Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Cultures et Développement » (EDP)

Université d'Abomey-Calavi (UAC)

Chaire Unesco Science, Technologie et Environnement (CUSTE)

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

Filière : Géographie et Gestion de l'Environnement

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

N° …….. d'enregistrement /EDP/FLASH/UAC

IMPACTS DES SYSTEMES D'EXPLOITATION DES RESSOURCES NATURELLES SUR LES ECOSYSTEMES DANS LE BASSIN DE LA BEFFA AU BENIN, AFRIQUE DE L'OUEST

Présentée par

N. Innocent GBAÏ

Sous la direction de :

Dr Brice H. A. TENTE

Maître de Conférences des Universités du CAMES

DGAT/FLASH/UAC

Soutenue publiquement devant le jury composé de :

Président	:	Michel BOKO, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Rapporteur	:	Brice Agossou Hugues TENTE, Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Examinateur	:	Tanga Pierre ZOUNGRANA, Professeur Titulaire, Université de Ouagadougou (Burkina-Faso)
Examinateur	:	S. Christophe HOUSSOU, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Examinateur	:	Edinam KOLA, Maître de Conférences, Université de Lomé (Togo)

Soutenue publiquement le 17/12/2015

Mention : Très Honorable

SOMMAIRE

DEDICACE 2
REMERCIEMENTS 3
RESUME 6
INTRODUCTION GENERALE 10
INTRODUCTION GENERALE 11
PREMIERE PARTIE 14
CHAPITRE I: CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET INSTITUTIONEL ; REVUE DE LITTERATURE ; CLARIFICATION CONCEPTUELLE ; MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES 15
CHAPITRE II : MATERIEL, DONNEES ET METHODES 70
DEUXIEME PARTIE 119
CHAPITREIII :CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES ; POTENTIALITES ET PRINCIPAUX SYSTEMES D'EXPLOITATION ; MODES ET TECHNIQUES DE PRODUCTION 120
CHAPITRE IV : MODES ET TECHNIQUES D'EXPLOITATION ;TYPES DE DEGRADATIONS 157
TROISIEME PARTIE 205
CHAPITRE V : IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION ; EVALUATION CONTINGENTE DES ECOSYSTEMES ; CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU BASSIN 206
CHAPITRE VI : SIMULATION PROSPECTIVE DE L'ETAT DE L'OCCUPATION DU SOL; DISCUSSIONS. 243
CONCLUSION GENERALE 261
CONCLUSION GENERALE 262
BIBIOGRAPHIE 265
ANNEXES 272
LISTE DES FIGURES 305
LISTE DES TABLEAUX 307
LISTE DES PHOTOS 309
TABLE DES MATIERES 311

DEDICACE

- A mes parents défunts Gbêtodji André GBAÏ et Cobayé Salomé ARAYE.
- A mes défunts oncles Akogbégnon Augustin GBAÏ et Houndégnon Jules GBAÏ.
- A mon defunt pasteur K. Basile HOUNGBEDJI.

Afin que ce travail honore leur mémoire.

REMERCIEMENTS

Cette thèse de Doctorat intitulée «**IMPACTS DES SYSTEMES D'EXPLOITATION DES RESSOURCES NATURELLES SUR LES ECOSYSTEMES DANS LE BASSIN DE LA BEFFAAU BENIN, AFRIQUE DE L'OUEST**» vise globalement à évaluer les facteurs qui déterminent la dynamique des écosystèmes du bassin de la Beffa.

Au terme de cette recherche, il est important que nous réitérions nos gratitudes à l'endroit de certaines personnes qui nous ont apporté leur assistance et leur soutien. Nous voudrions nommer notre directeur de thèse, Monsieur Brice A. TENTE, Maître de Conférences à l'UAC, par qui ce travail a été dirigé, pour la disponibilité dont il n'a jamais cessé de faire preuve, depuis nos travaux pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) jusqu'à l'acceptation du parrainage de cette thèse, malgré ses multiples occupations. Qu'il reçoive, ici, nos sincères et profonds remerciements, cela également pour les grandes qualités scientifiques dont il nous a fait bénéficier tout au long de la réalisation de ce travail.

A Monsieur Christophe S. HOUSSOU, Professeur à l'UAC, pour les diverses orientations et corrections apportées à ce document et pour les grandes qualités scientifiques dont il nous a également fait bénéficier tout au long de la réalisation de ce travail.

Qu'il nous soit permis de dire à Monsieur Michel BOKO, Professeur à l'UAC, Directeur de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP) "Espace Culture, et Développement", que nous lui savons gré et le respectons, pour la formation qu'il nous assure inlassablement avec son équipe, et pour ses bons et précieux conseils.

Nous remercions Monsieur Pierre Tanga ZOUNGRANA, Professeur Titulaire à l'Université de Ouagadougou, de même que Monsieur Edinam KOLA, Maître de Conférences à l'Université de Lomé pour avoir accepté être pré-rapporteurset membres du Jury de cette thèse.

Qu'il nous soit aussi permis d'exprimer nos vives et sincères reconnaissances à l'endroit de certains enseignants que nous respectons et admirons beaucoup. Il s'agit, notamment, de : Monsieur Cossi Jean HOUNDAGBA, Maître de Conférences à

l'UAC ; Monsieur François TCHIBOZO, Maître-Assistant à l'UAC ; Monsieur Jean Bosco K. VODOUNOU, Maître-Assistant à l'UP ; Madame Odile DOSSOU GUEDEGBE, Maître de Conférences à l'UAC; Monsieur Vincent OREKAN, Maître de Conférences à l'UAC ; Monsieur Moussa GIBIGAYE Maître-Assistant à l'UAC ; Monsieur José GNELE, Maître-Assistant à l'UP ; Monsieur Euloge OGOUWALE, Maître de Conférences à l'UAC ; Monsieur Expédit W.VISSIN, Maître de Conférences à l'UAC et Monsieur Norbert AGOÏNON, Assistant à l'UP, pour leur rôle de tuteurs à l'endroit de ma modeste personne.

Nous serions restés sur notre faim, si nous passions sous silence les noms de certaines personnalités qui nous ont été d'un grand appui, à l'instar du Doyen de la FLASH, Monsieur Flavien GBETO, Professeur Titulaire à l'UAC et nos Enseignants du Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP) de la FLASH, nous voulons nommer : les Professeurs Benoît D. N'BESSA, Fulgence AFFOUDA, Constant HOUNDENOU et Etienne DOMINGO.

Nos remerciements vont à l'endroit des Docteurs : Ernest AMOUSSOU, Henri Sourou VODOUNON TOTIN, Cyr Gervais ETENE, Ibouraïma YABI, Léocadie ODOULAMI, Arsène AKOGNONGBE, Yacin BOKO, Naéssé ADJAHOSSOU, Hervé Y. HEHOMEY, Akibou AKINDELE, Gervais ATCHADE, Foby OROUBARE du LACEEDE, pour les appuis et orientations techniques apportés à cette thèse.

Nous formulons par cette même occasion, nos sincères remerciements à l'endroit des amis du LABEE, les Docteurs : Djafarou ABDOULAYE, Auguste T. HOUINSOU, Martin ASSABA, Mama DJAOUGA, Jules ODJOUBERE, Rachad ALI, François GBESSO, Irenée QUENUM ; les Doctorants : Simon B.Y. ALLAGBE, Herman PLAGBETO, Gérard TOVIDE, Darius OBOSSOU, Clément ADJIRE et Jean-Marie DJOSSOU.

Nous réitérons nos reconaissances aux parents et aux amis ci-après :

- Messieurs Rodrigue DOSSOU, Emmanuel et Joachim MADOHONAN et à travers eux, toutes les familles DOSSOU, VIDEGLA et MADOHONAN pour la vie fraternelle que nous menons ensemble ;
- Messieurs Guy, Raoul et Dissou ZOMAHOUN ; à travers eux, la famille ZOMAHOUN pour sont soutien de toutes natures ;
- Madame Valérie ASSOGBA pour son rôle de mère ;
- Mes frères Sacramento et Nataniel ; mes sœurs Lucie, Clémentine, Hélène et Brigitte pour leur assistance fraternelle ;
- Mes cousines Antoinette et Philomène ; mescousins Alexis, Joseph et Philibert; mes neveux et nièces pour leur assistance ;
- Madame Monique AMAHOWE épouse VODOUNOU, pour son accueil chaleureux lors de mes visites à domicile ;
- Madame Claudia AGBEDE épouse HOUNGBEDJI et ses enfants, pour leur soutien ;
- Monsieur Julien HOUNGBEDJI, son épouse et leurs enfants, pour leur soutien ;
- Révérends Pascale SAMBIENI et Martin KLOBO ; à travers eux, toute ma communauté religieuse, pour son soutien.
- Messieurs Joël TOSSOU et Isidore AMAHOWE, pour leurs appuis techniques ;

Nos remerciements à l'endroit des populations des Communes de Ouèssè et de Tchaourou, pour leurs appuis, accueil et franche collaboration sur le terrain.

RESUME
La recherche sur les impacts des systèmes d'exploitation des ressources naturelles sur les écosystèmes dans le bassin de la Beffa au Bénin, Afrique de l'Ouest a été entreprise. La recherche vise à étudier les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dansle bassin de la Beffa. Il s'agit de faire une analyse générale des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes du bassin. La démarche utilisée comporte la recherche documentaire, l'analyse diachronique des sources spatiales disponibles (images satellitales multidatées), les enquêtes de terrain, la détermination des paramètres géométriques du bassin. Les analyses toposéquentielles et démographiques ont permis d'obtenir un certain nombre de résultats. L'approche matricielle de Léopold a été utilisée pour évaluer les impacts des systèmes de production sur les écosystèmes.
Les résultats obtenus indiquent que le bassin de la Beffa est de forme allongée à relief mixte (relativement élevé à plat). La densité de drainage de l'ordre de 1,32 km/km² indique que l'écoulement est très développé et le drainage bien dense. Beaucoup d'affluents apportent alors de l'eau au cours principal. La valeur élevée de la constance de saturation du cours principal (759,350 km²/km) traduit la présence d'eau dans le bassin toute l'année. Ce qui favorise le développement des activités de pêche pendant la période de l'étiage et d'autres activités comme l'abreuvage du bétail, la riziculture.
L'analyse des différentes cartes d'occupation du sol (1990,1995, 2006 et 2010), de même que les simulations de l'état de l'occupation du sol sur les quatre décennies (2010-2020, 2020-2030, 2030-2040 et 2040-2050) a montré que les formations boisées du bassin ont connu une régression de 38 %. Du point de vue physionomique, les forêts denses deviennent des forêts claires et des savanes boisées. Mais, une stabilité relative est observée en ce qui concerne les plans d'eau et les surfaces rocheuses.
Les facteurs qui participent à la dégradation des formations boisées du bassin sont d'ordre climatique, édaphique, topographique et anthropique. Parmi ces facteurs, ceux qui sont anthropiques, paraissent les plus déterminants. Les populations locales, après avoir épuisé les espaces boisés des sommets, s'attaquent aux ressources naturelles des écosystèmes du bassin. Elles détruisent ainsi ces milieux dont certaines espèces fauniques ou floristiques se trouvent menacées de disparition. Les sources de pression sur le bassin sont : la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis, la pêche par empoisonnement des cours et plans d'eau, la chasse, l'exploitation forestière, l'exploitation des bancs de sable, etc. Or, les travaux de terrain révèlent que les différents exploitants ne sont pas prêts à payer plus de 10 % de leur revenu annuel à l'Etat en compensation des dommages que leurs activités causent à l'environnement. Il est urgent de prendre des mesures de protection à court, moyen et long terme pour préserver un tant soit peu ces écosystèmes du bassin contre la dégradation dont les effets et indices sont évidents sur le terrain.

Mots clés : Bassin de la Beffa, systèmes d'exploitation, impacts, ressources naturelles, Bénin

ABSTRACT
Research has been undertaken about the impacts of the exploitation systems of natural resources on the ecosystems in the basin of Beffa in Benin, West Africa. The objectives of this study are to characterize the basin from biophysical and human point of view, analyze the different exploitation systems set up by the population and determine its impacts. The approach used involves documentary research, diachronic analysis of space sources available (Multi dates satellite images), field surveys, determining the geometric parameters of the basin. The sequential topo and demographic analysis have yielded a number of results. The Leopold matrix approach was used to assess the impact of production systems on the ecosystems.
The results obtained indicate that the basin of Beffa is a lying basin with a mix forms (relatively high flat), drainage density of about 0.001 1,32 km / km² indicates that the flow is well developed and concentrated, a lot of tributaries brings water to the main course. However, the high value of the main course of the constant saturation (759.350 km² / km) reflects the presence of water in the basin all through the year. This promotes the development of fishing activities during the period of low water and other activities such as watering livestock and rice cultivation.
The analysis of different land cover maps (1990.1995, 2006 and 2010), as well as simulations of the state of land use over the four decades (2010-2020, 2020-2030, 2030 200-2050 and -2040) showed that the woodlands of the basin have experienced a 38% decline. To the physiognomic perspective, dense forests have become clear and woodlands forests. However a relative stability is observed with respect to the bodies of water and rock surfaces.
Factors that contribute to the degradation of woodlands of the basin are climatic, edaphic, topographic and human. But human factors appear most decisive. Local people, after exhausting the wooded areas of the peaks, attack the natural resources of the basin ecosystems. They thus destroy the environments, some plant or wildlife species are endangered. Several operating systems are noted. These include among others: the practice of slash and burn agriculture, fishing by poisoning courses and lakes, hunting, logging, exploitation of sand banks, etc. But field investigations show that different operators are not willing to pay more than 10% of their annual income to the State for the compensation of damage that their activities cause to the environment. It is urgent to take protective measures in the short, medium and long term to preserve these watershed ecosystems against degradation, their effects and indications are evident on the ground.

Key words: Basin of Beffa, operating systems, impacts, natural resources, Benin.

SIGLES ET ACRONYMES

ABE : Agence Béninoise pour l'Environnement
AEV : Adduction d'Eau Villageoise
AGG : Agglomération
BF : Borne Fontaine
BI : balance ionique
AMMA : Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine
BTP : Bâtiment et Travaux Publics
CENATEL : Centre National de Télédétection et de surveillance du couvert forestier
CAP : Consentement à Payer
CDB : Convention sur la Diversité Biologique
CENAP : Centre National d'Agropédologie
CeRPA : Centre Régional pour la Promotion Agricole
CeCPA : Centre Communal pour la Promotion Agricole
DANA: Direction de l'Alimentation et de la Nutrition Appliquée
DH/SH : Direction de l'Hydraulique Service de l'Hydrologie
FADEC : Fonds d'Aide au Développement des Communes
FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FCFA :Franc de la Communauté Financière Africaine
FCIT :Front de Convergence Inter Tropicale
FLASH : Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
FC : Forêt classée
FG : Forêt galerie
FPM : Forage équipé de Pompe Manuelle
FSA : Faculté des Sciences Agronomiques
IGN : Institut Géographique National
IMPETUS : Approche Intégrée pour une Gestion Efficiente des Ressources Hydriques Limitées en Afrique de l'Ouest
INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change
km^2 : kilomètre carré
km : kilomètre
LABEE : Laboratoire de Biogéographie et Expertise Environnementale
LACEEDE : Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Écosystèmes et Développement
LARES :Laboratoire d'Analyse Régionale et d'Expertise Sociale
LSSEE : Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement
m : mètre
MAEP: Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MDRAC : Ministère du Développement Rural et de l'Action Coopérative
MEHU : Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme
MEMH : Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Hydraulique
MERPMEDER : Ministère de l'Energie, des Recherches Pétrolières et Minières, de l'Eau et du Développement des Energies Renouvelables

MISD **:** Ministère de l'Intérieur, de la Sécurité et de la Décentralisation
MDGLAAT **:** Ministère de la Décentralisation, de la Gouvernance Locale, de l'Administration et de l'Aménagement du Territoire
MCJ **:** Mosaïque de cultures et jachères
NPK : Azote, Phosphore et Potassium
OMS **:** Organisation Mondiale de la Santé
ONASA **:** Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire
PAGeFCom **:** Projet d'Appui à la Gestion des Forêts Communales
PAN **:** Pesticide Action Network
PAZH **:** Programme d'Aménagement des Zones Humides
PDC **:** Plan de Développement Communal de Ouèssè, 2011-2015
PGD : Puits à Grand Diamètre
pH : Potentiel Hydrogène
PIB **:** Produit Intérieur Brut
PLANT **:** Plantation
PMH **:** Pompe à Motricité Humaine
PNUE **:** Programme des Nations Unies pour l'Environnement
UAC **:** Université d'Abomey-Calavi
UICN **:** Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UP **:** Université de Parakou
RGPH: Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SB **:**Savane boisée
SERHAU-SEM : Société d'Etudes Régionales, d'Habitat et d'Aménagement Urbain Société-d'Economie Mixte.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture reste le socle des économies des pays en voie de développement. Le Bénin est un pays dont l'économie repose essentiellement sur le secteur agricole. Le secteur primaire a contribué en moyenne pour 37 % au PIB sur la période 1994 à 2003. Il occupe un taux de 88 % comme contribution aux recettes d'exportation, et emploie 70 % de la population active (INSAE, 2002).

Sur l'ensemble des activités du secteur primaire, l'agriculture à elle seule contribue pour 40 % au PIB, assure 80 % des exportations et emploie plus de 65 % de la population active (Adégbidi et Biao, 1994; INSAE, 2002).

La vivacité de l'économie béninoise reste encore donc très dépendante des potentialités agricoles dont dispose le pays. Ainsi, les écosystèmes, sous leurs diverses formes, subissent aujourd'hui des préjudices du fait des actions anthropiques. Les superficies agricoles emblavées sont passées de 1 080 000 ha en 1961 à 1 717 000 ha en 1994, soit un accroissement de plus de 59 % en 33 ans (FAO, 1998). La production du coton sur le plan national est passée de 272.371 tonnes en 1993 (MAEP, 2004) à 428 000 tonnes en l'an 2004, soit une augmentation de 43,35 % pour une période de douze (12) ans.

La population béninoise, pays de l'Afrique de l'Ouest, connaît une évolution sans cesse croissante. En effet, selon les résultats du RGPH1 (1979) au Bénin, l'effectif de la population était de 3 33 210 habitants, ensuite elle a atteint 4 915 600 habitants en 1992 (RGPH2). Le quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation réalisé du 11 mai au 31 mai 2013 a permis de dénombrer 10 008 749 habitants résidents des deux sexes dont 5 115 704 personnes de sexe féminin soit 51,2% de la population totale, ce qui correspond à un rapport de masculinité de 95,3 hommes pour 100 femmes.La population dénombrée au troisième recensement de février 2002 était de 6 769 914 habitants. Il ressort des résultats des deux opérations, un taux annuel d'accroissement inter censitaire de 3,5 %. Au regard de ce taux, on peut noter que la population du Bénin a connu ces dix dernières années un accroissement plus accéléré sur la période 2002-2013 (3,5 %) comparativement à la période 1992-2002 (3,23

%).En rapportant l'effectif de population recensé, 10 008 749 habitants à la superficie du Bénin, 114 763 km², il se dégage une densité de 87,2 habitants au kilomètre carré en 2013. Cet indicateur est passé de 29 habitants au kilomètre carré en 1979 à 43 en 1992 puis à 59 en 2002 (INSAE, 2015).

La satisfaction des besoins fondamentaux de ces populations relève d'une lourde responsabilitépour les acteurs socio-politiques et économiques à différents niveaux. Ainsi, ce poids démographique qui est loin d'atteindre son palier, engendre une forte pression sur les ressources naturelles provoquant ainsi la dégradation de ces dernières. L'intense exploitation du couvert forestier, l'inadéquation des techniques d'exploitation sur un site morpho-pédologique fragile, prédispose ce dernier à la dégradation du complexe "faune-flore'' et à l'érosion hydrique du sol (MDRAC et FAO, 1983 ; Domingo, 1996). En effet, les systèmes agricoles utilisés dans la mise en valeur des ressources des milieux humides au Bénin, ne tiennent généralement pas compte de la vulnérabilité des écosystèmes. Selon Togbé (1996), ce qui dans le milieu naturel protège le sol contre l'érosion, c'est la végétation, mais une fois ce couvert végétal arraché, le sol devient vulnérable. L'ampleur des séquellesenvironnementales qui découlent des pressions exercées sur les ressources naturelles, suscite une prise de conscience conséquente aux niveaux des diverses couches sociales(Boutrais, 1996 ; Arouna, 2002). Les causes n'étant plus un secret pour personne, il convient alors que des solutions palliatives concrètes soient recherchées et que leur mise en œuvre démarre au plus pour enrayer ce fléau qui menace de plus en plus la survie de l'humanité tout entière (Vissin, 2007 ; Toko, 2008 ; Vodounou, 2010). Au nombre des actions de préservation de l'intégrité de l'environnement, figurent en très bonne place la conservation et la gestion durable des zones humides.

Les écosystèmes, sous leurs diverses formes, subissent aujourd'hui des préjudices de la part de l'humanité. Les zones humides, généralement objet de forte concentration humaine à cause des immenses ressources dont elles regorgent sont soumises à l'action destructrice de l'homme. Très riches en ressources naturelles de tout genre, elles sont le siège d'intenses activités de production (Gbaï, 2009 ; Vodounou, 2010).

Le bassin de la rivière Beffafait partie des zones humides du Centre-Bénin qui se caractérisent par des bas-fonds, mares, marigots, cours d'eau, etc..Selon Vernier, (1995), les milieux humides, constituent des étendues d'eau continentales de faible profondeur (marais, étangs, lacs moins profonds, ruisseaux, forêts inondables, des plaines alluviales) ou littorales (estuaires, marais, lagunes vasières, mangroves).

Il est désormais aisé de comprendre que les zones humides sont des écosystèmes caractérisés par la présence de plusieurs composantes biologiques : eau, sols, flore et faune. Selon Sally *etal*. (1994), ces zones humides procurent à l'humanité des avantages économiques considérables dans plusieurs domaines dont les plus connus sont les activités halieutiques, l'agriculture et l'approvisionnement en eau. Par ailleurs, elles ont une grande importance sur le plan de l'équilibre écologique et du support de toute vie. Elles sont de fait sollicitées par les pêcheurs, les éleveurs et les agriculteurs car, ce sont des endroits à très fortes potentialités agricoles et piscicoles (Vernier, 1995). Hélas, cette exploitation engendre régulièrement de graves préjudices écologiques qui s'expriment par la dégradation du complexe faune et flore.

L'utilisation rationnelle et optimale de ces zones dites humides devrait contribuer à la satisfaction des besoins croissants des populations aussi bien rurales qu'urbaines. Autant de raisonslégitiment l'intérêt de la présente étude qui vise à évaluer les impacts des systèmes d'exploitation des ressources naturelles sur les écosystèmes du bassin de la Beffa.

Ce document est structuré en trois parties. La première partie a traitédes cardres theorique, conceptuel,juridique et institutionel ; de la revue de litterature ; de la clarification conceptuelle ; des carateristiques du milieu d'étude et de l'approche méthodologique. La deuxième partie présente les résultats relatifs aux potentialités naturelles du bassin en relation avec les principaux systèmes d'exploitation ; aux modes et techniques de production ;enfin, aux types de dégradations et à l'évaluation contingente des écosystèmes.

Les résultats objet de la troisième partie ont été consacrés à l'analyse écosystémique des impacts, à la discussion des résultats età la conclusion générale.

PREMIERE PARTIE

CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET INSTITUTIONEL ; REVUE DE LITTERATURE ; CLARIFICATION CONCEPTUELLE ; CARATERISTIQUES DU MILIEU D'ETUDE ET APPROCHE METHDOLOGIQUE

CHAPITRE I: CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET INSTITUTIONEL ; REVUE DE LITTERATURE ; CLARIFICATION CONCEPTUELLE ; MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES

Dans ce chapitre, il est présenté dans l'ordre, la problématique de l'étude, les hypothèses et objectifs, d'une part et d'autre part, le secteur d'étude.

1.1- CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET NSTITUTIONEL

1.1.1- Cadre théorique

1.1.1.1- Problématique

La lutte contre la dégradation de l'environnement est aujourd'hui de plus en plus préoccupante tant au niveau local qu'au niveau mondial. Cette dégradation est parfois due aux facteurs naturels, elle est aussi aggravée par des actions anthropiques sous diverses formes (MDRAC et FAO, 1983).

L'environnement béninois en particulier les milieux humides, est marqué par la forte dégradation des ressources naturelles (Okou, 1981).

L'eau est indispensable pour le développement de la vie. Elle constitue un habitat pour une partie de la faune et de la flore. C'est aussi un vecteur de matières érodant et modifiant les paysages. L'eau est un élément vital d'alimentation qui devient, avec l'accroissement de la population, une denrée de plus en plus convoitée (Vissin, 2007).

Ecosystèmes privilégiés de la biodiversité, les milieux humides sont caractérisés par le descripteur eau, et fournissent aussi les ressources nécessaires dont dépend la vie d'innombrables espèces animales et végétales (Vodounou, 2002). Selon le même auteur, les zones humides sont les milieux les mieux productifs du monde. Ainsi, leurs écosystèmes sont exposés à une forte pression agricole. L'exploitation anarchique des ressources naturelles au niveau du bassin se traduit par le feu de végétation qui est une pratique répandue dans le milieu. Elle s'exécute en saison sèche à des fins de chasse et de défrichement dans un système d'agriculture itinérante sur brûlis. L'abattage des arbres pour la fabrication du charbon, l'obtention de bois d'œuvre et de chauffe

(Adjinda et Hounton, 1997). Le pastoralisme est dominé par l'élevage du bétail, qui se pratique suivant un mode extensif. L'élevage contribue dans une large mesure à la destruction du couvert végétal, entraînant la mise à nu du sol (Oloukoï, 2006).

Les pratiques culturales, les techniques de pâturage et les autres systèmes d'exploitation des ressources naturelles ne sont pas toujours en adéquation avec les propriétés naturelles des écosystèmes (Tchiwanou, 2003).

La croissance démographique, la persistance des problèmes fonciers, et les besoins monétaires du monde contemporain ont rendu les hommes "prédateurs" des ressources naturelles. La conquête, de plus en plus importante des terres, à des fins d'activités économiques en l'occurrence pour l'agriculture, suscite des inquiétudes. Le phénomène de la surexploitation permet aux générations présentes de satisfaire leurs besoins mais ne garantit pas aux générations futures de satisfaire les leurs (Domingo, 1996).

Dans son ouvrage intitulé « La Bataille de l'Eau », Cans cité par Vissin (2007), dresse un tableau alarmant de l'avenir de cette ressource. Enjeu de vie, l'eau devient de plus en plus une question politique, source croissante de tensions entre Etats, voire sociocommunautaires, notamment au Proche-Orient et en Afrique.

Les modes et systèmes de production mis en œuvre dans le cadre des activités agricoles ont un très grand impact sur la dynamique des écosystèmes (Togbé, 1996).

Selon Fanou *et al.* (1997), pendant la période coloniale, précisément en 1950, le Bénin enregistrait près de 2 158 028 ha de forêts classées, soit l'équivalent d'environ 20 % de la superficie nationale. Mais de nos jours, l'ensemble de ces forêts n'occupent qu'à peu près 10 % de la superficie nationale, soit une réduction de moitié sous l'influence des systèmes d'exploitations. Selon Sinsin et Heymans cités par Odjoubéré (2014), la quasi-totalité des aires classées comme savanes boisées dans le Nord-Bénin ont pratiquement disparu et, dans le même temps, la superficie de la savane arborée a diminué de 80 % environ.

Les activités économiques et de subsistance des hommes constituent une pression qui compromet les objectifs que vise la notion du développement durable dans la gestion des ressources fauniques. L'évaluation des effets des actions anthropiques sur les espèces fauniques révèle que lesdites espèces sont menacées à cause de l'utilisation concurrentielle des terres à des fins d'intérêt socio-économique et de satisfaction nutritionnelle par populations (Azanlin, 2007). Vers les années 1970, le buffle (*Syncerus caffer caffer*) était sur la liste des mammifères au Dahomey (Happold, 1973). Selon Sayer et Green (1984) deux espèces de buffle existaient au Bénin à l'époque ; la première, *Syncerus caffer brachyceros* est rencontrée dans les deux Parcs Nationaux (Pendjari et 'W') et dans les autres forêts classées du centre et du Nord. Le type *Syncerus caffer nanus* est l'espèce rencontrée au Sud. Guèdègbé et Baglo cités par Azanlin (2015) ont fait remarquer qu'il y avait la présence du buffle au Sud du Bénin lors de l'étude sur l'environnement naturel et socio-économique de la forêt classée de la Lama. La distribution du buffle est réduite de nos jours aux deux Parcs nationaux et à quelques forêts classées du Nord (Sinsin *etal*., 1997). Sogbohossou *et al.* (2010) ont fait le point de la spatialisation du buffle dans tout le Bénin. De nos jours, cette espèce est confrontée au problème de la fragmentation de son habitat.

Du point de vue sanitaire, selon Ton *et al*.cités par Vodouhè (2007), l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse dans la production des produits vivriers présente beaucoup de risques pour la santé humaine et pour l'environnement. Il ajoute qu'une étude réalisée sur les sites de Kouhounou et de Houéyiho, à Cotonou, a montré une toxicité résiduelle des cultures maraîchères en métaux lourds et en pesticides organochlorés. Une autre étude réalisée par le PAZH cité par Vodouhè (2007) a montré une contamination des sols par les pesticides organochlorés, en particulier l'endosulfan dans la vallée de l'Ouémé. Cette contamination résulterait de l'utilisation de pesticides organochlorés pour le traitement des cultures, dans la vallée ou à ses abords. Ces pesticides peuvent s'incorporer facilement dans les végétaux, et remonter à l'homme par la chaîne alimentaire.

Il est à constater que la question de la fragilité des milieux humides préoccupe bon nombre d'acteurs de développement et chercheurs (FAO, 1995 ; Boko, 2000).

L'inquiétude pour le cas du bassin de la Beffa se justifie par rapport à sa situation géographique. Il s'agit en effet, d'un bassin entouré de cinq forêts classées. A l'ouest, les forêts de Wari-Maro et des Monts Kouffé ; à l'est,celles de Tchaourou et de Toui-Kilibo et, enfin, au nord, la forêt de Tchatchou. Le risque est alors très élevé pour que les populations riveraines de la rivière Beffa concentrent leurs activités agricoles sur le peu d'espace libre restant. Les conséquences immédiates de cet état de choses sont la dépréciation des rendements agricoles, l'éclosion de conflits et de déprédation d'unités de production, compromettant ainsi toute vision de gestion durable des ressources.

Les questions relatives à la protection de l'environnement constituent actuellement les préoccupations de toute politique de développement socio-économique ; ainsi, l'étude des systèmes d'exploitation des ressources du bassin s'avère fondamentale pour une gestion prédictive de ces écosystèmes.

La présente étude se propose d'être une contribution à la prise de décision à différents niveaux de développement. Elle pourrait permettre d'attirer l'attention des pouvoirs publics, des collectivités locales, des acteurs privés et partenaires au développement sur les enjeux de la mise en valeur des ressources du bassin de la Beffa qui, exigent à l'étape actuelle, des mesures spécifiques eu égard au niveau de vie précaire de la population et de ses souffrances. Ce travail pourrait être un modeste outil d'aide à la prise de décision pour tout entrepreneur de programmes et projets de développement à différents niveaux sociaux.

De tout ce qui précède, la question globale qui se dégage est de savoir si l'ensemble des techniques et outils mis en œuvre dans l'exploitation des ressources naturelles du bassin de la Beffa, n'est pas porteur aussi bien de préjudices que d'atouts pour l'environnement et la société humaine dudit bassin.

De cette question principale, dérivent les sous-questions suivantes :

- Quels sont les paramètres biophysiques et socio-économiques qui prévalent dans le bassin?
- Quelle est la typologie des modes et systèmes d'exploitation mis en œuvre dans le bassin de la Beffa ?

- Quelle est la dynamique spatio-temporelle du couvert végétal dans le bassin, au regard des activités socio-économiques qui s'y déroulent?
- La gestion planifiée des ressources ne mérite-t-elle pas la mise en place d'une modélisation prédictive de l'occupation du sol ?

En vue d'apporter des éléments de réponse à ces questions, des hypothèses sont émises.

1.1.1.2- Hypothèses

Il y a l'hypothèse générale et les hypothèses spécifiques.

❖ *Hypothèse générale*

Les techniques, outils et modes d'exploitation des ressources naturelles, mis en ouvre dans le bassin, engendre des implications environnementales de divers ordres.

❖ *Hypothèses spécifiques*

Trois hypothèses de recherche sont formulées pour servir de fil conducteur à cette étude et répondre à nos objectifs de recherche. En effet :

- l'état actuel du bassin dépend des paramètres biophysiques et socio-économiques qui prévalent ;
- les modes et systèmes d'exploitation sont déterminés par les besoins des populations ;
- les activités socio-économiques impactent sur la dynamique des écosystèmes dans le bassin de la Beffa ;
- les mécanismes d'aide à la prise de décision sont des outils importants dans la planification de l'exploitation des ressources naturelles.

Les recherches dans le cadre de cette thèse sont axées sur un objectif global et des objectifs spécifiques.

1.1.1.3- Objectifs de recherche

Il y a l'objectif global et les objectifs spécifiques

- *Objectif global*

L'objectif global est d'étudier les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Beffa. Il s'agit de faire une analyse générale des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes du bassin.

- *Objectifs spécifiques*

De facon spécifique il s'agit :

1. de déterminer les caractéristiques physiques et socio-économiques du bassin de la Beffa ;
2. de décrire les modes et les systèmes d'exploitation des ressources naturelles du bassin ;
3. d'évaluer les incidences environnementales des systèmes d'exploitation dans le bassin ;
4. de simuler l'état de l'occupation du sol pour la mise en place d'un outil d'aide à la prise de décision.

1.1.2- Cadre conceptuel

Le bassin de la Beffa se trouve en milieu rural où les fortes pressions démographiques et d'exploitation des ressources naturelles sont intenses du fait de l'arrivée massive des migrants agricoles en provenance de divers horizons. C'est un espace entièrement circonscrit dans la zone cristalline du Bénin, où on rencontre l'ensemble des formations très métamorphisées du Dahomeyen, de l'Atacorien et de la série de Kandé-Boukombé. Les sols y sont squelettiques et peu profonds. Ils sont favorables à l'agriculture car très minéralisés. La topographie du bassin est caractérisée par une

vulnérabilité à l'érosion hydrique. Du point de vue hydrographique, le bassin de la Beffa dispose d'important bas-fonds et de cours d'eau permanents. Ces caractéristiques font du milieu d'étude un espace à forte potentialité d'exploitation de ressources naturelles.

Un bassin désigne la région drainée par un fleuve ou une rivière et ses affluents, c'est-à-dire, l'ensemble de toutes les pentes des eaux qui se réunissent dans un fleuve ou une rivière. A l'intérieur de ces derniers, se trouvent des ressources naturelles qui sont souvent en équilibre relatif. Ces ressources sont parfois considérées comme inépuisables. L'obligation qui se fait à tout individu de rechercher les voies et moyens de satisfaire ses besoins humains, pousse les populations à utiliser abondamment ces ressources pour satisfaire leurs exigences actuelles à travers des activités de production.

Ce faisant, dans la majorité des cas, les systèmes d'exploitation mis en œuvre par les populations sont nuisibles aux écosystèmes provoquant parfois des dégradations irréversibles et des tensions sociales inimaginables.

Dans ce même ordre d'idées, d'après Malthuscité par Palliere (2012): le concept « *population power* » est irrémédiablement plus fort que le concept « *power of the earth to produce subsistence* ». Selon la thèse de Malthus:tandis que la population croît en terme exponentiel, la production alimentaire n'augmente qu'en termearithmétique. La conséquence qui découle d'une telle contradiction entre les deux termes est la misère.

Pour Boserup (1965), c'estlaforte poussée démographique qui inciterait les paysans à adopter de nouvellespratiques de production plus intensives. C'est à dire permettant d'accélérer le rythme des récoltes sur une mêmeparcelle, souvent au prix d'un travail plus important.Selon ce schéma de Boserup (1965), par exemple, la réduction du temps de friche consécutive àl'augmentation de la population entraîne à la fois une baisse des rendements et une charge de travailaccrue. Ces deux facteurs qui se combinent pour provoquer une baisse de la productivité journalière dutravail. Au dessus d'une certaine densité depopulation-seuil, cette baisse est suffisamment importante pour la motivation des paysans à adopter des techniques plus intensives.

Boserup (1965), par opposition à Malthus(1798), considère que la croissance démographique est le facteur déterminant des changements technologiques survenus dans l'agriculture. L'auteur estime que la densité démographique incite à augmenter la fréquence des récoltes sur une parcelle donnée (intensification de l'utilisation du sol). Sous certaines conditions, cela entraîne un processus de développement économique. La croissance de la population favorise la division du travail, ainsi que les habitudes de travail, donc les gains de productivité et, à terme, le développement des communications.

La figure 1 montre le cadre théorique de l'étude.

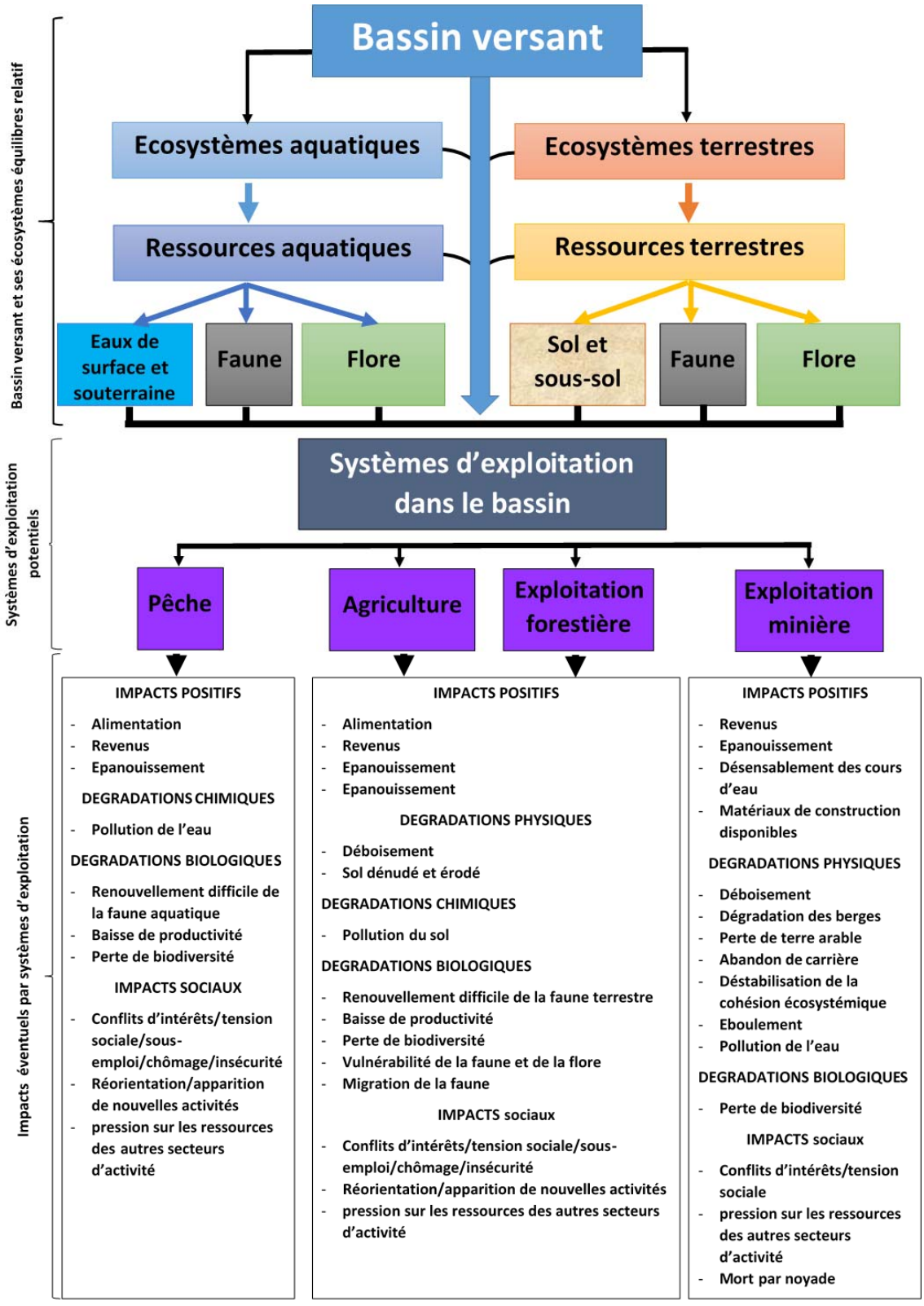


Figure 1: Cadre théorique des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et de leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Beffa au Bénin.

Le bassin étant un complexe constitué d'éléments biotiques et abiotiques, une exploitation judicieuse et rationnelle de ses ressources pourrait constituer un

fondement pour le développement humain dans ledit bassin, en raison des potentialités productives dont il dispose. Inversement, une exploitation incontrôlée à l'instar des constats actuels dans le milieu conduirait à une détérioration complète et irréversible des ressources du bassin mettant ainsi à mal l'économie locale, nationale, voire internationale. Bien qu'il soit vrai que, depuis les années 1950 à nos jours, le milieu continue d'accueillir des migrants agricoles, l'inverse pourrait se produire lorsque les ressources naturelles disponibles auraient atteint leur comble en termes de dégradation.

1.1.3- Cadres juridique et institutionnel du secteur de l'eau au Bénin

La bonne gestion des ressources naturelles passe au préalable par le développement et la mise en application d'un cadre juridique adéquat et propice à la promotion de la transparence et de la gestion participative.

1.1.3.1- Cadre juridique

Au Bénin, il existe l'arsenal juridique disponible se rapportant à la protection et à la sauvegarde des ressources naturelles dont les ressources floristiques, fauniques, minières etc. Ces instruments juridiques ont été régulièrement renforcés par des dispositions adaptées aux engagements internationaux pris par le pays et à l'évolution du cadre socio-économique et culturel. Ainsi, plusieurs lois et décrets ont été adoptés ou sont en cours d'élaboration ou d'adoption.

Sur le plan national, les plus importants sont :

- la Loi n° 87-016 du 21 Septembre 1987 portant Code de l'Eau en République du Bénin ;
- la Loi n°97-029 du 15 Janvier 1999 portant organisation des communes en République du Bénin ;
- la Loi n°97-028 du 15 Janvier 1999 portant organisation de l'administration territoriale de la République du Bénin ;
- la Loi n°98-030 du 12 Février 1998 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin ;

- la Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin ;
- la Loi n°91-004 du 11 Février 1991 portant réglementation phytosanitaire en République du Bénin ;
- la Loi n°87-15 du 21 Septembre 1987 portant Code de l'Hygiène Publique ;
- la Loi n°87-013 du 21 Septembre 1987 portant réglementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance en République du Bénin;
- le décret n°86-516 du 15 Décembre 1986 portant définition des responsabilités en matière de gestion du littoral ;
- la Loi du 14 août 1965 portant régime de la propriété foncière en République du Bénin;
- le décret n° 2001-094 du 20 février 2001 fixant les normes de qualité de l'eau potable en République du Bénin ;
- le décret n° 2001-095 du 20 février 2001 portant création, attributions, organisation et fonctionnement des cellules environnementales en République du Bénin ;
- le décret n° 2001-109 du 04 avril 2001 fixant les normes de qualité des eaux résiduaires en République du Bénin ;
- l'ordonnance n° 68-38/PR/MTPTPT du 18 Juin 1968 modifiée par Ordonnance n° 69-49/PR/MAE du 9 Décembre 1969 portant Code de la Marine Marchande (article 190) ;
- l'arrêté interministériel N° 100/MTPTPT/MDRC/du 31 Juillet 1968 fixant les conditions de l'exercice de la pêche dans les eaux territoriales du Dahomey ;
- l'ordonnance n° 20/PR/MDRC/SP du 15 Avril 1966, portant réglementation générale de la pêche dans les eaux continentales du Dahomey et son décret n° 183-PR/MDRC du 25 Avril 1966, le décret n°204/P.C./MDRC du 1er Octobre 1964 instituant un contrôle des produits de la pêche et des conditions de commercialisation de ces produits ;
- le décret N°98-215 du 11 Mai 1998 portant Assurance Qualité des Produits de la Pêche en République du Bénin.

Au plan des accords et conventions internationaux ratifiés, il s'agit de :

- la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques ;
- la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification ;
- la Convention d'Abidjan relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et de la zone côtière et marine ;
- la Convention de Ramsar sur la gestion des zones humides ;
- la Convention de Bamako sur la gestion efficace des déchets dangereux et le contrôle transfrontalier de leurs mouvements ;
- la Convention de Viennes sur les gaz à effet de serre ;
- le Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone;
- la Convention sur la diversité biologique ;
- la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants ;
- la Convention de Rotterdam sur la procédure d'information et de consentement préalable en connaissance de cause, applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international ;
- la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et autres déchets et leur élimination.

