au Bénin. Rapport de projet, CBF/UNC-Bénin. Cotonou, 46p.
- 14- Defourny P., (1994) :** Evaluation et suivi de la végétation ligneuse en région tropicale sèche (Burkina-Faso). In BONN, F : *Téledétection de l'environnement dans l'espace francophone*. Presses universitaires du Québec, ACCT, pp. 247-264.
- 15- De Singly, F. (2004) :** *L'enquête et ses méthodes: le questionnaire*, Nathan, Paris, 128 p.
- 16- Djegui C. J., (1995) :** Les dimensions environnementales et sociales de l'aménagement des bas-fonds dans les sous-préfectures de Dassa-Zoumè et Glazoué. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH/UNB, Abomey-Calavi, 95 p.
- 17- Donyo, S.B. (1999) :** Land use and land cover mapping in a tropical african environment: Experiences of the remote sensing applications unit (RSAU). University of Ghana, Legon. In : Adeniyi P.O. (1999) *Geoinformation technology applications for resource and environmental management in Africa*. African Association of Remote Sensing of the Environment (AARSE), Laboratory for cartography & Remote sensing, Geography Department, University of Lagos, Lagos, Nigeria, pp. 191-196
- 18- Dubroeuq, D. (1977) :** *Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin au 1/200000*, feuille de Savè, ORSTOM.
- 19- Finn, J.T. (1985) :** Analysis of Land Use Change Statistics Through the Use of Markov Chains. *The Proceedings of the 1985 Summer Computer Simulation Conference*. July 22-24, 1985, Chicago, Illinois, US.
- 20- Fresco, L.O. (1994) :** Inimaginable futures, a contribution to thinking about land use planning. In Fresco, L.O., Stroosnijder, L., Bouma, J., Van Keulen, H. (eds). *The future of land: Mobilising and integrating knowledge for land use options*. Willey and Son, Chichester.
- 21- Geny, P., Waechter, P. & Yatchinovsky, A., (1992) :** *Environnement et développement rural : guide de la gestion des ressources naturelles*. FRISON-ROCHE. Paris, 418 p.
- 22- Georges, P. (1970) :** *Dictionnaire de la Géographie*, PUF, 485 p.
- 23- Gnélé J. E. (2000) :** Impacts écologiques de l'aménagement des bas-fonds dans le Centre Bénin. Mémoire de DEA, EDP, FLASH, UNB, 79 p.
- 24- Houndagba, C. J. : (1998) :** Données sur les travaux de caractérisation des bas-fonds au Bénin. In Mama, V. J., Houndagba C.J., Agli C., Orekan V. O.A. (eds) (1998) : *Connaissances et mises en valeur durable des bas-fonds au Bénin*. Actes du séminaire national de l'UNC Bénin, 7-9 octobre 1998, Bohicon, Bénin, pp 42-47.