De l'analyse du cadre juridique béninois, il ressort d'une part, qu'il se pose un problème d'harmonisation des textes et d'autre part, que même si l'arsenal juridique du pays est assez fourni, des problèmes de mise en application se posent. Cela se justifie essentiellement par le fait que certaines lois sont présentement inadéquates et méritent d'être révisées ou actualisées. De même, la lenteur dans les processus d'élaboration et d'adoption des textes législatifs et réglementaires pose problème. Il y a également l'absence de textes d'application de lois et/ ou leur non application lorsqu'ils existent.

1.1.3.2- Cadre institutionnel

Le Bénin se caractérise par l'existence d'un grand nombre d'acteurs qui interviennent directement ou indirectement sur différents aspects de gestion et d'utilisation de la

ressource eau. Il existe trois principaux types de structures publiques qui ont des rôles importants dans la gestion des ressources en eau :

- les structures publiques à vocation spécifique : ce sont des institutions typiquement orientées vers l'eau. Plusieurs de leurs attributions mentionnent une implication dans le secteur eau ;
- les structures à responsabilité indirecte dont les activités ont d'une manière ou d'une autre un lien avec la gestion de la ressource eau ;
- les structures de contrôle général de l'Etat.

Le rôle central est joué par quatre ministères clés à savoir :

1) *Le Ministère de l'Energie, des Recherches Pétrolières et Minières, de l'Eau et du Développement des Energies Renouvelables (MERPMEDER) à travers* :
   la Direction Générale de l'eau (DG-Eau) et ses directions techniques ;
   - le Secrétariat technique pour la promotion et la coordination de la gestion intégrée des ressources en eau (STPC-GIRE) ;
   - les services déconcentrés du MERPMEDER au niveau départemental : Service Hydraulique des Directions Départementales;
   - la tutelle exercée par le MERPMEDER sur la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB).

2) *Le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) à travers :*
   - *la Direction du Génie Rural (DGR)* : ses rôles dans le secteur de l'eau sont spécifiquement liés à la maîtrise de l'eau, des aménagements hydro agricoles et hydro pastoraux ;
   - *la Direction des Pêches (DP) :* avec des rôles d'Information, d'Education et de Communication (IEC) et de formation des comités de pêches ;
   - *la Direction de l'Elevage (DE) :* intervient dans la gestion des ressources en eau ;
   - *la Direction des Forêts et Ressources Naturelles (DFRN) :* avec des rôles dans la gestion des ressources naturelles et également des ressources en eau ;

- *le Centre d'Action Régional pour le Développement Rural (CARDER) :* intervient dans la gestion des ressources en eau à travers le Service d'Aménagement et d'Equipement Rural (SAER) de la Direction de l'Aménagement et de la Gestion des Ressources Naturelles (DAGRN) ;
- *le Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF)* : intervient dans la protection des ressources naturelles y compris de l'eau dans les parcs et leur utilisation durable.

3) *Le Ministère de l'Environnement Chargé de la Gestion des ChangementsClimatiques, du Reboisement et de la Protection des Ressources Naturelles et Forestières (MECGCCRPRNF) à travers :*
   - la Direction de l'Environnement (DE) et l'Agence Béninoise de l'Environnement (ABE) pour les aspects directement liés à l'environnement : réglementation, études d'impacts, changements climatiques, désertification, biodiversité, Convention de Ramsar et police environnementale ;
   - la Délégation à l'Aménagement du Territoire (DAT), la Direction de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Assainissement (DUHA), l'Institut Géographique National (IGN) pour les aspects liés à l'occupation de l'espace, au foncier, à l'élaboration et à la mise en œuvre de schéma d'aménagement. Ces derniers doivent être adaptés aux réalités de chaque région du pays.
4) *Le Ministère de la Santé: à travers la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base (DHAB) et la Police sanitaire qui assurent l'application de la politique sanitaire*

Parmi les autres ministères qui sont également impliqués dans la gestion de l'eau au Bénin par le biais de certaines de leurs directions techniques, il y a :

- le Ministère des Travaux Publics et des Transports (MTPT) à travers l'Agence pour la Sécurité et la Navigation Aérienne (ASECNA) pour la collecte des données agrométéorologiques ;

- le Ministère de la Culture, de l'Alphabétisation, de l'Artisanat et du Tourisme (MCAAT) à travers la Direction du Tourisme et de l'Hôtellerie qui joue un rôle important dans la gestion des plans d'eau à caractère touristique ;

- le Ministère du Développement, de l'Analyse Economique et de la Prospective (MDAEP) à travers son rôle de fer de lance du développement socio-économique du pays et de centralisation d'analyse perspective ;

- le Ministère d'Etat Chargé de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MECESRS) : les Universités d'Abomey-Calavi et de Parakou, les structures de recherche, et les centres de formation ;

- le Ministère de la Décentralisation, de la Gouvernance Locale, de l'Administration et de l'Aménagement du Territoire (MDGLAAT).

Toutes ces institutions reconnaissent la nécessité d'une coordination des actions des intervenants dans le secteur Eau. De même, il convient d'ajouter à ces structures étatiques :

- ***les collectivités locales***auxquelles les lois sur la décentralisation transfèrent un certain nombre de compétences liées à la gestion de l'eau ;

- ***le secteur privé***: il s'agit des bureaux d'étude et entreprises qui, à travers leurs différentes prestations de service, jouent un rôle d'appui-conseil et d'appui à la réalisation et la gestion d'infrastructures hydrauliques indispensables à l'amélioration des conditions de vie des populations ;

- ***les Organisations Non Gouvernementales (ONG) nationales et internationales***: elles jouent essentiellement un rôle d'intermédiation sociale : sensibilisation, IEC, formation, appui à la recherche de financement, etc. ;

- ***la société civile***: elle devrait en principe s'affirmer à travers une association de consommateurs qui n'est pas encore véritablement fonctionnelle ;

- ***les partenaires techniques financiers*** : ils appuient le pays pour la construction d'infrastructures hydrauliques et s'investissent également dans les aspects liés à la promotion de la gouvernance de l'eau. Il s'agit principalement des Coopérations Danoise, Belge, Allemande, Française, Néerlandaise, de la Banque Mondiale (BM), du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), de l'Union Européenne, du GWP, etc. ;

Par ailleurs, il faut souligner que pour chacun des sous-secteurs, les directions techniques avec l'appui des projets sectoriels ont contribué au développement des structures villageoises avec des faîtières. On distingue selon le cas :

- ***les comités de gestion des points d'eau et des AUE***(Association des Usagers d'Eau) dont la mission essentielle (Décret n° 96-317 du 02 août 1996) est de promouvoir les systèmes communautaires d'alimentation en eau potable des populations et de gérer les équipements d'approvisionnement en eau de boisson ;

- ***les Comités de Gestion de Point d'Eau d'Hydraulique Villageoise et Pastorale*** (petits barrages collinaires, forages et puits) : leurs membres sont élus par les populations bénéficiaires et sont chargés de veiller à une bonne gestion (exploitation et entretien) de ces équipements et infrastructures ;

- ***les comités de pêche***qui s'impliquent davantage dans la gestion des plans d'eau et de la pêche au niveau des pêcheries. Ce comité est créé à l'échelle du village, de groupe de villages et de communes ;

- ***le Conseil de Pêche*** : Il est créé à l'échelle du département lorsque les activités de pêche le justifient.

La rubrique suivante fait l'état des lieux des auteurs ayant abordé la même thématique dans d'autres secteurs d'étude ou des thématiques similaires.

1.1.4- Revue de la litterature

Depuis la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, tenue en 1992 à Rio de Janeiro, la gestion durable des ressources naturelles a été identifiée comme l'un des principaux moyens à prendre en compte dans le processus de lutte contre la pauvreté face aux coûts économiques et sociaux élevés d'une dégradation du milieu. Les enjeux environnementaux comportent, ainsi, d'importants défis à relever pour inscrire la croissance économique dans la durée (UICN ,1999).

En 1991, comme conséquence de la démocratisation politique et de l'adoption du libéralisme économique par le Bénin, la gestion du secteur forestier béninois a également connu quelques évolutions importantes tant au plan institutionnel qu'au plan technique. Quelques acquis de cette évolution sont : la promulgation de la loi 93-009 du 02 juillet 1993, portant régime des forêts en République du Bénin et son décret d'application en 1996 ; l'adoption d'une politique de développement forestier en 1994, prônant la gestion durable des ressources naturelles et la participation des populations, le partage des compétences entre les acteurs du sous-secteur forestier ; l'élaboration d'un plan d'actions forestier national ; la dotation de quelques forêts classées et plantations domaniales de plans d'aménagement forestier participatif ; puis la création en 1996, du Centre National de Gestion des Réserves de Faune (UNEP, 1994)

La question de l'utilisation des ressources naturelles pour des fins de production agricole, forestière, animale et halieutique a été abordée par la FAO (1998) dans son rapport d'étude sur la gestion de l'information sur les sols et les eaux pour la sécurité alimentaire au Bénin. Les problèmes de dégradation environnementale liés à ces formes d'exploitation agricole ont été soulevés dans cette étude. Aussi, des esquisses de quelques propositions et perspectives ont été présentées en vue d'une agriculture durable. Ce rapport présenté en quatre parties, a le mérite d'aborder partiellement le présent thème. Mais, l'étude ne s'est pas appesantie de façon spécifique sur le cas d'un bassin encore moins celui de la Beffa. Le cadre d'étude, dans ce cas d'espèce, est beaucoup plus d'ordre général, à l'échelle du territoire béninois. Ainsi, les cartes

réalisées sont beaucoup plus englobantes et ne présentent pas les détails permettant d'apprécier les phénomènes.

La revue de littérature a permis de faire le point des connaissances sur les problèmes environnementaux du monde contemporain en général et particulièrement sur les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et les préjudices qu'ils causent aux écosystèmes des milieux humides. La régression et la disparition progressives des milieux fragiles, à l'instar des zones humides propices au développement de la biodiversité sont sources de graves préjudices parfois irrémédiables à l'environnement (Convention de Ramsar, 1971 et MEHU, 2002). Ce qui suppose qu'il faut des actions urgentes pour freiner le phénomène à défaut de l'éradiquer.

C'est ainsi qu'en Iran, en 1971, une Convention sur les zones humides a été signée et est entrée en vigueur en 1975, en vue de la sauvegarde des zones humides pour une utilisation durable.

A l'instar de nombreux pays dans le monde, le Bénin a signé l'accord de cette convention en mars 1994. Ce qui lui a valu l'élaboration et la mise en œuvre d'un certain nombre de programmes, en l'occurrence le Programme d'Aménagement des Zones Humides. Ce dernier vise à promouvoir le développement humain et socio-économique durable par la conservation, la réhabilitation, la mise en valeur et l'exploitation rationnelle des ressources des zones humides.

C'est dans ce contexte international et national que la Communauté Internationale, préoccupée, a organisé en juin 1992, à Rio de Janeiro, la Conférence des Nations-Unies sur l'Environnement et le Développement, au cours de laquelle ont été exposés au grand jour les textes de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB).

En procédant à sa signature, le 13 juin 1992, le Bénin manifeste ainsi son adhésion aux constats faits sur la pression inquiétante que subissent les ressources naturelles de la planète. La manifestation de cet engagement a été totale lorsque, le 30 juin 1994, l'acte de ratification de la CDB par le Bénin a été enregistré dans les annales du siège du PNUE.

Le mérite de la CDB est qu'elle a circonscrit et, de manière largement partagée par les représentants des Pays invités à cette auguste conférence, les maux qui entravent la conservation des ressources naturelles, si nécessaire à l'amorce d'un développement durable.

Elle a surtout fait prendre conscience de l'importance des ressources biologiques sur les plans environnemental, génétique, social, économique, scientifique, éducatif, culturel, récréatif et esthétique.

La CDB vise trois objectifs à savoir :

- la conservation efficace de la diversité biologique ;
- l'utilisation durable des éléments constitutifs de la diversité biologique ;
- le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Pour atteindre ces objectifs, la première Conférence des Parties sur la diversité biologique a prescrit à chaque Pays-partie, l'élaboration de sa stratégie et de son plan d'action de conservation de la Diversité Biologique sur une base largement consultative, itérative et consensuelle, c'est-à dire en tenant essentiellement compte des aspirations des populations et acteurs préoccupés par la dégradation de leur patrimoine génétique.

Ainsi, dans l'atteinte de ses objectifs, la CDB a eu le mérite d'avoir élaboré un document de stratégie suivant les nobles directives assignées à sa mission. Elle a réussi à réunir dans un creuset, la plupart des structures compétentes de l'Etat, les partenaires techniques et financiers, et tous ont conjugué leurs efforts à cette louable fin.

C'est un mérite pour le Bénin, à travers ces autorités à différents niveaux, d'avoir parvenu à l'élaboration du présent document : « *Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique. Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la Conservation de la Diversité Biologique au Bénin* ». Ce document est un outil qui permet de voir les relations entre les problèmes et, entre les causes à tous les

niveaux, d'identifier les facteurs sur lesquels il faudra intervenir pour la résolution de tous les problèmes, ainsi que la manière dont elle pourrait se faire (MEHU, 2002).

Odjoubéré (2014), dans ses travaux de thèse a mis en exergue les déterminants de la dégradation de la série de protection de la forêt classée des Monts Kouffé, et a proposé des stratégies pour exécuter le plan d'aménagement participatif.Les populations ont perçu que la pauvreté monétaire, la croissance démographique, l'occupation des terres par les anacardiers et la faible implication de l'État dans la gestion des forêts contribuent indirectement à la dégradation des ligneux. Les structures locales de cogestion ont été inefficaces dans l'exécution du plan d'aménagement participatif. Dans ce cadre, les parties prenantes que sont les populations, les collectivités locales et l'État devront s'investir à l'amélioration des systèmes de gestion des après-projets forestiers. Dans l'ensemble, l'auteur a abordé les questions relatives aux pressions exercées sur les espèces végétales ligneuses de la série de protection de la forêt classée des Monts Kouffé au Bénin. Ce secteur d'étude est diférente de celui objet de la présente thèse. Car, il s'est limité à l'étendue d'une forêt classée, alors que le secteur de la présente étude est à l'échelle d'un bassin où la recherche a abordé les questions environnementales et socio-économiques en relation avec les techniques et modes mis en œuvre dans l'exploitation des ressources naturelles dans leur ensemble.

De même, Yèhouénou (2005) a montré l'impact de l'utilisation des pesticides de coton sur l'environnement. Elle a démontré que les résidus de ces pesticides se retrouvent dans les poissons pêchés dans le bassin de l'Ouémé, lequel contient celui de la rivière Beffa. Ces substances polluent donc les eaux du fleuve. Pour elle, les comportements anthropiques ont un impact sur les écosystèmes du fleuve Ouémé et du lac Nokoué. Elle s'est surtout intéressée à la qualité physico-chimique de l'eau. Il ressort de cette étude que la qualité de l'eau du fleuve est bonne car les paramètres physico-chimiques mesurés n'ont pas d'effets néfastes majeurs sur la vie et la reproduction des espèces.

En 2005, Tenté a entrepris la recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora (secteur Perma-Toucountouna). L'analyse des photographies aériennes de 1975, de la carte de végétation de 1994 et des

photographies aériennes de 2003 ont révélé que les formations boisées du secteur d'étude ont connu une régression de 35 %. Les facteurs qui participent à la dégradation des formations boisées saxicoles sont d'ordre climatique, édaphique, topographique et anthropique. Parmi ces facteurs, ceux anthropiques paraissent les plus déterminants. Les populations locales, après avoir épuisé les espaces boisés des vallées, s'attaquent aux formations saxicoles. Elles détruisent ainsi ces milieux dont certaines espèces fauniques ou floristiques se trouvent menacées de disparition. Les différents chaînons prospectés jouent des rôles écologiques et socio-culturels très importants dans le secteur d'étude. Il est urgent de penser, dans le contexte de la durabilité de ces écosystèmes,à les protéger contre la dégradation dont les effets et indices sont évidents sur le terrain. La recherche de Tenté (2005) a eu pour cadre d'étude le massif de l'Atacora, par opposition à un bassin versant. En effet, du point de vue des caractéristiques géométriques, géomorphologiques, topographique, etc., le secteur du massif de l'Atacora est l'inverse du bassin de la Beffa. L'auteur a mené sa recherche sur les facteurs de la diversité floristique, il a ressorti l'influence aussi bien des actions anthropiques que des facteurs naturels sur la dynamique du couvert végétal. Mais il n'a pas procédé à une simulation prédictive de la dynamique de l'état du couvert végétal.

Dans son étude sur l'environnement physique du bassin de Goudomp au Sénégal, Manga cité par Vodounou (2010) a montré que malgré les lourdes contraintes naturelles, le bassin regorge d'énormes potentialités agropédologiques. Les sols offrent un cadre adéquat pour une mise en valeur agricole. Les différents aquifères mis en place par la géologie sont richement dotés en ressources hydriques. Mais l'auteur ne s'est pas préoccupé de la qualité physico-chimique des eaux dudit bassin, comme c'est le cas dans le cadre de la présente étude.

Domingo (1996), dans son article intitulé « pression agricole et risque d'érosion dans le bassin versant du Lomon, affluent du Mono », conclut que, la pression agricole est un facteur déterminant du phénomène d'érosion observé dans ledit bassin. Pour l'auteur, les sols nus constituent l'un des paramètres importants qui facilitent cette forme de dégradation environnementale. Dans la perspective des réactions rapides face aux problèmes d'érosion, il s'avère important d'améliorer les méthodes d'évaluation

des risques d'érosion dans le but de fournir rapidement des données. Cependant, l'étude n'a ni défini les paramètres géométriques du bassin, ni caractérisé les systèmes d'exploitation agricole mis en œuvre, encore moins le calendrier agricole pratiqué. Dans le cadre de la présente étude, ces aspects seront pris en compte.

Dans son mémoire de DEA, qui a abordé la question des potentialités hydro-agricoles de la vallée du fleuve Ouémé en aval de Bonou, Bossa (2001) a montré que les sols, dans ladite vallée, sont d'une grande potentialité agricole. Ainsi, après avoir montré les atouts que présente le milieu pour un bon développement des activités agricoles, il en a, par la même occasion, abordé quelques unes avec les formes d'aménagement mises en place et les techniques qui les accompagnent. Toutefois, l'auteur ne s'est pas prononcé de façon significative sur les conséquences de ces formes d'exploitation en rapport avec des composantes environnementales.

Les résultats des travaux de recherche en Maîtrise effectués par Abdoulaye (2007), portant sur la dynamique d'un espace périurbain : cas de l'Arrondissement de Togba dans la Commune d'Abomey-Calavi, ont fait état d'une forte anthropisation du milieu naturel. Ainsi, les savanes boisées, savanes arborées et arbustives, les plans d'eau, les galeries forestières et les marécages ont vu leur superficie diminuer au fil des ans, au profit des champs et jachères, des plantations et des agglomérations. Ce travail a eu le mérite d'avoir traité de la dynamique du paysage à travers une analyse comparative de l'occupation du sol entre deux périodes au même titre que dans le cas de cette recherche. Toutefois, il est à remarquer que le cadre géographique n'est pas le même. Convient-il aussi de signaler que le secteur d'étude est plus étendu. L'Arrondissement de Togba est situé sur le plateau d'Allada et couvre une superficie de 2551,15 ha.

Vodounou (2002), dans son mémoire de DEA a traité du problème des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans la vallée de la rivière Sô. Il a embrassé les systèmes d'exploitation des ressources naturelles de façon générale, mais il ne s'est pas appesanti spécifiquement sur les systèmes d'exploitation agricoles. L'originalité de la présente recherche par rapport à

celle de Vodounou (2002), est qu'elle a traité du problème des systèmes d'exploitation agricoles en rapport avec la dynamique des composantes de l'environnement.

L'étude du cadre institutionnel et juridique de la gestion des zones humides au Bénin a été réalisée par l'ABE en 1999 dans le cadre du programme d'aménagement des zones humides. Les auteurs de ce travail ont fait une analyse critique du cadre institutionnel. Ils ont montré que le Bénin dispose d'un cadre institutionnel assez riche, mais caractérisé par le défaut de coordination des actions entreprises par diverses structures d'Etat impliquées. Selon les mêmes auteurs, l'anarchie qui caractérise l'exploitation des ressources des zones humides se justifie par le fait que jusqu'à un passé récent, ces milieux ne faisaient pas partie des priorités des pouvoirs publics. Ce qui implique l'absence de politique dans ce sens avec pour conséquence immédiate le manque de moyens techniques, financiers et le défaut de cadre de conception des actions sectorielles.

L'une des raisons de l'échec est due au fait que les populations riveraines ne sont pas associées à l'élaboration des politiques de gestion rationnelle des ressources. De même elles reprochent le manque de suivi qui caractérise la mise en application des textes élaborés.

Par ailleurs, Houndagba *et al* (2007) se sont préoccupés de la dynamique des petits bassins lacustres dans le secteur d'étude. Ainsi, la dynamique des lacs Hlan et Sélé dans le bassin supérieur de la Sô a été étudiée. A la suite des analyses, les auteurs ont abouti à la conclusion que la dynamique se traduit par la dégradation des formations végétales naturelles et la contraction desdits lacs. Les calculs ont montré que le rythme de tarissement s'est accru au cours des années 1980. Mais, cette dernière étude n'a pas eu le mérite de prendre en compte les autres unités d'occupation du sol dans le secteur. Donc cette étude, intitulée *Activités agricoles et évolution des écosystèmes dans le bassin supérieur de la Beffa,*vient contribuer à combler les insuffisances relevées.

L'étude du rôle de l'habitat sur la diversité de la flore aviaire dans les forêts de Lokoli a été l'œuvre de Lougbégnon (2001). Il a montré le lien étroit qui existe entre le système flore-faune.

Depuis 1994, le Consortium Bas-fonds (CBF) se préoccupe de l'aménagement et de l'exploitation des bas-fonds à travers la caractérisation agro-écologique et socio-économique, les méthodes de gestion des terres et des eaux, les tests d'aménagement adaptés aux moyens des paysans ainsi que le transfert de technologies.

En outre, Egboou (2001) dans sa thèse intitulée *Institutions locales et modes de gestion des ressources naturelles en zone humide du BAS-BENIN : le cas de Koussoukpa (sous-préfecture de Zogbodomey)*, a montré que l'écosystème de Koussoukpa offre une variété en ressources productives dont l'exploitation s'échelonne sur deux grandes catégories d'activités à savoir les activités liées aux ressources de la forêt (cueillette liée à la flore et à la faune puis l'exploitation des palmiers raphia pour la production de vin) ainsi que l'agriculture. Elle a fait remarquer que les formes de gestion diffèrent selon les types de ressources (terre, eau, et forêt). Ce travail a le mérite d'avoir abordé les formes de gestion des ressources naturelles dans un secteur d'étude intégré à celui de la présente recherche.

Le présent sujet de recherche trouve son fondement dans la logique d'apporter une contribution à l'évaluation des facteurs qui déterminent la dynamique des écosystèmes du bassin de la Beffa. Il convient de signaler que les résultats de recherches existants, n'ont abordé le phénomène que partiellement. Par ailleurs, dans les cas où le problème est abordé en terme« d'évolution des écosystèmes, en rapport avec les activités agricoles », le secteur d'étude diffère de celui du bassin de la Beffa, d'où la pertinence de cette étude.

Suite au passage en revue de cette documentation et, au regard de son caractère relativement récent, la spécificité de cette étude s'inscrit dans son cadre physique de bassin versant de la rivière Beffa, qui est un affluent du fleuve Ouémé, dont le fonctionnement hydrologique joue un rôle important dans la structure et le fonctionnement des différents écosystèmes de la zone de pénéplaine cristalline du Bénin que son bassin délimite.

1.1.5- Clarification des concepts

En vue d'une meilleure compréhension du sujet, il convient de clarifier un certain nombre de concepts. Les résultats de cette clarification se présentent ainsi, qu'il suit :

Impacts : Ce sont les conséquences directes ou indirectes, à court, moyen et long terme, engendrées par un phénomène naturel ou une action anthropique sur des éléments donnés de l'espace. L'impact représente les effets sur le milieu résultant d'un niveau de pollution aérienne, hydrologique ou pédologique dépassant le seuil tolérable. Les actions anthropiques peuvent être des activités ou projets ayant entraîné des effets positifs dans le temps et dans l'espace (Poutrel et Wasserman, 1977).

Système d'exploitation : Badouin (1985) définit le système d'exploitation comme le mode de fonctionnement des unités de production. Bourgeois (1983) le considère, dans le contexte français, comme un ensemble famille-système de production. Selon Biaou (1997), un système d'exploitation se définit comme un ensemble ménage-unité d'entreprise. Cette définition se rapproche de celle donnée par Bourgeois.

Dans le cadre de cette étude, un système d'exploitation est considéré comme l'ensemble des techniques et outils utilisés dans une activité de production pratiquée par la population et ayant un effet direct sur les ressources naturelles. Les principales activités considérées ici sont l'agriculture, la pêche, l'élevage, l'exploitation forestière et l'exploitation minière.

Système de production : Un système de production regroupe le ménage et l'exploitation agricole appartenant au ménage (Heidhuves *et al*., 1993). Pour Deybe (1994), le système de production se caractérise par une alternance entre grandes cultures et périodes de repos de la terre, sous forme soit de jachère, soit de pâturages artificiels. Cette alternance permet de tirer un profit assez important et de maintenir la fertilité des sols à long terme.

Ressources naturelles : les ressources naturelles sont les éléments biotiques et abiotiques de la terre, ainsi que les diverses formes d'énergie reçues (énergie solaire) ou produites sans intervention humaine (marées, vent). Autrement, les ressources

naturelles englobent la faune, la flore, les eaux du sous-sol, les pluies, l'insolation, le vent, les roches, etc. (ABE, 1993).

On peut classer les ressources en trois catégories comme suit :

Les ressources renouvelables, les ressources non renouvelables et les ressources permanentes. Les ressources forestières sont des ressources renouvelables composées de l'ensemble des zones boisées d'une superficie donnée.

Ecosystème : L'écosystème est l'unité fondamentale d'étude de l'écologie. Il est formé par l'association d'une communauté d'espèces vivantes (biocénose) et d'un environnement physique (biotope) en constante interaction (Houndagba, 1990).

Une autre classification pourrait se faire par référence à la biocénose (par exemple, on parlera d'écosystème forestier, ou d'écosystème humain). Les écosystèmes ne sont pas isolés les uns des autres, mais interdépendants. Par exemple, l'eau circule de l'un à l'autre par le biais de la rivière ou du fleuve (Carbiener, 1996).

Bassin : En termes géographiques, le bassin désigne la région drainée par un fleuve, une rivière et ses affluents, c'est-à-dire, l'ensemble de toutes les pentes des eaux qui se réunissent dans un fleuve ou une rivière selon Buache cité par George (1984). C'est un ensemble géologique de grande taille (échelle régionale jusqu'à plusieurs milliers de km) présentant une allure générale de cuvette (ovale ou circulaire) à flanc en pente douce, où sont empilées plus ou moins régulièrement des couches sédimentaires (Brand et Durousset, 2005).

Activités agricoles : Action d'une personne, d'une entreprise, d'une nation dans le domaine de la transformation et de la mise en valeur du milieu naturel afin d'obtenir des produits végétaux et animaux utiles à la consommation de l'homme (Dupâquier *et al.*, 1987).

Agriculture : L'agriculture (du latin agricultura) est l'ensemble des activités économiques ayant principalement pour objet la culture des terres et, d'une manière générale, « l'ensemble des travaux transformant le milieu naturel pour la production de

végétaux et d'animaux utiles à l'Homme ». Au sens étymologique du terme, agriculture signifie « culture des champs » (Preuss, 1994). Dans le domaine de l'économie agricole, George (1984) définit l'agriculture comme l'ensemble des activités dont la fonction est de produire un revenu financier à partir de l'exploitation de la terre (culture), des forêts (sylviculture), des produits de la mer, du lac et de la rivière (aquaculture, pêche), des animaux de ferme (élevage) et des animaux sauvages (chasse).

Evolution : selon Le Petit Larousse illustré (2005), l'évolution est l'ensemble des changements subis au cours des temps géologiques par les lignées animales et végétales ayant eu pour résultat l'apparition des formes nouvelles.

Zone humide :pour Vernier, (1995), les milieux humides constituent des étendues d'eau continentales de faible profondeur (marais, étangs, lacs moins profonds, ruisseaux, forêts inondables, des plaines alluviales) ou littorales (estuaires, marais, lagunes vasières, mangroves).

Dans l'ensemble, le bassin à travers ses ressources naturelles offre d'énormes possibilités que la population essaie d'exploiter. Les variations climatiques, les formations géologiques, géomorphologiques, pédologiques, le réseau hydrographique et hydrologique influencent les ressources biologiques et le mode de vie des populations. La croissance démographique accélérée que connaît le secteur a un impact sur les ressources naturelles tant floristiques, fauniques, hydriques que minières.

Les conditions rudimentaires d'exploitation de terre et la disponibilité limitée de certaines ressources (plans d'eau) poussent les populations à la diversification des activités (exploitation forestière, celles des sablières et de concassage des pierres). Ces reconversions saisonnières dans d'autres activités font partie des stratégies d'adaptation face aux changements climatiques et provoquent de profondes mutations de l'environnement.

1.2- MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES

Il est présenté aussi bien à l'échelle sous-régionale que nationale.

1.2.1- Localisation géographique du secteur d'étude

1.2.1.1- Bénin, en Afrique de l'Ouest

Le Bénin s'étend en latitude entre les 6ème et 12ème parallèles nord, en longitude entre le 1er et le 3ème méridien Est dans sa partie méridionale, et entre le 1er et le 4ème méridien est dans la partie septentrionale. De l'Océan Atlantique au fleuve Niger, il mesure environ 700 km. La figure 2 montre la situation du Bénin en Afrique de l'ouest.

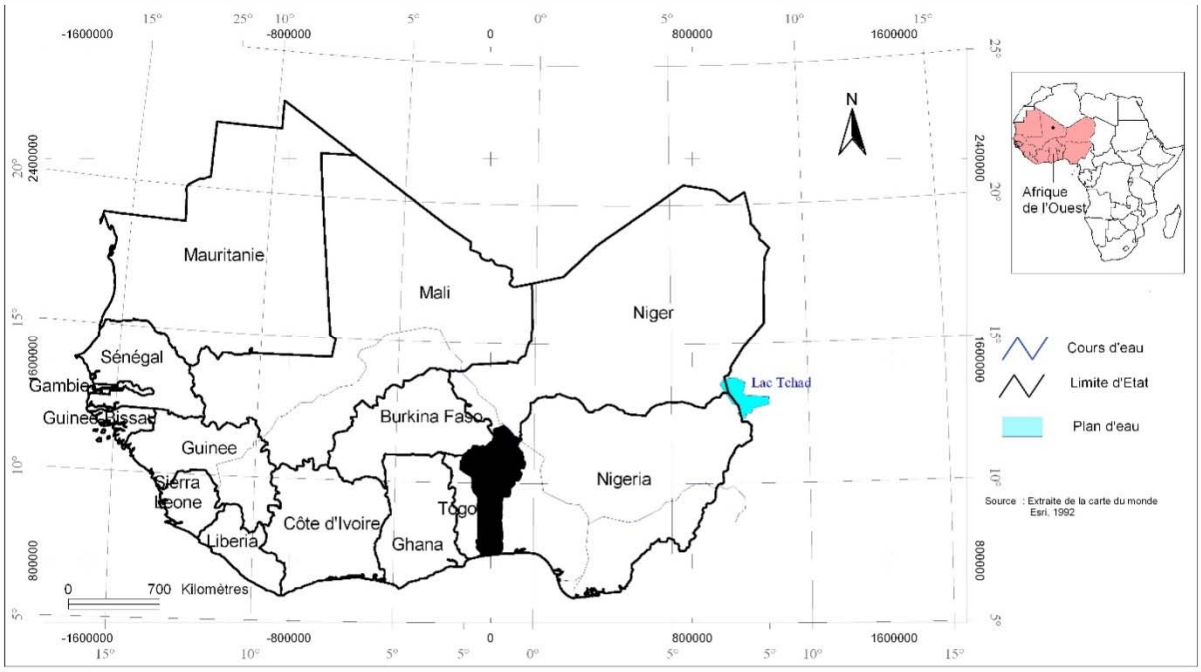


Figure 2: Situation géographique de la République du Bénin en Afrique de l'Ouest
Source : CENATEL, 1998

Sa largeur varie de 125 km le long de la côte, à 325 km au nord à la latitude de Tanguiéta. Situé dans la proéminence occidentale de l'hémisphère nord du continent africain, le pays présente près de 2 000 km de frontières dont la moitié est constituée par des limites naturelles (rivières et côtes).

Les frontières se répartissent comme suit :

- à l'ouest, 620 km avec le Togo dont 100 km de cours d'eau (Mono);
- au nord-ouest, 270 km avec le Burkina Faso dont 220 km de cours d'eau (Pendjari);

- au nord, 190 km de limites naturelles avec le Niger, constituées par le fleuve Niger et le fleuve Mékrou;
- à l'est, 750 km de frontière avec le Nigeria dont 290 km de cours d'eau (Okpara, un affluent de l'Ouémé);
- la façade méridionale, longue de 125 km, lui confère une ouverture maritime sur l'Océan Atlantique.
- Le pays couvre au total 114 763 km² (CENATEL, 1998).

1.2.1.2- Localisation du bassin de la Beffa

Le secteur couvre partiellement les Communes de Tchaourou (département du Borgou) et de Ouèssè (département des Collines). Il est compris entre 08° 23' et 09° 02'latitude nord, puis entre 02° 16'et 02° 40' longitude est (figure 3).

Située en plein cœur du Bénin et au nord-est du département des Collines, la Commune de Ouessè s'étend entre l'Okpara à l'est et l'Ouémé à l'ouest sur une superficie d'environ 3 200 km², soit 2 ,56 % de la superficie nationale. Elle partage ses frontières au nord avec la Commune de Tchaourou, au Sud avec les Communes de Savè et de Glazoué, à l'Ouest avec celles de Bantè et de Bassila, et à l'Est avec la République Fédérale du Nigéria. (Mission de Décentralisation, 2006).

La Commune de Tchaourou s'étend sur une superficie de 7256 km^2 soit 28% de la superficie totale du département du Borgou et environ 6,5% du territoire national.

Elle est limitée au nord par les Communes de Parakou, Pèrèrè et N'Dali, au sud par la Commune de Ouèssè, à l'est par le Nigéria à l'ouest par les Communes de Bassila et Djougou.

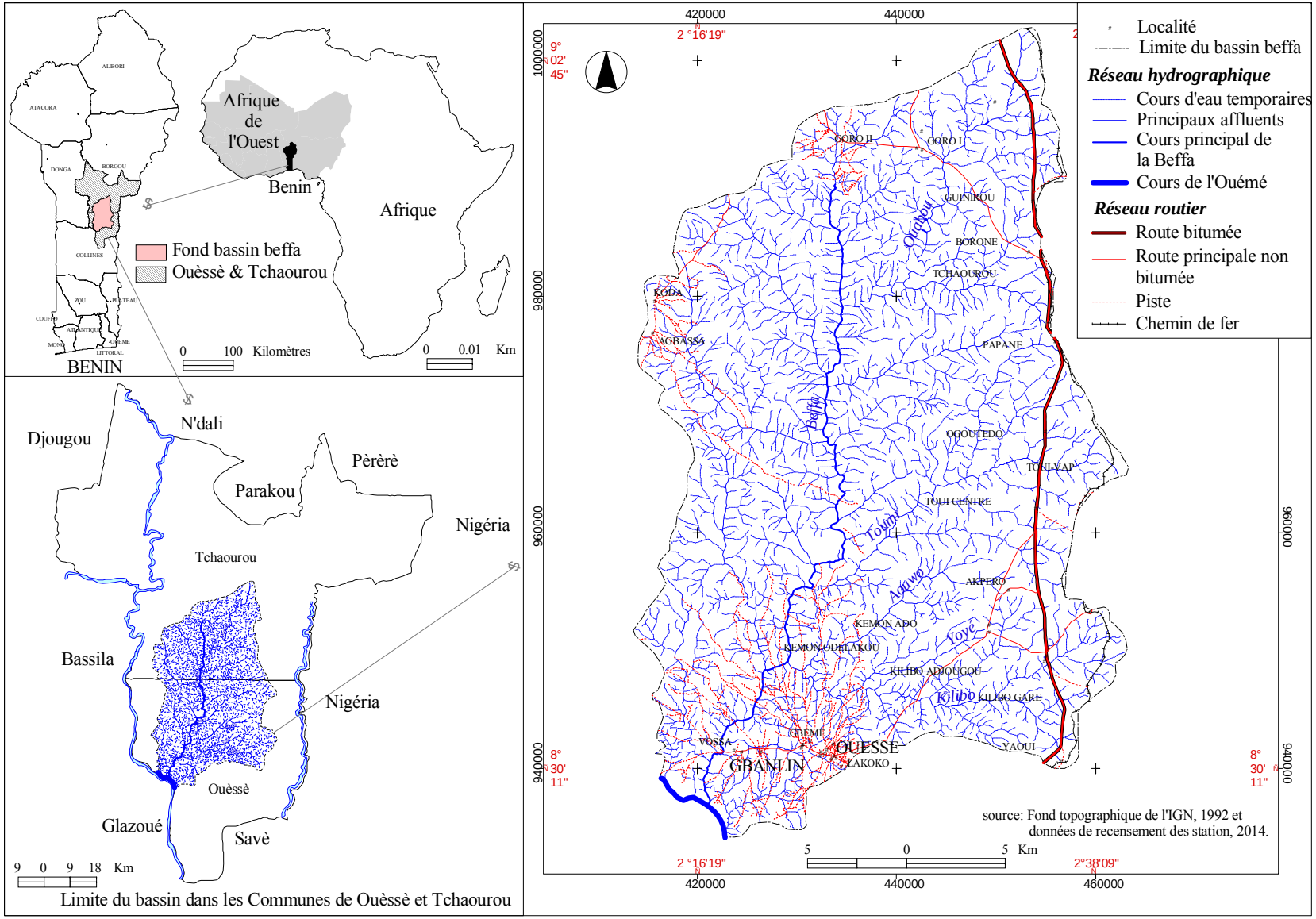


Figure 3: Localisation géographique du bassin d'étude

1.2.2- Milieu physique

1.2.2.1- Caractéristiques pédologiques

Le secteur d'étude est entièrement situé dans la partie de socle granito-gneissique, des schistes et des grès. Ainsi, ce sont essentiellement les sols ferrugineux tropicaux avec quelques enclaves de sols ferralitiques et de vertisols qui caractérisent le secteur. Il s'y trouve également des sols minéraux bruts et peu évolués d'apport ou d'érosion au piedmont des reliefs résiduels et sur les massifs.

Les sols ferrugineux tropicaux sont les plus répandus, et se caractérisent par une altération forte mais moins poussée que dans le cas des sols ferralitiques et par l'accumulation d'hydrates ferriques associés à très peu d'oxydes aluminiques.

Leurs sous-ensembles sont constitués de : sols ferrugineux tropicaux lessivés bien drainés, sols ferrugineux tropicaux lessivés à engorgement de profondeur et sols ferrugineux tropicaux lessivés mal drainés (Volkoff, 1963)

Selon Volkoff (1963), Youssouf et Lawani (2002) ces sols sont de profondeur variable avec une moyenne de 3 m ; l'horizon de surface est riche en matière organique dans l'ordre de 1,5 % dans la partie supérieure, moins de 1 % dans sa partie inférieure. Parfois, il se remarque la présence d'un horizon de transition lessivé (30–40 cm) et d'un horizon d'accumulation en argile et en fer avec ou sans concrétions et nodules. Le rapport limon fin sur argile est toujours supérieur à 0,20 et celui SiO2 / Al_2O_3 à 2. Le drainage interne généralement bon est parfois mauvais. La présence d'horizon induré (surtout dans les bas-versants).

Ces sols ont des caractéristiques agronomiques très variables et souvent hétérogènes. Ils constituent d'excellents milieux de croissance pour les plantes malgré leur faible teneur en éléments nutritifs. En effet, ils présentent souvent des déficiences en phosphore (P), en potassium (K) et en azote (N). Par rapport aux sols ferralitiques, ils ont une fertilité chimique meilleure (Youssouf et Lawani, 2002).

Ils conviennent bien aux cultures suivantes: coton (sous réserve de complément en N, P, K), arachide (*Arachis hypogea*), maïs (*Zea mays)*, Sorgho (*Sorghum spp*) , igname (*Discorea* spp), manioc (*Manihot exculenta*) etc. A certains endroits de topographie basse, la culture du riz est aussi pratiquée. Lorsque la profondeur utile et la texture le permettent, certains de ces sols abritent de belles plantations d'arbres fruitiers et de beaux peuplements forestiers (Youssouf et Lawani, 2002).

Selon Volkoff (1963), Youssouf et Lawani (2002) les contraintes de mise en valeur des sols ferrugineux tropicaux sont liées : à leur fragilité face à l'érosion hydrique ; à la déficience notoire de la plupart d'entre eux en N P K ; à leur acidité (pH compris entre 4,5 et 6) ; à la faiblesse de leurs réserves en eau utilisable et à leurs profondeurs limitées (par concrétions), pour certains sols.

1.2.2.2- Caractéristiques phytogéographiques

Le bassin de la Beffa est intégré à la zone de transition guinéo-soudanienne et, plus précisément dans les secteurs « central nord » et « central sud ». Il jouit, à cet effet, du climat guinéo-soudanien de ladite zone qui est comprise entre 7° et 9° latitude Nord.

En effet, selon Aubréville cité par Shnell (1971), la Zone de transition guinéo-soudanienne est considérée comme celle de savane boisée guinéenne. Tandis que White cité par Shnell (1971) la décrit comme la zone de forêt claire soudanienne avec abondance d'*Isoberlinia* spp. C'est une zone dominée par la mosaïque de forêt claire, de forêt dense sèche, de forêt dense humide semi-décidue, de savanes arborée et arbustive et de galerie forestière.

Le secteur central sud ou secteur sud à climat de type forêt dense sèche correspond au district Zou. Il prolonge ce que Keay cité par Akoègninou *et al.* (2006) a appelé la ''Southern Guinea Zone'' au Nigéria et qui s'étend jusqu'au Sud-est du Ghana. Déjà, en1908, Hubert cité par Akoègninou *et al.* (2006) y reconnaissait une zone de Karité (sous-zone des Cycadeae). Il s'étend entre les longitudes 1° 40' et 2° 40' E et les latitudes 7° 20' à 8° 10' N à l'ouest et 7° 30' à 8° 40' N à l'est, dans le domaine de la pénéplaine précambrienne du Sud-Bénin. Le climat est de type soudano-guinéen,

caractérisé par la disparition progressive de la petite saison sèche et la fusion des deux sommets pluviométriques.

Le type de végétation climacique dans ce secteur dépend de la nature du sol. Il peut s'agir de la forêt dense humide semi-décidue (sol ferralitique), de la forêt dense sèche (sol ferrugineux).

Dans la forêt dense humide semi-décidue, les espèces les plus importantes sont *Antiaris toxicaria, Aubrevillea kerstingii, Ceiba pentandra, Cola gigantea, Holoptelea grandis, Ricinodendron heudelotii, Anogeissus leiocarpa, Bequaertiodendron oblanceolatum, Dialium guineense, Lannea, nigritana, Mimusops andongensis* et *Tamarindus indica* (Akoègninou *et al.*, 2001). Les espèces caractéristiques de la strate arborescente dans la forêt dense sèche sont : *Isoberlinia* spp*, Monotes kerstingii, Anogeisus leiocarpus, Khaya senegalensis (*Adjanohoun et*al.,*1989). Du point de vue physionomique, les galeries forestières ont l'aspect de forêt ombrophile. Elles sont riches en espèces, dont les plus fréquentes sont : *Berlinia grandifora, Elaeis guineensis, Hexalobus crispiflorus, Pouteria alnifolia, Cola gigantea, Lecaniodiscus cupanioides, Napoleonaea vogelii, Pterocarpus santalinoides* et *Uvaria chamae.* Les nombreuses collines sont colonisées par des groupements saxicoles, dont la prairie à *Afrotrilepis pilosa,* le fourré à *Hildegardia barteri,* la savane arborée à *Bombaxcostatum* et *Isoberlinia doka,* et la savane arbustive à *Pteleopsis suberosa (*Adjanohoun *etal.,*1989).

Le secteur central nord correspond au district Borgou sud (Houinato *et al.*, 2000). Ses limites se situent entre les longitudes 01° 25' et 03° 45' E, puis les latitudes 08° 20' et 9° 15' N.

Sur le plan de la végétation, il s'y rencontre pratiquement les mêmes types de formations végétales que précédemment à savoir forêt dense humide semi-décidue, forêt dense sèche, forêt claire, savanes boisée, arborée, arbustive, galeries forestières et groupements saxicoles. Les espèces dominantes sont *Isoberlinia tomentosa, Uapaca togoensis, Monotes kerstingii, Protea madiensis.*

Cette section a permis de prendre connaissance des déterminants physiques qui ont caractérisé le secteur d'étude dans un grand ensemble depuis plusieurs décennies.

1.2.2.3- Structures géomorphologiques

Le bassin de la Beffa prend en compte deux communes. Ainsi, son relief se dresse, sur une région assez homogène couvrant une pénéplaine modelée sur le matériel précambrien. Il est caractérisé par une pénéplaine cristalline qui fait suite au continental terminal du bas Bénin. Sur la partie Est du bassin, il y a l'émergence par endroits des dômes granitiques ou granito-gneissiques. Ce sont des collines ou des inselbergs dont les altitudes varient entre 200 m à 300 m (Adam et Boko, 1993). Selon Dubroeucq (1977), c'est au pied des dômes que se trouvent la plupart des localités : Kombon (320 m) ; Yaoui et Bah Maman Boni (340 m) ; Gbongui (240 m). Par ailleurs, il se remarque les mêmes formes de relief dans la partie Nord-Ouest, dont les altitudes atteignent 350 m, 400 m et plus. Les localités qui sont au pied de ces reliefs sont celles d'Agbassa et de Koda.

1.2.2.4- Cadre hydrogéologique

Selon MERPMEDER et DG-Eau (2012), le plan hydrogéologique du secteur d'étude dispose d'aquifères discontinus à porosité de fissures (formations de couvertures anciennes et du socle).

Les formations de couvertures anciennes sédimentaires ou non et les formations de socles présentent les mêmes caractéristiques hydrogéologiques : elles ne sont susceptibles de receler de l'eau que lorsqu'elles sont altérées et /ou fracturées. L'aquifère type est un complexe bicouche zone altérée - zone fissurée, dont la qualité du réservoir est liée à l'épaisseur et la porosité utile des altérites ainsi qu'à la densité du réseau de fractures dans le substratum sain. Les altérites jouent un rôle plutôt capacitif tandis que les fractures ont un caractère essentiellement transmissif. Il est par conséquent judicieux de capter les deux niveaux.

Dans le contexte béninois, en général, les grès et quartzites ne donnent que peu de produits altérés, les schistes s'altèrent mais en donnant des argiles plastiques

imperméables et les micaschistes se décomposent en sable argileux relativement perméable. Quant aux gneiss, ils s'altèrent plus profondément que les migmatites et granites. Au total, les altérites ont une perméabilité faible entre 1 et 9.10-7 m/s, avec une porosité utile estimée entre 2 et 5 % suivant la roche mère. La porosité de fissure n'est que de 0,1 à 0,2 %. La transmissivité varie très fortement en fonction de la largeur de la fissure.

La profondeur des ouvrages de captage est de 17 à 30 m pour les puits, moins de 45 m dans la plupart des cas pour les forages. Les forages sont productifs (pour un seuil de débit de 0,7 m^3/h dans 50 à 80 % des cas selon les régions et la lithologie).

Ce taux tombe, cependant, à 25 ou 30 % dans les quartzites de l'Atacora et certains gneiss. Dans les argilites, siltites et grès fins du voltaïen, les débits peuvent atteindre et dépasser 5 m^3/h, mais restent généralement en dessous de 2 m^3/h dans les autres formations ; les niveaux statiques se situent fréquemment entre 10 et 25 m.

1.2.2.5- Contexte géologique

Le bassin d'étude est entièrement circonscrit dans la zone cristalline du Bénin, où on rencontre l'ensemble des formations très métamorphisées du Dahomeyen, de l'Atacorien et de la série de Kandé-Boukombé, et des roches éruptives concordantes ou intrusives contenues dans ces formations. L'ensemble du socle a subi les orogénèses dahomeyennes et/ou Atacoriennes et présente une orientation générale NNE – SSW (MEMH et DH/SH, 1993).

Dans cet ensemble, il faut distinguer :

Le groupe de Pira qui est composé de migmatites formées aux dépens des gneiss de la série du Dahomeyen et dont on observe souvent la trame. Ce groupe est fonné d'embréchites: à 2 micas (région de Ouari Maro et de l'Okpara), à biotite (Région de Kandi et de Pira) et à amphiboles (monts de Ouari Maro), d'anatexites plus localisées (massif de Bante. par exemple).

Le groupe de Badagba, quant à lui, est constitué de quartzites et forme les collines qui s'échelonnent selon une direction NNE-SSW entre Abomey et Gogounou.

En effet, les groupes géologiques qui abritent le Bassin de la Beffa sont caractérisés par un socle cristallin, d'âge précambrien. Il est composé d'un ensemble de para gneissique mésozonal, des complexes migmatitiques, du complexe granulitique basique, d'orthogneiss granodioritique et granitique des micaschistes, des quartzites, des schistes, des intrusions magmatiques et des séries volcano sédimentaires.

Cette diversité géologique que présente le milieu d'étude témoigne de son importance minérale et de ses potentialités en la matière.

1.2.2.6- Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques considérés ici concernent les pluies, les vents et la température.

1.2.2.6.1- Pluviométrie

Le secteur est caractérisé par une pluviométrie pouvant atteindre 1000 à 1200 mm de pluies, et parfois 1400 mm par an (Adam et Boko, 1993). Ces forts niveaux de pluies observés dans le secteur pourraient être dus à la présence des forêts classées riveraines du bassin. Car les forêts sont des éléments caractéristiques des milieux physiques susceptibles de provoquer des pluies orographiques régulières (Adam et Boko, 1993). Les mois d'août et de septembre sont les plus arrosés dans l'année (figure 4).

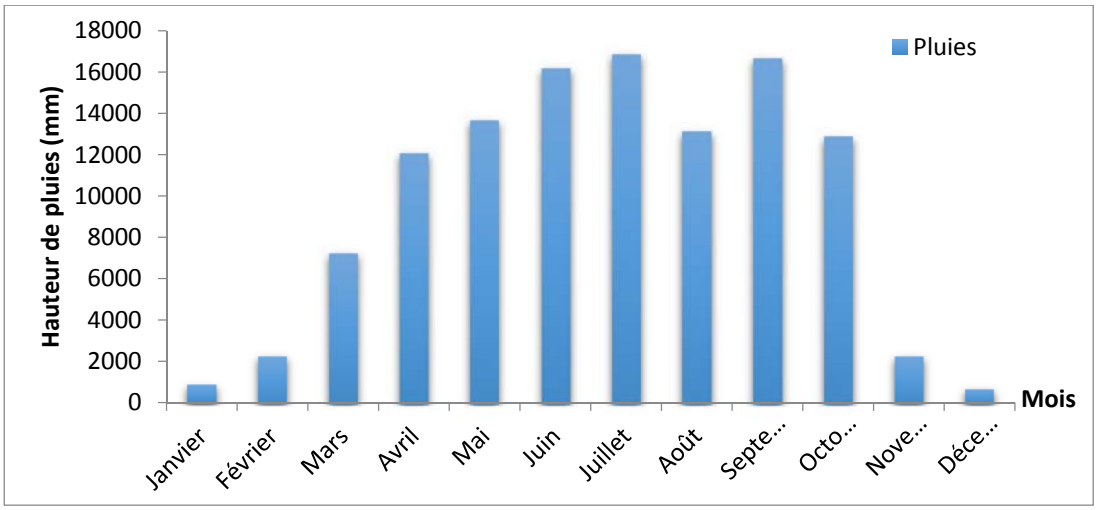


Figure 4: Régime pluviométrique moyen (1960-2010) à Ouèssè

La figure 4 montre l'évolution mensuelle de la pluviométrie régionalisée de 1950 à 2010 dans le bassin de la Beffa. Les mois humides correspondent aux mois où le total mensuel est supérieur ou égal à 85 % du total annuel (Boko, 1988 ; Afouda, 1990). Les mois d'août et de septembre sont les plus humides sur la période d'observation.

Cette répartition pluviométrique favorise les cultures à cycles longs tels que les tubercules (igname : *Discorea* spp, manioc : *Manihot exculenta*) qui y sont produits en grande quantité. En outre, elle favorise le développement de certaines essences végétales qui expliquent le type de végétation qui caractérise le milieu.

La figure 5 permet de faire la répartition des périodes de succession d'événements bioclimatiques du bassin de la Beffa au cours du temps.

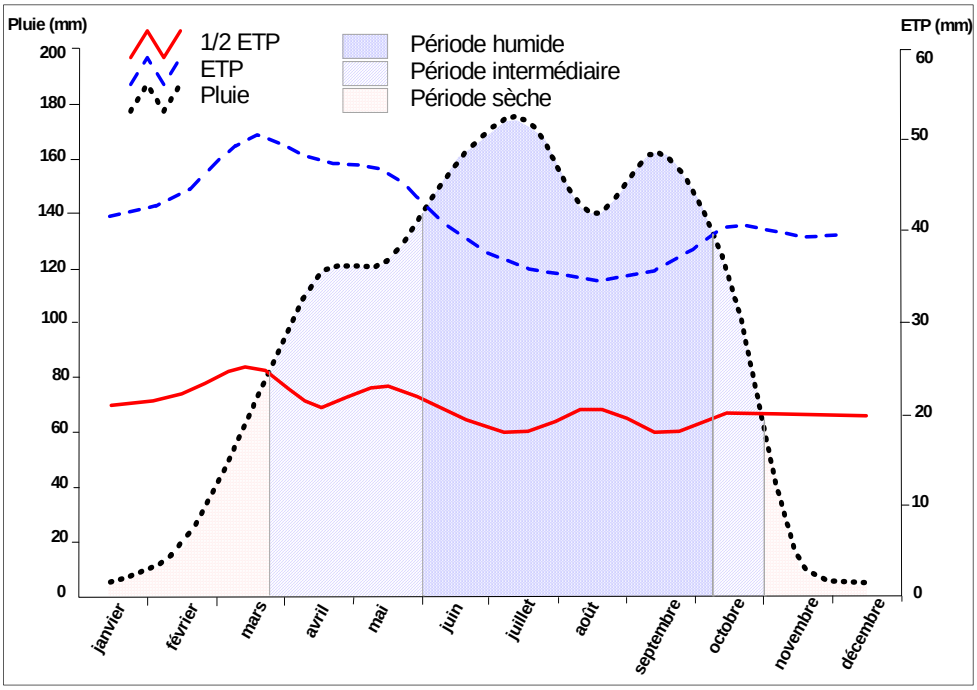


Figure 5: Diagramme climatique du bassin de la Beffa (1960-2010).

Le diagramme de la figure 5 permet en effet, de répartir l'année en des périodes de succession d'événements bioclimatiques. On considère un mois comme humide lorsque son total pluviométrique est supérieur à l'évapotranspiration potentielle (P>ETP) et un mois est sec quand son total pluviométrique est inférieur à la moitié de son ETP (P< ETP/2). Un mois est dit intermédiaire, lorsque son total pluviométrique est compris entre la moitié de l'ETP et l'ETP (ETP/2<P< ETP).

L'analyse du diagramme climatique de la figure ressort les informations climatiques qui suivent :

- ✓ de début novembre à fin mars, la pluviométrie est inférieure à l'ETP/2. Il s'agit d'une période sèche d'environ 5 mois ;
- ✓ de début avril à fin octobre, la pluviométrie est supérieure à ETP/2. C'est la période humide de 7 mois.

Il existe des nuances au sein de cette période d'humidité globale, qu'il convient de détailler :

- ✓ de début avril à fin mai, la pluviométrie est comprise entre l'ETP/2 et l'ETP. C'est la période pré-humide d'environ 2 mois ;

- ✓ début juin à fin septembre, la pluviométrie est au-dessus des deux courbes thermiques (ETP/2 et l'ETP). C'est la période franchement humide, elle est de 4 mois de durée.

- ✓ De début à fin octobre, la pluviométrie est à nouveau comprise entre l'ETP/2 et l'ETP. C'est la période post-humide. Sa durée est d'environ 1 mois.

L'analyse montre que la période de végétation active s'étend sur 7 mois (début avril à fin octobre). C'est la période à laquelle la pluviométrie est globalement supérieure à la moitié de l'ETP. Elle est très favorable au développement des activités agricoles.

1.2.2.6.2- Vents

Le régime pluviométrique du bassin de la Beffa, comme pour toute l'Afrique de l'Ouest, est contrôlé par la circulation atmosphérique de deux masses d'air et par leur mouvement saisonnier : l'harmattan (alizé continental venant du Nord-est) et la mousson humide (alizés maritimes australs). La figure 6 présente le schéma du mouvement des vents en Afrique occidentale.

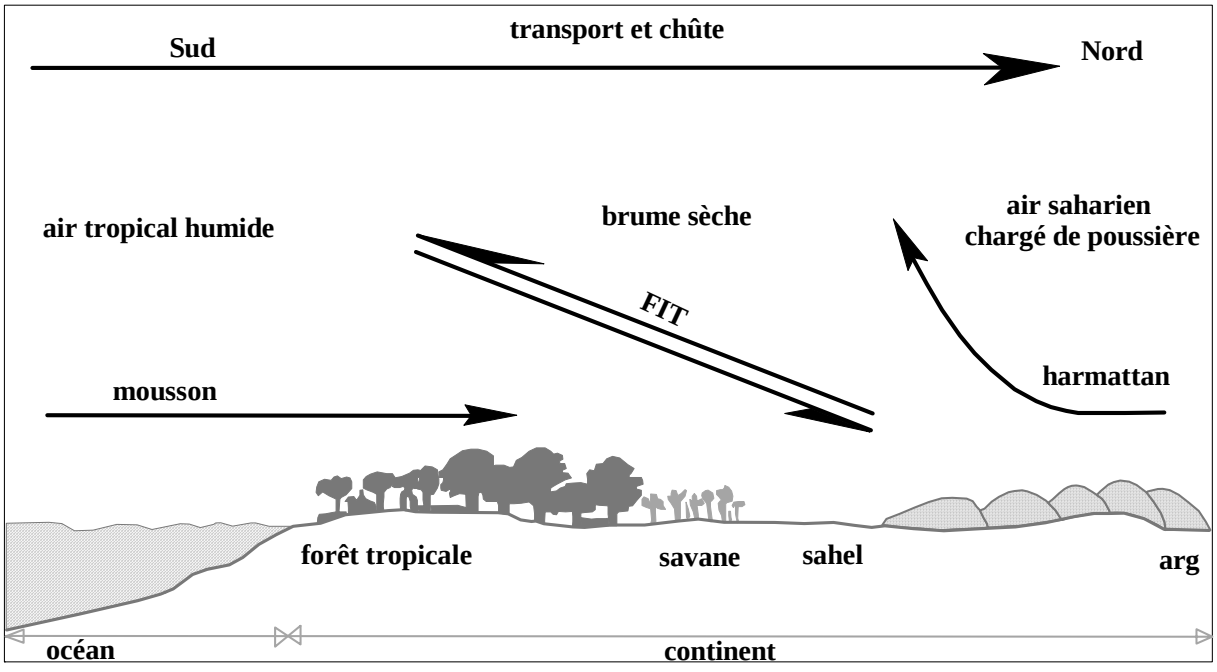


Figure 6: Schéma de la circulation de l'harmattan et de la mousson en Afrique occidentale (Coude-Gaussen et Rognon, 1983).

La mousson africaine commence en juin et dure jusqu'au mois de septembre. La distribution des pluies est en général liée au mouvement Nord-Sud-Nord de la Zone de

Convergence Inter Tropicale (ZCIT) qui est la zone de rencontre des masses d'air humide austral (la mousson africaine) et des masses d'air sec septentrional (Janicot, 1989).

Le bassin de la Beffaest soumis au régime tropical de transition entre le climat guinéen et le climat soudanien humide à saison contrastée avec une forte tendance vers le type soudanien, ces dernières années. Il est globalement caractérisé par un climat à deux saisons sèches au lieu de quatre reconnues. La saison sèche couvre la période de mi-octobre à mi-avril. Le reste de l'année connaît des abats pluviométriques importants par moments (Juillet - Août - Septembre) et faibles en d'autres temps (Janicot et Fontaine, 1993).

En hiver, le vent souffle du continent frais vers l'océan chaud. Selon le mouvement apparent du soleil au cours de l'année, le continent se réchauffe plus vite que l'océan. Ce contraste au niveau de la température crée une différence de pression de surface entre l'océan (haute pression) et le continent (basse pression) : la naissance de la circulation de la mousson (figures7 et 8).

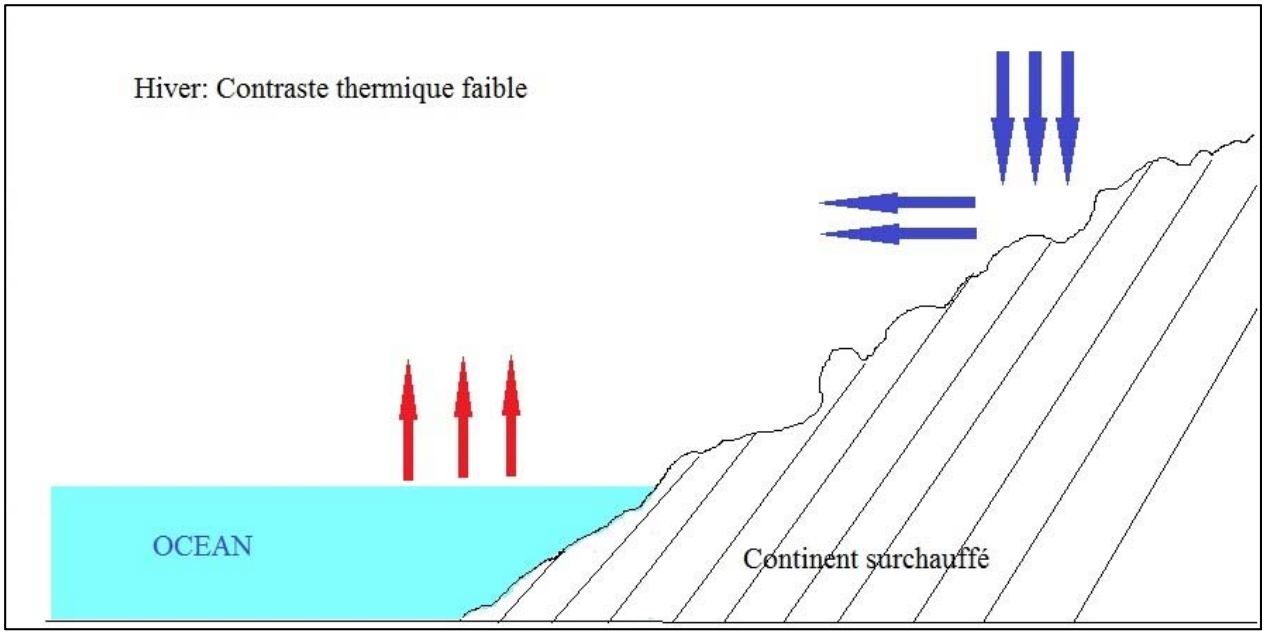


Figure 7: Naissance de la circulation de la mousson (pendant l'hiver).

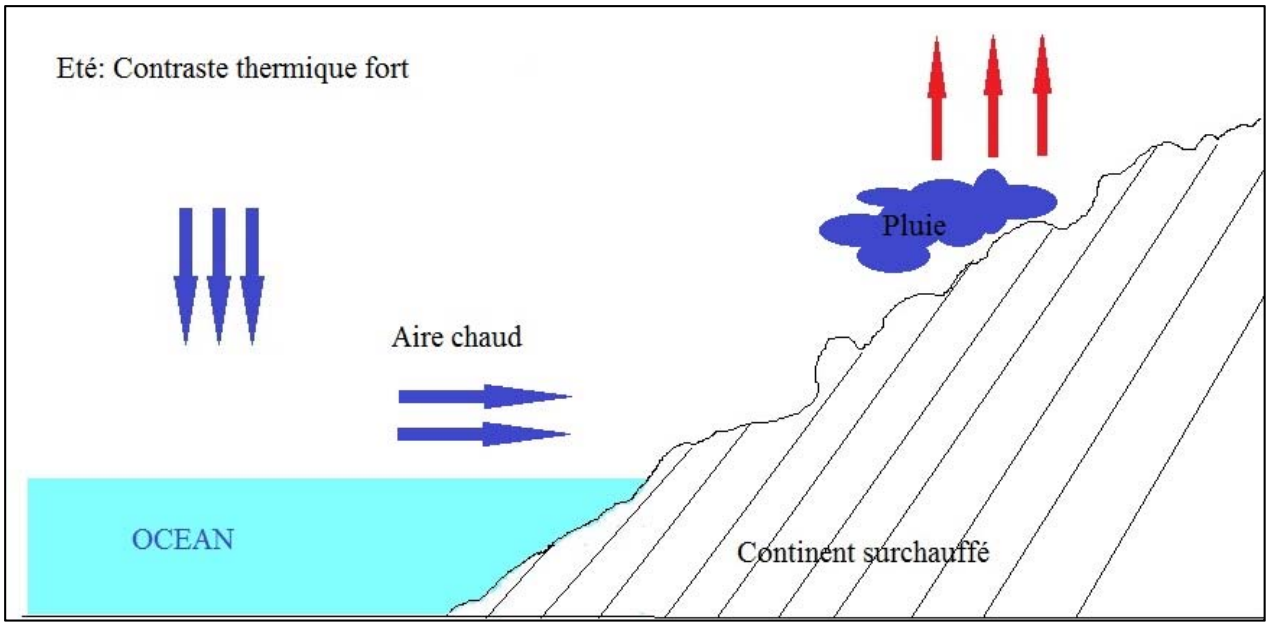


Figure 8: Naissance de la circulation de la mousson (pendant l'été)

Il est relativement bien arrosé et constitue pour l'essentiel une zone où s'estompent les influences de la mousson du sud-ouest et de l'alizé continental appelé harmattan du nord-est. Cette situation se manifeste dans la répartition des pluies qui sont marquées par la succession de plusieurs saisons humide et sèche (Bossa, 2007).

En effet, la partie occidentale du continent africain tropical reçoit la plus grande partie des précipitations annuelles durant les mois d'été boréal, de juin à septembre. Cette saison pluvieuse est associée à l'inversement saisonnier des vents dans la basse atmosphère, ce phénomène est appelé la mousson (Leroux, 1980 et Boko, 1988).

Au début de l'été, à la manière d'une brise marine géante, les vents changent et soufflent finalement de l'océan vers le continent (figure9).

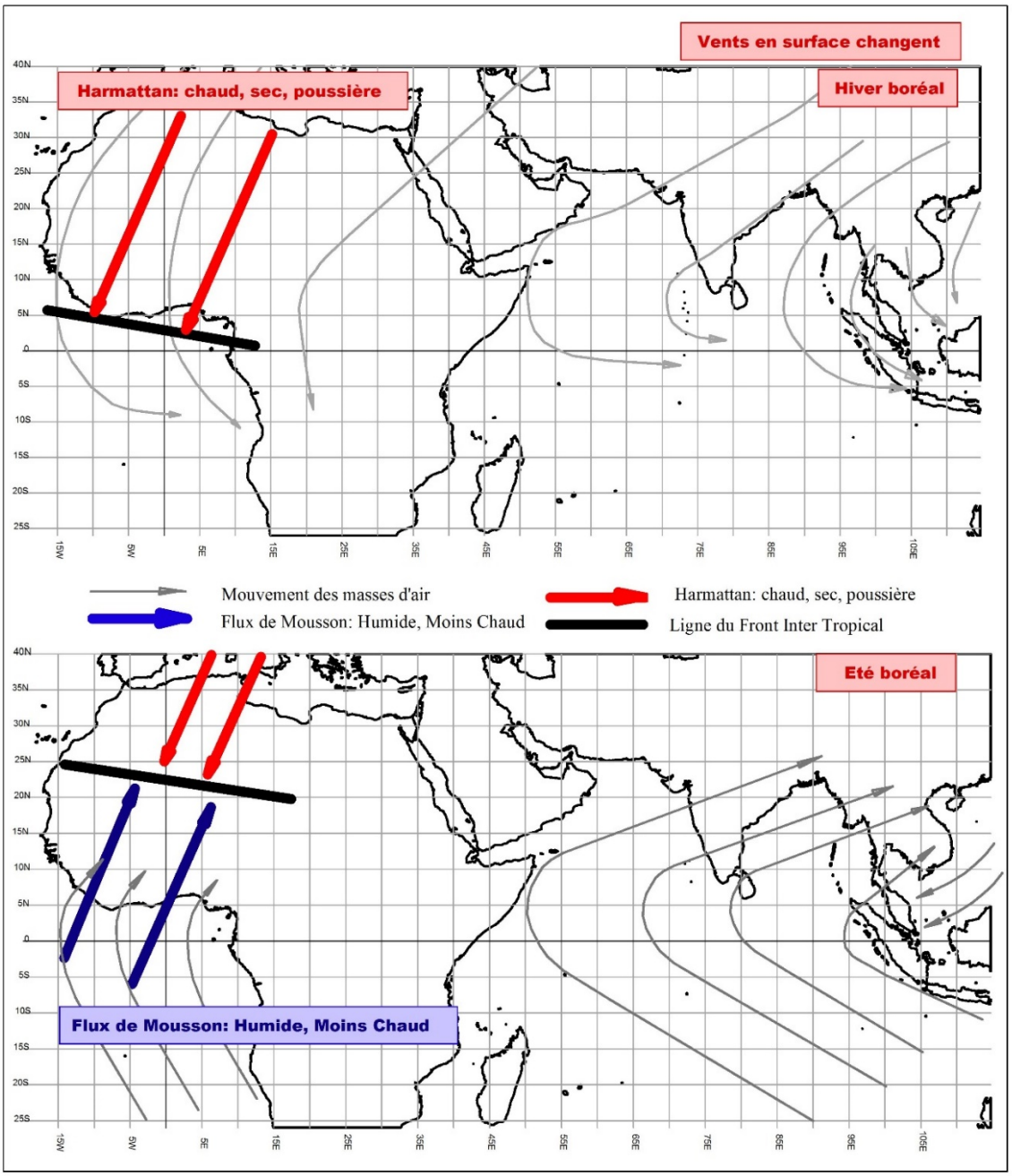


Figure 9: Mouvement oscillatoire annuel du FCIT sur l'Afrique.

Au-dessus de l'océan, les masses d'air sont humides et sont transportées au-dessus du continent où cette humidité est transformée par d'importants mouvements verticaux dans des orages convectifs en précipitations. Cette description simple de la mousson doit être un tout petit peu compliquée pour s'aligner sur la réalité et, en particulier, les effets de la rotation de la terre et les processus convectifs humides doivent être pris en compte (Leroux, 1980 et Boko, 1988).

Le rôle de la région saharienne est également important dans le processus de la mousson car elle fournit un centre de basse pression qui renforce la dépression de la zone de convergence inter tropicale (Inter Tropical Convergence Zone), favorisant ainsi le gradient de pression à la surface.

1.2.3- Aspects humains

Il est question dans cette rubrique des ménages, des groupes socio-culturels et des religions.

1.2.3.1- Ménages

Selon les résultats du RGPH3 fournis par l'INSAE (2002), les deux communes du bassin comptent 30013 ménages répartis avec une taille moyenne de 6,6 personnes par ménage. L'effectif des ménages par Arrondissement se présente comme indiqué dans le tableau I:

Tableau I: Nombre de ménages par Arrondissement

Communes	Ordre	Arrondissements	Nombre Ménages
OUESSE	1	CHALLA-OGOI	1395
	2	DJEGBE	774
	3	GBANLIN	1582
	4	IKÈMON	1073
	5	KILIBO	1949
	6	LAMINOU	2300
	7	ODOUGBA	1579
	8	TOUI	2470
	9	OUESSE	1638
TCHAOUROU	10	ALAFIAROU	895
	11	BETEROU	2302
	12	GORO	565
	13	KIKA	3083
	14	SANSON	1490
	15	TCHATCHOU	3607
	16	TCHAOUROU	3311
TOTAL	**/**	**16**	**30013**

Source : INSAE (2002)

La commune de Ouèssè totalise à elle seule 14 760 ménages contre 15 253 pour la Commune de Tchaourou, soit une différence de 493 ménages. Les deux communes sont donc très proches en effectif de ménages. Ces ménages s'adonnent pour la plupart

aux travaux champêtres pour satisfaire leurs besoins quotidiens. Selon la Mission de la décentralisation et Afrique Conseil (2006),la Commune de Ouèssè est une commune productrice de produitsvivriers**.** En effet, sur l'ensemble des six (06) communes du département des Collines, la Commune de Ouèssè vient en tête des statistiques de production, pour la majorité des vivriers avec des moyennes variant de 25 à 60% de la production totale du département des Collines.

L'agriculture constitue la principale occupation de plus de 90 % de la population de la Commune de Tchaourou. Sa production agricole est essentiellement basée sur les cultures vivrières (céréales et tubercules) et les cultures de rente (Mission de la décentralisation et Afrique Conseil, 2006).

1.2.3.2- Groupes sociolinguistiques

Selon l'INSAE (2002), plusieurs groupes sociolingustiques et ethniques cohabitent sur l'espace communal de Ouèssè et de Tchaourou.

La figure 10 présente l'évolution comparée du poids des différentes ethnies pour les deux communes.

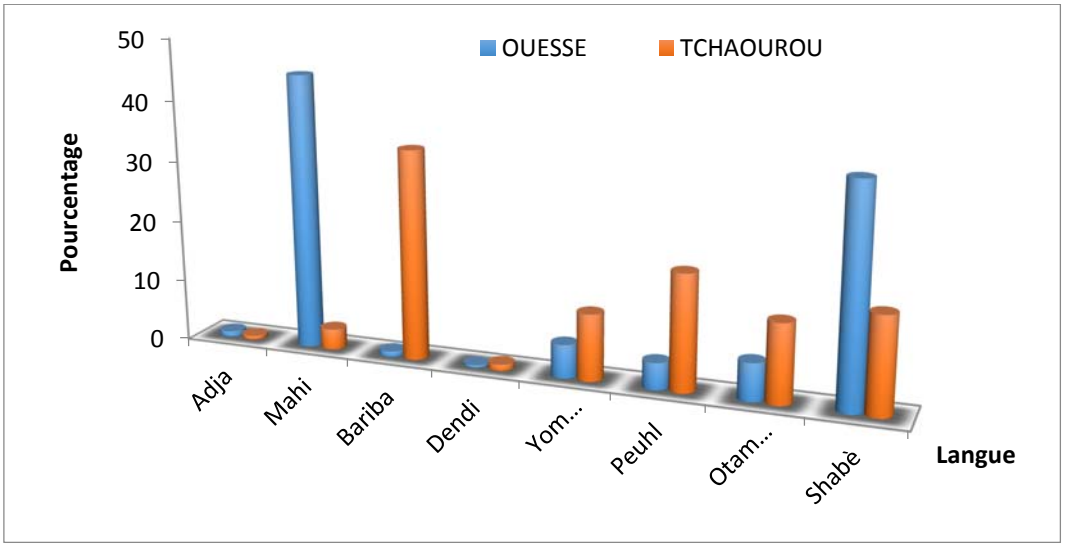


Figure 10: Taux de répartition des groupes socio-culturels du Bassin de la Beffa.

Cette diversité de groupes sociolinguistiques et culturels constitue un facteur favorable à la diversité des systèmes d'exploitation.

De l'analyse de la figure 10, on dénombre 8 ethnies qui vivent et se partagent les territoires des deux communes.

Sur le territoire de Ouèssè (la partie Sud du bassin de la Beffa), deux groupes sociolinguistiques sont majoritaires.Dans la partie est, on rencontre majoritairement les Shabè qui constituent un sous-ensemble du groupe sociolingustique Yoruba. Entre autres, dans la partie Ouest du territoire de Ouèssè, il est à constater l'installation majoritaire des Mahi appartenant au groupe sociolinguistique Kwa.

Pendant longtemps, ces deux groupes socioculturels ont pratiqué une politique peu unificatrice qui a freiné tout brassage indispensable à la création d'une synergie sociale. Mais depuis quelques années, cet état de choses est endigué pour un développement harmonieux du milieu (Mission de la décentralisation et Afrique Conseil, 2006).

Dans la partie Nord du bassin (territoire de Tchaourou), l'ethnie Bariba,appartenant au groupe sociolinguistique Baatonum, est majoritairesuivie des Shabè. A eux, s'ajoutent les migrants agriculteurs en provenance des aires culturelles Adja, Otamari, Yom Lokpa, Dendi d'une part, et les éleveurs Peuhls sédentaires, d'autre part (INSAE, 2004 ; Mission de la décentralisation et Afrique Conseil, 2006).

1.2.3.1.1- Groupes sociolinguistiques des autochtones

Les groupes sociolinguistiques autochtones sont les premiers occupants ; ceux qui étaient présents sur le territoire des deux communes du bassin avant le XVIème siècle.

Le bassin de la Beffaest peuplé de plusieurs groupes sociolinguistiques du Béninet de l'Afrique de l'Ouest (Tableaux II). Ce peuplement s'est fait par vagues migratoires venues du Bénin méridional etsurtout du Nigéria.

Tableau II :Répartition spatiale des groupes et sous-groupes sociolingustique**s**

Groupes	Sous-Groupes	Aire de peuplement	Superficie (km²)	Pourcentage %
Kwa	Fon	Ouest-Bénin-Congo	313,5588946	14,40
Gur	Baatonum	Langue du Nord-Volta	81,59178646	3,75
Yoruba	Ife	Ouest-Bénin-Congo	112,0129759	5,14
	Ede		1670,172922	76,71
TOTAUX			**2177,34**	**100,00**

Source : Carte linguistique du Bénin, CENAP, 1989.

Au total, il se dégage 3 groupes sociolinguistiques à savoir : Kwa, Gur et Yoruba. De ces 3 groupes dérivent 4 sous-groupes que sont : Fon, Baatonum, Edé et Ifè.

Selon les statistiques de la carte linguistique du Bénin produites par le CENAP (1989), la répartition spatiale de ces groupes met en tête le Groupe sociolinguistique Yoruba constitué des sous-groupes Edé et Ifè, pour plus de 80 % de la répartition totale. Ce groupe est présent en Afrique de l'Ouest, au Congo et au Bénin.

Ilfaut retenir que les territoires actuels occupés par les Ifè et Edé sont progressivement mis en place grâce à des mouvements migratoires d'origine Ilé-Itcha, venus d'Oyo et d'Ilé-Ifè au Nigeria. Les peuples Ifè et Edé ont alors pour souche, l'ancien peuple Yoruba du Nigeria. Ce fait explique que la langue Ifè dérive du Yoruba et justifie l'intercompréhension linguistique et l'identité culturelle entre les Isha, les Yoruba, les Shabè et les Idaasha. Les Ifè sont rencontrés dans la partie Sud-Ouest du Bassin. Plus précisément sur le territoire d'Idadjo, de Koda et d'Agbassa (INSAE, 2004 et Anignikin, 2001).

Les Fon : il convient d'apporter une nuance, en précisant qu'il s'agit des Mahi. Ils occupent majoritairement les Arrondissement de Ouèssè Centre, de Djègbé et de Gbanlin. En effet, les Mahi constituent aujourd'hui un des principaux groupes ethniques du département des Collines dans le Moyen Bénin. Il s'agit au départ d'un ensemble de communautés de petites dimensions et d'origines diverses dont l'unité a été forgée entre le XVIIième et le XIXième siècle, par leur commune résistance au royaume du Danxomè. Mais le processus de mono identification des Mahi est resté fragile du fait de la persistance des espaces d'identification primaires (Djigbénu, Gbanlinu, Dévo, Dovi, etc.). Cette fragilité a permis aux Mahi de s'ouvrir aux autres

ethnies et de participer avec elles, et sans heurts majeurs, au processus d'intégration nationale dans l'espace actuel de la République du Bénin tout en restant attachés aux traits culturels de leur communauté de base (Anignikin, 2001).

S'agissant des Baatonum et des Ede, selon les sources et le contexte, on observe de multiples variantes : Baatombou, Baatombu, Baatonou, Baatonu, Barba, Bargu, Baribas, Batombou, Bergo, Bergou, Bogung, Borgawa. Selon l'histoire, ancien campement de chasseurs, le village de Tchaourou devient plus tard une chefferie qui n'a connu aucune véritable importance dans la hiérarchie coutumière dominée par les Bariba. Selon Person et Igué cités par Kora Séro (2008), la région de Tchaourou a été occupée par des groupes Yoruba bien avant le XVIème siècle et c'est par la suite que se sont installées les nouvelles migrations de Baatombu et Nagot dans la même région (vers le XVIIème). Les arrivées de plusieurs peuples (Adja, Fon Yoruba, Lokpa, Berba, etc.) ont contribué à l'enracinement de cette localité (Kora Séro, 2008). Il a fallu attendre 1977 pour que Tchaourou retrouve à nouveau ses espérances après son érection en circonscription administrative de plein exercice.

La figure 11 présente la répartition des groupes sociolinguistiques du Bassin de la Beffa.

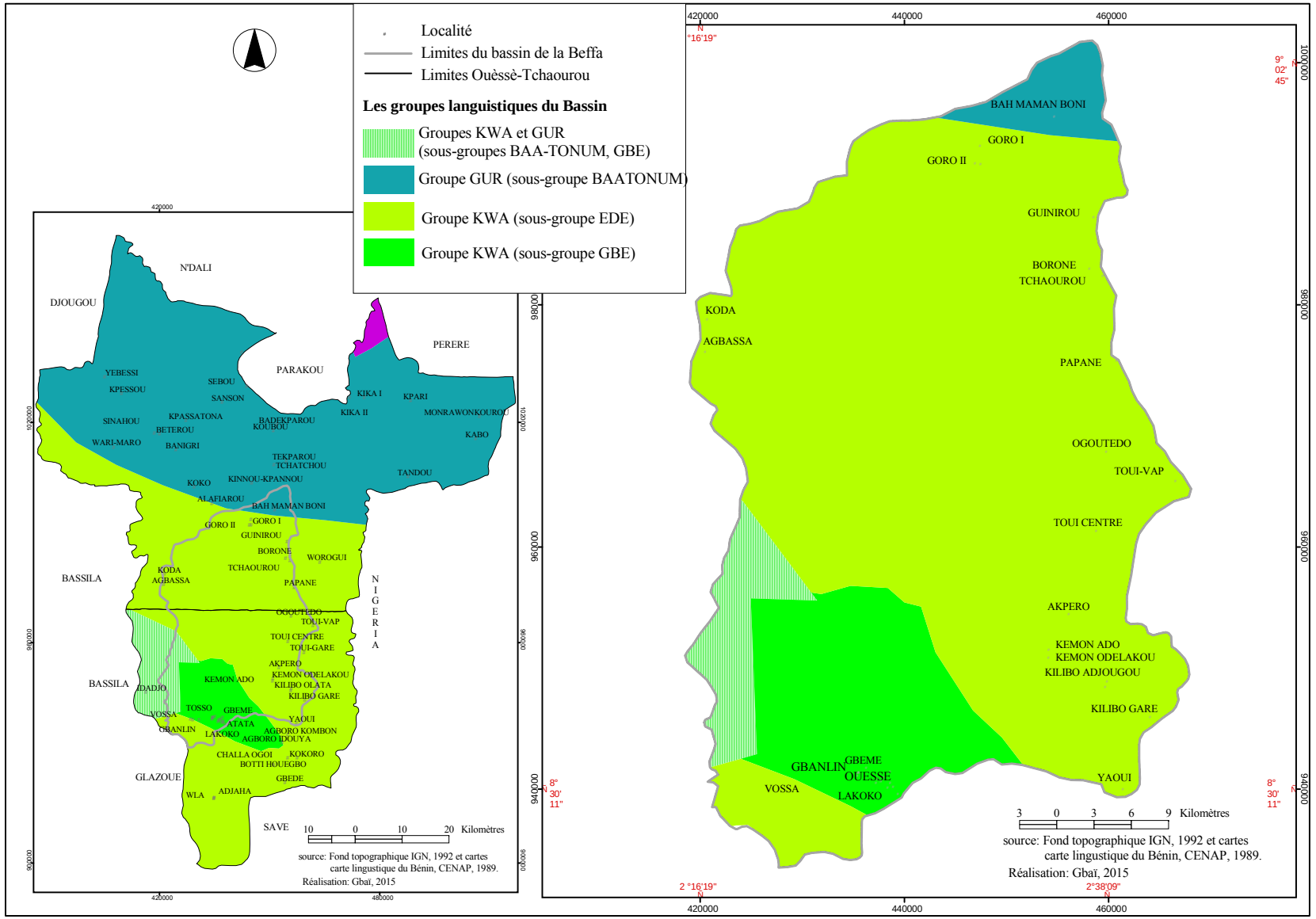


Figure 11: Groupes sociolinguistiques du Bassin de la Beffa.

Trois grands ensembles sociolinguistiquescaractérisent les groupes autochtones du Bassin. Ces trois groupes regroupés en sous-groupes sont: les Fon, les Ede, les Ifè et les Baatonum.

1.2.3.1.2- Groupes sociolinguistiques des migrants agricoles

Ils y a trois groupes de migrants agricoles venus par vagues de divers horizons. Le groupe venu du Nord, celui venu du Sud et enfin, le groupe de l'Ouest. Ces mouvements migratoires sont les effets des rapatriements des citoyens béninois vivant à l'étranger à la suite des conjonctures économiques qui ont frappé le Ghana en 1969 et le Nigeria en 1983. Les citoyens concernés étaient en majorité des Berba, Lokpa et Pila-pila originaires de l'Atacora, un département situé au Nord-Ouest du bassin d'étude. Ce retour massif d'une frange importante des Béninois a joué un grand rôle dans les mouvements migratoires vers les Communes de Ouèssè et Tchaourou (Bouko 1995).

Selon Yaï (2008), six groupes sociolinguistiques sont venus du Nord et vivent dans environ 42 fermes et hameaux. Les principaux sont: les Bètamaribè venus de Boukoumbé; les Yom et Pila-Pilavenus des régions de Djougou, Ouaké, Copargo et Natitingou ; les Berbavenus de Matéri et de Natitingou ; les Natimbavenus de Tanguiéta et de ses environs ; les Peulh du Niger, du Nigeria, du Togoou du Burkina-Faso ; les Baatombu, venus des régions de Kouandé et de Nikki.

Le groupe venu de l'Ouest concerne les Itcha, venus surtout de Bantè et ses environs ; puis quelques Kabyè venus du Togo.
Le groupe venu du sud concerne les migrants du plateau Adja, du plateau d'Abomey et de la dépression d'Issaba.Numériquement plus importants, ces migrants se retrouvent souvent dans les villages qui ne réunissent que les gens du même groupe sociolinguistique (LARES, 2001).Dans ce groupe sociolinguistique, il faut distinguer :les Fon, qui sont concentrés dans les arrondissements de Ouèssè, Djègbé Gbanlin, Lami, Odougba et dans les villages comme : Toui-gare et Kilibo-gare. Ils viennent aussi à l'intérieur des villages autochtones. Ils sont les plus nombreux des

migrants rencontrés dans la région. Les Fon représentent environ 44,8 % des migrants en 1992 et sont pour la plupart venus du Département du Zou notamment des localités de Djidja, Zakpota, Dan, Bohicon, Abomey, Zagnanado. Actuellement, ils sont répartis dans tout le secteur d'étude mais on note leur concentration surtout dans le milieu Mahi. Les Adja, qui sont venus notamment de Toviklin, Lalo et de Klouékanmè.Ils sont installés à Kokoro, à Gbanlin, et un peu partout dans le reste de la zone d'étude. La plupart d'entre eux sont des scieurs.Les Holli sont venus de la dépression d'Issaba. Ils sont installés dans la forêt d'Idadjo et dans la forêt classée de Toui-Kilibo.

En définitive, environ une dizaine de groupes et sous-groupes sociolinguistiques de civilisation agraire partagent l'aire du bassin d'étude et ses environs (Yaï, 2008).

1.2.3.3- Stratégies d'accès à la terre

En matière d'accès à la terre,il y a une stratégie foncière propre aux migrants et une autre propre aux autochtones. Cette rubrique permet de cerner l'évolution du mode de gestion des terresmises en place par les migrants agricoles et autochtones.

1.2.3.3.1- Stratégie foncière des migrants

En effet, dans le but de devenir propriétaire définitif des domaines que les autochtones mettent à leur disposition pour des fins d'exploitation temporaire, les migrants rompent presque totalement tout lien avec leurs propriétaires après leur installation. Désormais, la gestion des terres revient aux premiers occupants et non plus au maître de terre. Ceux-ci en donnent à leurs frères nouveaux migrants. C'est la stratégie d'autonomisation des fermes.

Pour la stratégie des grands espaces de culture, le front de migration évolue souvent de façon linéaire. Personne ne doit exploiter une terre se trouvant à environ un kilomètre des terres ensemencées par les occupants. A l'intérieur de ces espaces réservés, le migrant développe des plantations.

La stratégie du fait accompliest l'acte posé par les migrants, mais interdit par les propriétaires terriens. Il s'agit de l'érection des bâtiments en matériaux définitifs ou

semi-définitifs dans les fermes, de la plantation des arbres pérennes et du refus de payer des redevances foncières. Les faits accomplis prennent de plus en plus d'ampleur, obligeant le propriétaire à vendre sa terre.

L'achat des terres est la dernière stratégie employée par les migrants pour acquérir des terres cultivables. C'est la forme que prend aujourd'hui la migration agricole: une migration agricole "moderne" du fait qu'elle est soutenue par des intellectuels ou des cadres étrangers au foyer d'accueil, qui achètent des terres par hectare à un prix variant entre 30.000 F et 50.000 F(Yaï, 2008).

A la stratégie des migrants s'oppose celle des autochtones propriétaires terriens.