- 25-Houndagba, C. J., Akoègninou, A. (1999) :** Contraintes écologiques et mise en valeur des bas-fonds dans la région de Dassa-Zoumé (centre Bénin). *In J Rech. Sci. Univ. Bénin (Togo), 1999. 3 (2) :* pp 30-39.
- 26-Houndagba, C. J., Dagbenonbakin, G., Akoègninou, A., Toni, E., Alle, P., Biaou, F. (1998) :** Caractérisation semi-détaillée et évaluation des ressources en bas-fonds du Zou. UNC, CBF, Cotonou, 42 p.
- 27-Houndagba C.J. (1985) :** Analyse typologique des paysages d'Abomey Zagnannado. Exploitation d'un système de programme pl/i. Neptune. Thèse de doctorat de 3è cycle. ULP, Strasbourg, France, 286 p.
- 28-Huffman, E., Dumanski, J. (1985) :** Agricultural land use systems : an economic approach to rural land use inventory, *J. soil Water Conser 40*, pp 302-306.
- 29- INSAE (2003) :** Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. Février 2002. Quelques résultats, 9 p.
- 30- IVC/CBF (Nov.1996).** *Les nouvelles des bas-fonds, n°001.* Ouagadougou, 23 p.
- 31-Joly, F. (1999) :** *La cartographie.* QSJ n°937, PUF, Paris, 128 p.
- 32-Lambin, E. F. (1994):** *Modelling deforestation processes: a review European Commission,* Luxembourg.
- 33-Lambin, E. F. (1997) :** Modelling and monitoring land cover change processes in tropical regions. *Prog. Phys. Geogr. 21 (3)*, pp 375 – 393.
- 34-Lambin, E. F., Baulies, X., Bockstael, N., Fisher, D., Krug, T., Leemans, R., Moran, E.F., Rindfuss, R. R., Sato, Y., Skole, D., Turner II, B. L., Vogel, C. (1999) :** *Land use and land cover change (LUCC) : implementation strategy. IGBP Report 48, IHDP Report 10.*
- 35-Legoupil J.C., Lidon B. (1995) :** Fonctionnement hydrique, aménagement et mise en valeur durable de bas-fonds en Afrique sub-saharienne. In Jamin J.,Y., Windmeijer P.N. (eds). *La caractérisation des agroécosystèmes de bas-fonds : Un outil pour leur mise en valeur durable. Actes du 1^{er} Atelier scientifique du Consortium bas-fonds, ADRAO, Bouaké, 8-10 juin 1993, Bouaké, Côte d'Ivoire, IVC/CBF, pp 45-74.*
- 36-Mahaman, M., Windmeidjer, P. N. (1995) :** Exemple d'utilisation d'un système d'information géographique pour la caractérisation agro-écologique multi-échelle des bas-fonds. In Jamin J.,Y., Windmeijer P.N. (eds). *La caractérisation des agroécosystèmes de bas-fonds : Un outil pour leur mise en valeur durable. Actes du 1^{er} Atelier scientifique du Consortium bas-fonds, ADRAO, Bouaké, 8-10 juin 1993, Bouaké, Côte d'Ivoire, IVC/CBF, pp 191-202.*
- 37-Mama, V. J. (2002) :** An integrated approach for Land use/cover change analysis in a central region of Benin Republic. PhD Thesis, Department of Geography, University of Lagos, Lagos, Nigeria, 221 p.

- 38- Mama, V. J. , Bamijoko, O. and Adeniyi, O. P (2002):** Modelling land use/cover change using transition probabilities in a central region of Republic of Benin. *Paper presented to the AARSE Conference , Abuja, Nigeria from October 14-18, 2002, 12 p*
- 39- Mama V.J., Houndagba C.J., Oloni G., Alle F. P., Tete R. (1995):** Contribution d'un Système d'Information Géographique à la caractérisation des bas-fonds du Département du Zou (Bénin). *In JAMIN J.Y., WINDMEIJER P.N. (ed). La caractérisation des agro-systèmes de bas-fonds : Un outil pour leur mise en valeur durable. Actes du 1^{er} atelier scientifique du Consortium Bas-fonds, ADRAO, Bouaké, 6-10 novembre 1995. Bouaké (Côte d'Ivoire) : IVC/CBF, pp 181-190.*
- 40- OBRGM (1995):** *Notice explicative de la carte géologique du Bénin, Feuille d'Abomey, 15 p.*
- 41- Okioh, L. (1972):** Contribution à l'étude morphologique des reliefs résiduels de la région de Dassa-Zoumé, Fita et Savalou (Dahomey). Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Paris VII.
- 42- Okou, C., Atohoun, A.. (1990):** Inventaire, étude des bas-fonds. Rapport de synthèse : Projet BEN 84/012. PNUD-FAO, 68 p.
- 43- Orekan, V. A. (2000) :** Impacts de l'exploitation des bas-fonds sur la santé des populations : cas des sous-préfectures de Dassa-Zoumè et de Glazoué dans le département des Collines au Bénin. Mémoire de DEA, EDP, FLASH, UNB, 82 p.
- 44- Ruthenberg, H. (1980):** *Farming systems in the tropics.* Oxford University Press, London, 424 p.
- 45- Schlaepfer, R. (2002) :** Analyse de la dynamique du paysage. Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes (GECOS). École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 11 p.
- 46- Schneider, L. C. and Pontius, J. R. (2001):** Modelling land use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture Ecosystem and environment.* pp 83- 94.
- 47- Sen, A. K. (1980):** Methodology of land use survey and mapping in arid zones. *Annals of arid zone 19,* pp 307-319.
- 48- Sinare, I.(1997) :** Caractéristiques des bas-fonds : Typologie et aptitude, in Thiombiano L. et al (1997) : *Les Bas-fonds du Burkina-Faso, Contraintes et Potentialités pour une mise en valeur durable des bas-fonds,* pp 9-26.
- 49- Tente, B. (2000) :** Dynamique actuelle de l'occupation du sol dans le massif de l'Atacora : Secteur Perma-Toucountouna, Mémoire de DEA, EDP, UNB, 83 p.
- 50- Tchamie T. et Bouraima M., (1997) :** Les formations végétales du plateau Soudou-Dako dans la chaîne de l'Atacora et leur évolution récente (Nord Togo). *J. Bot. Soc. Bot. Fr. 3:* pp 83-94.