1.2.3.3.2- Stratégie foncière des autochtones

La stratégie foncière des autochtones varie peu d'une localité à une autre. Mais elle change profondément d'un groupe sociolinguistique à un autre.

Les paysans autochtones utilisent les plantations d'arbres pour perdurer leur droit d'occupation sur la terre qui, par la suite, leur reviendrait. Il s'agit surtout des teckeraies et des anacarderaies. Ils sont tous utilisés pour l'appropriation individuelle des terres même à l'intérieur des domaines lignagers. Cette stratégie s'apparente à la longue occupation des terres.

La longue occupation des terres est une stratégie qui donne des droits d'usage permanents avec possibilité d'héritage. Ce droit, pour la plupart du temps, se transforme en propriété réelle à la longue. Il continue d'être reconnu au profit des autochtones. Du fait de la reconnaissance de ce droit, certaines personnes l'utilisent pour installer les migrants.

La stratégie d'installation des migrants est utilisée surtout par les propriétaires autochtones Mahi du secteur de Ouèssè, le mode de gestion des terres étant ici individuel ou familial. Ainsi pour pérenniser leur droit sur la terre, certains paysans autochtones Mahi installent autour d'eux des migrants à qui ils fixent des conditions

particulières. Ils créent ainsi une ferme peuplée de migrants avec un seul foyer autochtone.

En ce qui concerne les Tchabè,l'attribution des terres aux migrants est soumise au paiement d'un loyer fixe et d'une rente foncière annuelle. Le migrant peut aussi planter des arbres fruitiers, pour le compte de ses propriétaires terriens sur les superficies emblavées. Cette stratégie permet aux propriétaires terriens, d'étendre leur champ d'anacardiers qui est une richesse de première importance dans les communes du bassin.

La stratégie de convention de terres résulte des pressions foncières exercées par les exploitants. C'est une sorte de bail à court terme où toutes les conventions et actes d'attribution de terre sontétablis par les chefs d'arrondissement en collaboration avec les propriétaires terriens.

Au regard de tout ce qui précède dans cette rubrique, il est à retenir que les périmètres cultivables constituent un enjeu majeur pour les territoires abritant le bassin concerné par la présente étude.

1.2.3.4- Religions

Les religions les plus représentées sur le territoire de Ouèssè sont : l'animisme (15,2 %), le christianisme (40,1 %), la religion musulmane (17,6 %) et autres religions (27,1 %) d'après l'INSAE (2002). Ces mêmes religions sont présentes à Tchaourou dans des proportions différentes (Figure 13). Il y a une relative coexistence pacifique des divers groupes religieux dans le milieu. Certains cultes traditionnels : le Zangbéto (gardien de la nuit), le Oro (qui lutte contre les sorciers et protège le village), et divinités : le Hêbiosso (dieu du tonnerre), le Sakpata, etc., sont encore très présents dans les pratiques religieuses des populations et dans leur fête annuelle toujours honorée.La figure 12 présente la répartition des différentes religions par commune.

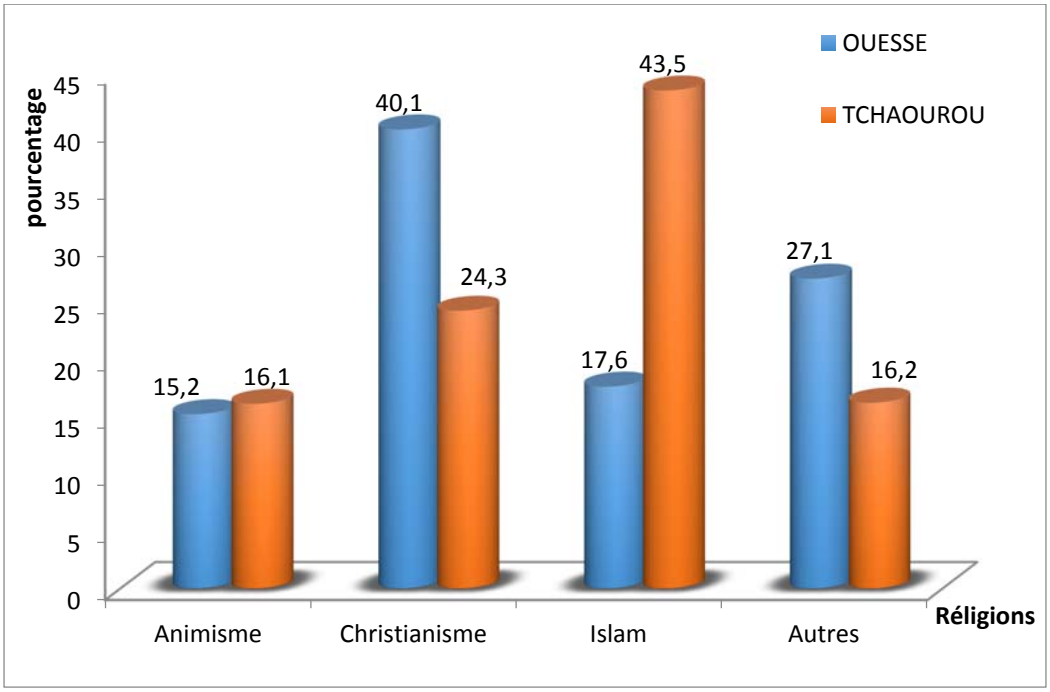


Figure 12: Taux de répartition des différentes religions pratiquées par les populations du secteur.

Il faut retenir que le christianisme et l'Islam sont les plus dominants dans le bassin.

La partie Sud est dominée par le christianisme et la partie Nord par la religion musulmane (figure 13).

En effet, la religion musulmane est plus repandue sur le territoire du bassin se situant sur la limite administrative de la Commune de Tchaourou. Cette dernière est administrativement dans le département du Borgou, qui est l'un des départements à dominance islamique au Bénin. Par ailleurs, les localités abritant les groupes sociolinguistiques Edé (Shabè, Ifè, Yoruba) venus du Nigéria, sont aussi favorables à l'expansion de l'Islam dans le milieu d'étude. Par contre, les localités abritant les groupes socioculturels Fon et apparentés, sont favorables au Christianisme et aux religions traditionnelles. Ces dernières contibuent pour une large part à la préservation des ressources forestières, à travers les interdits qu'elles instorent en ce qui concerne les forêts sacrées.

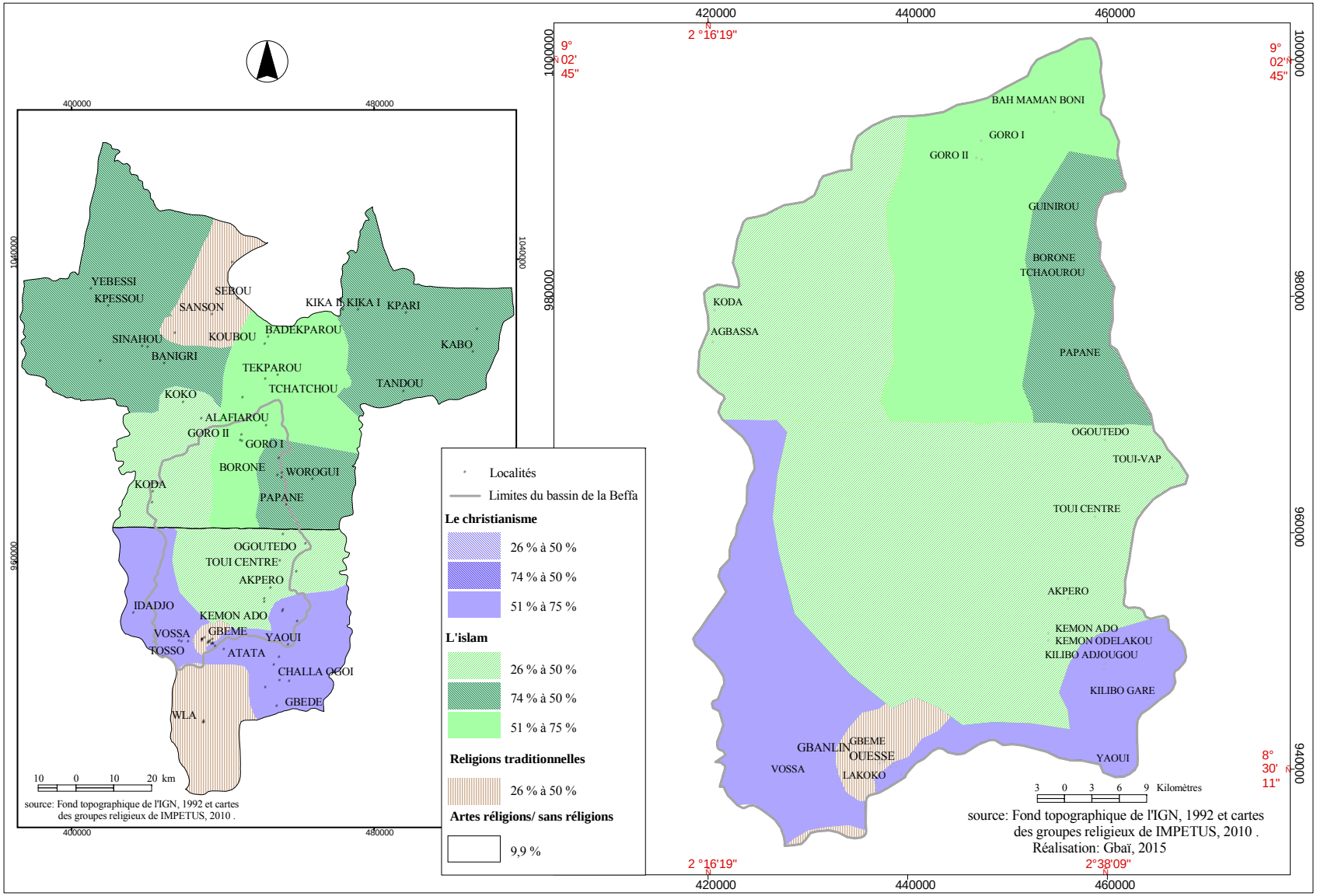


Figure 13: Répartition spatiale des groupes religieux dans le Bassin de la Beffa

1.2.3.5- Habitat

Deux grands types d'habitats caractérisent les Communes de Ouèssè et de Tchaourou. On distingue les habitats du type groupé et ceux de type dispersé. Les premiers sont marqués par la prédominance des habitations traditionnelles construites en terre battue. On retrouveles habitats du type groupé dans les anciennes agglomérations mises en place par les premiers occupants. Quant aux seconds, ils sont marqués par les habitations faites en matériaux définitifs ou semi-définitifs.

Globalement, il est à noter que de nos jours, les habitations de types moderne et semi moderne, prennent du pas sur les habitations typiquement traditionnelles. Cet état de chose, est favorisé par les opérations de lotissement suivies de l'ouverture des voies.

Conclusion partielle

Le bassin offre aux populations riveraines une gamme variée d'opportunités d'exploitation, à travers les ressources naturelles dont il regorge. Lesdites ressources ne sont rien d'autres que les variations climatiques ; les formations géologiques, géomorphologiques, pédologiques ; le réseau hydrographique et hydrologique ; les ressources biologiques, puis le mode de vie des populations. La croissance démographique accélérée que connait le secteur a un impact sur les ressources naturelles tant floristiques, fauniques, en eau que minières.

Les techniques artisanales d'exploitation et la disponibilité cyclique de certaines ressources, telle que l'eau liée à la saison, poussent les populations à la diversification de leurs activités génératrices de revenus. Ces populations s'orientent vers d'autres activités comme l'exploitation forestière et l'exploitation minière. Ces reconversions dans d'autres activités font partie des stratégies d'adaptation au calendrier qu'imposent désormais les effets des changements climatiques et provoquent de profondes mutations dans l'environnement.

La prochaine rubriqueexpose la démarche adoptée et utilisée pour la vérification des hypothèses de recherche.

CHAPITRE II : MATERIEL, DONNEES ET METHODES

La démarche méthodologique s'articule autour des points suivants : matériel, données et méthode.

2.1- MATERIEL

La présente étude a nécessité l'utilisation de plusieurs outils aussi bien pour le choix de différents transects que pour la collecte des données sur le terrain et les travaux de laboratoire.

2.1.1- Outils de planimétrie et choix des transects

Les matériels planimétriques utilisés pour le découpage écosystémique et le choix des transects se présentent comme suit :

- cartes topographiques feuilles NC-31-III, Savè, au 1/ 200 000 de 1969 ;
- carte géologique du Bénin, feuille de Pira, au 1/100.000, de la Direction des mines.

La superposition de ces cartes permet d'avoir une vue couplée du paysage. La combinaison des cartes topographique et géologique a permis de découper le secteur d'étude en trois (03) sous-secteurs. Dans chaque sous-secteur, des transects ont été choisis non seulement pour l'analyse du paysage mais aussi pour la description des systèmes d'exploitation à travers des stations choisies. Au total, 03 transects sont choisis pour l'analyse toposéquentielle (figure 14). Ces documents ont permis également de constituer la base de l'échantillonnage.

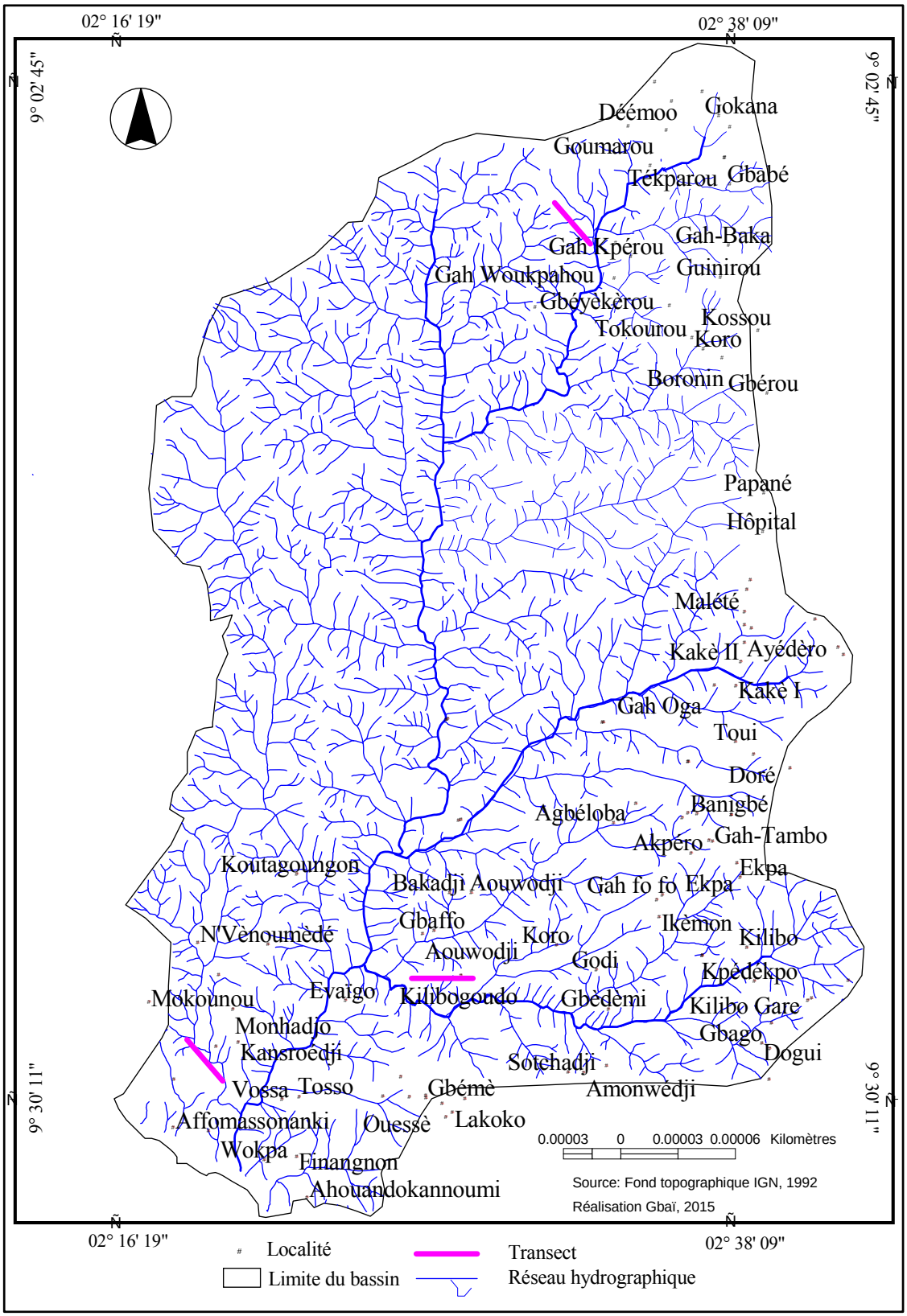


Figure 14:Localisation des transects et stations bathymétriques

2.1.2- Prélèvement d'échantillons d'eau de surface

Tous les prélèvements d'échantillon d'eau ont été faits dans la rivière Beffaet certains de ses affluents à cause du caractère temporaire de la plupart de ces derniers. La bonne pratique du prélèvement va conditionner en grande partie la validité des analyses et donc l'interprétation qu'on peut en faire. Ainsi, tout a été mis en œuvre pour réaliser un prélèvement représentatif (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2006).

Les prélèvements des échantillons d'eau se sont effectués de plusieurs façons, selon la taille du cours d'eau et l'accessibilité du point de prélèvement (Hébert et Légaré, 2000). En effet, dans les rivières de faible profondeur et pendant l'étiage (basses eaux), l'opérateur se place au centre du cours d'eau et remplit les bouteilles à la main, au milieu de la colonne d'eau, en faisant face au courant (figure 15).

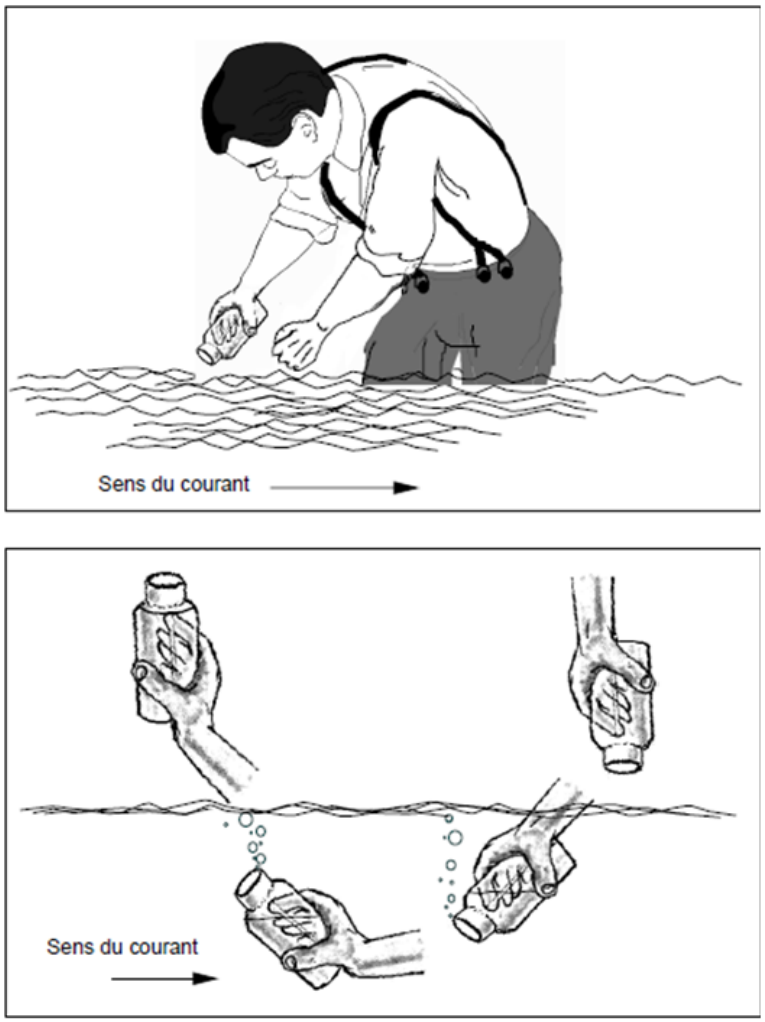


Figure 15:Échantillonnage d'un cours d'eau à gué selon Hébert et Légaré (2000)

Lorsque la profondeur ou le débit est élevé, le prélèvement à la main devient compliqué. Ainsi, l'opérateur fait recours à l'utilisation d'un pont de passage le plus proche pour avoir accès au centre du cours d'eau. Lorsque cette dernière condition n'est pas remplie, alors une autre possibilité est de se faire accompagner sur le site d'une personne ressource qui sait bien nager, de préférence un autochtone en occurrence un pêcheur qui a la maîtrise du comportement du cours d'eau dans la zone du prélèvement (Hébert et Légaré, 2000).

L'intégrité des échantillons envoyés au laboratoire détermine en grande partie la qualité des résultats d'analyse. Pour ce faire, des précautions recommandables ont été prises pour protéger les échantillons de toute contamination (Hébert et Légaré, 2000). Voici quelques-unes de ces précautions prises:

- la partie intérieure des bouteilles et des bouchons ne doit jamais être touchée. Pendant l'échantillonnage, il est recommandé de garder les bouchons dans un sac de plastique propre.
- une fois l'échantillon prélevé, il faut bien prendre soin de visser hermétiquement le bouchon;
- Il faut toujours immerger les bouteilles sous la surface de l'eau et éviter de prélever la couche superficielle;
- Lorsqu'on échantillonne à partir d'un pont, selon la direction du vent et du courant, il faut se placer en amont ou en aval de celui-ci, de façon à réduire au minimum les risques de contamination des échantillons par la poussière et les débris. Il faut particulièrement s'assurer que la corde de l'échantillonneur ne frotte pas sur le rebord du pont;
- Les produits pétroliers (essence, huiles, fumées d'échappement) sont des sources potentielles de contamination. Lorsqu'on échantillonne à partir d'une embarcation, il est préférable d'arrêter le moteur. Il faut éviter toute trace d'huile ou d'essence présente à la surface de l'eau au moment d'immerger l'échantillonneur;
- Il ne faut jamais laisser les échantillons exposés au soleil, mais les mettre le plus rapidement possible dans des glacières.

Les échantillons d'eau ont été prélevés, suivant les conditions de Hébert et Légaré (2000) décrites plus haut. Mais, les périodes d'échantillonnage ont suivi le protocole décrit par Claasen, Barcelona *et al.* et Hounslow cités par Atchadé (2014). En saison pluvieuse, le mois de septembre est propice, et en saison sèche, c'est le mois de février. Un certain nombre d'éléments ont été mesurés *on site* par la méthode de potentiométrie à l'aide du Conductimètre WTW 340ietdupH/Oximètre WTW 340i, il s'agit de la conductivité électrique, le potentiel Hydrogène (pH), la température, les solides totaux dissous(TDS), l'oxygène dissous et le potentiel redox de l'eau.

Puisqu'il s'agit d'une analyse comparative entre deux saisons du même bassin, les points de prélèvement sont restés invariables pour les prélèvements des deux saisons.

Les sites de prélèvement d'échantillons d'eau sont choisis en tenant compte du découpage écosystémique du bassin. Ainsi, à partir de la carte du découpage écosystémique, des points de prélèvement ont été identifiés et leurs coordonnées géographiques préenregistrées dans le GPS.

Ainsi, avec la fonction « Go to » ou « Aller à », les sites de prélèvement ont pu être retrouvés.

La figure 16, présente les points de prélèvements d'échantillons d'eau analysés.

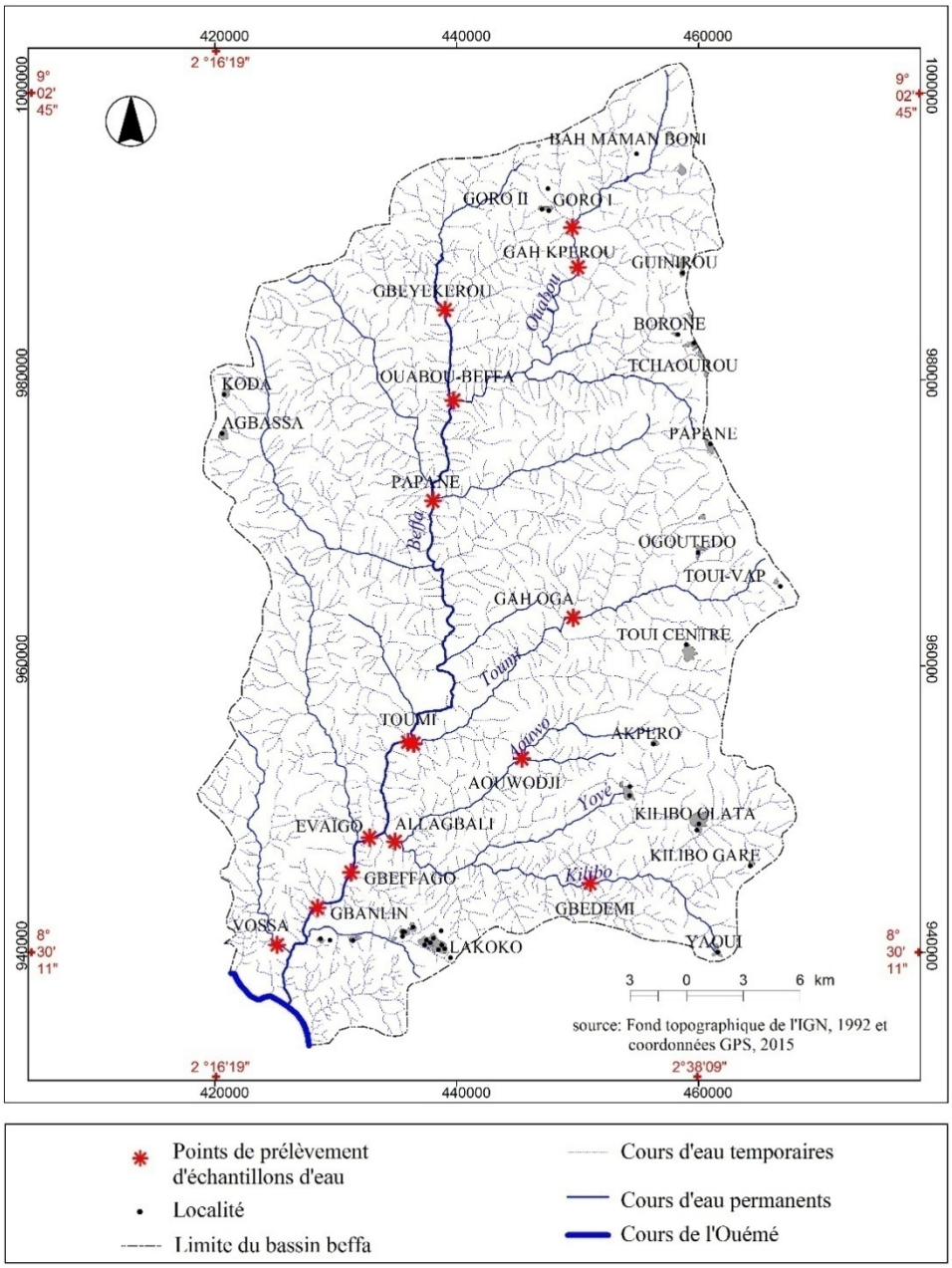


Figure 16: Répartition spatiale des points de prélèvements d'échantillons d'eau

Le processus de conservation permet de préserver l'intégrité des échantillons prélevés entre le moment de l'échantillonnage et celui de l'analyse en laboratoire. Cette étape est nécessaire puisque plusieurs paramètres peuvent subir des modifications physiques ou des réactions chimiques dans le récipient, ce qui altère la qualité originale de l'échantillon. Afin d'obtenir des analyses qui représentent le plus fidèlement possible les conditions du cours d'eau, une conservation physique ou chimique des échantillons a été effectuée.

Selon l'Agence de l'eau Loire-Bretagne (2006) et Hébert et Légaré (2000), il est recommandé de conserver les échantillons à l'obscurité et à une température de 4 ºC dans une glacière contenant de la glace. Cette méthode est couramment utilisée lorsque les analyses sont effectuées dans les 24 heures suivant l'échantillonnage. Si l'analyse ne peut être réalisée dans un délai de 24 heures, il faut prendre conseil auprès du laboratoire; les échantillons d'eau devront, dans certains cas, être stabilisés à l'aide d'agents de conservation chimique.

Ainsi, compte tenu de la distance qui sépare le laboratoire du secteur des prélèvements, après avis de plusieurs laboratoires, les mesures ont été prises de sorte que tous les prélèvements se passent avec toutes les précautions d'asepsie nécessaires, dans des flacons stérilisés de 150 ml pour l'analyse physico-chimique. Les prélèvements sont effectués à une profondeur d'au moins 15 à 30 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air et selon une direction opposée au sens de l'écoulement (Hébert et Légaré, 2000). Une fois de retour du terrain, les échantillons sont ensuite conservés dans des réfrigérateurs à une température de 4 °C. Ainsi, les éléments recherchés sont maintenus en état par usage de matériels appropriés (glacières chargées en permanence de la glace ou de stabilisateurs) puis envoyés au laboratoire.

Le matériel utilisé est composé de :

- Flacon stérélisé de 150 ml, pour les prélèvements ;
- glacière de conservation des échantillons lors de leur transport ;
- Des étiquettes pour porter des mentions sur chaque échantillon;
- Un GPS et une carte touristique du Bénin pour retrouver les différents lieux identifiés pour les prélèvements ;
- Fiches de commentaire sur les faits marquants lors des prélèvements ;
- un coupe-coupe pour l'ouverture de layon en cas d'accès difficile au point de prélèvement.

2.1.3- Collecte des données sur les transects

Les outils utilisés pour la collecte des données sont constitués de :

- GPS (Global Positioning System) 12 XL Garmin (appareil de navigation) pour la prise de coordonnées géographiques ;
- Le clisimètre pour déterminer l'azimut et la mesure des pentes ;
- minute d'interprétation pour le contrôle des unités d'état de surface ;
- papier millimétré format A_4 pour réaliser le profil topographique et aussi pour le dessin parcellaire ;
- appareil photo numérique pour la prise des images d'objets ou de phénomènes observables sur le terrain ;
- un coupe-coupe pour l'ouverture des layons ;
- fiche de collecte des données floristiques et fauniques ;
- fiche de relevé altimétrique ;
- questionnaire pour recueillir diverses informations relatives aux systèmes d'exploitation.

2.1.4- Inventaire des espèces végétales

La *Flore Analytique du Bénin* a servi de document de base pour la détermination des espèces récoltées sur le terrain. Les chercheurs juniors de l'Herbier National du Bénin ont apporté leur expertise à la détermination des espèces. L'outil principal utilisé pour la collecte est la fiche de relevé floristique.

2.1.5- Réalisation des différentes cartes d'états de surface et de sa dynamique

Le matériel utilisé pour la réalisation des cartes d'occupation et de la dynamique de l'espace est constitué de :

- état de l'occupation du sol en 1995 : la carte traduisant l'état de couverture des unités d'occupation du sol de 1995, a été réalisée à partir de la carte de végétation du Bénin. Cette dernière a été réalisée par le CENATEL, à partir de l'image satellite, Spot XS 064-332 au 1/100.000 de 1995.

- Etat de l'occupation du sol de 2006: le fond utilisé pour la réalisation de la carte d'occupation du sol de 2006, est la carte de végétation du Bénin réalisée par le CENATEL, à partir de l'image satellitaire LANDSAT ETM7+ de 2006. Il a contribué à cette réalisation.

2.1.6- Réalisations des cartesgéologiques et pédologiques

Les matériels qui sont utilisés pour la réalisation des cartes d'aptitude des solssont:

- carte géologique du Bénin, feuille de Pira, au 1/100.000, de la Direction des mines ;

- carte de reconnaissance pédologique du Bénin, feuille de Savè de 1975, au 1/200.000, du LSSEE ex CENAP. L'Atlas cartographique de la région centre du Bénin établi par la SERHAU-SEM en 1992, et les cartes d'aptitude des sols établies par le CENAP en 1982, au 1/500.000.

2.1.7- Les sources documentaires

Cette phase a été le moteur de la revue de littérature qui a permis de faire le point des connaissances et de la clarification de concepts relatifs au sujet de la présente recherche. Au nombre des centres de documentation visités, il est à lister : la bibliothèque de l'université d'Abomey-Calavi ; le centre de documentation de la DGAT, le Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE), le Centre de documentation du MEPN ; le Centre de documentation du MAEP, l'Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE) ; la Bibliothèque-centre de documentation de FSA (BIDOC), le Centre National d'Agro- pédologie (CENAP)

Le Programme d'aménagement des zones humides (PAZH), les CeRPA Zou et Borgou, la Direction des pêches, la Direction de l'élevage, l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) et des Sites Web. La liste n'est pas exhaustive. Les documents consultés sont constitués de livres, thèses, mémoires, rapports, articles, cartes administratives, cartes topographiques, photographies aériennes, images satellites, carte de végétation et carte pédologique. Les informations

recueillies sont d'ordre général sur les problèmes environnementaux, sur les zones humides et la stratégie de leur conservation et sont à caractère méthodologique.

Les documents spécifiques sur les systèmes d'exploitation et leurs conséquences sur les écosystèmes sont plutôt rares.

2.2- DONNEES

Les données utilisées sont d'ordre quantitatif et qualitatif. Les variables d'étude prennent en compte des données brutes et celles élaborées.

2.2.1- Données brutes

Les données brutes collectées concernent :

- ✓ les statistiques climatiques : pluie journalière, évapotranspiration potentielle (ETP), température, insolation, humidité etc. Ces données sont fournies par l'ASECNA. Le débit journalier est obtenu au service de l'hydrologie, à la Direction Générale de l'Eau;

- ✓ les statistiques agricoles : production, rendement, superficie, sécurité alimentaire ; ces informations sont obtenues aux Centres Régionaux pour la Promotion Agricole (CeRPA) et à la Direction de l'Alimentation et de la Nutrition Appliquée (DANA) ; au Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche et parfois, auprès d'autres acteurs parapublics et privés.

- ✓ les données démographiques : effectifs de la population, taux d'accroissement, densité de population, indice de pauvreté ; ces statistiques sont obtenues à l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE);

- ✓ les inventaires floristiques, dendrométriques et bathymétriques à l'Herbier National;

- ✓ les dessins parcellaires et quantification des ablations et accumulation : au LESSE (ex-CENAP) et au Ministère des Mines, de l'Eau et des Recherches Pétrolifères ;

- ✓ les images satellitaires sur des sites Internet appropriés.

2.2.2- Données élaborées

Les données élaborées sont celles qui concernent :

- ✓ la moyenne de pluie sur le bassin ;
- ✓ l'évapotranspiration réelle (ETR);
- ✓ les indices de caractérisation biophysique du bassin ;
- ✓ les cartes d'état de surface, de la dynamique du couvert végétal, de la densité de population et autres cartes thématiques ;
- ✓ les algorithmes de simulation;
- ✓ les statistiques de l'évolution prédictive de l'occupation du sol ;
- ✓ les paramètres physiques de l'eau ;
- ✓ les taux d'exploitation des écosystèmes (analyse toposéquentielle) ;
- ✓ les indices de couverture végétale Kv
- ✓ l'évaluation des impacts par système d'exploitation

2.3- METHODES

Les méthodes utilisées sont multiples et prennent en compte les aspects physiques et biologiques du bassin ainsi que les modifications issues des modes d'exploitation des ressources des différents écosystèmes.

Un certain nombre d'approches ont été utilisées :

- ✓ l'approche systémique et intégrée dans le but de considérer tous les éléments (populations, écosystèmes) comme liés et formant un système ;

- ✓ l'approche genre afin d'appréhender les apports des hommes et ceux des femmes dans l'activité ;

- ✓ l'approche participative en vue d'impliquer tous les acteurs concernés.

2.3.1- Découpage écosystémique

Quatre critères ont permis de découper le secteur d'étude en trois sous-secteurs, que sont :

- caractéristiques topographiques ;
- caractéristiques géomorphologiques ;
- caractéristiques hydrographiques ;
- prépondérance des systèmes d'exploitation.

Ce découpage prend en compte les principes de l'approche écosystémique développés par John Donne, Jacob Bronowski et Gregory Bateson cités par Vodounou (2010) puis utilisés par Gbaï (2009).

Ainsi, on distingue : la Basse-Beffa; la Moyenne-Beffaet enfin le haute-Beffa(figure 17).

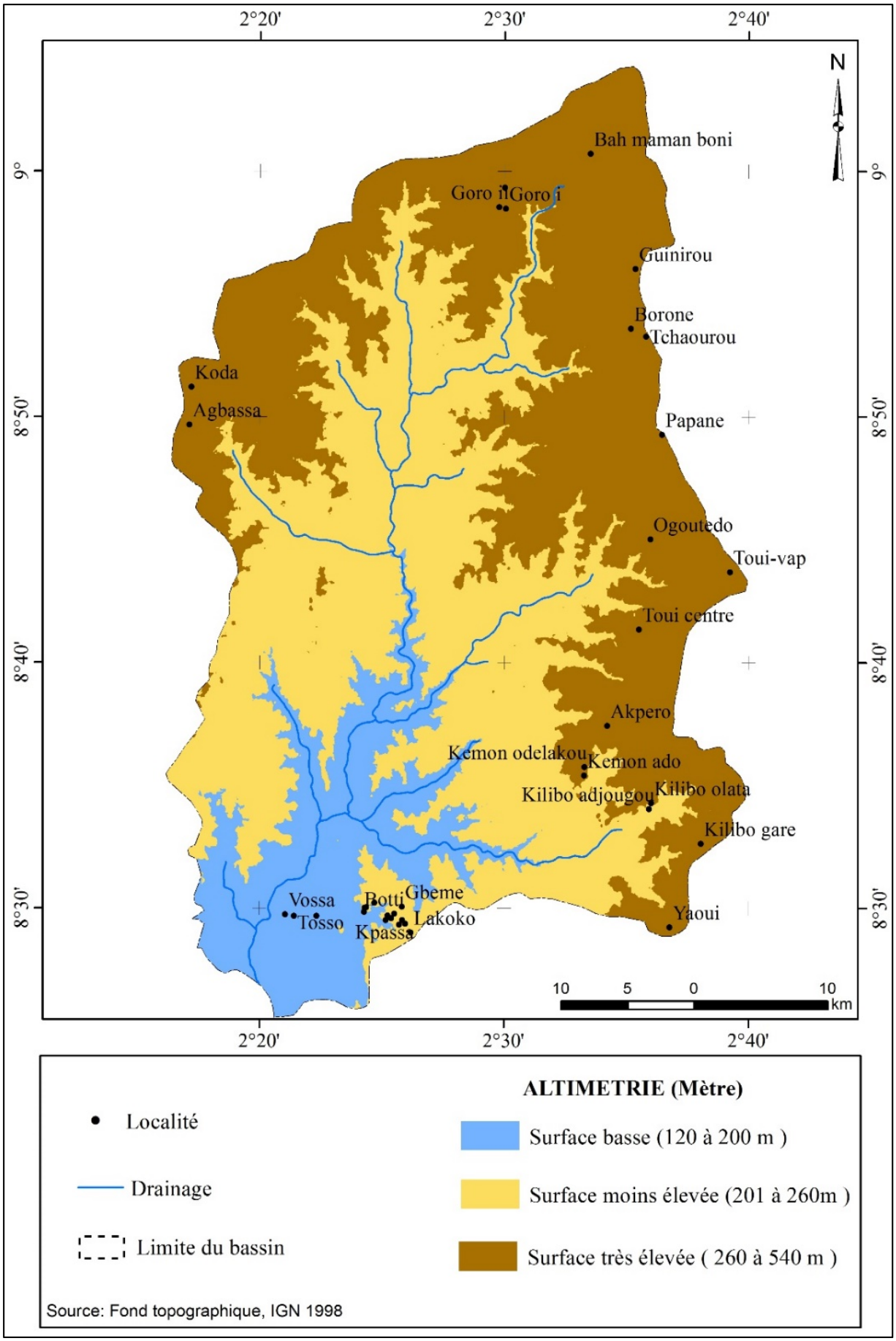


Figure 17:Découpage écosystémique du bassin de la Beffa

◈ 1- La basse-Beffa

Les critères physiques et géomorphologiques qui ont servi à l'identification de cette partie sont : les niveaux altimétriques du bassin qui confèrent à cette partie l'aval du bassin où tout le réseau hydrographique converge pour se jeter dans le fleuve Ouémé; c'est la zone de convergence des cours d'eau de tout le bassin; cet écosystème est marqué par la présence permanente de l'eau dans la vallée tous les mois de chaque année. C'est la basse-Beffa ou surface basse, elle s'étend sur 1032,26 km². Le système d'exploitation le plus prépondérant a rapport à la l'agriculture, suivie de la pêche, de l'élevage, de l'exploitation forestière, de la chasse, et de l'exploitation minière.

◈ 2 - La moyenne-Beffa

La moyenne-Beffa ou surface moins élevée s'étend sur 784,04 km². Elle est caractérisée par des altitudes variant de 201 à 260 m. Les cours d'eau y sont temporaires avec un réseau assez densifié, il y a la présence des bas-fonds (celui d'Awadakpèkpè, de Tcha N'tchané, de Fonto, de Kèmon…) qui assurent l'humidité de cet écosystème durant 2 ou 3 mois pendant la sécheresse. Les vallées y sont encaissées avec la présence de beaucoup de ravins. Le réseau hydrographique y est important. Les systèmes d'exploitation sur ces écosystèmes dans l'ordre d'importance sont : l'agriculture, l'exploitation forestière, l'élevage, l'exploitation minière, la chasse et de la pêche.

◈ 3 - La haute Beffa

La limite supérieure de cette partie est marquée par la ligne de partage des eaux. La haute Beffaou surface élevée à très élevée fait 1032,26 km². Elle constitue le lieu de naissance de presque tout le réseau hydrographique du bassin. Elle correspond à l'amont du bassin où les eaux sont collectées de partout pour alimenter le cours principal qui est la Beffaqui, à son tour, se jette dans le fleuve Ouémé au niveau d'un confluent à Vossa. Les systèmes d'exploitation les plus prépondérants sont: l'agriculture, l'exploitation forestière, l'élevage, l'exploitation minière, la chasse.

2.3.2- Propriétés physiques et biologiques du bassin

Les paramètres physiques sont déterminés par des indices qui renseignent sur les caractéristiques géométriques du bassin. Les caractéristiques biologiques concernent la végétation, la faune et la flore ainsi que la composante humaine.

2.3.2.1- Indice de compacité

Il est également appelé coefficient de forme, il correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même superficie:

$$I_{comp} = 0{,}282 \times P \times S^{-1/2} \text{ où :}$$

P est le périmètre stylisé du bassin en km;

S est la superficie du bassin, en km^2.

Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée.

2.3.2.2- Indice global de pente

C'est l'indice caractérisant le relief d'un bassin. Il est défini par la formule:

$$Ig = \frac{D}{L}$$

où :

• *D* représente les dénivelées, exprimées en mètre, séparant les altitudes ayant approximativement 5 % et 95 % de la surface du bassin au-dessus d'elles. Ces altitudes sont déterminées sur la courbe hypsométrique ;

• *L* est la longueur du rectangle équivalent, exprimée en km. Il est calculé à partir de la formule suivante ;

$L = \frac{I_{comp} \cdot \sqrt{S}}{1.12}\left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{I_{comp}}\right)^2}\right)$ ***S*** est la superficie du bassin en km^2, $\boldsymbol{I_{comp}}$ est l'indice de compacité

- *Ig* est exprimé en m/km.

2.3.2.3- Dénivelée spécifique (Ds)

La dénivelée spécifique est le produit de l'indice de pente global *(Ig)* par la racine carrée de la superficie du bassin (S). Elle s'exprime en mètre et est indépendante, en théorie, de l'aire du bassin.

$$Ds = Ig \times \sqrt{S}$$

Ig : Indice global de pente ;
S : est la superficie du bassin versant, exprimée en km^2.On peut distinguer différentes classes de relief en fonction de Ds:

Relief faible	Ds <50 m
Relief modéré	50 m< Ds <100 m
Relief fort	100 m< Ds

2.3.2.4- Densité de drainage (Dd)

La densité de drainage est le rapport de la longueur totale des cours d'eau de tous ordres et de la superficie du bassin versant.

$$Dd = \frac{L_t}{S} \text{ avec}$$

L_t : longueur totale des cours d'eau de tous ordres

S : superficie du bassin

2.3.2.5- Indice de couverture végétale

Cet indice est calculé pour toutes les unités d'occupation. Il est déterminé par la formule : $Kv = \frac{Superficied'uneunitédoccupation}{Superficietotaledubassin}.100$

Il permet non seulement d'apprécier le taux d'évolution des différentes formations végétales mais également d'évaluer l'impact de l'écoulement sur le sol.

2.3.2.6- Simulation de l'état du couvert végétal du bassin

La dynamique du paysage peut être décrite par des changements dans le temps de sa composition et de sa structure spatiale. Généralement, cela nécessite l'usage de données de télédétection (images satellitaires et photographies aériennes) et les cartes thématiques. Dans le cas présent, trois cartes d'occupation du sol ont été utilisées:

- la première carte est issue des images LANDSAT (du 07/12/1990 ; résolution 30x30). Elle présente six classes d'occupation du sol (FG, FC, SB, MCJ, PLANT et AGG) ;
- la seconde carte est produite à partir du traitement d'images LANDSAT (du 18/12/2000; résolution 30x30) complétées par des levées de terrain en 2012.
- la troisième carte présente également 6 classes d'occupation du sol et est issue du traitement d'images LANDSAT (du 15/12/2010; résolution 30x30).

Les logiciels de SIG et de traitements cartographiques utilisés sont : Arcview 3.3 et ENVI.

2.3.3- Etude de la dynamique de la population

La dynamique de la population est étudiée à travers deux taux : la densité et le taux de croissance.

2.3.3.1- Densité de population

La densité de population est le nombre d'habitants au kilomètre carré (hab/km²). Elle est calculée à partir de la formule :

$$D = \frac{P}{S}$$

P = effectif de la population et S = la superficie du territoire concerné en km².

Cette densité est calculée pour les années 1979, 1992 et 2002.

2.3.3.2- Taux d'accroissement

Le taux d'accroissement est calculé pour une période séparant deux recensements : C'est le taux intercensitaire. Il est déterminé à partir de la formule :

$$TC = \frac{P^f - P^i}{(f - i) * (\frac{P^i + P^f}{2})} \text{ avec}$$

''i'' et ''f''' désignant respectivement le début et la fin de l'observation,

P^i*et* P^f étantrespectivement la population en début et en fin de période d'observation.

Ce taux de croissance tel que calculé correspond à l'hypothèse d'une évolution linéaire.

2.3.3.3- Inventaire des activités de production

Les activités de production ont été inventoriées à travers deux techniques. La 1ère a été effectuée à travers les transects installés. En effet, lors des mesures le long des transects, toutes les activités rencontrées sont enregistrées. Par ailleurs, le second inventaire est fait à partir des questionnaires.

2.3.3.4- Enquêtes socio-économiques

Une enquête socio-économique a été réalisée dans les villages sélectionnés (Cf. tableau III). Elle a permis de collecter des informations d'ordre général sur les activités dans les différents écosystèmes, sur les systèmes d'exploitation ainsi que la valeur accordée par les populations aux écosystèmes. Cette enquête a permis de déterminer le

consentement à payer (CAP) des exploitants pour les ressources qu'ils exploitent afin de réduire les impacts environnementaux engendrés par leurs activités.

◈ *Echantillonnage*

La base physique choisie pour l'échantillonnage est le découpage écosystémique. En effet, l'enquête socio-économique a tenu compte de la spécificité de chaque sous-secteur.

L'unité de recherche dans les villages est le ménage agricole représenté par le chef du ménage. Le ménage, ici, sous-entend un individu ou un ensemble d'individus vivant en commun et partageant une activité économique (INSAE, 2002).

Le groupe des personnes ressources est constitué: d'agents des CeRPA et CeCPA, d'agents des Forêts et Ressources Naturelles, de membres des Associations Villageoises, d'élus locaux et de notables.

◈ *Choix des villages d'enquête*

Trois critères ont permis de choisir les villages d'étude :

- ✓ découpage du secteur d'étude en écosystème ;
- ✓ répartition des villages par écosystème;
- ✓ nombre de villages recensés par écosystème.

L'échantillon des villages a été déterminé par la technique d'enquête par sondage. Elle utilise la méthode des quotas qui repose sur le choix raisonné. Le quota affecté à chaque écosystème est déterminé au moyen de la formule $\mathbf{n} = \boldsymbol{N} \times \boldsymbol{f}$ avec **n** la taille de l'échantillon, ***N***le nombre total de villages recensés par écosystème, ***f*** le taux de sondage, fixé dans le cas d'espèce à 3/25, soit 12 %. Ce taux *f* appliqué à chaque écosystème a permis de dégager le nombre de villages par unité écosystémique.

Par ailleurs, c'est le mode de tirage aléatoire qui a guidé dans le choix des villages retenus et des ménages enquêtés. La base de sondage a été établie à partir des chiffres

du Recensement Général de laPpopulation et de l'Habitation réalisé par l'INSAE (2002).

Au total, cent quatre (104) villages ont été recensés. Ils sont répartis par écosystème dans les deux (02) communes du bassin (tableau III).

Tableau III:**Répartition des villages par écosystème**

	Communes	ECOSYSTEME		
		Villages de haute vallée	**Villages de moyenne vallée**	**Villages de basse vallée**
	Ouèssè	Odo Akaba, Akoï Allah, Malété, Sokoroko, Ogoutèdo I, Ayédèro, Atacira, Ogoputèdo II, Toui PK, Toui, Doré, Toui Gare, Banigbé, Gah-Igbikoto II, Gah-Igbikoto I, Gah-Tambo, Banigbé, Gah-Abou, Gah-Worou, Akpero, Ekpa I, Ekpa II, Gah-Sasso, Kilibo gare, Jérusalem, Gbago I, Gbago II, Dogui, Bido Saka N'doré, Assouvènouhouandé, Amonwédji, Sotchadji, Gbaffo, N'gbèhouédo, Lakoko, Ouèssè, Laminou, Gbèmè, Mokounou, N'vènoumèdé	Kakè II, Kakè I, Gah-Oga, Gah-Illèla, Agbeloba, Gah-Kèbou, Koro, Kèmon II, Ekpa, Kilibo, Kèmon I, Kpédékpo, Godi, Gbèdèmi, Kilibogoudo, Aouwodji, Tasso, Finangnon, Ahouandokannoumi, Tchatchadji, Agbakodji, Kansroédji, Monhadjo, Gbandjandji, AfoufadjiKuontagoungon	
	Tchaourou	Déémoo, Bassè N'Kparou,Gokana, Marikouka, Goumarou, Kouma N'kparou, Tékpanou, Gbabé, Gah-Baka, Guinirou, Toukourou, Koro, Koussou, Boronin, Gbérou, Kpakpané,	Tachourou, Pola N'kparou, Gah-Kpérou, Gah-Woukpaou, Gah-Kpérou, Gbéyèkèrou, Goro, Alafiarou, Koko, Agbassa	Aouwodji, Bakadji, Aouwodji, Gbaffo, Evaïgo, Vossa, Gnonhonoussodji, Affomassonaki, Wokpa
Total	**02**	**59**	**34**	**11**

Source : Carte du découpage administratif, enquête de terrain et RGPH3 (INSEA, 2002).

Ainsi, en fonction de la taille de l'échantillon, le nombre de villages à interroger par écosystème se présente comme suit :

- Haute vallée **:** 7 villages (Gokana, Tchaourou, Papanè, Ouèssè, Gbanlin, Kilibo-Gare, Laminou);
- Moyenne vallée:4 villages (Goro, Alafiarou, Kèmon, Odougba) ;
- Basse vallée :Vossa (1 village).

La figure 18 présente la répartition des différentes localités d'enquêtes par.

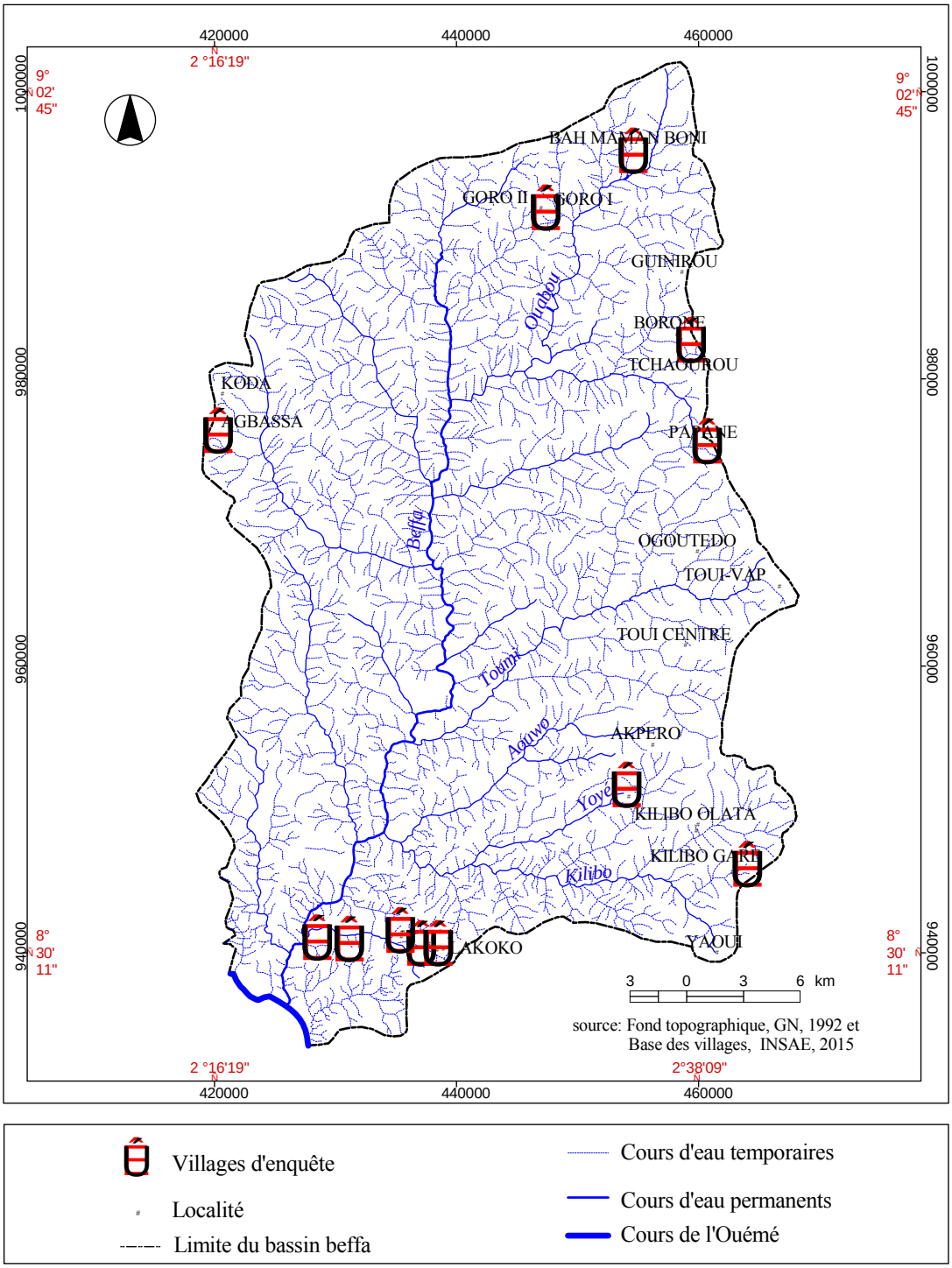


Figure 18: Localités d'enquête et situation des transects

Il ressort de l'observation de cette carte qu'au total les enquêtes ont été menées dans 12 villages répartis dans trois différents écosystèmes.

◈ *Choix des ménages d'enquête*

Pour un taux de 12 %, l'effectif des ménages interrogés par écosystème est représenté dans le tableau IV qui suit:

Tableau IV:Effectif des ménages agricoles interrogés par écosystème

Ecosystèmes	**Echantillon de Ménages Agricole**	**Villages enquêtés**
Sommet	186	Gokana, Tchaourou, Papanè, Ouèssè, Gbanlin, Kilibo-Gare, Laminou
Versant	52	Goro, Alafiarou, Kèmon, Odougba
Bas de pente	23	Vossa
Total	**261**	**12**

Source : Résultat d'enquête et INSAE (2002)

Au total, 296 personnes ont été interviewées. Cet effectif est réparti comme suit :

- 259 chefs de ménage, composés de 196 agriculteurs (75 %), 15 pêcheurs (5,79 %), 18 chasseurs (7 %), 20 exploitants forestiers (7,72 %) et 10 éleveurs (3,86 %);

- 37 personnes ressources dont 12 autorités locales, 12 notables à raison de un par village retenu, 02 agents CeCPA, 02 agents des Forêts et Ressources Naturelles (à Ouèssè et à Tchaourou) et enfin, 02 membres d'Associations de Pêcheurs, 05 membres d'Association de chasseurs.

2.3.4- Périodes des recherches de terrain

Le tableauV à la page suivante présente les deux phases ayant marqué les travaux de terrain.

Tableau V:Calendrier des travaux de terrain

Actions menées	Période	Observation
Visite et reconnaissance du secteur d'étude dans sa généralité	octobre-novembre (2012)	A permis de découvrir d'avance le milieu physique
Réalisation des transects, et administration des questionnaires	janvier-mars (2012 et 2013)	Collecte des données physiques et socio-économiques.
Echantillonnage d'eau	août-septembre(2014) février-mars (2015)	Tenir compte des périodes de crue et de décrue.

Source : Organigramme de recherche, février 2012

Ce calendrier constitue un agenda global des grandes phases de l'étude.

2.3.5- Modèle PEIR

Le modèle Pression, Etat, Impacts et Réponse a été utilisé pour recueillir des informations sur l'évolution du bassin, son comportement, sa dynamique. De ce fait, elle impose un groupe cible prenant en compte uniquement des résidents qui ont fait au moins vingt ans en continu dans l'une des localités du bassin. Ils sont supposés être des témoins des modifications de forme du bassin et ayant des connaissances certaines sur la rivière Beffa. Le modèle se présente comme suit (figure 19) :

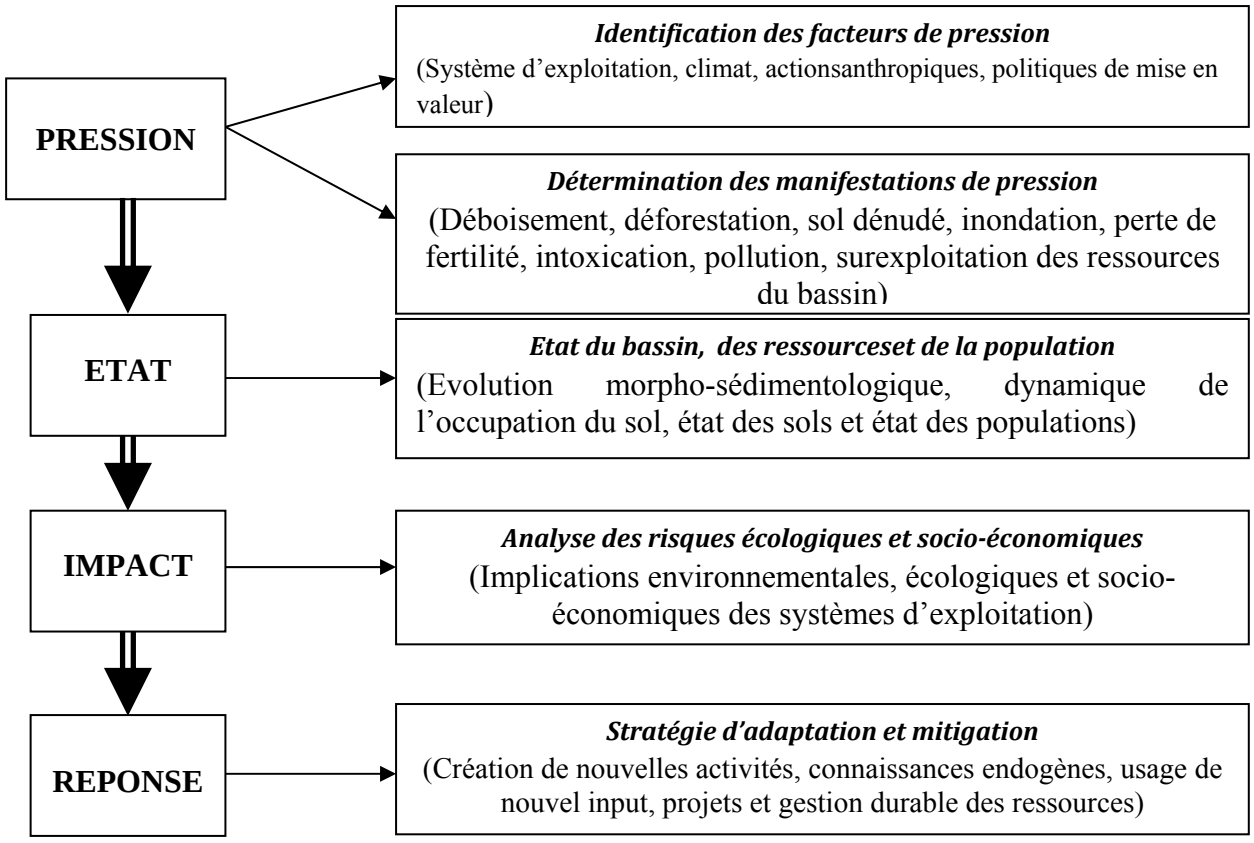


Figure 19: Schématisation de la méthode PEIR

2.3.6- Cartographie

Les cartes sont des représentations graphiques qui véhiculent des informations à travers les symboles conventionnels. Elles peuvent aussi être considérées comme un langage. Le langage graphique est un système qui possède en propre certaines particularités :

- message aisément structuré (vision globale de l'image, vision fine, plans de lecture) ;
- propriétés positionnelles et relationnelles intrinsèques permettant : de localiser les phénomènes, de mettre en valeur les relations spatiales ;
- relative universalité ;
- subjectivité du langage cartographique.

En effet, comme moyen de communication, la carte est le fruit d'une sélection et d'une interprétation de données qui portera la marque de son auteur, si intègre soit-il.

2.3.7- Etapes d'élaboration des différentes cartes d'états de surface

Trois étapes importantes sont nécessaires pour établir les différentes cartes d'occupation : la photo-interpétation, la cartographie des minutes d'interprétation et l'analyse diachronique.

◈ **Etape 1 : Photo-interprétation**

La photo-interprétation concerne non seulement l'interprétation des photographies aériennes mais aussi l'analyse des images satellitaires.

∞ <u>Photographies aériennes</u>

Pour mieux lire les photographies aériennes, il existe une clé d'interprétation que l'interprète se donne et qui se présente comme suit (tableau VI) :

Tableau VI:Clé d'interprétation des photographies aériennes

Forme	Ton de Gris	Texture	Structure	Objet Identifié
Irrégulière	Moyennement gris	Peu granulé et peu lisse	Granulée et lisse	Savane arborée
Irrégulière	Gris assez sombre	Très peu lisse et assez granulée	Granulée et lisse	Savane boisée ou forêt claire
Régulière	Assez claire	Lisse à peu lisse	Homogène	Jachère ou champ nu
Irrégulière	Gris clair	Très peu granulée	Homogène	Savane arbustive
Régulière	Gris sombre	Granulée et alignée en ordre	Très homogène	Plantation
Irrégulière	Très claire	Granulée et groupée	Assez homogène	Agglomération
Sinueuse	Gris sombre	Floconnée	Assez homogène	Galerie forestière
Sinueuse	Très claire	Lisse	Homogène	Voies: route ou piste
Sinueuse	Gris sombre	Lisse	Homogène	Cours d'eau
Irrégulière	Très claire	Lisse	Homogène	Sol nu ou affleurement

Source : Résultat d'enquête, 2012-2014

∞ Images satellitaires

Les images satellitaires sont aussi interprétées non pas avec un stéréoscope mais plutôt en considérant les tonalités des différentes unités. Ainsi, la clé d'interprétation utilisée est la suivante (tableau VII).

Tableau VII: Clé d'interprétation des images satellites

N°	Forme	Tonalité	Identification
1	Irrégulière	Rouge vif	Forêt claire
2	Sinueuse	Rouge vif	Galerie forestière
3	Irrégulière	Rouge modéré	Savane boisée
4	Irrégulière	Rouge pâle	Savane arborée
5	Irrégulière	Vert parcouru de fines traces rouges	savane arbustive
6	Effilée	Bleu	Cours d'eau

Source :CENATEL, 1995 et 2006

◈ Etape 2 : Cartographie des minutes d'interprétation

Après l'interprétation des photographies aériennes ou des images satellites, on obtient des minutes d'interprétation. Ces minutes sont scannées et géo référencées.

∞ Géoréférencement

Sur les minutes d'interprétation on choisit des points géodésiques remarquables dont on connaît les coordonnées. Si ces coordonnées ne sont pas connues auparavant, on les détermine. Pour le géo référencement, il faut choisir au moins quatre points.

∞ Numérisation

Après le géoréférencement vient l'étape de la numérisation qui consiste à faire passer les objets (ponctuels, linéaires et surfaciques) de la forme analogique à la forme numérique. Cette opération est faite à l'aide d'un ordinateur avec un logiciel approprié, ici Arc View.

∞ Edition et mise en forme

Les objets transformés sont édités en leur donnant la couleur ou le symbole approprié selon les signes conventionnels et les règles de la cartographie. Ainsi, les cours d'eau et plans d'eau sont représentés en bleu et la végétation en vert. D'autres couleurs sont aussi utilisées pour rendre plus lisible la carte.

Cet ensemble est mis en forme selon l'espace disponible et selon le format voulu. La mise en forme consiste à organiser sur la feuille les informations contenues sur la carte.

◈ **Etape 3 : Etude diachronique**

L'étude diachronique s'est déroulée en quatre étapes :

∞ Etat de l'occupation du sol en 1995

L'état de l'occupation du sol en 1995 : la carte traduisant l'état de couverture des unités d'occupation du sol de 1995, a été réalisée à partir de la carte de végétation du

Bénin. Cette dernière a été réalisée par le CENATEL, à partir de l'image satellite, Spot XS 064-332 au 1/100.000 de 1995 ;

∞ Etat de l'occupation du sol en 2006

Etat de l'occupation du sol de 2006: le fond utilisé pour la réalisation de la carte d'occupation du sol de 2006, est la carte de végétation du Bénin réalisée par le CENATEL, à partir de l'image satellite LANDSAT ETM7+ de 2006.

∞ Cartographie de la dynamique de l'occupation du sol

La méthode de superposition a permis d'établir la dynamique de l'occupation du sol. En effet, la dynamique de l'occupation du sol a consisté à juxtaposer les cartes issues de l'analyse de l'occupation du sol, de 1995 et 2006, pour évaluer l'évolution des différentes unités d'occupation du sol entre ces deux états.

∞ Analyse et interprétation des données

L'analyse et l'interprétation des données concernent la dynamique spatio-temporelle. Elle vise à déterminer les effets positifs et négatifs résultant des diverses exploitations des ressources naturelles. Les photographies aériennes, les images satellitaires et les cartes d'occupation du sol sont utilisées comme produit de la télédétection, et le GPS, l'essentiel des outils du SIG est constitué des logiciels Arc GIS et ENVI (version d'essai), puis de Arc View.

2.3.8- Méthode de simulation de l'état du couvert végétal du bassin

La simulation est la reproduction artificielle et aussi réaliste que possible d'un processus complexe à des fins scientifiques, ludiques ou de formation (Schlaepfer, 2002 ; Burel et Baudry, 2003 ; Orékan 2007).

Un système peut admettre un certain nombre d'états différents. L'état change au cours du temps discret. A chaque changement, le nouvel état est choisi avec une distribution de probabilité fixée au préalable, et ne dépendant que de l'état présent.

Le paysage, espace géographique composé d'un ensemble d'écosystèmes en interaction, est dynamique (Bogaert et Mahamane, 2005). La compréhension de cette dynamique spatiotemporelle est cruciale en raison des interactions avec les activités humaines (Schlaepfer, 2002).

La détection de changement est la mise en œuvre des techniques ayant pour but de repérer, de mettre en évidence, de quantifier afin de comprendre l'évolution temporelle ou le changement d'état d'un objet ou d'un phénomène à partir d'une série d'observations à différentes dates (Arouna, 2012). Plusieurs méthodes de détection des changements d'état de la végétation existen existent. Mais celle de la comparaison des classifications a été préférée. Cette méthode dite de comparaison des classifications pour détecter les changements intervenus au niveau de la végétation a consisté à interpréter une série multi-temporelle d'images satellites et à ensuite comparer les superficies des classes de végétation. C'est en effet une méthode de détection des changements par croisement des résultats de classifications. Il s'impose par cette méthode que le même système de classification soit appliqué pour chacune des images utilisées. Dans le cas présent, trois cartes d'occupation du sol ont été utilisées. La première carte est issue des images LANDSAT (du 07/12/1990 ; résolution 30x30). Elle présente six classes d'occupation du sol : forêt galerie (FG), forêt claire(FC),savane boisée (SB), mosaïque de champs et jachère (MCJ), plantation (PLANT) et agglomération(AGG). La seconde carte est produite à partir du traitement d'images LANDSAT (du 18/12/2000; résolution 30x30) complétées par des levées de terrain en 2012. La troisième carte présente également 6 classes d'occupation du sol et est issue du traitement d'images LANDSAT (du 15/12/2010; résolution 30x30).

2.3.9- Méthode d'analyse des impacts

Pour l'identification des composantes environnementales et l'analyse des impacts sur l'environnement, plusieurs méthodes peuvent être utilisées seule ou en combinaison. Trois sont choisies dans le cadre de ce travail et sont abordées dans les sous-rubriques qui suivent.

2.3.9.1- Listes de contrôle

Ce sont des listes d'ordre général des composantes de l'environnement, des caractéristiques d'un système d'exploitation ou d'impacts potentiels, voire de mesures d'atténuation. Chaque liste convient à une phase particulière du processus ou peut s'adapter à des types spécifiques d'exploitation.

Elle est donc souple et aide à déterminer, au moment du tri préliminaire, les activités à inclure ou à exclure du processus ; à cerner les incidences potentielles des activités ; à évaluer l'importance et la signification des impacts ; à vérifier, au moment de l'évaluation des impacts, si on a tenu compte des incidences potentielles établies.

2.3.9.2- Méthodes de superpositions

Cette méthode consiste en la superposition des couches d'informations géoréférencées de diverses natures (facteurs biologiques, géologiques, fonciers etc.) dans le but de qualifier un espace en fonction des aptitudes ou des résistances environnementales. McHarg (1965) est le promoteur de cette méthode.

Pour une composante de l'environnement donnée, on cartographie d'abord la variable puis on détermine une classification basée sur l'aptitude ou la résistance environnementale au système. Ensuite, on reproduit cartographiquement les catégories établies et on superpose l'ensemble des cartes des composantes physiques et humaines pour reconnaître la moindre résistance.

L'objectif de cette méthode est d'évaluer les possibilités d'aménagement et leurs conséquences sur l'environnement. La synthèse est présentée sous forme cartographique. Cette méthode est souvent utilisée dans la cartographie de la dynamique de l'état de surface.

2.3.9.3- Matrices d'impacts

Elles intègrent les composantes de l'environnement et les activités d'un système d'exploitation en un tableau d'interactions, de façon à déterminer des liens de cause à effet. Contrairement aux listes de contrôle, les matrices sont soit sectorielles, soit

adaptées à un système d'exploitation donné. L'objectif de cette méthode est de recenser les impacts d'une activité et de procéder à une estimation de ces impacts.

L'élaboration de la première matrice revient à Léopold (Léopold, *et al*, 1971 *in* Domon *etal,* 1987) et Bisset (1987). C'est un système qui se fonde sur l'utilisation des matrices à double entrée. L'entrée 1 porte les activités causant l'impact environnemental et l'entrées 2, les composantes du milieu qui peuvent être affectées. Les impacts négatifs sont marqués du signe (-) et les Impacts positifs sont marqués du signe (+)

2.3.9.4- Modèle d'analyse du consentement à payer

La théorie du bien-être permet de savoir à quoi correspond le consentement à payer (CAP) maximal de l'individu, pour un accroissement de la fourniture d'un bien (Brown & Champ, 1996). Le CAP est égal au surplus compensateur, c'est-à-dire à la diminution de revenu qui permet de conserver le niveau d'utilité initial, lorsque la quantité et/ou la qualité d'un bien augmente (Blamey et Common, 1995). Il peut être recueilli à l'aide de plusieurs procédés : soit par une question ouverte, soit par une question fermée, soit enfin par un système d'enchères. Le choix de l'une ou de l'autre de ces procédures conditionne le traitement des données. Cette étude détermine les facteurs qui influencent le CAP des consommateurs pour les légumes sains afin de réduire les risques de maladies. A cet effet, le coût de la dégradation ($\mathfrak{C}d$) est calculé à partir de la formule (Vodounou, 2002 ; et Amadou, 2008):

$$\mathfrak{C}d = P * CAP_m$$

Où :

P = effectif total de population, et

$\mathbf{CAP_m}$ = moyenne du CAP.

2.3.9.5- Modèle d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau

Afin de détecter les composantes physico-chimiques des eaux de surface du bassin de la Beffaet, apprécier la qualité de ses eaux, des échantillons ont été prélevés puis

analysés. Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au Laboratoire de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calvi (EPAC) et à la DG-Eau du Bénin. Ainsi, l'analyse des résultats obtenus s'est intéressée à la détermination des faciès des eaux en s'appuyant sur le Diagramme de Piper (1934) représenté à la figure 20.

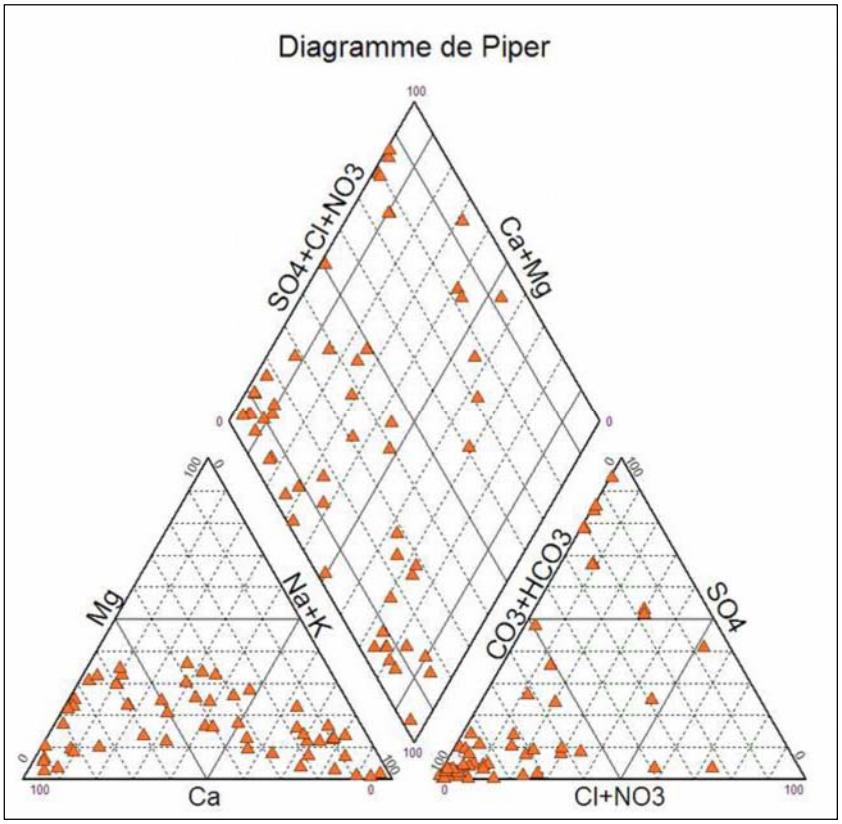


Figure 20: Diagramme de Piper montrant les faciès des eaux

Le diagramme de la figure 20 est composé de deux triangles, permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique. Il est également composé d'un losange synthétisant le faciès global (Koita, 2007). Les nuages de points concentrés dans un pôle représentent pour les différents échantillons, la combinaison des éléments cationiques et anioniques. Le diagramme de Piper est particulièrement adapté à l'étude de l'évolution des faciès des eaux lorsque la minéralisation augmente ou bien pour comparer des groupes d'échantillons entre eux et indiquer les types de cations et anions dominants (Atindogbé, 2007).

Il importe de signaler l'existence du losange sur lequel est reportée l'intersection des deux lignes issues des points identifiés sur chaque triangle. Ledit point représente

l'analyse globale de l'échantillon, sa position relative permet de préciser le faciès chimique de l'eau concernée (Akognongbé, 2014 et Atchadé, 2014).

Le faciès chimique d'une eau est la proportion relative des éléments majeurs qu'elle contient. Les analyses ayant une balance ionique inférieure ou égale à 5 %, sont considérées comme bonnes (Keddal et Yao N'dri, 2007). Mais, l'erreur admise pour des eaux de faibles concentrations peut être supérieure à 5 % en restant inférieure à10 % selon Ba cités par Akognongbé (2014).

2.3.10- Traitement des données

Les systèmes d'information géographique (SIG) ont été utilisés dans la gestion et le traitement des données. Le calcul des indices est très dépendant de l'aire du bassin et de son périmètre. Ces derniers ont été déterminés à partir du logiciel Arc View 3.2, grâce aux extensions "Arc Trace et Visit" qui sont utilisées sous ESRI. Les grands axes des traitements effectués sont les rubriques qui suivent.

2.3.10.1- Systèmes d'Information Géographique (SIG)

L'information géographique est devenue une donnée d'importance primordiale pour la gestion des espaces. Ce concept désigne toute information relative aux points spatialement référencés à la surface de la terre.

Avec l'essor de l'informatique, est apparue la possibilité de numériser l'information géographique : c'est ainsi que sont nés les Systèmes d'Information Géographique (SIG) que l'on peut définir comme des systèmes de traitement d'informations géoréférencées (Moussa, 1991).

Les SIG ont bénéficié des progrès réalisés par la conception assistée par ordinateur (CAO) dont dérivent le dessin assisté par ordinateur (DAO) et la cartographie assistée par ordinateur. Ces outils permettent aux SIG de manipuler des données spatiales et leurs données descriptives associées.

Les potentialités de traitement de l'information permises par le SIG, dans une optique d'analyse et de gestion des espaces, sont particulièrement développées.

2.3.10.2- Traitement des données physiques du bassin

Les caractéristiques physiques concernent, la variabilité pluviométrique, l'individualisation des groupements végétaux, le bilan des cartes d'état de surface, l'identification des impacts potentiels.

2.3.11- Etude de la variabilité pluviométrique

Dans cette partie, les paramètres et méthodes statistiques suivants ont été utilisés:

2.3.11.1- Paramètre de tendance centrale : la moyenne arithmétique

La moyenne arithmétique est utilisée pour étudier les régimes pluviométrique et hydrologique aux différentes stations et dans les sous-bassins hydrologiques. Elle représente le paramètre fondamental de tendance centrale. Elle s'exprime de la façon suivante **:**

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} xi$$

avec*n* le nombre de variables, *xi* = hauteur de pluie

La moyenne $\bar{X}$a permis de caractériser l'état hydroclimatique moyen et de calculer les indices de dispersion les plus significatifs.

2.3.11.2- Paramètres de dispersion

∞ Ecart-type

Le calcul de **l'écart-type** permet d'évaluer la dispersion des valeurs autour de la moyenne « normale ». Il se détermine par le calcul de la racine carrée de la variance :

$$\sigma(x) = \sqrt{V} \text{ où } V \text{ est la variance}$$

L'écart type est un excellent indicateur de la variabilité.

∞ Anomalies centrées réduites

A partir de l'écart-type, ont été calculées les anomalies centrées réduites pluviométriques et hydrométriques mensuelles et interannuelles, en standardisant les données. Les anomalies sur chaque station et sur le bassin se calculent par la formule suivante :

$$x'_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma(x)}$$

où : x_i' = anomalie centrée réduite pour l'année i

xi = la valeur de la variable

$\bar{X}$= la moyenne de la série

σ(x) = l'écart-type de la série

Toutefois, les paramètres de dispersion ne suffisent pas à eux seuls pour mesurer la variabilité car ils ne décrivent pas l'évolution temporelle des séries pluviométriques et hydrométriques. Il convient donc de les compléter par d'autres.

∞ Bilan climatique : un indicateur des disponibilités en eau

«*Dans le contexte où les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration, on parle de climat sec et les réserves d'eau disponibles sont quasiment nulles* » (Hufty, cité par Vissin, 2007).

Le bilan climatique traduit ainsi, en particulier, le rythme des excédents ou des déficits en eau. Il exprime la différence entre la somme des abats pluviométriques et celle de l'évapotranspiration potentielle (*ETP*) et constitue, lorsqu'il est positif, le surplus disponible pour la recharge en eau du sol et pour l'écoulement (Sutcliffe et Piper, cité par Vissin, 2007). Il s'exprime par la formule suivante : $Bc = P - ETP$, avec :

- *Bc*, bilan climatique en mm ;
- *P*, pluie totale annuelle en mm ;

- *ETP*, évapotranspiration réelle en mm ;
- L'*ETP* est définie comme la demande climatique en vapeur d'eau ;
- Si P - ETP > 0, alors le bilan est excédentaire ;
- Si P - ETP < 0, alors le bilan est déficitaire ;
- Si P - ETP = 0, alors le bilan est équilibré.

Le bilan climatique a souvent été utilisé, notamment dans des études régionales des ressources hydroélectriques en l'Afrique de l'Ouest (Thomson, 1985 ; Olivry, 1993 ; Le Barbé *et al.,*1993) ou encore dans une étude du bilan hydrologique en Guinée et au Togo-Bénin (Sucliffe et Piper, 1985), c'est-à-dire dans les régions où les pluies sont abondantes et concentrées sur une seule saison de l'année, l'autre étant sèche. Une étude approfondie de la variabilité pluviométrique et hydrologique nous permettra de mettre en évidence la caractérisation hydro-pluviométrique du bassin de la rivière Beffa.

2.3.11.3- Comparaison de deux échantillons temporels

Cette évaluation permet selon Vissin (2007) de mettre en évidence la péjoration pluviométrique intervenue dans le bassin durant une période temporelle donnée. Le choix des périodes est issu des résultats de l'application des tests de Pettitt sur la série pluviométrique.

- L'écart « ***e*** **»**entre la moyenne *m1* de la période avant la rupture et la moyenne *m2* de la période après la rupture est déterminé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{e} = m1 - m2$$

- Le déficit (en %) est calculé comme suit :

$$\boldsymbol{Déficit} = \frac{\boldsymbol{e}}{\boldsymbol{m1}} \boldsymbol{x}\ \mathbf{100}$$

2.3.11.4- Tests de mise en évidence des tendances

∞ *Test de Spearman*

La tendance a été mise en évidence ici par une droite de régression de type affine y = at+b qui prend en compte la variable à étudier dans le temps. L'obtention de la droite de régression passe par la détermination du coefficient directeur ou pente (a). Il se calcule de la façon suivante:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sum_{i=1}^{n} (t - \bar{t})^2}$$

Si a > 0, on a une tendance à la hausse ; si a < 0, on a une tendance à la baisse.Toutefois, la confirmation de la tendance passe par l'application des tests aux résultats obtenus. Ici, le degré de signification des éventuelles tendances a été testé en calculant lecoefficient de corrélation des rangs Rs de Spearman (1904).

Le coefficient Rs de Spearman a la propriété de déceler une éventuelle dépendance monotone entre deux variables x et y (Lebart *et al.*, 1982) à partir d'une distribution fishérienne $Q=\sum X_i Y_i$, se basant sur une hypothèse nulle d'équiprobabilité des n appariements possibles des n couples (x_i, y_i). Cette distribution de Fisher ne dépendra que de n si on remplace les x_i par leurs rangs R_i et les Y_i par leurs rangs S_i . R_i et S_i prennent leurs valeurs dans la suite {1, 2, ...,n}. Le coefficient s'obtient de la manière suivante :

$$Rs = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^{n} (s_i - 1)^2$$

Si Rs > 0 donc la tendance est positive ; si Rs < 0 la tendance est négative.

Pour l'application de ces différents tests de détection de rupture, le logiciel Khronostat a été utilisé. Il s'agit d'un programme de calcul mis au point par Hydro-Sciences

Montpellier et disponible gratuitement sur le site SIEREM (http://www.hydrosciences.org/spip.php) (Boyer *et al.,* 2006).

∞ *Test de Pettit*

Le test de Pettitt non paramétrique est très efficace pour la détection des « ruptures » dans les séries chronologiques. Il a été expérimenté par plusieurs chercheurs. Au Bénin, Houndénou (1999), Ardoin-Bardin (2004), Vissin (2007), Ogouwale (2006, 2013), Yabi (2008) et Totin (2010) ont utilisé cette méthode.

Ce test, dérivé du test de Mann-Whitney (Pettitt, 1979), permet de tester deux échantillons d'une même série. A partir de deux échantillons x1, x2, …, xt et xt+1, xt+2, …,xn d'une même série x1, x2, …, xn, la statistique U compte le nombre de fois où un membre du premier groupe excède un membre du second groupe. Elle s'écrit :

$$U_{t,n} = \sum_{i=1}^{t} \sum_{j=t+1}^{n} \mathrm{sgn}(x_i - x_j)$$

Avec sgn(x) = 1 si x > 0, 0 si x = 0 et -1 si x < 0.

Soit KN la variable définie par le maximum en valeur absolue de Ut,n pour t variant de n à n-1, si Kmax désigne la valeur de Kn prise pour la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur Kmax est donnée approximativement par :

$$\mathrm{Prob}(K_n > K_{\max}) = 2\exp\left(\frac{-6(K_{\max})^2}{n^3 + n^2}\right)$$

Pour un risque donné de première espèce, si la probabilité Prob (K_N> K_{max}) est influencée à α, l'hypothèse nulle est rejetée. Ce test est réputé pour sa robustesse (Lubes *et al.,*1994 ;Vissin, 2007).

2.3.11.5- Bilan des cartes d'état de surface

Pour mieux comprendre l'évolution des unités d'occupation du sol, des opérations spécifiques sont nécessaires et concernent l'évaluation des superficies des unités d'occupation. Considérons les paramètres ci-après :

- soit E-1990, la superficie d'une unité d'état de surface en 1990 ;
- E-2000, la superficie de la même unité d'état de surface en 2000 ;
- E-2010, la superficie de la même unité d'état de surface en 2010 ;
- ΔE_1 la variation de la superficie de ladite unité entre 1990 et 2000,
- $\Delta E_1 = E.1990 - E.2000$
- soit ΔE_2 la variation de la superficie de la même unité entre 2000 et 2010,
- $\Delta E_2 = E.2000 - E.2010$

Le bilan de l'évolution de cette unité d'état de surface peut se traduire par l'une des situations suivantes :

- si $\Delta E_1 = \Delta E_2 = E.1990 = E.2000 = E.2010$, alors il y a stabilité ;
- si $\Delta E_1 > E.1990\ et\ \Delta E_2 > E.2000$, alors il y a progression ;
- si $\Delta E_1 < E.1990\ et\ \Delta E_2 < E.2000$, alors il y a régression.

Cette méthode dite de superposition permet d'évaluer les impacts des systèmes d'exploitation sur les ressources naturelles en particulier sur les formations végétales. Ainsi, la dynamique spatiale et temporelle se traduit en termes de régression, de stabilité ou de progression.

∞ *La régression*

Elle concerne les portions qui ont connu une dégradation ou une réduction du taux de ligneux. Trois ordres de régression sont distingués dans le secteur d'étude :

- La régression d'ordre 1 (R1) concerne les portions ayant subi une dégradation peu avancée (une formation boisée en 1990 devenue arborée en 2000).
- La régression d'ordre (R2) concerne les portions ayant subi une dégradation avancée (une forêt galerie en 1990 devenue une formation arborée en 2000).

- La régression d'ordre 3 (R3) concerne les portions ayant subi une dégradation très avancée (une forêt galerie en 1990 devenue une parcelle cultivée ou une jachère en 2000).

∞ *Stabilité*

Elle concerne les portions qui, apparemment, n'ont pas connu de changements, ou du moins, ont gardé la même physionomie en 1990 et en 2000.

∞ *Progression*

Elle concerne les portions qui ont connu une évolution pour devenir plus denses ou plus fournies en 2000 par rapport à leur état de 1990.

2.3.12- Simulation l'état du couvert végétal

Notre démarche a pour but de montrer et de quantifier, à partir de données diachroniques (cartes d'occupation du sol géoréférencées de 1990 et de 2010) et des techniques de l'écologie du paysage, la dynamique dans le temps et dans l'espace de l'occupation du sol. Laprédiction qui vise à déterminer à court terme, à moyen terme et long terme,comment les formations végétales seront du point de vue physionomique, et quelle est la prospective qui s'attache à construire des scénarios de l'évolution de la végétation conforme à ces échéances (court terme, moyen terme et long terme). Dans tous les cas de figures, la modélisation spatiale de l'évolution de la végétation requiert l'utilisation d'un certain nombre de logiciels de SIG et de cartographie,en utilisation seule ou associée, capables de prendre en compte l'analyse des tendances évolutives non linéaires en y intégrant les facteurs de changement. Le traitement cartographique des données a été le premier volet de la démarche méthodologique. Il a consisté dans un premier temps à l'importation des fichiers de formes issues de la classification sous ENVI. Ensuite, la technique du Minimum Mapping Unit (Saura, 2002) a permis de mettre la précision cartographique des trois cartes au même niveau. L'extension « Dissolve by area » du logiciel Arcview 3.3, a permis suivant cette méthode de fusionner les taches dans la carte Wolff (2005) de sorte que la plus petite tache sur toutes les cartes ait la même superficie partout.