- 51- Tchiboza, C.F., Houndagba, C.J., Bamisso, V., d'Oliveira, B., Quenum, Y.B.** (2002) : Dimensions Environnementales et Economiques de l'exploitation des bas-fonds dans le centre Bénin. *Issues in African rural development Monograph Series*, ARPAN, 35p.
- 52- Tchiboza, C. F.,** (1981) : Contribution à l'étude biogéographique de la région de l'Atacora, Etude typologique des unités de paysage du versant oriental de la chaîne de l'Atacora (à la hauteur de Natitingou). Thèse de doctorat 3è Cycle. Université de Paris7-Jussieu. E.U.R de Géographie Physique, 326 p.
- 53- UNC** (1998) : Caractérisation semi-détaillée et évaluation des ressources en bas-fonds du Zou. Rapport de Projet CBF, Cotonou, 43 p.
- 54- Van Duivenbooden, N., Windmeidjer, P. N.** (1995): Manual for semi-detailed Characterization of inland valley Agro-ecosystems. Characterization of Rice-growing Environments in West Africa. Technical Report 4. Wageningen, The Netherlands, Sc-Dlo, 85 p.
- 55- Veldkamp, A. et Fresco, L. O.** (1996) : CLUE-CR : An integrated multiscale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica. *Ecol. Model.* 91, pp 231-248.
- 56- Verburg, P. H.** (2000) : Exploring the spatial and temporal dynamics of land use with special reference to china. Thesis Wageningen University, 143 p.
- 57- Vodougnon M. R.,** (1996) : Dynamique de l'environnement: cas du plateau d'Abomey. Mémoire de maîtrise de géographie. FLASH, UNB, 75p.
- 58- Zeppenfeldt, T., Vlaar J.C.** (1990) : *Mise en valeur des bas-fonds en Afrique de l'Ouest. Synthèse préliminaire de l'état des connaissances.* Ouagadougou, CIEH, 137 p + annexes.

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Pages</i>
Tableau I : Population et densité par communes dans le département des Collines.....	22
Tableau II: Résultats de l'enquête exploratoire.....	32
Tableau III: Exemple d'application d'une matrice de transition appliquée aux états i et j de l'occupation du sol aux temps t0 et t1.....	32
Tableau IV : Exemple d'application d'une matrice de probabilité de transition appliquée aux états i et j de l'occupation du sol aux temps t0 et t1.....	36
Tableau V: Dynamique de l'occupation du sol entre 1978 et 1998.....	41
Tableau VI: Matrice de transition des unités de l'occupation du sol de 1978 à 1998.....	42
Tableau VII: Facteurs de conversion (Ci) des unités de l'occupation du sol.....	43
Tableau VIII: Matrice des probabilités.....	44
Tableau IX : Utilisation du sol à Kpolé (Gankpétin).....	47
Tableau X: Utilisation du sol à Kotobo (Gomé).....	48
Tableau XI: Utilisation du sol à Kpatiko (Lèma).....	50
Tableau XII : Indice d'utilisation des terres dans les bas-fonds de Kpolé, Kotobo et Kpatiko.....	50