2.3.13- Matrice de transition de l'occupation du sol

Pour décrire les changements d'occupation du sol intervenus entre 1990 et 2010, la méthode de la matrice de transition a été utilisée. La matrice de transition entre deux états (t_0 et t_1) est obtenue à partir des valeurs données par les logiciels de SIG (ENVI) et traitées dans Excel. Ces valeurs proviennent de la superposition des trois cartes grâce à l'outil «Post classification» qui dispose d'un sous-outil « Change Détection Statistic (CDS)» permettant de détecter les changements opérés dans l'occupation du sol au cours d'une période (entre deux dates). Elle correspond à une matrice carrée décrivant de manière condensée, les changements d'état des éléments d'un système pendant une période donnée (Schlaepfer, 2002). Les cellules de la matrice contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale i à une classe finale j, pendant la période allant de t_0 à t_1. Les valeurs des colonnes et des lignes représentent des proportions des aires occupées par chaque classe d'occupation du sol au temps correspondant. Ainsi, les colonnes de la matrice indiquent les états d'occupation des sols en 2010 et les lignes correspondent aux états en 1990.

Une méthode plus fine pour comparer l'évolution réelle du mode d'occupation du sol dans la zone d'étude et l'évolution modélisée consiste à calculer les fréquences croisées entre l'état initial observé en 1990 et l'état final observé en 2010. Ainsi, les tableaux de contingence des situations observées sont construits. Ils peuvent servir à simuler un état futur étant donné qu'ils présentent des probabilités de transition. Le logiciel ENVI permet de réaliser ces statistiques qui peuvent se présenter sous trois formes : évolution des pixels, traduction en valeur vraie suivant les probabilités d'occurrences et l'évaluation des superficies occupées par l'ensemble des pixels correspondants aux unités d'occupation du sol.

2.3.14- Traitement des échantillons d'eau

Dans le but d'apprécier la qualité des eaux de surface du secteur d'étude, il a été procédé à une analyse des paramètres physico-chimiques. Les résultats desdites analyses ont été traités au moyen de l'application de traitement d'hydrochimie appelé « Diagramme » c'est sa version 2 qui a été utilisée. C'est une application conçue et

développée par le Laboratoire d'Hydrogéochimie d'Avignon (LAH) en France ; elle est libre et gratuite sur internet. L'un des plus importants résultats de traitement obtenus est le Diagramme de Piper (1934).

Ce dernier permet de représenter plusieurs échantillons d'eau simultanément par répartition des anions (ions négatifs : Cl-, HCO3-, SO42-, NO3-) et des cations (ions positifs : Ca2+, Mg2+, Na+, K+).

En effet, la vérification des données issues des analyses d'échantillons d'eau, par la Balance Ionique (BI), s'est faite suivant la formule:

$$BI = (100)*\left(\frac{\Sigma \text{ cations} - \Sigma \text{anions}}{\Sigma \text{ cations} + \Sigma \text{anions}}\right)$$

Son unité est en « milliéquivalents ».

Avec : $-10 \leq BI \leq +10$, et idéalement entre : $-5 \leq BI \leq +5$ pour les résultats acceptables

La BI supérieure à 5 % est la limite des eaux douces et celles supérieures à 25 %, la limite des eaux salées fortement diluées mais aussi contenant des teneurs élevées de nitrate.

Par ailleurs, pour vérifier l'aptitude des eaux à la consommation et à l'agriculture, c'est le diagramme de Wilcox qui a été utilisé. Il s'agit d'un diagramme qui croise les données relatives à la Conductivité Electrique et aux Taux d'Absorption du Sodium (TAS). Les teneurs des éléments sont exprimés en meq/L. Sa formule est:

$$TAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{1}{2}(Ca+Mg)}} .$$

2.3.15- Traitement des données socio-économiques

Les traits socio-économiques sont étudiés à travers deux paramètres : la densité de population et le taux d'accroissement. Les activités économiques sont aussi prises en compte dans cette partie.

2.3.15.1- Densité de population

Elle est déterminée à partir des statistiques des trois Recensements Généraux de la Population et de l'Habitation (RGPH1, 2 et 3) de 1979, 1992 et 2002. Cette densité concerne les deux (2) communes sur les territoires desquels le bassin se dresse. Les superficies utilisées ici sont celles définies dans l'Atlas monographique du Bénin établi en 1992 par le Ministère de l'Intérieur. Elle permet de comprendre la charge que supporte le bassin et quelle pourrait être la pression sur les ressources. Ce seul paramètre ne suffit pas pour expliquer cette pression ; d'autres paramètres sont aussi à prendre en compte comme le taux d'accroissement.

2.3.15.2- Taux d'accroissement

Ici le taux d'accroissement est calculé pour deux périodes :

- 1979-1992 et

- 1992-2002.

Les valeurs calculées s'étalent entre x et y, il est donc nécessaire de constituer des groupes ou classes aux fins de l'analyse. Trois classes sont constituées : une classe médiane (*2<TC<4)* centrée autour de la moyenne et deux classes situées de part et d'autre de cette classe.

Ainsi, on a la répartition suivante :

a) *TC < 2* : niveau faible pour les taux d'accroissement bas noté (b) ;
b) *2<TC<4* niveau moyen pour désigner les taux d'accroissement moyen (m) ;
c) *TC>4* niveau élevé pour désigner les taux d'accroissement élevé (e).

Chacune de ces classes de valeurs représente une modalité du taux d'accroissement d'une période intercensitaire. En croisant ces trois modalités des deux périodes, on obtient un tableau de contingence (éventualités) qui indique les évolutions possibles du taux d'accroissement au cours des deux périodes (tableau VIII).

Tableau VIII: Variantes des types d'évolution du taux d'accroissement

		2ème PERIODE		
		b	**m**	**e**
1ère PERIODE	**b**	bb	bm	be
	m	mb	mm	me
	e	eb	em	ee

On dénombre ainsi 9 combinaisons ou types possibles d'évolution démographique. Ces 9 types peuvent être regroupés en trois grands groupes :

- le premier groupe est celui de la diagonale correspondant aux combinaisons d'une même classe du taux d'accroissement (bb, mm, ee) ; cela traduit une situation de stabilité dans le rythme de croissance ;

- au-dessus de la diagonale, se situe le groupe dont le taux d'accroissement est en hausse (bm, be, me) ;

- en dessous de la diagonale, le groupe dont le taux d'accroissement est en baisse (mb, eb, em).

Les deux derniers groupes sont symétriques par rapport à la diagonale.

Au total, en prenant en compte ces trois classes, le comportement du taux d'accroissement au cours des deux périodes intercensitaires (1979-1992 et 1992-2002) permet de caractériser le type ou le modèle d'évolution de chaque subdivision administrative.

Le groupe considéré comme stable comporte trois variantes :

- les localités dont le taux d'accroissement reste faible pendant les deux périodes intercensitaires désignées ici par bb ;

- les localités dont le taux de croissance est resté moyen pendant les deux périodes désignées par mm ;

- les localités désignées par ee sont celles dont les taux sont restés élevés pendant les deux périodes.

Le groupe de localités ayant connu une augmentation sensible se répartissent aussi en trois : bm, be, me.

- La variante bm correspond aux localités dont le taux de croissance était faible entre 1979-1992 et est devenu moyen entre 1992-2002.

- La variante be désigne les localités qui ont vu leur taux de croissance passé de faible à élevé pendant les mêmes périodes.

- La variante me désigne le groupe ayant un taux moyen entre 1979-1992 et un taux élevé entre 1992-2002.

Le dernier groupe considéré comme les localités ayant connu une diminution de leur effectif durant les périodes intercensitaires est aussi réparti en trois sous-groupes : mb, eb, em.

- la variante mb regroupe les localités dont le taux d'accroissement était moyen entre 1979-1992 et est devenu faible pendant la seconde période (1992-2002).

- La variante eb correspond au groupe ayant un taux élevé pendant la première période et un taux faible entre 1992-2002.

- La variante em regroupe les localités qui ont vu leur taux d'accroissement passer d'élevé à moyen.

2.3.16- Technique de cartographie des tendances

Pour mieux traduire les tendances avec les différentes variantes, cinq trames sont choisies :

- trame S correspondant aux localités ayant un modèle d'évolution stable ;

- trame A1 correspondant aux localités ayant un modèle d'évolution en augmentation d'ordre 1 (type 1) ;

- trame A2 pour les localités ayant un modèle d'évolution en augmentation d'ordre 2 (type 2) ;

- trame D1 pour les localités ayant un modèle d'évolution en diminution d'ordre 1 ;

- trame D2 pour les localités ayant un modèle d'évolution en diminution d'ordre 2.

A partir de chaque type de tendance (Tendance faible (TF), Tendance Moyenne (TM), Tendance Elevée (TE)), les combinaisons suivantes sont possibles.

1. Pour la tendance faible, on peut avoir les variantes suivantes :

- TS (tendance faible avec trame de stabilité) ;

- TD1 (tendance faible avec trame de diminution d'ordre 1) ;

- TD2 (tendance faible avec trame de diminution d'ordre 2).

2. Pour la tendance moyenne, on a les variantes suivantes :

- TS (tendance moyenne avec trame de stabilité) ;

- TD1 (tendance moyenne avec trame de diminution d'ordre 1) ;

- TA1 (tendance moyenne avec trame d'augmentation d'ordre 1).

3. Pour la tendance élevée, les variantes suivantes sont possibles :

- TS (tendance élevée avec trame de stabilité) ;

- TA1 (tendance élevée avec trame d'augmentation d'ordre 1) ;

- TA2 (tendance élevée avec trame d'augmentation d'ordre 2).

En définitive, la combinaison des différents paramètres (taux d'accroissement, statut d'évolution, …) donne 09 sous-groupes ou variantes pour traduire l'évolution démographique récente dans les communes concernées. La figure21 présente les variantes des tendances démographiques possibles.

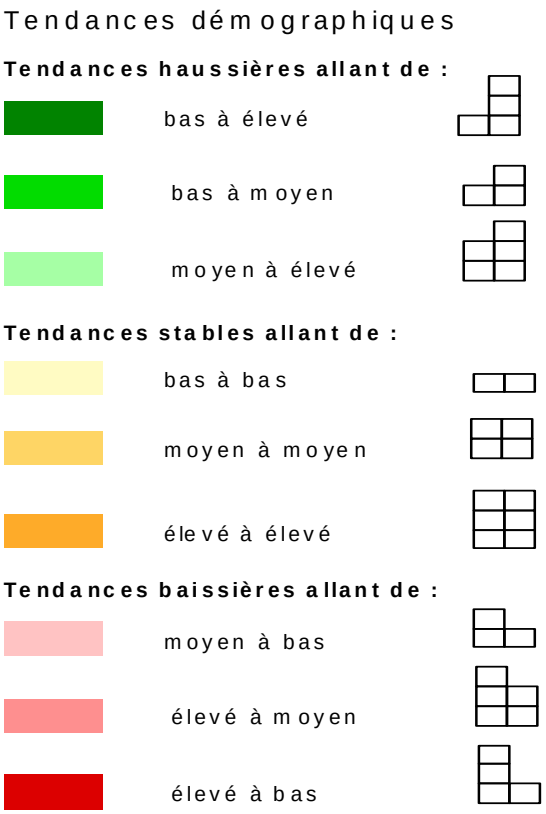


Figure 21: Variantes des tendances demographiques

2.3.17- Taux de couverture du système cultural

Les données obtenues à partir des questionnaires et autres fiches ont été dépouillées manuellement et statistiquement. Les résultats compilés et synthétisés ont été représentés sous forme de tableau et de graphiques.

Pour mieux comprendre le système de culture pratiqué dans le bassin d'étude, le coefficient de Rutemberg noté *R* a été calculé (Tenté, 2005).

$R = \frac{Nx100}{Cy}$ avec *N, nombre d'années de culture, Cy, cycle d'utilisation de la terre = (durée de jachère+durée d'utilisation de la terre).* Ce coefficient indique la proportion de terre cultivée par rapport à la surface totale de terre utilisée dans le temps.

- si R > 66, on a un système de culture permanente ;
- si R < 33, on parlera d'un système de culture itinérante ;
- si 33< R < 66, on parlera de système de jachère.

2.3.18- Technique d'identification, d'évaluation et d'analyse des impacts

Dans cette rubrique, 3 étapes sont à distinguer à savoir :

- l'identification des composantes environnementales pouvant être affectées ;
- l'évaluation des impacts ;
- l'analyse des impacts les plus importants.

Cette démarche est appliquée à chacune des activités des systèmes d'exploitation. Des propositions de mesures d'atténuation des impacts négatifs et de maximisation des impacts positifs complètent la démarche.

∞ Identification des composantes environnementales affectées

Il s'agit d'un croisement des activités et des composantes environnementales du milieu à travers un modèle de matrice de type Léopold (op.cit). On distingue :

- les impacts pendant les travaux de préparation ;
- les impacts pendant la mise en œuvre de l'activité ;
- les impacts en phase terminale.

∞ Evaluation de l'importance des impacts

L'évaluation de l'importance des impacts repose sur une méthodologie qui intègre les trois (3) paramètres de l'impact négatif à savoir : la durée (momentanée, temporaire ou

permanente), l'étendue (ponctuelle, locale ou régionale) et le degré de perturbation (très fort, fort, moyen ou faible). Le tableau IX présente ces trois paramètres.

Tableau IX: Cadre de référence pour l'évaluation de l'importance des impacts

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

Source : ABE, 1998

Le croisement de ces trois paramètres, à travers le cadre de référence de l'ABE, a permis de déduire si l'importance de l'impact est forte, moyenne ou faible.

§3 Analyse des impacts

Elle est menée de façon globale et spécifique par phase et par activités.

Les impacts ou effets positifs sont regroupés pour constituer une partie des mesures compensatoires ou des mesures de maximisation. Le tableau X présente la matrice des impacts.

Tableau X: Exemple de matrice de synthèse de l'analyse des impacts

Phases	**Activités**	**Impacts**		**Mesures**	
		Positifs	Négatifs	Maximisation	Atténuation
Préparation					
Mise en œuvre					
Exploitation					
Entretien					

Sources : ABE, 1998

Après l'analyse des impacts, les impacts significatifs et les mesures proposées ont été synthétisés sous forme de tableaux simplifiés.

Des mesures sont proposées pour chaque impact significatif en distinguant les mesures de maximisation de celles destinées à limiter ou à atténuer les impacts négatifs.
L'accent est mis sur:

- les mesures de prévention ou d'atténuation, avec leur fondement réglementaire et les conditions techniques de leur mise en œuvre ;
- les mesures de réparation destinées à restaurer au mieux les milieux touchés.

Conclusion partielle

Les approches et techniques méthodologiques utilisées ont consisté à caractériser le bassin du point de vue biophysique et de comprendre les systèmes d'exploitation qui ont cours actuellement ainsi que les effets induits. Plusieurs indices sont utilisés pour déterminer les caractéristiques climatiques, hydrologiques et géomorphologiques du bassin. La détermination des caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau de surface a permis d'analyser la qualité de l'eau de surface dans les cours d'eau du bassin à l'aide du diagramme de Piper et du diagramme croisé Conductivité Electrique et Taux d'Absorption du Sodium. L'approche diachronique qui utilise non seulement les photographies aériennes ou images satellites mais aussi les anciennes cartes d'état de surface, a permis d'apprécier les changements d'état de surface de 1995 à 2006. Les algorithmes intégrés aux logiciels de SIG ont été utilisés pour réaliser la simulation prédictive de la couverture végétale du bassin. Les contextes socio-économiques sont connus à partir de l'étude des statistiques relatives à la densité, au taux d'accroissement et au taux de couverture du système cultural. L'ampleur des impacts inhérents aux systèmes d'exploitation sont définis par la matrice de Léopold.

Les résultats obtenus aussi bien sur les caractéristiques physico-chimiques, biologiques quesur la dynamique d'état de surface sont développés dans la deuxième partie.

DEUXIEME PARTIE

DETERMINANTS BIOPHYSIQUES, SOCIO-ECONOMIQUES ET SYSTEMES D'EXPLOITATION DANS LE BASSIN DE LA BEFFA

CHAPITREIII :CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES ; POTENTIALITES ET PRINCIPAUX SYSTEMES D'EXPLOITATION ; MODES ET TECHNIQUES DE PRODUCTION

Les travaux de laboratoire et de terrain ont permis d'obtenir des résultats. Ils sont exposés dans cette partie à travers quelques aspects relatifs aux caractéristiques géométriques et à l'exploitation des ressources naturelles du bassin. Le présent chapitre analyse les conséquences sociales et environnementales liées à l'utilisation des ressources au niveau des différents écosystèmes.

3.1- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

Les spécificités géométriques du bassinont étés déterminées à partir du calcul de 4 indices : l'indice de compacité, la densité de drainage, l'indice global de pente et la dénivelée spécifique.

Le calcul des paramètres géométriques (superficie et périmètre) du bassin est calculé et les résultats sont consignés dans le tableau XI.

Tableau XI: Superficie et périmètre du bassin de la Beffa.

Superficie (m^2)	Superficie (km^2)	Superficie (ha)	Périmètre (m)	Périmètre (km)
2 106 664 68,917	2 106,66	210 666,497	223 134,443	223,134

Source : Résultats de recherches, 2015.

La superficie du bassin fait à peine 1,85 % de la superficie totale du territoire du Bénin.

3.1.1- Compacité du bassin et densité de drainage (Dd)

3.1.1.1- Compacité ou forme du bassin

La détermination de l'indice de compacité (I_{comp}) ou du coefficient de forme, correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même superficie.

Les résultats de l'application numérique sont présentés dans le tableau XII.

Tableau XII:Résultat du calcul de l'indice de compacité du Bassin de la Beffa

Désignation	Valeur
$s^{-1/2}$	45,898366
P	223,134
Constante	0,282
I_{comp}	1,371

Source : Résultats de recherches, 2015

La valeur de I_{comp} = 1,371, est supérieure à 1 ; il en doncque le bassin de la Beffaest de forme allongée.

Cette forme du bassin est présentée à travers la figure 22 :

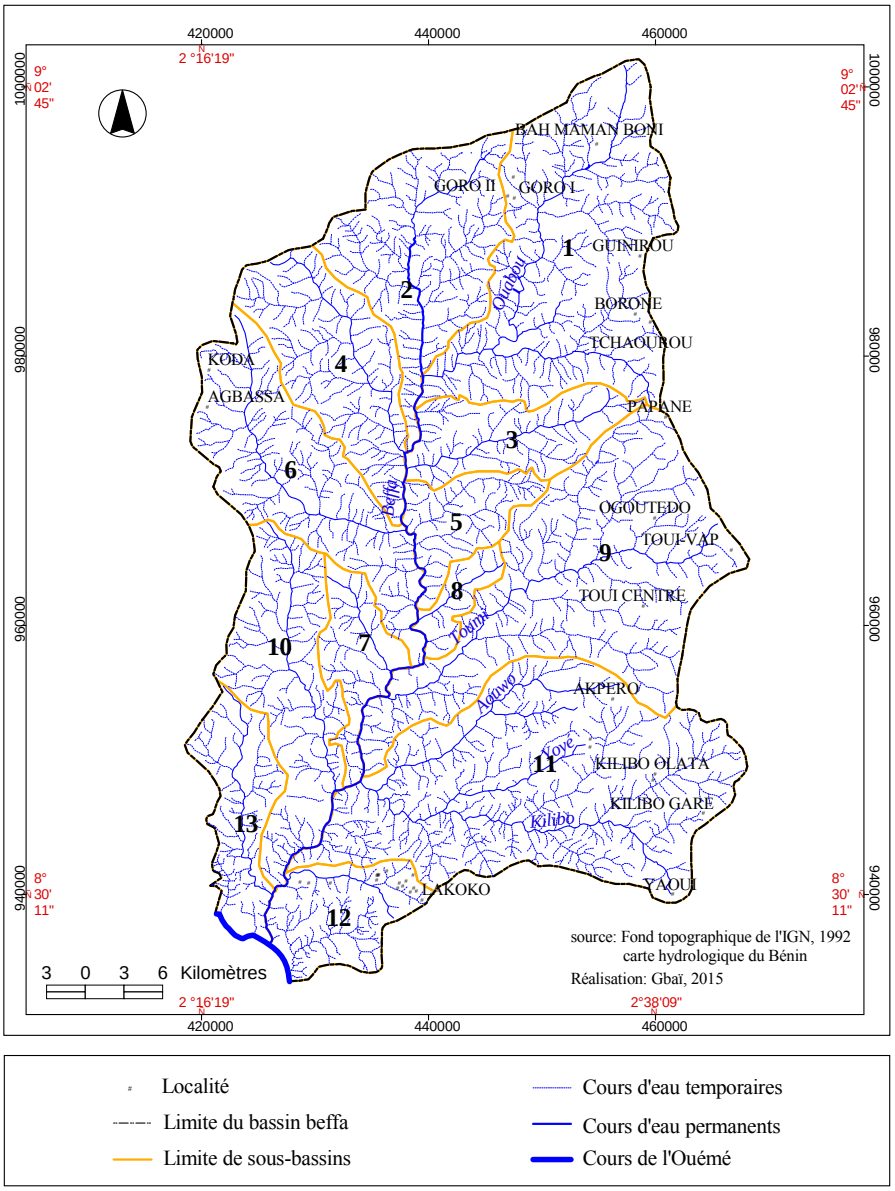


Figure 22:Bassin de la Beffa et ses sous bassins

Treize (13)sous-bassins sont dénombrés. Ils sont drainés par des cours d'eau aussi bien temporaires que permanents.

Le tableau XIII ci-après présente l'importance des différents sous-bassins en superficie.

Tableau XIII : Superficie des sous-bassins de la Beffa

N°	Superficie (km²)	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	317,78	31778,42	15,08
2	176,51	17650,95	8,38
3	89,78	8978,28	4,26
4	142,13	14212,80	6,75
5	60,05	6005,04	2,85
6	184,43	18443,17	8,75
7	57,37	5736,90	2,72
8	26,52	2652,31	1,26
9	335,13	33513,48	15,91
10	153,97	15396,67	7,31
11	399,62	39961,77	18,97
12	80,82	8081,99	3,84
13	82,53	8252,79	3,92
Totaux	**2106,65**	**210664,57**	100,00

*Source :*résultats de recherche, 2015

De l'analyse du tableau XIII, il ressort que les 3 sous-bassins (N° : 1 ; 9 et 11) occupentchacun plus de 15 % de la Superficie totale du bassin, soit un taux de 45 % pour l'ensemble de ces trois sous-bassins. Alors quel'ensemble des quatre sous-bassins (N° : 2 ; 4 ; 6 et 10) ne couvre qu'environ 31 % de l'étendue totale du bassin. Enfin, les 6 autres restants occupent dans l'ensemble moins de 24 % de la superficie totale du bassin. Il en résulte que chaque sous-bassin est différentiable par rapport à sa taille.

Qu'n est-il de la densité du drainage du bassin ?

3.1.1.2- Densité de drainage (Dd)

La densité de drainage est le rapport de la longueur totale du réseau hydrographique et de la superficie du bassin versant.

Les résultats de calculs sont les suivants (tableau XIV):

Tableau XIV:Résultat du calcul de l'indice de drainage du Bassin de la Beffa

Indice	Valeur
L_t (km)	2774,30209
S (km²)	2106,66497
L/S ou Dd (km/km²)	**1,31**
C=1/Dd	**759,350**

*Source :*résultats de recherche, 2015

La densité de drainage déterminée est D_d = 1,31 km/km². Au regard de cette valeur supérieure à 1, la conclusion tirée établit que l'écoulement est très développé et le réseau de drainage est très dense. Autrement dit, beaucoup d'affluents apportent de l'eau au cours principal (voir figure 23, plus haut). Près de treize (13) affluents sont dénombrés avec une multitude de temporaires.

En effet, la densité du drainage est très dépendante des caractéristiques géomorphologiques,lithologiques, climatiques et aussi humaines de chaque bassin versant.En réalité, les valeurs de densité de drainage varient de 3 à 4 km/km² pour des régions où l'écoulement n'a atteint qu'un développement très limité et se trouve concentré ; elles dépassent la valeur 1000 pour certaines zones où l'écoulement est très ramifié avec peu d'infiltration ; comme c'est le cas dans le présent bassin où la longueur totale des cours d'eau est de 2774,33 km.

La valeur inverse de la densité de drainage, $C=1/D_d$, s'appelle « constante de stabilité du cours d'eau ». Elle représente la surface du bassin nécessaire pour maintenir des conditions hydrologiques stables dans un vecteur hydrographique unitaire (section du réseau). Dans le cas du bassin de la Beffa, la valeur de C= 0,76km²/km, cette valeur est très basse, ce qui traduit que le bassin ne dispose pas de surface nécessaire ou suffisante pour maintenirdes conditions hydrologiques stables. Ce résultat confirme les observations sur le terrain. En effet, bien qu'il y ait la présence d'eau dans le bassin toute l'année, cette eau se retire dans le lit mineur de la Beffaet ses principaux affluents en début d'étiage. En plein étiage (février à mi-avril), tous les affluents tarissent et c'est seulement dans le lit mineur de la Beffamême que des poches d'eau se trouvent. C'est d'ailleurs la période de pleine activité de pêche et de prélèvement de sable fluvial. La Planche 1, illustre la présence de l'eau pendant les mois de décembre, janvier, février et mars.



Photo 1.a : Groupe d'enfants barbotant dans l'eau du cours de la Beffa à Vossa.



Photo 1.b : Galerie forestière bordant le cours de la Beffa à Toumi.

Planche 1 : Présence d'eau dans le bassin de la Beffatoute l'année
Prise de vue : Gbaï, février et mars2015

En effet, de l'observation des Photos 1.a et 1.b, on note la présence d'eau dans le bassin toute l'année. Ainsi, pendant la période d'étiage, les activités de pêche sont menées, les bas-fonds accueillent la riziculture, l'abreuvage du bétail est assuré et les paysans s'approvisionnent en eau de boisson lors des travaux champêtres.

3.1.1.3- Indice global de pente

Dans la zone de 5% de la superficie totale du bassin, la cote de la courbe hypsométrique est de 120 m, elle passe à 470 m dans la zone de 95 % de la superficie totale du bassin. La longueur du rectangle équivalent calculée est de 232 km. Ainsi, la valeur de l'indice global de pente *Ig*est de 1,51 m/km. Cette valeur de l'*Ig* indique globalement que la pente est relativement faible dans l'ensemble car il faut parcourir 1 km pour s'élever de 1,81 m. Le modèle numérique de terrain (MNT) extrait des cartes topographiques utilisées donne l'allure du relief en trois dimensions (figure 23).

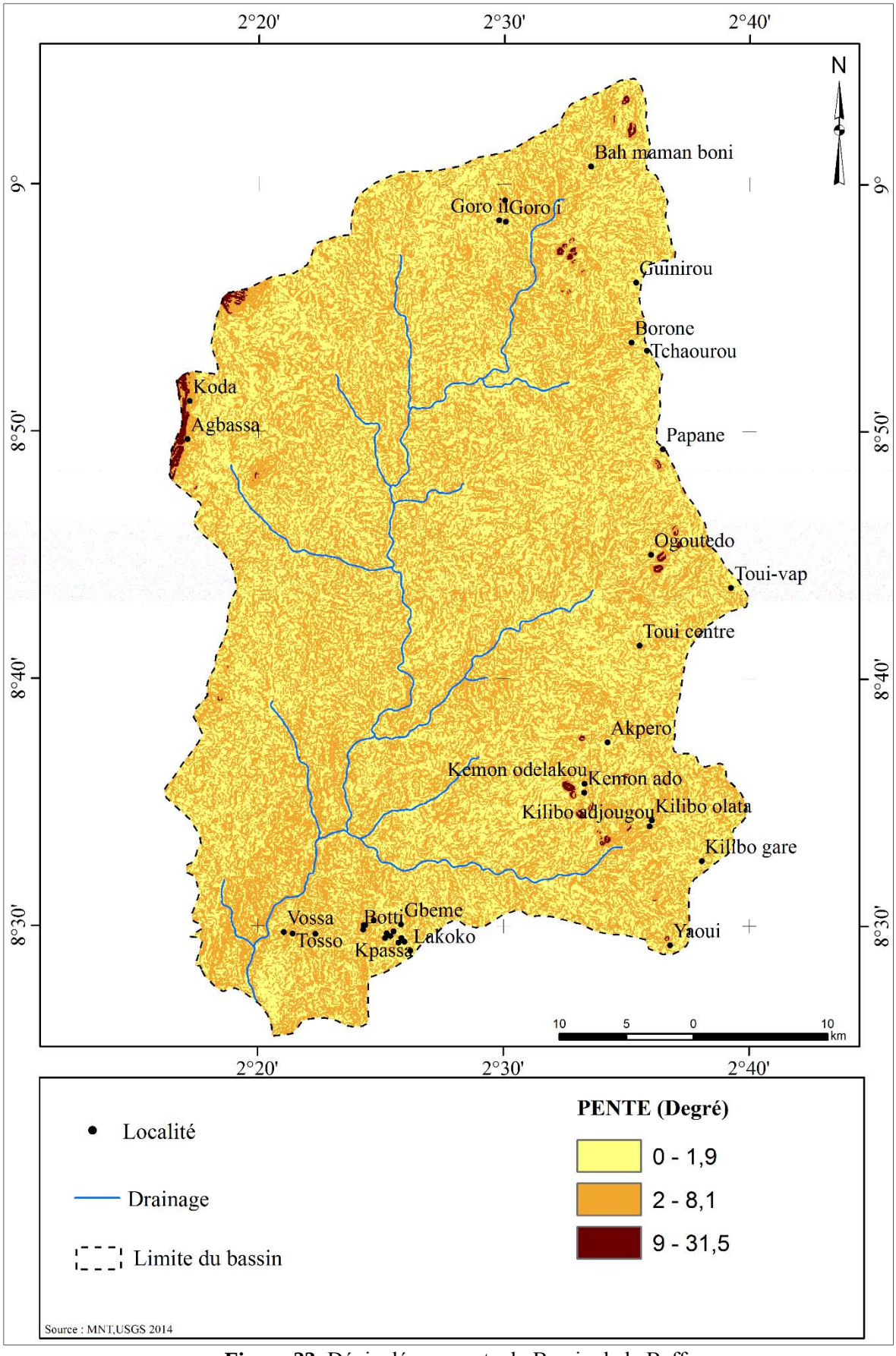


Figure 23: Dénivelée ou pente du Bassin de la Beffa

3.1.1.4- Dénivelé spécifique (Ds)

Le dénivelé ou dénivée (Ds) calculé est égale à 23,74 m ; cette valeur étant inférieure à 50 m, il s'ensuit que le relief du bassin est qualifié de faible. Ce relief influence l'écoulement dans le bassin.

La figure 24 présente en 3 D le relief du bassin, avec les principaux cours d'eau.

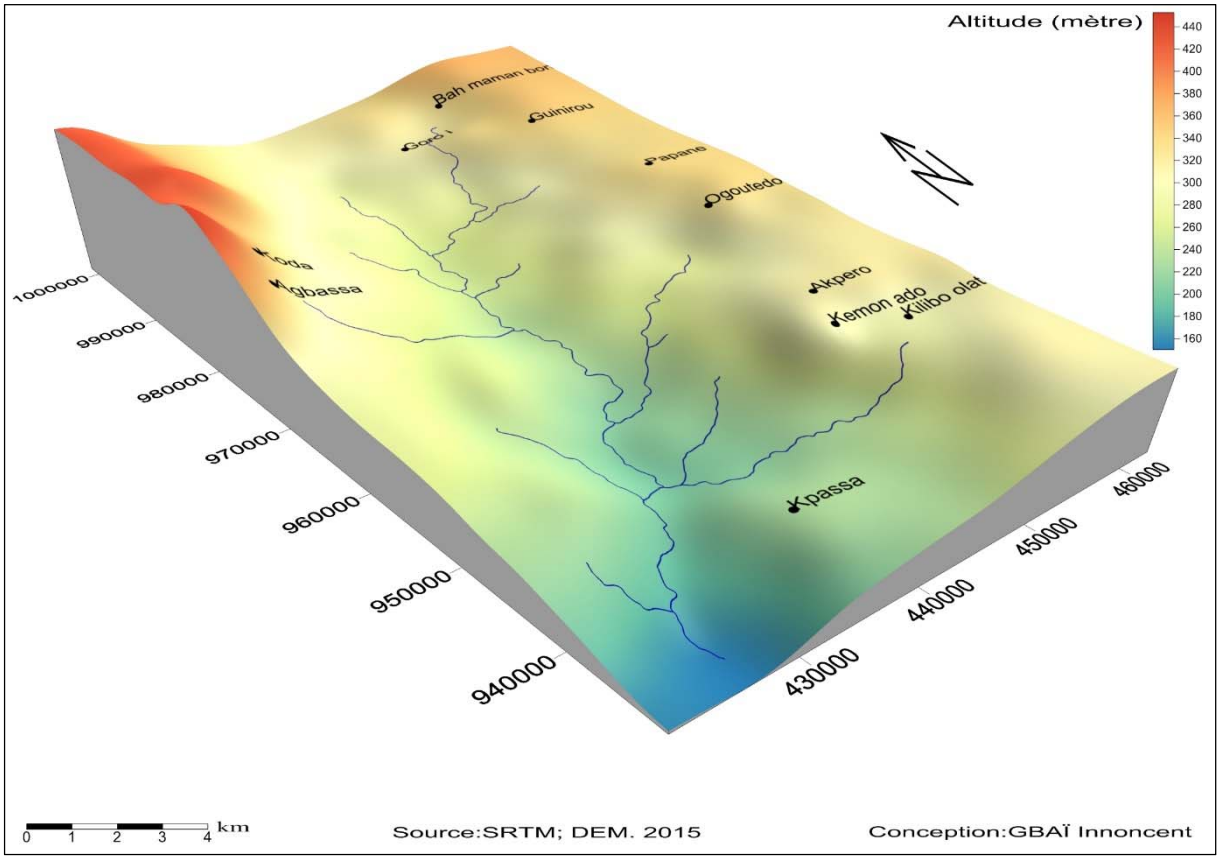


Figure 24: Bloc diagramme en 3 D du bassin de la Beffa

Le réseau hydrographique qui draine le bassin de la Beffaest composé d'un cours principal appelé Beffaou Gbêffa et de ses affluents. Ce cours principal prend sa source au Nord-Ouest de la localité de Goro II, où les altitudes varient entre 280 m et 320 m. Il se fraye un passage orienté Nord-Est, Sud-Ouest, donnant lieu à une vallée qui constitue son lit d'écoulement. Le cours principal de la Beffareste pourvu d'eau tout au long de l'année, même pendant les mois secs. Il est alimenté en eau par les apports de ses affluents, au nombre desquels il convient de citer : Ouabou, Kilibo, Liga, Nonomi, Aouwo et Toumi. Ces affluents ne résistent pas aux mois secs de l'année ; ainsi, ils sont des cours d'eau temporaires. La variation des altitudes au niveau des vallées qui entretiennent le cours d'eau principal et ses affluents est comprise entre 150 m et 280

m. Il convient de notifier la présence du fleuve Ouémé qui est complètement en aval de la Beffa, et qui accueille les apports en eau de cette dernière. Ces cours d'eau arrosent la plupart des arrondissements auxquels s'intègre le bassin, favorisant de ce fait le développement des activités économiques du secteur primaire.

Leur débordement en période de décrue (août-septembre) obstrue le passage sur les pistes traversant leur lit et isole plusieurs paysans de leurs champs. Dans ce cas de figure, on note en période de pluie l'isolement des localités des Arrondissements de Gbanlin, Djègbé, Odougba et Papanè. En réaction communautaire et avec l'appui d'une association, un pont est actuellement construit sur la Beffadans l'Arrondissement de Gbanlin. Mais compte tenu de la qualité de l'ouvrage, l'espoir ne pourrait durer.

Entre autres formes, on constate que la présence de quelques cuvettes modelées entre les collines. Elles recueillent de l'eau aussi bien de façon temporaire que permanente. Ces formes donnent lieu à des réseaux de bas-fonds, à des mares et à des étangs. La durée d'inondation des vallées, dans ce secteur, est variable. Les inondations courtes durent moins de 3 mois, celles longues durent 3 à 7 mois et, enfin, les très longues inondations durent plus de 7 mois. D'une manière générale, les bas-fonds du secteur sont larges ou moyens pendant que les franges sont moyennes ou larges.

3.1.2- Etude de la variabilité pluviométrique dans le bassin versant de la Beffa

Cette partie présente la variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin dans un premier temps. Dans un deuxième temps, elle aborde l'évolution mensuelle des champs de précipitations dans le milieu. Dans un troisième temps, l'évolution saisonnière des précipitations par sous période a été mise en exergue.

3.1.2.1- Variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin de la Béffa

Le calcul de l'indice pluviométrique moyen permet d'analyser la variabilité temporelle des précipitations dans le bassin de la Beffa. L'Indice Standardisé des Précipitations (SPI) correspond à la transformation de la série temporelle des précipitations en une distribution normale standardisée de moyenne nulle et d'écart-type unitaire, également appelée z-distribution, distribution normale ou distribution gaussienne. En effet, il

s'agit de décrire l'évolution interannuelle des pluies moyennes dans le bassin et de déterminer les modalités temporelles notamment la détermination de la tendance et d'éventuelles ruptures de stationnarité sur l'ensemble du bassin. Ces paramètres (indices pluviométriques, tendance) permettent de mettre en évidence les années excédentaires et celles qui sont déficitaires dans l'étude des péjorations pluviométriques. Aussi, ont-ils permis de déceler les éventuels changements (ruptures de stationnarité à travers le test de Pettitt) qui ont affecté l'évolution des précipitations entre 1965 et 2010 dans le bassin versant de la Beffa. Le tableau XV présente la répartition des fréquences des années selon les classes de SPI.

Tableau XV:Fréquence des années selon les classes de SPI

Stations	**NA**	**HE**	**HF**	**HM**	**SM**	**SF**	**SE**
Bembèrèkè	46	3	2	19	16	5	1
Parakou	46	1	8	17	12	6	2
Savè	46	1	9	14	18	3	1
Djougou	46	1	4	21	11	7	2
Bantè	46	1	7	17	14	6	1
Savalou	46	1	5	20	9	7	3
Bétérou	46	2	6	14	15	9	0
Dassa-Zoumè	46	2	3	16	19	5	1
Sèmèrè	46	1	7	15	17	5	1
Partago	46	2	3	18	16	6	1
Pénéssoulou	46	2	5	19	13	6	1
N'Dali	46	1	3	16	22	4	0
Bassila	46	1	3	21	14	5	2
Bassin versant	46	1	5	18	15	6	1

Source :Gbaï, 2014

NA : nombre d'années, **HE :** humidité extrême, **HF :** humidité forte, **HM :** humidité modérée, **SM :** sécheresse modérée, **SF :** sécheresse forte, **SE :** sécheresse extrême, **SPI :** indice standardisé des précipitations.

Le calcul de l'indice standardisé des précipitations à l'échelle temporelle (Tableau VIII), présente, dans le bassin, un caractère toujours irrégulier de la pluviométrie. Toutefois, cela met en exergue des épisodes humides et des épisodes secs. Toutes les stations n'ont pas connu simultanément leur déficit pluviométrique, bien que certaines années aient paru exceptionnellement sèches (1983) ou exceptionnellement pluvieuses (1991) dans l'ensemble du bassin.

Dans l'ensemble, les séquences humides (18) sont relativement plus longues que les séquences sèches (15).

Globalement, il est constaté que les décennies 1970 et 1980 ont été beaucoup plus sèches que les décennies 1990 et 2000 qui restent relativement humides (figure 25). De façon générale, ces baisses se sont poursuivies, même si elles ont varié en intensité et en étendue suivant les années.

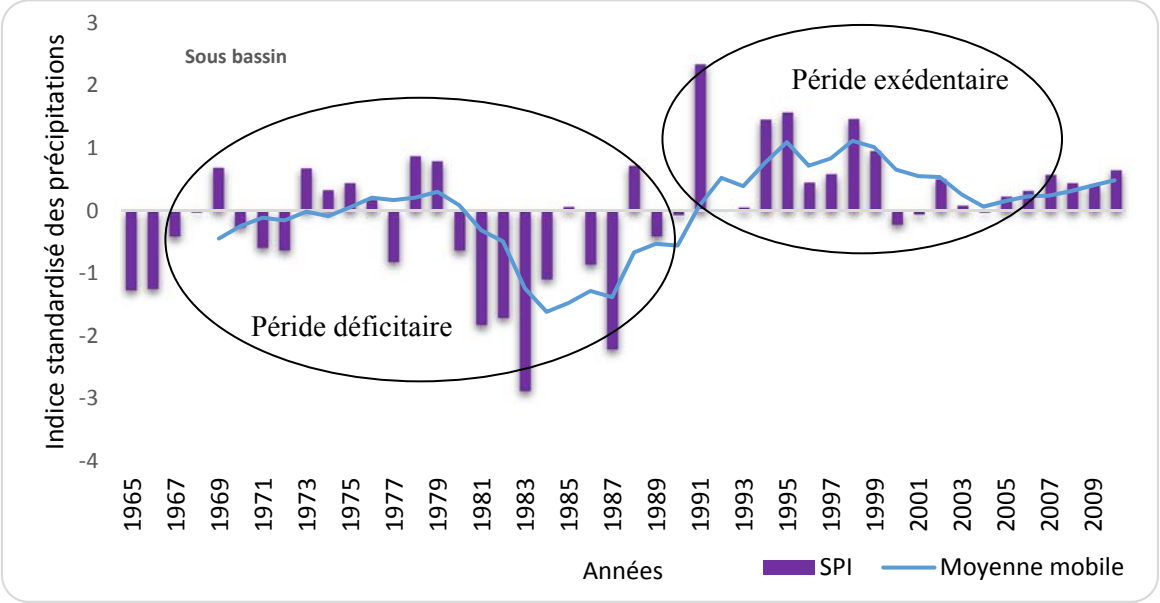


Figure 25:Variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin de la Beffa (1965 à 2010)

De l'analyse de la figure 26, il ressort une répartition hétérogène des cumuls pluviométriques sur l'ensemble du bassin entre 1965 et 2010. Le front pluvieux a pris une prépondérance sur les fronts déficitaires durant ces 4 dernières décennies. Ainsi, les années excédentaires à intensité variable représentent près de 52,18 % tandis que les années déficitaires avoisinent 47,82 %.

Dans la série chronologique des précipitations enregistrées à divers niveaux du bassin, l'évolution des pluies n'est pas uniforme. Pour faire ressortir d'éventuelles ruptures de stationnarité, le test de Pettitt a été appliqué. La figure 26 présente les résultats dudit test réalisé dans le milieu d'étude. Ainsi, il ressort qu'au seuil de significativité de 95 %, une rupture est identifiée.

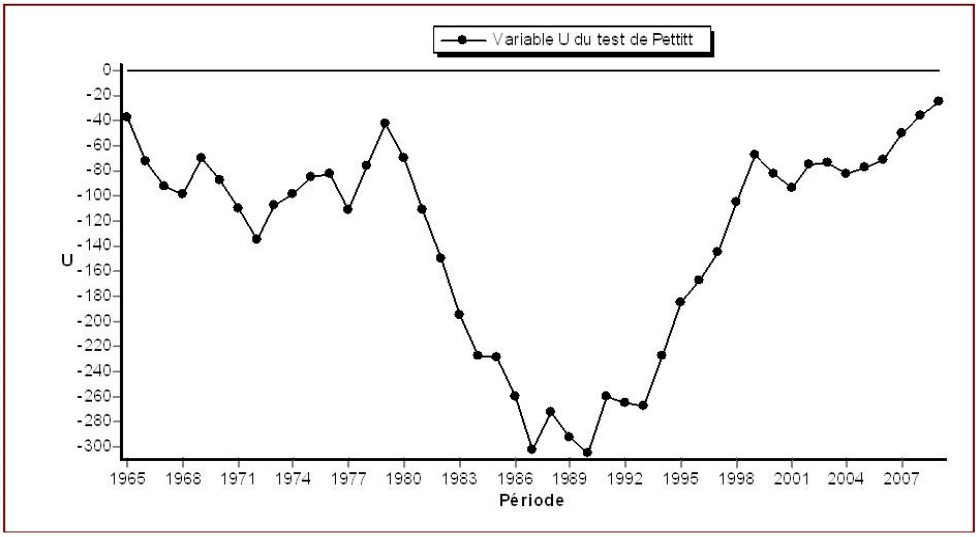


Figure 26:Rupture de stationnarité dans l'évolution de la série pluviométrique dans le bassin de la Beffa

De façon générale, il est observé qu'une rupture est intervenue dans le bassin au cours de la décennie 1980. En effet, à partir de 1965 jusqu'en 1987, une relative régularité est observée dans le sens d'évolution des valeurs. Après 1987, il apparait un changement notoire dans le sens de l'évolution des données de la série. Ainsi, une seconde sous-période est mise en évidence entre 1988 et 2010.

La présence de rupture de stationnarité dans la série pluviométrique signifie qu'il y a variation du niveau des précipitations, dans le temps, dans le bassin et que cette variation est très significative au seuil de 95 %. Cette différence peut être justifiée par le fait que le présent secteur d'étude est sous l'influence du climat soudanien tandis que la partie béninoise du bassin du Niger est beaucoup plus sous l'emprise du climat sahélien.

Par ailleurs, la variation très significative des précipitations dans le temps et dans l'espace au niveau du bassin entraîne concomitamment une irrégularité interannuelle du nombre de jours de pluie dans le milieu (figure 28). La diminution du nombre de jours de pluie aux différentes stations s'accompagne d'importantes baisses pluviométriques.

3.1.2.2- Variations interannuelles

La pluviométrie est très variable dans le secteur du bassin à l'instar de la situation globale de l'ensemble du pays. Ces variations pluviométriques sont représentées par la figure 27. L'analyse des quantités de pluie sur 50 ans montre une tendance à la baisse.

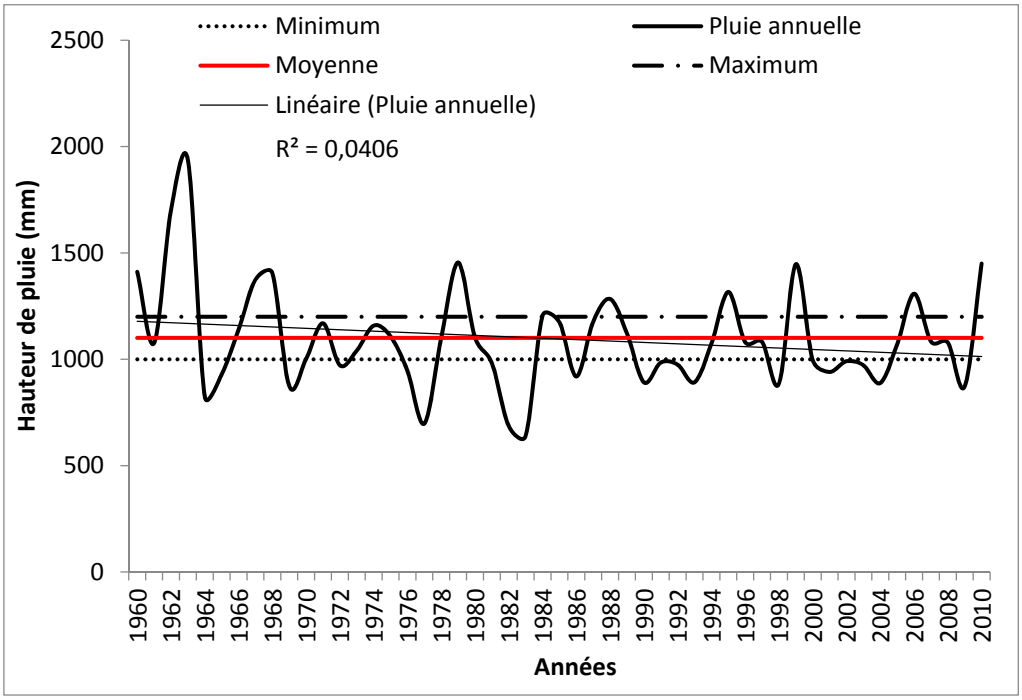


Figure 27: Variation interannuelle de la pluviométrie dans le Bassin de la Beffa (1960 à 2010)

L'analyse de la figure 27 montre trois séquences dans l'évolution des précipitations. En effet, cette figure permet d'identifier les années excédentaires, les années moyennes et celles déficitaires. La répartition se présente comme suit :

- **année excédentaire :** 1960, 1961**,** 1962, 1963,1967, 1968, 1978, 1979, 1984, 1988, 1995,1999, 2006, 2010.

Il se dégage ainsi, quatorze (14) années excédentaires qui correspondent aux années très humides. Au cours de ces années, les populations courent des risques d'inondation avec les conséquences sanitaires et socio-économiques qui l'accompagnent.

- **Année moyenne :** 1971, 1974, 1975,1980, 1985, 1987, 1989, 1994,1996, 1997, 2000, 2005, 2007, 2008.

Il est identifié ici, quatorze (14) années de pluies moyennes. Cette moyenne est comprise entre 1000 et 1200 mm de pluie.

- **Année déficitaire :** 1964, 1965, 1966 , 1969, 1970, 1972, 1973, 1976, 1977, 1981, 1982, 1983, 1986, 1990, 1991, 1992, 1993, 1998, 2001, 2002, 2003, 2004, 2009.

Vingt-trois (23) années déficitaires en cinquante (50) ans d'observation (1960-2010). Ces années fut sèches et très déficitaires. Les décennies 1980, 1990 et 2000, quant à elles, se sont caractérisées par une relative reprise pluviométrique. De façon générale, au cours des 50 années, on note une alternance entre les trois séquences (Année excédentaire, Année moyenne et Année déficitaire). Toutefois, la tendance générale est à la baisse car ce déficit pluviométrique de la décennie 1970 bien qu'elle ait variée en intensité s'est poursuivie sur toute la période d'observation (1960 à 2010).

3.1.2.3- Variabilité saisonnière comparée des précipitations par sous-période

L'étude comparée des 2 sous-périodes identifiées à partir du test de Pettitt permet de mettre en évidence la baisse marquée des hauteurs de pluie saisonnières au niveau de la première sous-période 1965-1987. La seconde sous-période, quant à elle, a été relativement plus humide que la précédente. La figure 28 en est une illustration.

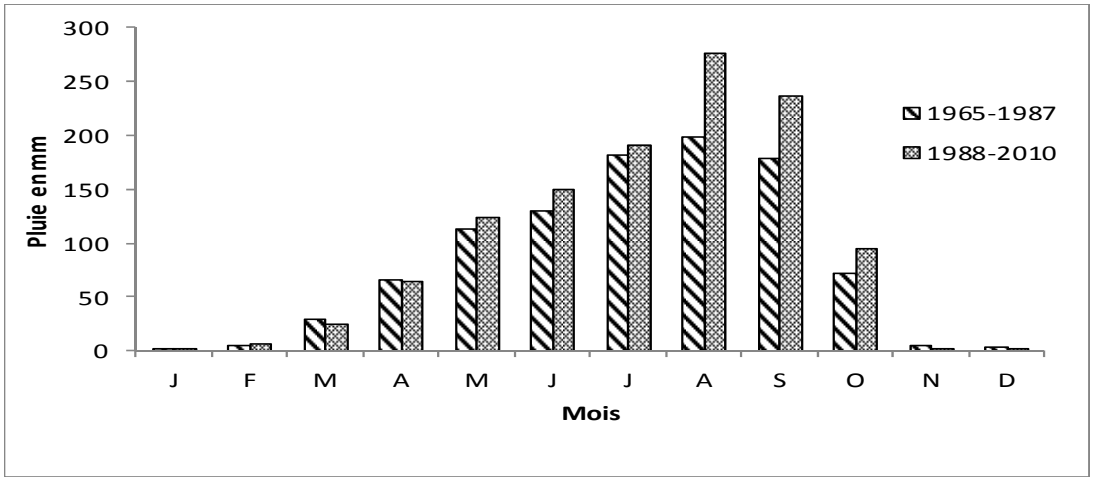


Figure 28: Régime pluviométrique des sous-périodes 1965-1987 et 1988-2010 dans le bassin de la Beffa à

Il ressort de l'analyse de la figure 28 que la saison pluvieuse de la sous-période 1988-2010 est plus arrosée que la saison pluvieuse de la première sous période (1965-1987),

avec un maximum pluvieux du mois d'août de près de 300 mm contre environ 200 mm pour la sous période 1965-1987. La figure 29 met en exergue les mois les plus humides de l'année à travers la présentation du bilan climatique mensuel.

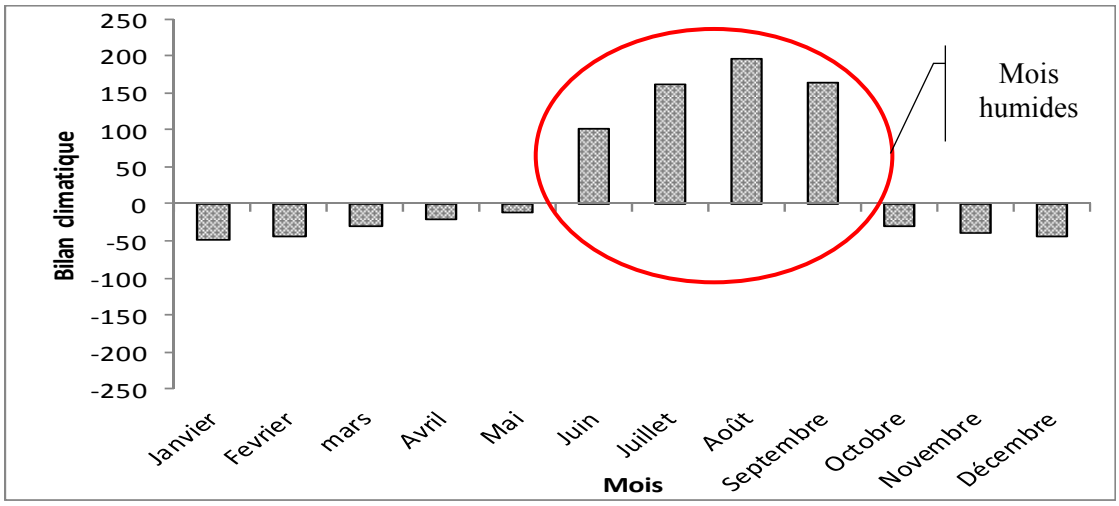


Figure 29:Variation saisonnière du bilan climatique dans le bassin

De l'analyse de la figure 29, il ressort que 4 mois sont véritablement humides dans le bassin. Ces mois (juin, juillet, août et septembre) fournissent à eux seuls 70 % de la pluviométrie annuelle de la période 1965-1987. La baisse de la pluviométrie de ces mois durant la sous-période 1965-1987 comparativement à la sous-période 1988-2010 est de 23,56 % (Tableau XVI et XVII). Toutefois, parmi tous les mois, celui d'août semble être le plus marqué par la plus forte péjoration pluviométrique observée dans le bassin versant de la Beffa, avec un déficit pluviométrique de près de 39 %.

Tableau XVI: Déficits entre les sous-périodes 1965-1987 et 1988-2010 des mois les plus humides dans le bassin versant de Beffa

	Pluviométrie en mm		
Mois	**1965-1987**	**1988-2010**	**Déficit (%)**
Juin	130	150	-15,38
Juillet	183	191	-4,59
Août	199	277	-38,76
Septembre	179	236	-31,89
Total	691	854	-23,56

Source :Traitement de données, 2014

Les déficits pluviométriques observés entre 1965 et 2010, ne sont pas sans conséquences sur le fonctionnement hydrologique du bassin de la Beffa.

Le tableau XVII présente un récapitulatif de l'impact du déficit des mois humides sur le déficit global dans le bassin versant.

Tableau XVII:Récapitulation de l'impact du déficit des mois humides sur le déficit global entre les sous-périodes 1965-1987 et 1988-2010 dans le bassin de la Beffa.

	Sous-période 1965-1987	Sous-période 1988-2010	**Ecart** (1965-1987 et 1988-2010)	**Déficit** 1965-1967 et 1968-2010 en %
12 mois de l'année	987,17	1172,96	-185,79	**-18,82**
4 mois plus arrosés (juin-septembre)	690,99	853,76	-162,77	**-23,56**
8 mois plus secs de l'année (janvier-mai) et (octobre-décembre)	296,17	319,20	-23,02	**-7,77**
Poids des 4 mois humides dans la pluie annuelle en %	**70**	**72,78**		

Source : Traitement de dnnées, 2014

De l'observation du tableau XVII, il ressort que le poids des 4 mois les plus humides dans la pluie annuelle est relativement plus faible (70 %) dans la première sous-période comparativement à celle obtenue au niveau de la seconde sous-période (72,28 %). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les décennies 1970 et 1980 ont été beaucoup plus déficitaires par rapport à celles de 1990 et 2000 marquées par une relative reprise pluviométrique.

En ce qui concerne les différences obtenues entre les deux sous périodes au cours de l'année, il ressort un écart assez important au niveau des 8 mois les plus secs de l'année (-23,02). Il s'agit des mois de janvier, février, mars, avril, mai et octobre, novembre puis décembre. Au niveau des 4 mois les plus humides de l'année, l'écart entre les 2 sous-périodes est inférieur à celui des 8 mois les plus secs de l'année (-162,77< -23,02).

L'application du coefficient de variation aux deux séries (sous-périodes) met en exergue l'hétérogénéité des données de la sous-période 1965-1987 car CV= 17,9 % donc supérieur à 15 %. En revanche, au niveau de la seconde sous-période (1988-

2010), le coefficient de variation est égal à 9,91 %, ce qui signifie que les pluies sont homogènes.

De façon générale, à l'échelle saisonnière, le régime pluviométrique du bassin dont le maximum des précipitations tombe au cours du mois d'août, est unimodal

Par ailleurs, en fonction des sous-périodes identifiées, les précipitations connaissent une diminution progressive dans le bassin. Ainsi, sur les 12 mois de l'année, 4 d'entre eux concentrent près de 70 % des totaux pluvieux (sous-période 1965-1987).

3.1.3- Evolution des débits de la rivière Beffa

Les débits enregistrés à la station de Vossa, sont très variables d'une année à une autre telle que présentée par la figure 30.

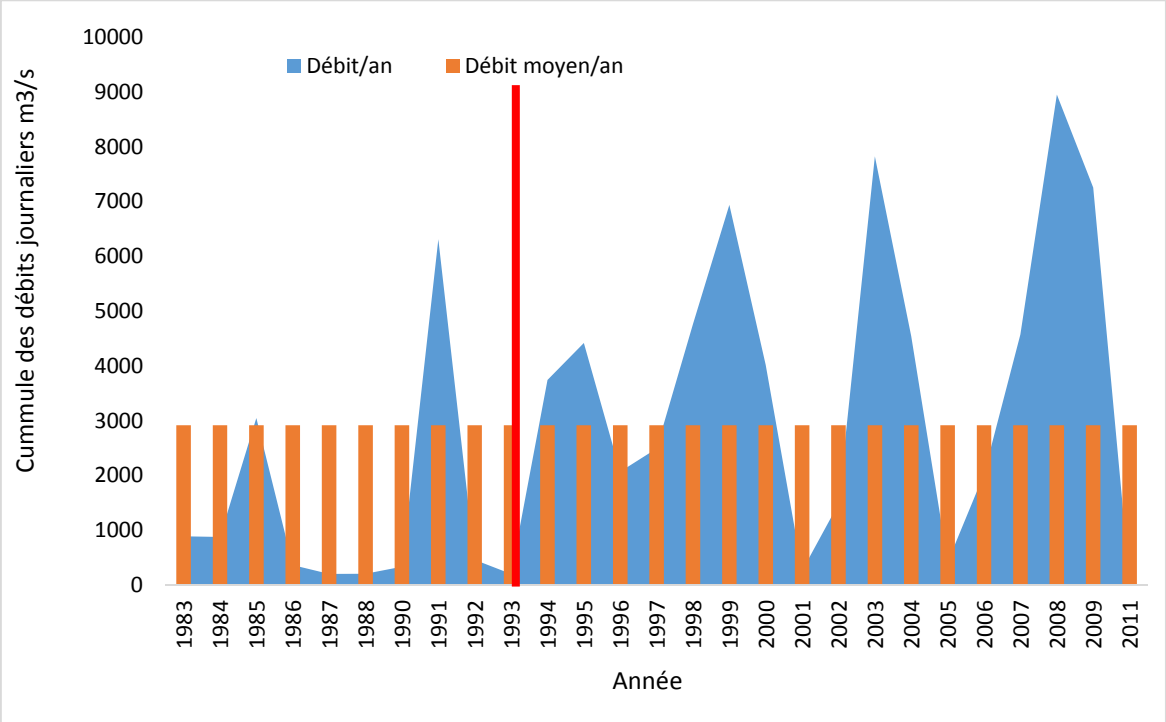


Figure 30: Evolution des débits moyens journaliers du cours de la Beffa de 1983 à 2011

De l'analyse de la figure 30, deux phases majeures se dégagent de l'évolution des débits annuels de laBeffa, à Vossa. La première phase concerne la sous-période 1983-1993. A ce niveau, toutes les années, à quelques exceptions près (1983, 1984, 1986, 1987, 1988, 1990 et 1993), sont en deçà de la moyenne estimée à environ 2916,85m^3/s où les valeurs les plus faibles sont en dessous de 250m^3/s. Cette situation s'explique

par l'effet étendu,des sécheresses observées au cours des décennies 1970 et 1980 en Afrique de l'ouest, en général et dont les conséquences n'ont pas épargné le Bénin. La seconde phase est celle comprise entre 1994 et 2010 où il est observé une alternance entre fort et faible débits. Il faut remarquer qu'ici, la plupart des débits enregistrés sont supérieurs à la moyenne annuelle qui est de 2916,85 m^3/s. Il s'agit en réalité des années composant les décennies 1990 et 2000 où il est mis en exergue une relative reprise pluviométrique favorisant les écoulements de surface, en témoigne la droite des tendances. De ce qui précède, il ressort donc que des deux sous-périodes 1983-1993 et 1994-2010, la première est sèche tandis que la seconde est relativement plus humide.

3.1.4- Coefficient de Tarissement

L'influence potentielle des péjorations pluviométriques sur les ressources en eau du bassin est évaluée par le calcul des coefficients de tarissement à l'aide de la méthode de Maillet. Il est observé à travers ce calcul que le tarissement de l'écoulement présente une légère tendance à la hausse (figure 31).

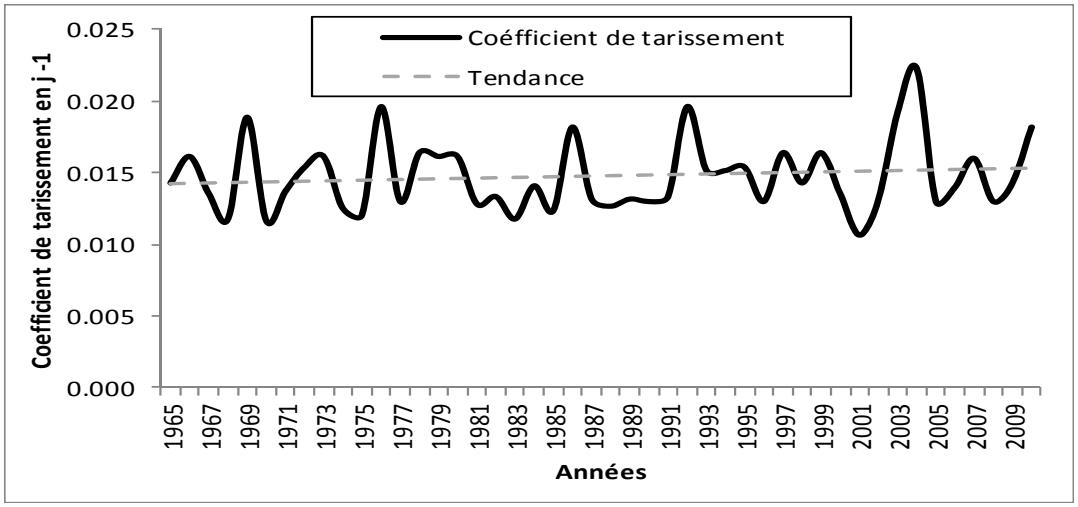


Figure 31:Coefficient de tarissement dans le bassin versant

Le coefficient de tarissement ou pente de tarissement traduit le pouvoir régulateur de l'aquifère. Sa valeur est d'autant plus faible que la décroissance du débit de la vidange est lente.

L'étude des coefficients de tarissement montre de façon générale sur la période de 46 ans, une évolution irrégulière. De 1965 à 1987, il est observé des coefficients de tarissement généralement compris entre 0,012 et 0,020 j-1 caractérisant la totalité des cours d'eau drainant le bassin versant de la Beffa situé sur socle ancien et recevant en moyenne 1200 mm de précipitations annuelles. A partir de 1988 jusqu'à 2010, les valeurs des coefficients de tarissement sont situées entre 0,010 et 0,031 j-1 avec une moyenne de 0,016 j-1.

De ces 2 sous-périodes, la seconde (1986-2010) a connu un coefficient d'écoulement moyen (0,016 j-1) supérieur à celui de la première (0,014 j-1). Cela se justifie par le fait que la seconde sous période a été relativement plus humide que la première.

Par ailleurs, à l'échelle du bassin versant, les plus faibles valeurs du coefficient de tarissement (0,010-0,015) observées traduisent un recul très rapide des débits marquant ainsi la fin du ruissellement superficiel. Ce type de ruissellement est directement conditionné par le volume d'eau précipitée dans le milieu. En outre, pour des valeurs relativement élevées (0,015 - 0,024) du coefficient de tarissement, la décrue est moins rapide. Cela traduit l'écoulement hypodermique ou ressuyage des sols.

La figure 32 présente l'évolution interannuelle du coefficient d'écoulement entre 1965 et 2010.

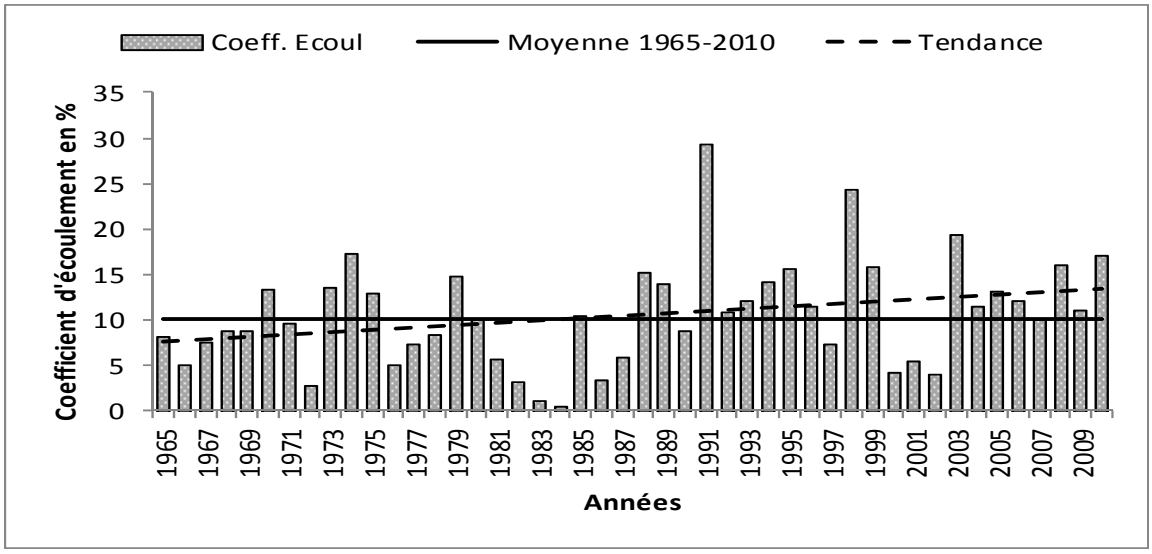


Figure 32: Variation du coefficient d'écoulement sur la période 1965-2010

L'analyse de la figure 33 montre que sur la période 1965-2010, le coefficient d'écoulement moyen est de 10 % dans le bassin versant de la Beffa. Cette valeur traduit l'effet de la variation des lames d'eau précipitées dans le milieu. La tendance à la hausse du coefficient d'écoulement dans le bassin (droite de tendance) pourrait se justifier par la forte anthropisation du milieu du fait de l'augmentation des activités humaines. La figure 33 présente l'évolution du coefficient d'écoulement avec une moyenne par sous-période.

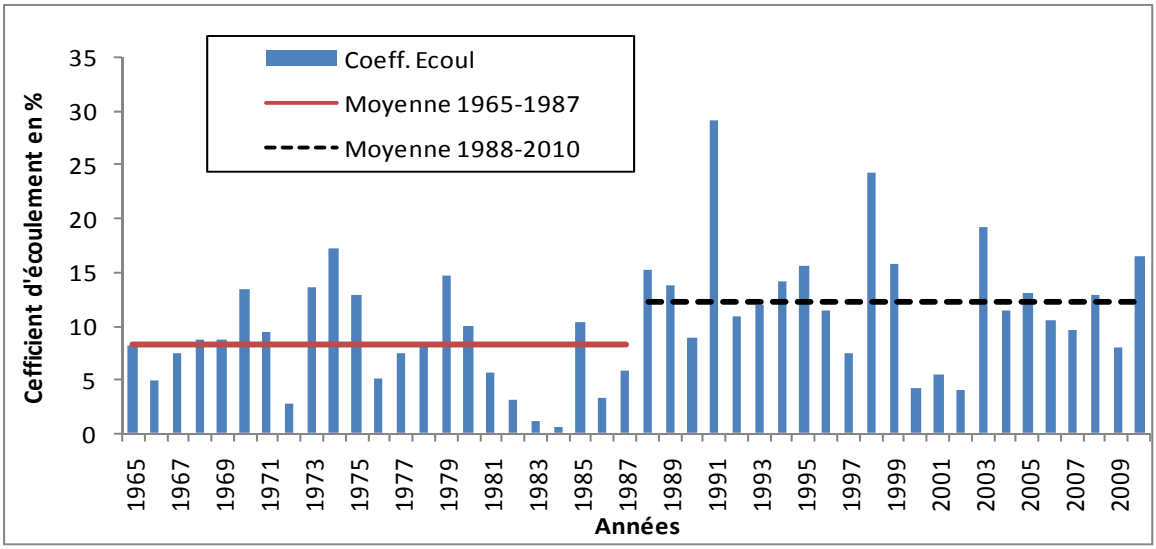


Figure 33: Evolution des moyennes interannuelles du coefficient d'écoulement par sous-période (1965-1987) et (1988-2010)

De la figure 33, il ressort que sur la sous-période 1965-1987, le coefficient d'écoulement moyen est de 8 % tandis que le même coefficient est de 12 % sur la sous-période de 1988 à 2010 dans le bassin. L'augmentation du coefficient d'écoulement au niveau de la deuxième sous-²période traduit une légère reprise à la hausse des précipitations après la récession de la décennie 1970, mais également à cause des formations géologiques en place notamment le socle.

En ce qui concerne l'évolution saisonnière du coefficient d'écoulement, elle traduit les différentes modifications survenues au cours des saisons pluvieuses (figure 34).

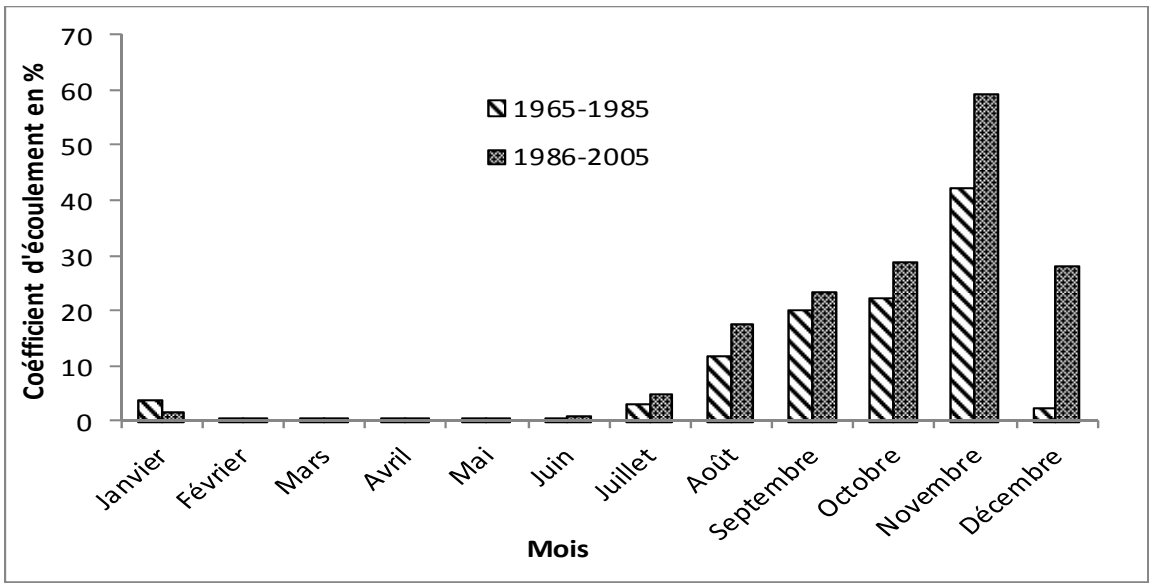


Figure 34: Evolution saisonnière du coefficient d'écoulement dans le bassin

Il ressort de l'analyse de la figure 34 que pour chacune des sous-périodes (1965-1987 et 1988-2010), le coefficient d'écoulement est nul entre février et juin. Cela s'explique par le fait que cette période de l'année correspond à la saison sèche où les apports pluvieux sont quasiment nuls. Par contre, à partir de juillet, le coefficient d'écoulement devient important et atteint son maximum en novembre. L'évolution comparée des deux sous-périodes révèle que le coefficient d'écoulement est plus important durant la seconde sous période (1988-2010) dans tout le bassin excepté le mois de novembre où la valeur du coefficient est de 42 % contre 59 % pour la première sous-période (1965-1987).

3.1.5- Incidence des fluctuations pluviométriques sur les termes du bilan

L'analyse des incidences des fluctuations pluviométriques sur les autres termes du bilan hydrologique met en exergue le fait que, pour une hauteur de pluie de 100 % reçue dans le bassin, 71 à 76 % sont réservés à l'évaporation. Dans ce même ordre d'idées, 15 à 17 % constituent la recharge et 9 à 12 % représentent l'écoulement. Le tableau XVIII présente la proportion de chaque terme du bilan hydrologique.

Tableau XVIII:Proportion de chaque terme du bilan hydrologique pour 100 % de pluie par sous-période dans le bassin

	Pluie	Ecoulement (%)	ETR (%)	infiltration (%)
1965-1987	100	9	76	15
1988-2010	100	12	71	17

Source : Traitement de dnnées, 2014

De l'observation du tableau XVIII, il ressort que la plus faible part revient à l'écoulement tandis que la plus importante part est attribuée à l'évaporation à travers d'énormes pertes.

La figure 35 présente la variabilité interannuelle des termes du bilan hydrologique dans le bassin de la Beffa.

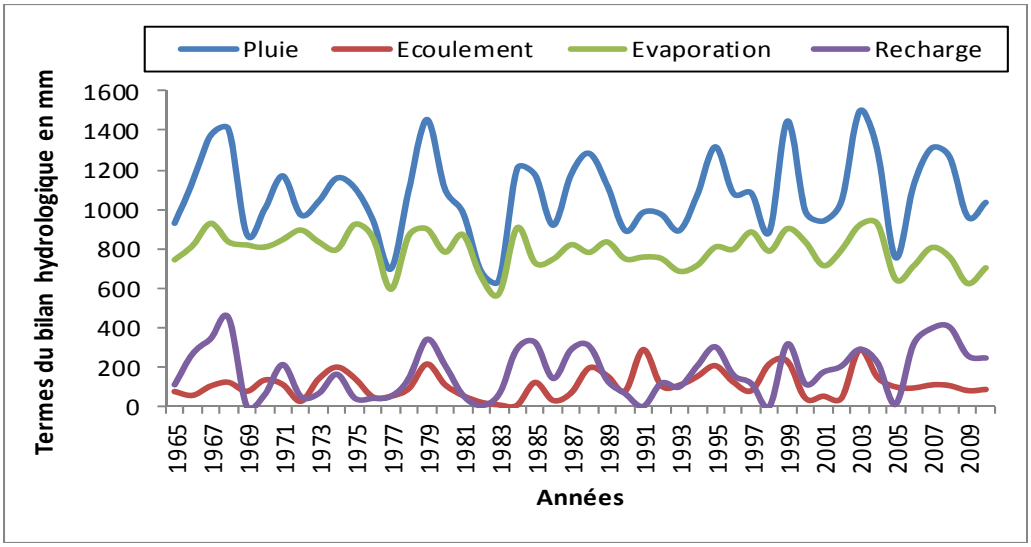


Figure 35: Variabilité interannuelle des termes du bilan hydrologique dans le bassin versant

De l'analyse de la figure 35, il ressort que les termes du bilan hydrologique représentés dans cette partie par les précipitations, l'évapotranspiration réelle, l'écoulement et l'infiltration ont une évolution relativement identique dans le bassin versant de laBeffa. En effet, le suivi des différents termes du bilan hydrologique sur la série de 45 ans, (1965-2010) montre que les hauteurs de pluie et l'évaporation ont connu une évolution similaire. Cette évolution est également identique au niveau de l'écoulement et la recharge qui ont enregistré une baisse sensible en 1972 et en 1983 dans le milieu.

L'application du test de Spearman au seuil de significativité de 95 % à ces différents paramètres, fait ressortir les principales corrélations existant entre Pluie/Ecoulement d'une part, et entre Ecoulement/Recharge d'autre part, dans le bassin (tableau XIX).

Tableau XIX:Matrice de corrélation (test de Spearman)

	Pluie	**ETR**	**Ecoulement**	**Infiltration**
Pluie	1			
ETR	**0,95**	1		
Ecoulement	**0,75**	0,26	1	
Infiltration	**0,56**	0,37	0,24	1

Source : Traitement de dnnées, 2014

Corrélation significative entre les termes du bilan au seuil de 95 %

L'observation du tableau XIX révèle l'existence de fortes corrélations positives (r > 0,5) significatives au seuil de 95 % entre les précipitations et les autres termes du bilan hydrologique dans le bassin de Beffa.

La corrélation entre la pluie et l'évaporation est plus importante (r = 0,95) qu'avec les autres termes du bilan hydrologique. Cela témoigne la forte relation entre ce paramètre et la lame d'eau précipitée dans le bassin. Aussi, existe-t-il une corrélation non moins importante entre les autres termes du bilan (infiltration et écoulement) et les précipitations. Tout ce qui précède prouve que la pluie est le paramètre qui conditionne les autres termes du bilan hydrologique dans le bassin. Les figures 36et 37 et le tableau XX illustrent la dépendance des autres termes du bilan hydrologique de la pluie à l'échelle du bassin de la Beffa.

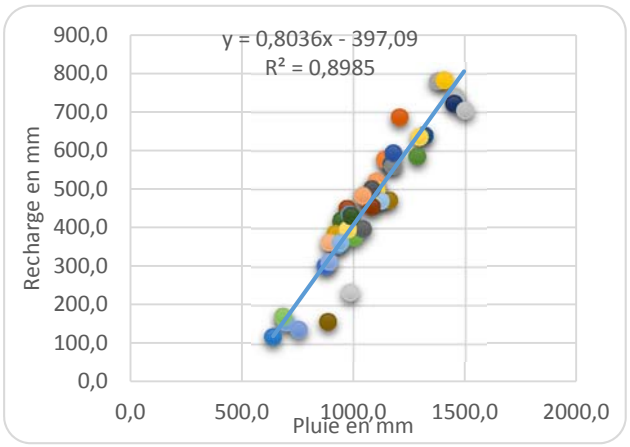


Figure 36: Regression linéaire entre recharge annuelle et précipitation dans le bassin

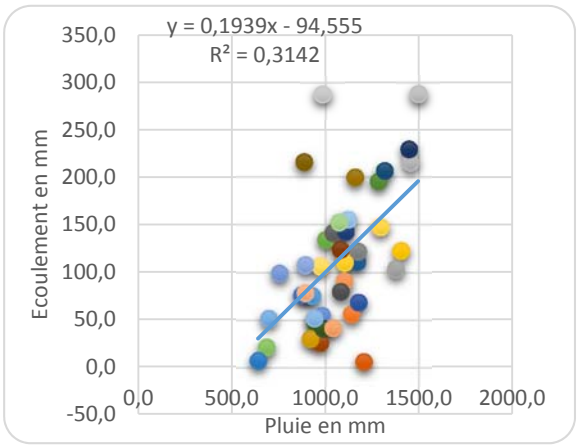


Figure 37: Regression linéaire entre écoulement annuel et précipitation dans le bassin

L'analyse de la figure 36 corrobore les résultats du test de Spearman montrant une plus forte corrélation entre la pluie et la recharge comparativement aux autres termes du bilan hydrologique. La relation qui lie la pluie à la recharge est traduite par l'équation linéaire y = 0,8036x-397,09. Le coefficient de détermination R^2 = 0,898, exprime que 89,85 % des précipitations dans le bassin est expliqué par l'équation linéaire y = 0,8036x-397,09. Ainsi, le coefficient directeur + 0,8036 étant positif, signifie que les apports pluvieux et la recharge sont corrélés positivement.

Le tableau XX présente la moyenne de la lame d'eau précipitée pour ces quatre dernières décennies et confrontée aux hauteurs d'eau précipitée, à l'évaporation et la recharge (infiltration).

Tableau XX: Evolution comparée des fluctuations pluviométriques et des autres termes du bilan hydrologique en mm dans le bassin versant de la Beffa à sur la période 1965-2010

		Bassin de la Beffa
Pluie	1965-2010 (mm)	1080
	1965-1987 (mm)	987
	1988-2010 (mm)	1173
	Ecart	-186
	Déficit (%)	-18
Evaporation	1965-2010 (mm)	792
	1965-1987 (mm)	806
	1988-2010 (mm)	778
	Ecart	28
	Déficit (%)	3,5
Ecoulement	1965-2010 (mm)	111
	1965-1987 (mm)	88
	1988-2010 (mm)	134
	Ecart	-46
	Déficit (%)	-52
Recharge	1965-2010 (mm)	178
	1965-1987 (mm)	162
	1988-2010 (mm)	194
	Ecart	-32
	Déficit (%)	-19

Source : Traitement de dnnées, 2014

De l'observation du tableau XX, il ressort que le déficit pluviométrique observé dans le bassin entre les périodes 1965-1987 et 1988-2010 est de -18 %. Le déficit d'écoulement entre les deux périodes est relativement important -52 % soit plus de trois fois le déficit pluviométrique observé dans ce même bassin. La baisse de la pluviométrie entre les deux périodes a sans aucun doute des répercussions importantes sur la recharge du bassin. Le déficit de la recharge entre les deux périodes est de -19 %.

La baisse des écoulements dans le bassin versant de Beffa est amplifiée par la baisse des précipitations traduites par la baisse du nombre de jours de pluie dans le milieu variant entre 88 et 117 jours. Au cours de la décennie 1980, le nombre de jours de pluie a beaucoup diminué au Bénin.

3.1.6- Evolution des mesures piézométriques dans le bassin de laBeffa

Les eaux souterraines du bassin sont alimantées par les cours d'eau dudit bassin. Ce drainage peut être diffus, ou concentré au droit de sources. La perméabilité des formations est en général peu élevée. Les cours d'eau coulent dans un lit alluvial qui est souvent en continuité avec les altérites. Le drainage qui se fait àpartir du socle vers les altérites, des altérites vers les alluvions, puis des alluvions vers le cours d'eau est le plus souvent diffus. C'est un drainage discret et très généralement invisible. La figure 38 ci-dessous traduit la variation annuelle des mesures piézométriques du Bassin de la Beffa.

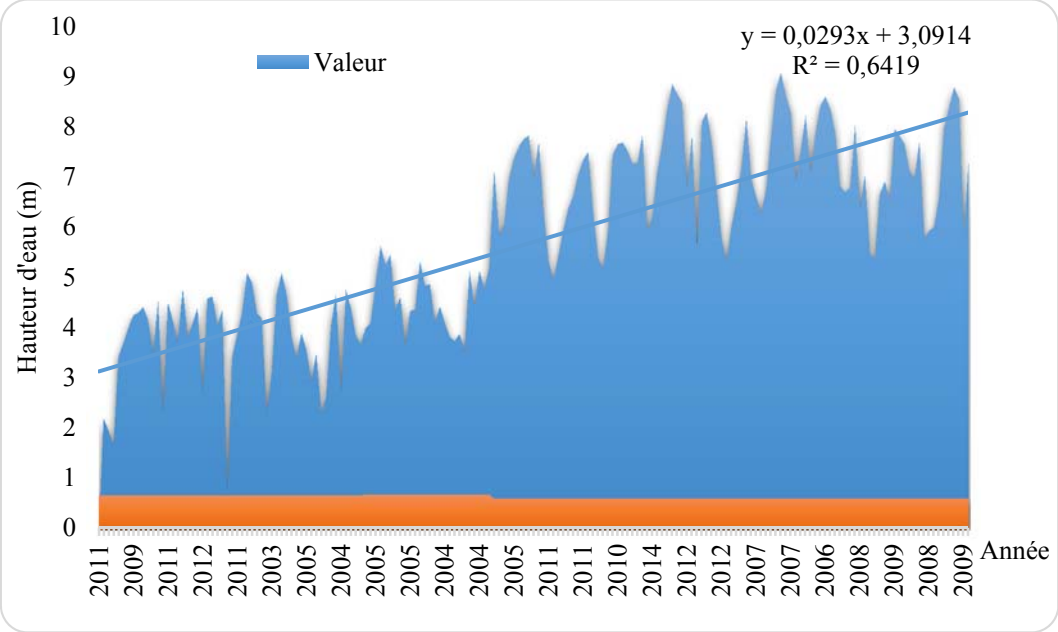


Figure 38:Variation annuelle des mesures piézométriques du Bassin de la Beffa

La figure 38, traduit la variation du niveau métrique de la recharge totale annuelle de l'eau souterraine du Bassin de la Beffa de 1985 à 2009, soit sur une période de 24 années. Le coefficient de détermination $R^2 = 0,6419$, exprime que 64,19 % des années de recharge dans le bassin est expliqué par l'équation linéaire y = 0,0293x+3,0914. Ainsi, le coefficient directeur 0,029 étant positif, ceci signifie que les apports évolution temporelle et en hauteur d'eau sont corrélés positivement. Ces variations piézométriques sont l'indicateur d'une alimentation annuelle des nappes aquifères par les précipitations.

La total annuel de cette recharge sur les 24 années est de 1008,91 m ; soit une moyenne annuelle de 42,038 m.

Au regard de ces différents résultats d'étude des variabilités pluviométrique et hydrologique, il s'en suit que le bassin de la Beffa dispose d'une potentialité élevée de ressources en eau.

3.2- POTENTIALITES ET PRINCIPAUX SYSTEMES D'EXPLOITATION

3.2.1- Potentialités en terres cultivables

Les sols rencontrés dans le bassin d'étude sont de type ferrugineux tropicaux sur socle cristallin et des sols colluviaux. Les sols hydromorphes caractérisent les bas-fonds. Cesont des sols propices à la riziculture et au maraîchage. Les sols les plus étendus sont ceux ferrugineux tropicaux lessivés. On en distingue deux : les sols sans concrétion et les sols à concrétion (figure 39). Ce sont des sols assez fertiles. Ils constituent la richesse des populations riveraines du bassin de la Beffa, qui les exploitent pour l'agriculture qui constitue leur principale activité économique. A cela, s'ajoutent l'élevage, la chasse, la pêche, l'exploitation forestière et la sylviculture. La présente rubrique est consacrée aux systèmes d'exploitation des ressources en terres cultivables, à travers les cultures annuelles et pérennes.

En effet, les sols formés sur des roches pauvres en minéraux ferromagnésiens sont sans concrétion. Tandis que ceux à concrétion se forment sur des roches riches en minéraux ferromagnésiens (exemple : les embréchites et les granites). Cette dernière catégorie de roches est plus répandue que la première.

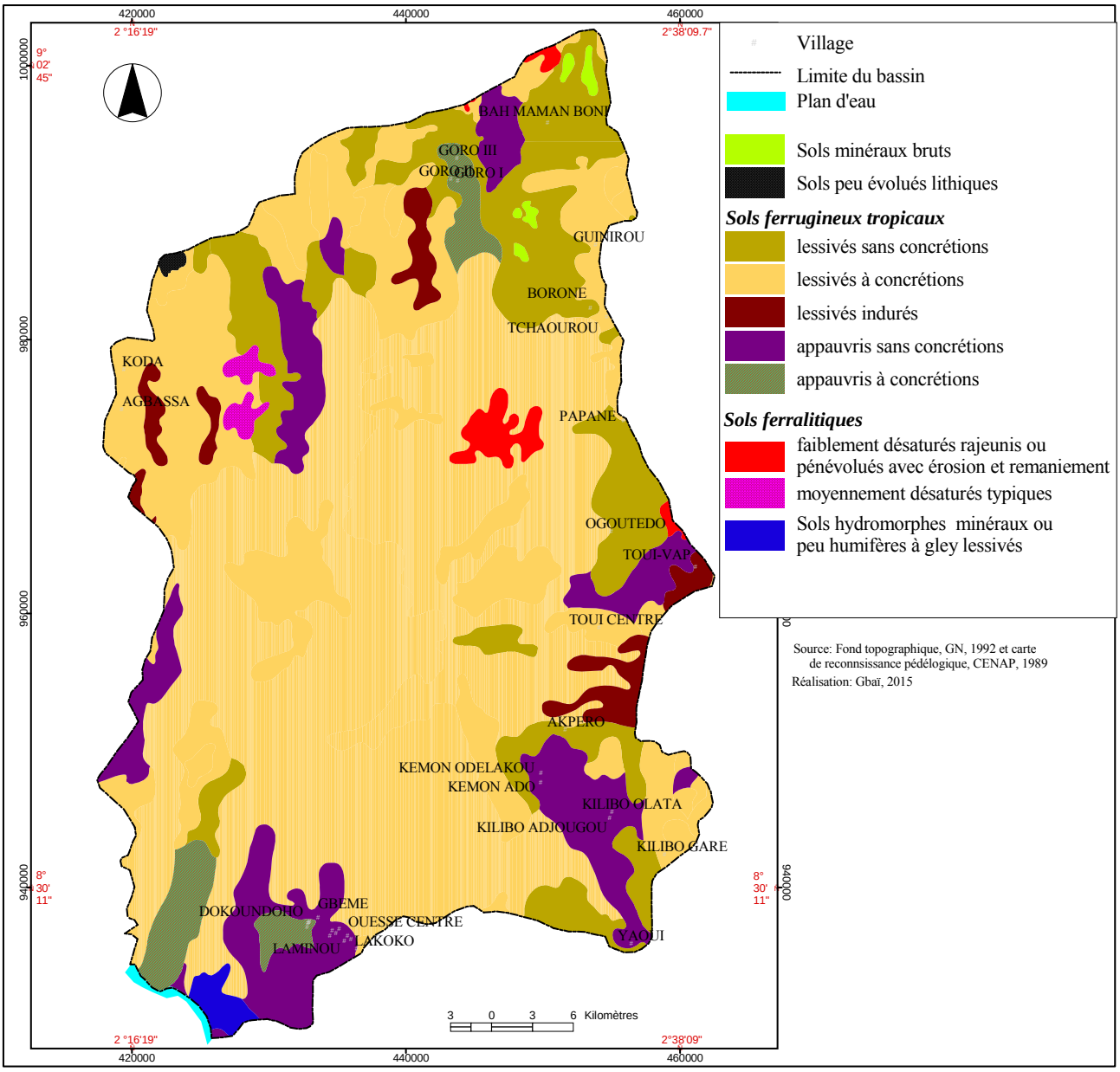


Figure 39: Pédologie du bassin de la Beffa

Selon les résultats des statistiques, les différentes types de sols sont répartis ainsi, que suit :

- Sols minéraux bruts 6,34 km² ;
- Sols peu évolués lithiques 2,29 km² ;
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions 306,17 km². Ils sont à faible potentialité agricole, aptes aux cultutres de tubercules, de céréales, de l'arachide, et du coton;

- Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions 1412,06km², à faible potentialité agricole aptes aux cultutres de tubercules, de céréales, de l'arachide et du coton;

- Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés 55,11 km², aptes aux tubercules et haricots (niébé) ;

- Sols ferrugineux tropicaux appauvris sans concrétions 219,97 km², à faible potentialité agricole, aptes aux cultutres de tubercules, de céréales, de l'arachide, et du coton;

- Sols ferrugineux tropicaux appauvris à concrétions 58,63, à faible potentialité agricole aptes aux cultutres de tubercules, de céréales, de l'arachide, et du coton;

- Sols ferralitiques faiblement désaturés rajeunis ou pénévolués avec érosion et remaniement 23,19 km² et sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques, 10,76 km², à forte potentialité agricole, aptes aux céréales, aux tubercules, au coton et au haricot (niébé) ;

- Sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à gley lessivés 11,90 km², aptes aux cultures maraichères.