LISTE DES PHOTOS

Photo1 : Galerie forestière sur le cours de l'Okpara à Igbodja dans la commune de Savè.....	41
Photo 2 : Inondation des parcelles dans le bas-fond de Kotobo suite aux pluies de juillet.....	51
Photo 3 : Un champ de coton récolté.....	52
Photo 4 : Plantation d' <i>Anacardium occidentale</i> à Bèssé dans la commune de Savè.....	54
Photo 5 : Variétés de riz (ITA 222) cultivée à Gankpetin.....	57
Photo 6 : Parcelle de riz montrant de grands arbres détruits par écobuage.....	61

LISTE DES FIGURES

Pages

Figure 1 : Carte de localisation géographique et de découpage administratif du département des Collines.....	13
Figure 2 : Isohyètes et modèle pluviométriques dans les Collines.....	15
Figure 3 : Occupation du sol dans le département des Collines.....	17
Figure 4: Unités agro-écologiques des départements du Zou et des Collines.....	19
Figure 5 : Modèle numérique de terrain montrant les collines dans la région de Dassa....	20
Figure 6: Secteur choisi pour l'analyse de la dynamique de l'occupation du sol.....	30
Figure 7: Occupation du sol dans la région de Dassa et ses environs en 1978.....	39
Figure 8: Occupation du sol dans la région de Dassa et ses environs en 1998.....	40
Figure 9 : Dynamique de l'occupation du sol dans la région de Dassa et ses environs.....	44
Figure 10: Evolution de l'occupation du sol à l'horizon 2010 et 2020.....	45
Figure 11 : Carte de l'utilisation du sol dans le bas-fond Kpole de Gankpetin.....	47
Figure 12 : Carte de l'utilisation du sol dans le bas-fond Kotobo de Gomé.....	48
Figure 13 : Carte de l'utilisation du sol dans le bas-fond Kpatiko de Lèma.....	49
Figure 14 : Superficie emblavées annuellement de 2001 à 2003 à Gankpétin, Gomé et Lèma.....	52
Figure 15 : Fréquence des exploitations en fonction de la durée de jachère.....	53
Figure 16 : Opinion des paysans sur l'état de la qualité du sol.....	54
Figure 17: Fréquence des paysans en fonction des solutions apportées à l'appauvrissement des terres.....	55
Figure 18 : Destination des produits issus de l'exploitation des bas-fonds.....	56
Figure 19: Répartition des paysans en fonction des cultures pratiquées.....	57
Figure 20: Rendement des variétés de riz.....	58
Figure 21: Facilité dans l'écoulement des produits.....	59
Figure 22 : Evolution des superficies emblavées dans les bas-fonds de Gankpétin et de Gomé	60
Figure 23: Impact de la mise en valeur des bas-fonds.....	61

DIAGRAMME

Diagramme 1 : Synthèse du processus de déplacement du front des activités agricoles des sommets vers les bas-fonds.....	62
---	----

ANNEXE

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

QUESTIONNAIRE DE COLLECTE DES DONNEES

Le présent questionnaire est réalisé dans le cadre de nos travaux de recherche de DEA en Gestion de l'Environnement à l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de la FLASH à l'Université d'Abomey Calavi. Nous le soumettons à votre attention et souhaitons votre collaboration dans le but d'avoir des renseignements utiles.

IDENTIFICATION

Nom et prénom :
Provenance :
Situation matrimoniale :
Age :
Taille du ménage :
Ethnie :

Niveau BASSIN VERSANT

Quelles sont les cultures que vous pratiquez très souvent et quelles sont leurs superficies respectives ?

Cultures	Superficie
Maïs	
Manioc	
Igname	
Coton	
Autres (a préciser)	

Quelle est la superficie défrichée chaque année (au cours des 4 dernières années)

Année	Superficie par an	Observations
2001		
2002		
2003		
2004		

Au cours du défrichement, quelles sont les opérations que vous effectuez généralement?

Abattage des arbres

Feux de brousse

Dessouchage des arbres

Ecobuage
Autres activités (à citer)

Faites vous souvent la jachère ? Oui Non

Si oui, quelle en est la durée ?

Disposez vous de plantations ? Oui Non

Type de plantation	Superficie

Que pensez vous de l'état du sol de votre champs ?

Sol encore fertile Oui Non
Sol appauvri Oui Non

Quelles sont les solutions que vous préconisez ?

Utilisation des engrais
Mise en jachère
Exploitation des bas-fonds
Autres (à citer)

Pensez-vous aujourd'hui que les bas-fonds constituent des zones privilégiées ?

Pourquoi ?

Fertilité du sol
Fort revenu
Réserve d'essences végétales pour la pharmacopée
Lieux de culte
Autres

En dehors de l'agriculture, quelles autres activités pratiquez vous ?

Production du charbon de bois
Exploitation forestière
Chasse
Elevage
Autres (à préciser)

Pensez vous que ces activités en plus de l'agriculture ont de conséquences sur les ressources naturelles du milieu ? Oui Non

Si oui, énumérez quelques conséquences constatées ces dernières années

Les changements constatés ont-ils selon vous, de répercussions sur les zones basses comme les bas-fonds ? Oui Non

Si oui, quelles sont les répercussions que vous avez constatées ?

- Augmentation du nombre d'exploitants de bas-fonds
- Amélioration des systèmes de production
- Forte pression sur les bas-fonds
- Disparition de certaines essences végétales de bas-fonds
- Autres changements observés

Niveau BAS FONDS

Depuis quand exploitez-vous ce bas-fonds et quelle est, selon vous, sa superficie approximative ?

Quel est l'effectif des exploitants (au début et actuellement) ?

Effectif au début
Effectif actuel

Etes-vous organisés en groupement ? Quel est le nombre de groupements qui travaillent ici ?

Quelles sont les structures d'encadrement qui vous suivent ?

Combien de parcelles disposez-vous et quelle est la superficie de chacune d'elles ?

De combien augmentent-elles chaque année depuis les 4 dernières années ?

Année	Superficie
2001	
2002	
2003	
2004	

Quelle est la position de ces parcelles ?

Bas-fond
Franges
Versant

Quelles sont les principales cultures pratiquées ? (Y compris les cultures de contre saison s'il en existe)

Quel est le but de la production de ces cultures ?

Autoconsommation
Commercialisation

Quelles sont selon vous, les opérations qu'a nécessité la mise en valeur de ce bas-fond?

Défrichage
Feux de végétation
Abattage des arbres
Construction d'ouvrage d'aménagement
Autres (à préciser)

Etes-vous prêts à continuer dans l'exploitation des bas-fonds ?

Oui Non

Si oui Pourquoi ?

Fort revenu généré
Rendement de production élevé
Matériels de travail modernes et faciles à acquérir
Disponibilité d'une forte main d'œuvre et bon marché
Possibilité des cultures de contre saison
Facilité d'accès au crédit
Autres (à préciser)

Quelles sont les facilités que vous avez dans l'écoulement de vos produits ?

Proximité de la voie principale (estimer la distance)
Proximité du marché (estimer la distance)
Accessibilité du bas-fond
Autres (à préciser)

Quelles sont selon vous les conséquences de l'exploitation de bas-fonds sur l'environnement ?

Réduction de la couverture végétale du milieu

Disparition de certaines espèces animales du milieu
Baisse de la fertilité du sol
Erosion hydrique
Autres (à préciser)

Utilisez-vous souvent ces bas-fonds pour d'autres fins en dehors de l'agriculture ?

Si oui quels sont les autres usages que vous faites de ces bas-fonds et de ces ressources ?

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE

TABLE DES MATIERES

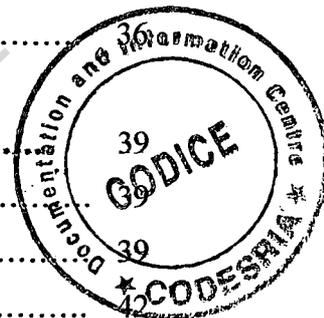
	<i>Pages</i>
Dédicace	2
Sommaire.....	3
Avant Propos.....	4
Sigles et acronymes.....	6
Résumé.....	7
Abstract	8
I- INTRODUCTION GENERALE.....	9
1.1- Problématique et justification.....	9
1.2- Objectifs de l'étude.....	11
1.3- Hypothèses de travail.....	11
1.4- Secteur de l'étude.....	12
1.4.1- Situation géographique.....	12
1.4.2- Milieu physique.....	12
1.4.2.1- Substratum géologique et modelé.....	12
1.4.2.2- Climat et formations végétales	14
1.4.2.3- Formations pédologiques et hydrographie.....	14
1.4.3- Contexte biophysique et socio-économique de l'exploitation des bas-fonds dans les Collines	18
1.4.3.1- Zones agro-écologiques.....	18
1.4.3.2- Caractéristiques et typologie des bas-fonds	20
1.4.4- Milieu humain.....	22
1.4.5- Justification du choix du secteur de l'étude.....	23
II- REVUE CRITIQUE DE LA LITTERATURE	24
2.1- Bas-fonds.....	24
2.2- Dynamique de l'occupation du sol.....	25
2.3- Modélisation.....	27
III- APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	29

3.1-	Spécification de l'échelle spatiale d'analyse.....	29
3.2-	Collecte des données.....	31
3.2.1-	Recherche documentaire.....	31
3.2.2-	Investigations en milieu réel.....	31
3.2.2.1-	Enquête préliminaire	31
3.2.2.2-	Echantillonnage et enquête proprement dite.....	32
3.3-	Traitement et analyse des données.....	33
3.3.1-	Traitement cartographique.....	33
3.3.2-	Analyse statistique	34
3.3.3-	Essai de modélisation de la dynamique de l'occupation du sol.....	

IV- RESULTATS ET DISCUSSION GENERALE.....

4.1-	Dynamique de l'occupation du sol dans le secteur d'analyse.....	
4.1.1-	Analyse de la dynamique de l'occupation du sol.....	
4.1.2-	Résultat de l'essai de modélisation.....	
4.2-	Evaluation de l'utilisation du sol au niveau des bas-fonds étudiés.....	46
4.2.1-	Caractéristiques générales des bas-fonds Kpolé, Kotobo et Kpatiko.....	46
4.2.2-	Analyse de l'utilisation des terres.....	47
4.2.3-	Densification de l'utilisation des terres.....	50
4.2.4-	Facteurs et conséquences de la forte intensité de l'utilisation des terres des bas-fonds dans le département des Collines.....	51
4.2.4.1-	Causes exogènes.....	51
4.2.4.2-	Causes endogènes.....	55
4.2.4.3-	Impacts de la forte intensité de l'utilisation des terres	59
4.3-	Discussion générale	63
4.3.1-	Sur le cadre d'étude.....	63
4.3.2-	Sur la démarche méthodologique.....	63
4.3.3-	Sur les résultats.....	64
4.3.3.1-	Dynamique de l'occupation du sol.....	64
4.3.3.2-	Utilisation des terres au niveau des bas-fonds.....	65

VI-	CONCLUSION GENERALE, SUGGESTIONS ET PERSPECTIVES POUR LA THESE.....	66
------------	--	-----------



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	69
LISTE DES TABLEAUX.....	74
LISTE DES PHOTOS.....	74
LISTE DES FIGURES.....	75
ANNEXES.....	76
TABLE DES MATIERES.....	82

CODESRIA - BIBLIOTHEQUE