Il est à constater dans l'ensemble que, les sols ferralitiques et ferrugineux sont prédominants. Ce qui témoigne ainsi d'une grande aptitude des sols aux cultures aussi bien annuelles que pérennes.

3.2.1.1- Cultures annuelles

La pratique des cultures annuelles dans le secteur d'étude, se traduit par la production de quelques spéculations, dans lesquelles les populations sont spécialisées (Tableau XXI).

Tableau XXI:Liste des principales spéculations produites dans le bassin de la Beffa.

Culture	Nom scientifique	Famille
	Céréales	
Sorgho	*Sorghum spp*	Graminées
Riz	*Oryza sativa*	Graminées
Maïs	*Zea mays*	Graminées
	Racines et Tubercules	
Igname	*Discorea* spp*/ Dioscorea alata*	Dioscoréacées
Patate douce	*Ipomoea batatas*	Convolvulacées
Manioc	*Manihot exculenta*	Euphorbiacées
	Légumineuse	
Voandzou	*Voandzeia subterranea*	Leguminosae-Papilionacées
Soja	*Soja hispida*	Leguminosae- Papilionacées
Pois d'angole	*Cajanus cajan*	Leguminosae- Papilionacées
Cassoulet	*Macrotyloma geocarpa*	Leguminosae- Papilionacées
Niébé	*Vigna* spp */ Vigna unguiculata*	Leguminosae- Papilionacées
	Maraîcher	
Piment	*Capsieum frutescens*	Solanacées
Gombo	*Hibiscus esculentus*	Malvacées
Sésame	*Sesanum indicum*	Pedaliacées
Tomate	*Solanum lycopersicum*	Solanacées
	Industrielle	
Cotonnier	*Gossypium barbadense*	Malvacées
Arachide	*Arachis hypogea*	Pedaliacées

Source : travaux de terrain, janvier 2012

Il faut noter que la culture de ces spéculations a trouvé son fondement dans les habitudes alimentaires des habitants du milieu.

L'igname (*Dioscorea* sp) est la culture la plus éprouvante pour le sol et la végétation car, sa culture nécessitant des tuteurs ;ainsi, les formations boisées sont très convoitées (Planche 2).



Photo 2.a: Vue partielle d'un champ d'igname à Liga (Arrondissement de Ouèssè)



Photo 2.b: Un champ d'igname en préparation à Liga (Arrondissement de Ouèssè)

Planche 2: Illustration de la technique de la culture itinérante sur brûlis.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

La photo 2.a montre des buttes dans un champ d'igname (*Discorea* sp), tandis que sur la photo 2.b, on pourrait constater des arbres desséchés par la pratique de la technique de l'itinérance sur brûlis.

Les localités du bassin de la Beffaconstituent un marché potentiel d'approvisionnement en cultures vivrières, si l'on se réfère aux mouvements des commerçants et des nombreux véhicules poids lourds et semi-lourds qui chargent des produits agricoles en direction des grands marchés nationaux et internationaux (Planche 3).



Photo 3.a: Un titan rempli de sacs de maïs, à Ouèssè-Centre en direction de Cotonou.



Photo 3.b: Une voiture chargée de sacs de maïs à Vossa, en partance pour Bohicon.

Planche 3: Illustration de la technique de la culture itinérante sur brûlis.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

Les photos 3.a et 3.bmontrent que le transport des produits vivriers agricoles du Bassin de la Beffavers les marchés nationaux et internationaux est assuré aussi bien par les gros porteurs que par les petits véhicules.

L'importance du flux constaté est confirmée par les statistiques de la production agricole dans le bassin (figures 40 à 44).

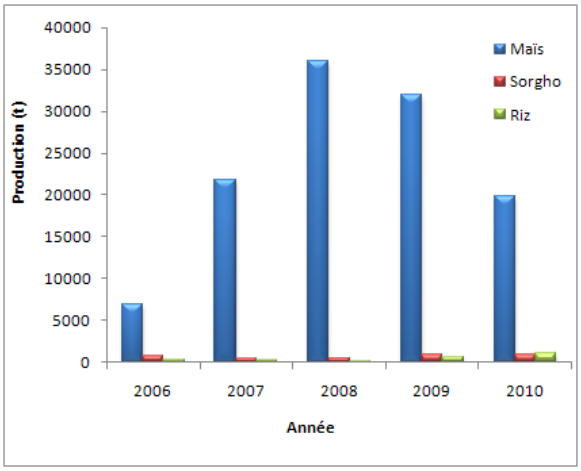


Figure 40: Production de céréales 2006-2010

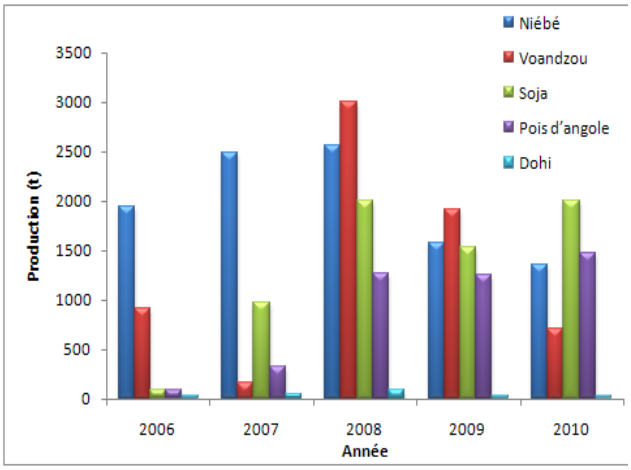


Figure 41: Production de légumineuses 2006-2010

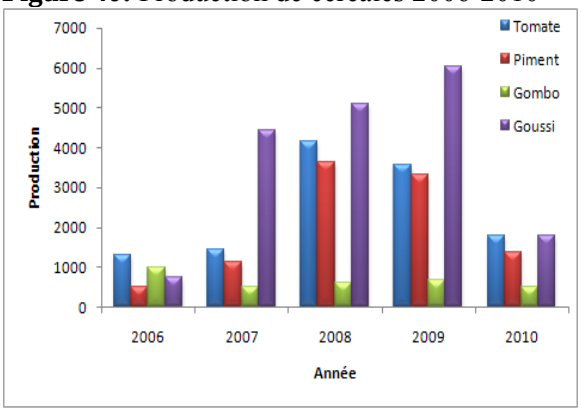


Figure 42: Produits maraîchers 2006-2010

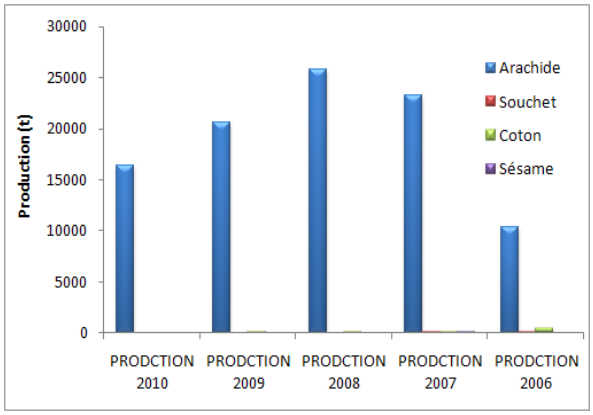


Figure 43: Production d'oléagineux et de fibres

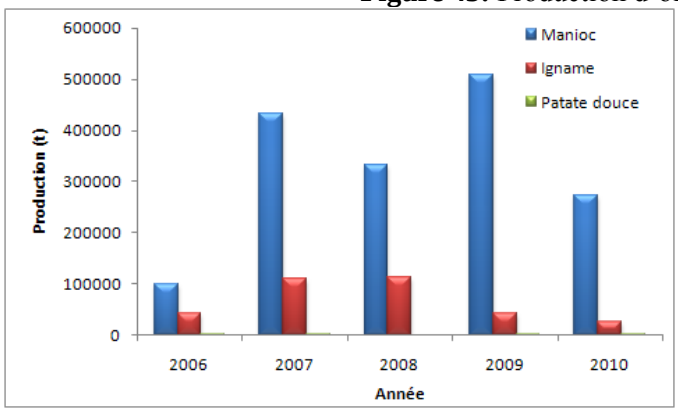


Figure 44: Production de tubercule 2006-2010

De l'analyse des différentes figures, il faut remarquer que la production céréalière est nettement dominée par le maïs. Pour les légumineuses, on constate un équilibre de masse entre les différents produits (voandzou : *Voandzeia subterranea*, niébé : *Vigna* spp, soja : *Soja hispida* et pois d'angole : *Cajanus cajan*), dans le même temps le cassoulet (*Macrotyloma geocarpa)* est au bas de l'échelle de la production céréalière. Dans le cas des produits maraîchers, la rivalité s'observe entre la production de tomate et celle de piment, tandis que la production de gombo est au bas de l'échelle. La

production d'oléagineux et de fibres est dominée par l'arachide. Quant aux tubercules, le manioc est suivi de l'igname. La production de la patate douce est quasi nulle.

3.2.1.2- Cultures pérennes

Elles se manifestent par le développement des plantations d'anacardiers (*Anacardium occidentale*), de teck (*Tectona grandis*), de manguiers (*Mangifera indica*), d'orangers (*Citrus aurantifolia*), de faux Eucalyptus (*Acacia auriculiformis*), d'Eucalyptus (*Euclyptus camadulensis*). Ces plantes pérennes occupent les terres en permanence.

3.2.2- Potentialité floristique

Le bassin de la Beffadispose d'une ressource floristique très importante. De ce point de vue, une grande variété de formations végétales y a été recensée. Il s'agit de :

- la forêt riveraine au bassin;
- la forêt galerie le long des cours d'eau aussi bien permanents que temporaires ;
- la mosaïque de forêts claires et de savanes boisées ;
- la mosaïque de savanes arborées et de savanes arbustives.

Ces formations naturelles sont de plus en plus sujettes à une dégradation, du fait de leur exploitation anarchique et frauduleuse.

Outre ces formations naturelles, on rencontre des plantations de tecks, d'anacardiers et des champs.

En raison de cette disponibilité, les populations se livrent à des activités d'exploitation des essences floristiques sous diverses formes.
En effet, l'exploitation floristique est assez diversifiée et tient compte du besoin exprimé pour les différents organes des plantes. C'est dans ce contexte qu'on distingue les exploitants de la flore pour:

- le bois d'œuvre avec, pour acteurs principaux, les bûcherons ;
- la production de l'énergie avec, pour acteurs, les charbonniers ;

- les feuilles et racines en pharmacopée dont les acteurs sont les ménages agricoles et les tradithérapeutes ;
- les fruits dont les acteurs sont les ménages et les industriels.

Il importe d'aborder les différentes formes d'exploitation en détail.

3.2.2.1- Exploitation du bois d'œuvre :

Dans le secteur de l'exploitation du bois d'œuvre, des moyens roulants de type exceptionnel sont mis à contribution (Planche 4).



Photo 4.a: Chargement de madriersdans un véhicule tout terrain de marque Land Rover.



Photo 4.b: Une scierie, spécialisée pour les grumes de bois à grand diamètre, installée à Laminou.

Planche 4: Illustration des moyens d'exploitation forestière.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

Les bûcherons utilisent pour la plupart, des véhicules capables d'accéder aux terrains d'accès difficile, afin d'évacuer les grumes de bois d'œuvre des savanes vers les agglomérations (photo 4.a). Une fois en agglomération, ces « véhicules de terrain » sont relayés dans leur rôle par les camions Titan qui convoient la marchandise vers les différentes régions de notre pays où se trouvent les marchés du bois. Dans tous les arrondissements des deux communes du bassin, il existe au moins une scierie appartenant soit, à un autochtone ou à un allochtone. Celle présentée dans la photo 4.b est la propriété d'un promoteur ressortissant du Nigéria. L'importance du commerce de bois d'œuvre dans le secteur se justifie par le grand nombre de scieries que l'on observe sur le terrain. A Ouèssè-Centre, il est dénombré huit (8) scieries ; à Tchaourou et Goro, on en dénombre respectivement sept (7) et deux (2). Malheureusement, il

n'existe aucune base de données qui assure la traçabilité de la quantité des produits forestiers qui sortent de ces communes.

3.2.2.2- Production d'énergie

Autrefois, les populations ramassaient le bois mort dans les forêts pour satisfaire les besoins en énergie des ménages. Cette forme d'exploitation n'était pas préjudiciable à l'environnement. Mais actuellement, cette activité est transformée en activité génératrice de revenus. Les acteurs développent même des visions commerciales poursatisfaire le besoins du marché, même au mépris de la règlementation en la matière. En effet, sur 26 charbonniers et commerçants de bois de feu interrogés, seulement 5 sont en règle et détiennent un permis d'exploitation, soit un taux de19, 23 %. Dans ce lot de 26 personnes, 7 ont déclaré travailler pour des détenteurs de permis qui résident en ville (Cotonou, Bohicon, Porto-Novo…), soit environ 27 % ; 14 (53,85 %) n'ont reçu aucune autorisation. Les photos de la planche 5, illustrent l'exploitation de la flore du bassin pour une production énergétique à but commercial.



Photo 5.a: Chargement de sacs de charbon de bois en conteneur de 8 pieds, sur la RNIE 2, à Toui.



Photo 5.b: Exposition de bois de feu, sur la RNIE 2 à Kpakpanin (Tchaourou).

Planche 5: illustration de quelques points de vente de charbon et bois énergie le long de la RNIE 2.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

En effet, le long de la RNIE 2, des producteurs de charbon et de bois de feu disposent des sacs de charbon et des tas de bois de chauffe, qu'ils vendent aux usagers de la route qui le désirent. Ainsi, ils développent une bonne politique de marketing, qui vise la proximité du client et l'accès facile aux produits. La grande inquiétude découle du fait qu'actuellement aucune espèce n'est exempte de ce braconnage.

3.2.3- Potentialités en faune

Selon les résultats d'enquête et les constats directs faits sur le terrain, certaines espèces fauniques de valeur sont encore présentes dans le milieu. Par ailleurs, les études menées sur les ressources en faune ont révélé la présence de ces mêmes espèces dans le milieu. Les tableaux XXII et XXIII présentent la liste desdites espèces.

Tableau XXII : Liste de quelques espèces fauniques des formations végétales de Beffa

N°	Nom	Nom scientifiques	Localité	Formations végétales
1	Le cob defassa	*Kobus defassa*	Idadjo	Forêts riveraines au bassin
2	Hyppotrague	*Hippotragus equinus*		
3	le guib hanarché	*Tragelophis scriphtus*		
4	le cob de buffon	*Kobus kob*		
5	les ourébis	*Ourebia ourebi*	Djègbé, Kèmon, Gbanlin, Goro, Agbassa, koda	Formations boisées du bassin
6	le cob defassa	*Kobus defassa*		
7	hyppotrague	*Hippotragus equinus*		
8	le rat de Gambie	*Crycetomys gambianus*	Djègbé, Kèmon, Gbanlin, Goro Vossa, Alafiarou,	Savanes et jachères
9	L'aulacode	*Thryonomys swinderianus*		
10	l'agouti	*Steatomy caurinus*		
11	le lièvre	*Lepus crawshayi*		
12	le varan des savanes	*Varans exanthemalicus*		
13	le varan des savanes	*Varanus nitoticus*		

Source : collecte de données, 2012-2015

Selon les enquêtes de terrain, les grands mammifères comme le buffle (*Syncerus ceaffer*), l'hyène (*Crocuta crocuta*), la panthère (*Panthera pendus*) qui y avaient séjourné il y a plus d'un quart de siècle ont pour la plupart disparu de nos jours.

L'essentiel de la faune aviaire est constitué de nombreux oiseaux ichtyophages qui existent dans le milieu. Il s'agit de ceux appartenant aux genres Phalacrocorax, Ardeola, Egretta, Ceryle etc.

L'exploitation de la potentialité en faune du secteur d'étude, fait appel à l'activité de chasse.

Quant à la faune aquatique les espèces présentes dans les eaux de la Beffaet de l'Ouémé comprennent :

Tableau XXIII: Liste de quelques espèces fauniques des milieux aquatiques de la Beffa

N°	Nom scientifiques	Localité	Milieu aquatique
1	*Tilapias*		
2	*Bagrus bajad*	Gbanlin,	
3	*Bagrus docmak*	Goro,	
4	*Heterobranchus*	Vossa,	Cours d'eau Beffa et ses
5	*longifilis et birorsalis*	Agbassa, Koda	afflluents, fleuve Ouémé
6	*Heterotis*		
7	*Chrysichthys*)		
8	*Macrobrachium*		

Source : collecte de données, 2012-2015

Les espèces les plus abondantes appartiennent aux groupes des Cichlides (*Tilapias*, 2 espèces), des Osteoglossides (*Heterotis*) et Claroteidés (*Chrysichthys*) (photo 6).

En ce qui concerne les crustacés, on retrouve des crevettes d'eau douce du genre *Macrobrachium* (planche 6).



Photo 6.a: Crevettes d'eau douce pêchées dans le cours du fleuve Ouémé à Idadjo**.**



Photo 6.b: Plusieurs variétés de poissons pêchées dans le cours du fleuve Ouémé à Gbanlin.

Planche 6 : Produits de pêche dans le confluent de la Beffaavec l'Ouémé.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

Les autres vertébrés aquatiques ou semi-aquatiques qu'on rencontre dans ces milieux sont des reptiles varanides (*Varanus niloticus*) et des grenouilles (Amphibiens) qui sont abondantes dans les bas-fonds et dans les cours d'eau.

3.2.4- Potentialités minières

La richesse minière est de deux ordres. On distingue d'une part, la richesse minière riveraine au bassin de la Beffa, dont la plus importante est le marbre à Idadjo (à l'Ouest du bassin). D'autre part, on a la richesse minière contenue dans le Bassin et qui est composée pour l'essentiel des gisements de sable, de latérite, de gravier et de

pierres. Il n'existe pas véritablement de stratégie pour exploiter durablement ces ressources et en faire une source potentielle de devises pour la promotion économique locale. Certaines ressources sont soumises à l'exploitation anarchique par quelques exploitants souvent avec la complicité de certains responsables locaux. La figure 46, présente quelques taux de couches rocheuses qui affleurent dans la secteur d'étude.

En effet, le calcul de la proportion des unités géologiques affleurant dans le secteur, à partir de la carte géologique fait état de ce qui suit : (Voir la correspondance des chiffres de 1 à 6 dans la légende de la figure 45)

- ✓ 1= Granites syntectoniques calco-alcalins. C'est la roche dominante en termes de superficie, avec un taux de couverture de 86,56 % (1905,85 km^2/2201,26 km^2) ;
- ✓ 2 = Migmaties, son taux de couverture est de 2,56 % (58,86 km^2/2201,26 km^2) ;
- ✓ 3 = Gneiss à muscovites, 5,25 % (115,47 km^2/2201,26 km^2) ;
- ✓ 4 = Gneiss à Biotites, 3,23 % (71,19 km^2/2201,26 km^2) ;
- ✓ 5 = Orthogneiss à biotites, 2,04 % (44,84 km^2/2201,26 km^2) ;
- ✓ 6 = Quartzites à muscovites, 0,23 % (5,04 km^2/2201,26 km^2)

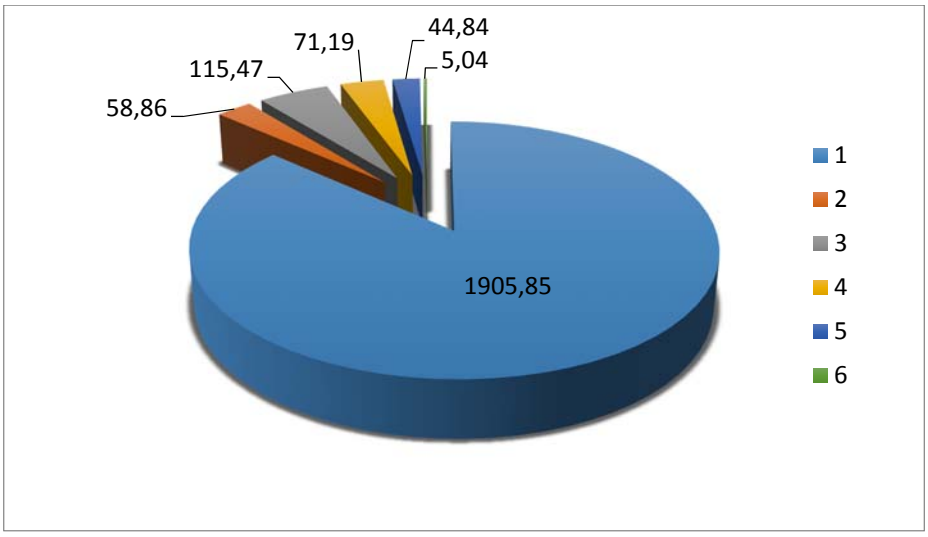


Figure 45: Taux de répartition des unités géologiques du bassin.

La figure 46, montre les couches rocheuses affleurant dans le bassin. Elle est tirée de la carte de géologique du Bénin, Direction des mines, feuille de Pira.

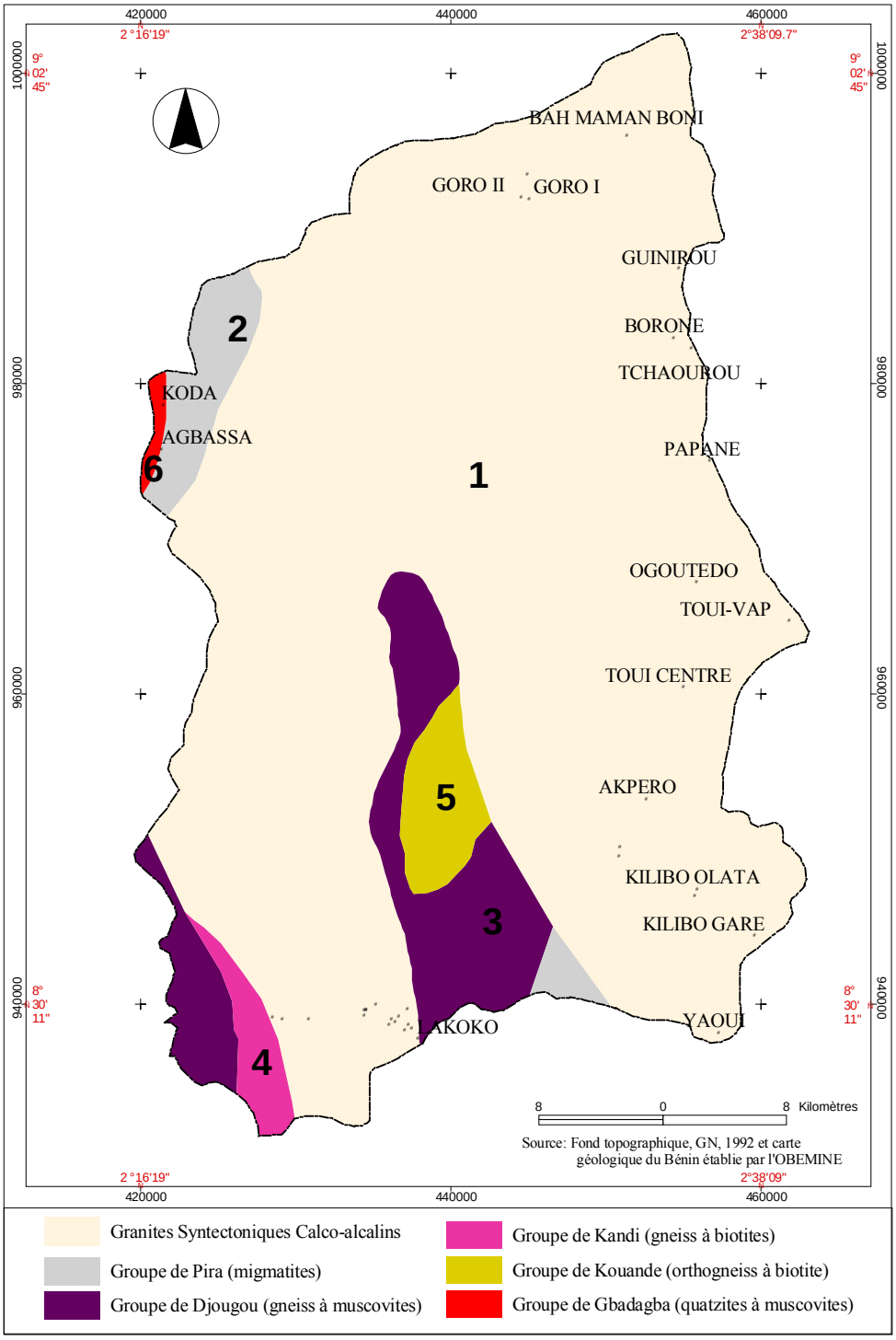


Figure 46: La nature des roches en présence

On note dans l'ensemble une prédominance des granites syntectoniques calco-alcalins qui se présentent sous forme de pierre. Cette dernière est concassée pour obtenir du gravier très utile en Bâtiment et Travaux Publics (BTP). L'existence de ces roches

dans le milieu explique la présence des carrières de graviers et de granites observées dans certaines localités du bassin. Ces carrières constituent des sources potentielles de richesses pour les populations riveraines.

CHAPITRE IV : MODES ET TECHNIQUES D'EXPLOITATION ;TYPES DE DEGRADATIONS

4.1- MODES ET TECHNIQUES D'EXPLOITATION

4.1.1- Agriculture

C'est une agriculture essentiellement pluviale qui couvre pratiquement la période allant de mars à décembre. Cependant, on note un ralentissement des travaux champêtres pendant les mois d'août et de septembre qui correspondent à la petite saison sèche. Courant octobre, les cultivateurs procèdent aux dernières récoltes qui sont en retard, afin de pouvoir se livrer, soit à des activités forestières, soit à des activités halieutiques ou encore à l'achat et à la revente des produits agricoles.

4.1.1.1- Calendrier agricole

Le tableau XXIV présente les étapes du déroulement des différentes activités champêtres suivant les mois de l'année.

Tableau XXIV : Calendrier agricole

Activités	Mois de l'année											
	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aot	sep	oct	nov	déc
Préparation des champs												
Labour												
Semailles												
Désherbage												
Récolte												
Agriculture en général												

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Période d'intenses activités Période intermédiaire Période de baisse d'activités

De l'analyse du tableau XXIV, il est aisé de comprendre que les activités agricoles couvrent toute l'année. Il y a des moments d'intenses activités, des moments de ralentissement d'activités et des moments intermédiaires.

4.1.1.2- Techniques de mises en œuvre

L'agriculture est pratiquée aussi bien par les hommes que par les femmes. Et les deux genres bénéficient de l'encadrement technique de la part des agents du CeCPA. En ce qui concerne la mécanisation de l'agriculture, l'encadrement ou la formation est plus au profit des hommes que des femmes. Elle contribue à l'amélioration des techniques de semis et de récolte qui sont des activités menées manuellement par les femmes.

4.1.1.2.1- Techniques culturales héritées de la tradition

Dans le bassin de la Beffa, les techniques culturales endogènes couramment mises en œuvre par les cultivateurs sont : la culture itinérante sur brûlis, le labour, le buttage et le poquet.

Sur l'ensemble du secteur, la technique de la culture itinérante sur brûlis est plus pratiquée. En effet, plus de 95 % des cultivateurs interrogés ont cité la pratique de l'itinérance sur brûlis comme leur technique privilégiée à la phase de la préparation du sol à une culture. C'est une pratique qui s'applique soit en milieu naturel ou dans les jachères pendant la saison sèche. Selon les cultivateurs, cette technique précède le défrichement.

Environ 98 % des cultivateurs interrogés, dans les différentes localités du secteur, labourent leurs terres avant de semer. Le labour englobe le billonnage et le buttage. Cette technique est utilisée par les cultivateurs afin de conditionner le sol à une bonne germination (meuble, aéré et facile à pénétrer par l'eau et les racines). Le buttage est généralement pratiqué pour la culture des tubercules et racines. Mais dans le bassin de la Beffa, le buttage est utilisé pour la culture de l'igname. C'est une technique pratiquée par la quasi-totalité des producteurs d'igname rencontrés lors de nos investigations sur le terrain. Le billonnage est généralement pratiqué pour la production des céréales et certaines racines cultivées en association. Entre autres avantages, le labour favorise la décomposition rapide des plantes enfouies, qui fournissent les substances nutritives au sol sous forme d'engrais vert.

Comme outils, le billonnage fait appel à l'usage de la houe (la daba) et celui de la charrue, en ce qui concerne les techniques culturales héritées de la tradition.

Dans le cas du semis à poquet, le semeur se sert d'un bâton à bout pointu, d'environ 2 mètres de long et d'une grosseur de 15 cm de circonférence en moyenne. Elle se pratique sur des superficies dont le sol est assez meuble, après le désherbage ou après avoir remué le sol.

4.1.1.2.2- Techniques culturales modernes

La mécanisation de l'agriculture qui est encore à l'étape embryonnaire, est sous le contrôle du CeCPA. En effet, l'utilisation de tracteurs, de charrues et autres outils exclut bon nombre de cultivateurs à cause des coûts que nécessite l'achat de ces outils. Sur l'ensemble des personnes interviewées, environ 17 % font usage de charrues dont elles sont propriétaires. Ces agriculteurs sont majoritairement dans les localités situées sur le territoire de Tchaourou circonscrit au Bassin d'étude.

Cette technique permet de mettre en valeur de grandes superficies de champs. Le billonnage d'un hectare de champ est fait par un bœuf en quatre (4) jours contre vingt (20) jours de travail manuel par ouvrier agricole.
Les outils utilisés dans la mécanisation de l'agriculture, et disponibles au CeCPA Ouèssè et Tchaourou sont illustrés par les photos de la planche 7.



Photo 7.a: un semoir déposé dans la cour du CeCPA de Ouèssè.



Photo 7.b: une charrue de type moderne déposée au CeCPAde Ouèssè.



Photo 7.c: un tracteur garé sus abri au CeCPA de Ouèssè.

Planche 7: Outils agricole témoignant de la mécanisation agricole en cours au Bénin.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

Ces trois photos sont l'illustration de l'introduction des outils de type moderne dans l'agriculture. Dans l'ordre, on a respectivement le semoir, le remueur de sol et le

tracteur. Ces outils sont utilisés pour le billonnage, le remuement des sols et les semailles.

Mais, le développement d'une telle mécanisation de l'agriculture sur les terres fragiles du bassin de la Beffa engendrerait des effets néfastes sur les composantes environnementales.

En effet, cette mécanisation favorise d'une part, la compaction du sol et d'autre part la destruction rapide par le système de remuement des substances nutritives des sols. L'usage de ces outils engendre des pertes annuelles en matières organiques, avec une estimation évaluée à 700 kg/ha pour le maïs sur labour, et de 350 kg/ha sur terre plate.

Les agriculteurs, pour accroitre le rendement de leur production, font usage d'un certain nombre d'intrants agricoles. Il s'agit : des engrais chimiques comme le NPK (Azote, Phosphore, Potassium), de l'urée, du TSP (Trisuper Phosphate) et du KCL (Chlorure de potassium). Les spéculations concernées par le dopage des sols en engrais sont : le coton, le maïs, le niébé et l'arachide (plus de 80 % des producteurs agricoles selon les CeCPA Ouèssè et Tchaourou, 2009). Les insecticides et herbicides sont normalement utilisés pour l'élimination des insectes nuisibles aux plantes et des mauvaises herbes, dans le but d'accroître les rendements des cultures. Comme insecticides utilisés dans le milieu, on peut citer (Tableau XXV).

Tableau XXV:Pesticides utilisés et leurs compositions chimiques

Pesticides	**Désignation**	**Composition et concentration**
Insecticide	CAPT	88 EC systémique contre piqueur et suceur
	Karaté	Lambdacypermétrine (Py) 37,5 g/L
	Cotalm D	Lambdacypermétrine (Py)-Diméthoate (Op) 15-300 g/L
	Cotofan	350 EC en émulsion contre les chenilles
Herbicides	Cotodon	Dipropétrine (Py)-Métolachlore (Oc) 10-500 g/L
Insecticide/raticides	Cotofan	350 EC en émulsion contre les chenilles

Source : CeCPA Ouèssè-Tchaourou et enquête de terrain, janvier 2012

Plus généralement, les cultivateurs font un mauvais usage des insecticides, fongicides et herbicides (pesticides minéraux et organiques). Cet état de chose, affecte négativement les terres arables. Environ 40 % des cultivateurs interviewés luttent contre le développement des adventices dans leurs champs à partir de ces produits.

Toutes les techniques mises en œuvre dans le cadre de l'exploitation agricole des ressources du bassin de la Beffa visent l'accroissement du rendement et de la production.

Les recherches ont prouvé que les agriculteurs utilisent la mécanisation dans le but de produire davantage à main-d'œuvre égale et réduire les travaux pénibles.

Ces progrès, à court terme, en matière de revenu et de sécurité alimentaire, qui ne profitent pas à tous les agriculteurs, mettent, à plus long terme, le développement en péril, en causant des dommages profonds à l'environnement. En effet, la mécanisation agricole conduit à raccourcir la durée de la jachère, plus rapidement remise en culture, en même temps qu'on réduit sa surface. Cela empêche la régénération naturelle des arbres et arbustes, appauvrit le stock de matière organique du sol et favorise l'érosion. Le rapport souligne toutefois que le fait de mécaniser peut accompagner une action de conservation en facilitant les travaux de construction de digues et de terrasses. Malgré ces avantages, il est largement admis que la mécanisation pourrait conduire au cercle vicieux de la culture extensive, avec des écosystèmes de plus en plus vulnérables, et à une dégradation des sols.

4.1.2- Elevage

4.1.2.1- Calendrier d'élevage

La présence de l'eau est un élément fondamental qui favorise cette activité dans le bassin. La permanence d'eau le long du lit mineur de la Beffa et dans certains bas-fonds, donne lieu à des formes de végétations permanentes. Ainsi, l'activité pastorale y est favorisée même pendant la saison sèche (décembre à mars) où il est rare partout ailleurs de trouver de l'eau pour l'abreuvage de bétail.

4.1.2.2- Techniques mises en œuvre

On distingue l'élevage du gros bétail en nomadisme pastoral ; celui des petits ruminants et des volailles en élevage de case. Les principales espèces élevées sont : les bovins, les caprins, les ovins, les porcins et les volailles. Les principaux éleveurs sont

les peulhs sédentaires, les natifs de Ouèssè-Tchaourou et les peulhs nomades venus du Niger et du Nigéria. Dans la grande majorité des cas, les troupeaux de bœufs sont tenus par des peulhs qui font paitre leur bétail dans les différentes formations végétales du secteur et les abreuvent dans les points d'eau de surface du même secteur (planche 8).



Photo 8.a: un troupeau de bœufs broutant du foin à Bouboua-Djêto.



Photo 8.b: troupeau de bœufs broutant en savane dans la localité de Tchaya-Tchaya.

Planche 8: Illustration de la pratique du nomadisme pastoral dans le bassin.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

Toutefois, on remarque que de nombreux particuliers autochtones s'adonnent de plus en plus à cette activité en confiant aux peuls leurs troupeaux de bovins sous divers termes de contrat. Quelques techniques de mise en œuvre observées sur le terrain sont : le nomadisme pastoral, l'élevage de case avec la mise en enclos ou en cage des bêtes, et l'élevage de case avec des bêtes en divagation dans la nature.

4.1.3- Chasse

4.1.3.1- Calendrier de chasse

En général, les hommes pratiquent deux sortes d'activités de chasse.

On distingue la chasse professionnelle et la chasse de subsistance. Ceux qui pratiquent la première forme de chasse, recherchent à la fois la réputation sociale, tout en visant le revenu par la commercialisation du gibier. Ils utilisent des moyens modernes (fusil à canon, armes blanches, lampe torche à longue portée) pour la poursuite du gros gibier (planche 9) dans les forêts. La nuit est le moment privilégié de chasse et pendant le

jour, l'activité se réduit au contrôle des pièges tendus la veille. La chasse professionnelle est respectueuse des normes en vigueur en vue d'une exploitation rationnelle des ressources fauniques. En effet, lesdites normes préconisent un abatage sélectif des animaux. Cette sélection respecte l'âge, l'état et les périodes de reproduction. Le calendrier de cette activité est présenté dans le tableau XXVI ci-dessous.

Tableau XXVI: Calendrier de l'activité de chasse

Activités	Les mois de l'année											
	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aot	sep	oct	nov	déc
Chasse de profession												
Chasse d'amateur												

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Période d'intenses activités Période de baisse d'activités

Le calendrier de l'activité de chasse montre, que la chasse professionnelle est exercée intensément durant les douze mois de l'année, alors que la chasse pour amateur se pratique intensément pendant six mois de l'année.

4.1.3.2- Techniques mises en œuvre

La chasse de subsistance, utilise les moyens traditionnels avec des outils rudimentaires (houe, pioche, bâton, lance- pierre, piège, fusils artisanaux et modernes) (photo 9). Cette forme de chasse est animée par les ménages agricoles surtout en tant qu'activité diurne pendant la saison sèche où les travaux champêtres diminuent d'intensité. Les chasseurs de cette catégorie se font aider par des chiens de chasse. Ils détruisent les habitats en mettant le feu aux végétations, en vue de déloger leurs proies. C'est une forme de chasse non respectueuse des conditions favorables à la pérennité des animaux. Il s'agit d'un prélèvement anarchique et spontané des ressources fauniques dans les écosystèmes de terre ferme et surtout aux abords des points d'eau. Les services des Forêts et Ressources Naturelles interviennent dans la réglementation de la chasse dans le souci de protéger la faune en tant que patrimoine national. On distingue deux catégories de chasseurs dans les localités du bassin supérieur de la Beffa : les chasseurs professionnels (planche 9) et les chasseurs amateurs.



Photo 9.a: Vue d'un jeune chasseur professionnel en accoutrement de chasse, dans le lit de la Beffa à Vossa.



Photo 9.b: Quelques pièges appartenant à un chef de ménage dans une ferme à Gbanlin.

Planche 9 : Outils des deux catégories de chasseurs exerçant dans le Bassin de la Beffa.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

La photo 9.a montre un jeune chasseur sous anonymat. Il est armé d'un fusil de chasse de type moderne. Il porte une ceinture de poches à canon. Tandis que la photo 9.b présente cinq pièges de différentes tailles qui servent à prendre des rongeurs et des oiseaux dans les champs et autres formations végétales.

Les chasseurs rencontrés appartiennent aux groupes sociolinguistiques Mahi, Nago et Bariba dans l'ordre respectif de 40 %, 47 % et 13 % de l'effectif total des chasseurs interrogés. Les Photos de la planche 10 illustrent l'action des chasseurs sur les ressources animales du bassin.



Photo 10.a: Peau et cornes d'un buffle (*Syncerus caffer caffer*) tué par un chasseur le 02 février 2012 à Ouèssè



Photo 10.b:Morceaux de viande fumée du buffle (*Syncerus caffer caffer*) en photo

Planche 10 : Produits de chasse de gros gibier.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

L'équipe de la collecte des données, lors de son séjour dans les localités du secteur d'étude (janvier à février 2012), a enregistré, en dix jours, trois (3) buffles, sept (7) antilopes et d'innombrables rongeurs tués par des chasseurs professionnels.

Il importe de signaler que tous ces produits de braconnage ne sont pas connus des agents des Services des Forêts et Ressources Naturelles en poste dans les communes du bassin.

Les chasseurs pratiquent la chasse diurne et la chasse nocturne avec usage de lampe torche pour l'éclairage. Les techniques mises en œuvre, comprennent : l'usage du fusil, de la flèche, du lance-pierre, l'installation de pièges sur le pourtour des champs, l'abattage des animaux au bâton.

4.1.4- Pêche

4.1.4.1- Calendrier de pêche

La pêche constitue une activité de plein temps pour les uns, et de contre-saison pour d'autres. Car elle est très dépendante du régime hydrographique du bassin qui, à son tour, est dépendant du régime pluvial. L'essentiel de cette activité se mène dans les cours d'eau de l'Ouémé, de la Beffa et de leurs affluents suivant un calendrier annuel (tableau XXVII).

Tableau XXVII: Calendrier de l'activité de pêche

Activités	Les mois de l'année											
	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aot	sep	oct	nov	déc
Pêche de profession												
Pêche d'amateur												
Pêche												

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Période d'intenses activités Période intermédiaire Période de baisse d'activités

En effet, l'activité de pêche est secondaire pour les autochtones. Autrefois, ils ne la pratiquaient que pour les besoins alimentaires. Mais aujourd'hui, elle est pratiquée en

tant qu'activité économique aussi bien par les autochtones que par les migrants Haoussas venus de Malanville et du Niger.

La photo 11.a, est l'illustration de quelques espèces de poissons pêchés dans les eaux de la Beffa.



Photo 11.a: Poisson-chat (Aboli-gaga) *Bagrus docmak* pêché par un Haoussa en février 2015 à Bouboua-Djêto

Prise de vue : Gbaï, février 2015

Les produits de pêche sont vendus frais aux bonnes dames par les pêcheurs sur leurs lieux de pêche. Les bonnes dames, à leur tour, convoient les produits vers d'autres marchés locaux pour les vendre sous la forme fumée, frite, ou bien elles s'en servent pour faire la cuisine dans les lieux de restauration (bars et maquis). Toutefois, ces produits ne permettent pas de couvrir les besoins quantitatifs des populations en poissons. Le déficit est comblé par les produits halieutiques congelés importés.

4.1.4.2- Techniques mises en œuvre

Les pêcheurs utilisent souvent des techniques prohibées dans l'exercice de leur métier. En effet, selon les témoignages du Chef Service Technique des Pêches du CeCPA Ouèssè, les pêcheurs qui sont dans sa zone d'intervention, sont très friands des techniques prohibées de pêche, en occurrence la pêche par empoisonnement qui est une pratique récurrente dans la commune. Ainsi, les autorités communales et lespêcheurs, de commun accord et conformément à l'arrêté interministériel

n°312/MDR/MISAT/DCAB/CC/CP du 11 septembre 1997 portant institution, organisation, attribution et fonctionnement des comités et conseils de pêche en République du Bénin, ont procédé à la mise sur pied, dans la Commune de Ouèssè, d'un comité communal de pêche et des comités de pêche des villages ou groupes de villages riverains des cours et plans d'eau de leur territoire. Même si cette mesure n'est pas une panacée au phénomène, elle freine au mieux sa fréquence.

L'existence du phénomène s'est confirmée, car au cours des séjours de collecte de données sur le terrain, nous avons été témoins oculaires d'un cas de pêche par empoisonnement dans l'un des points d'eau du lit de la Beffa, en amont du pont de Gbanlin sur la Beffa. Il convient de signaler qu'à cet effet, la réaction du Chef de village et du Président du comité communal de pêche ne s'est pas fait attendre. Toutefois, les actions qu'ils ont menées pour démanteler le réseau de ces hors-la-loi, sont restées infructueuses jusqu'à notre départ de la commune, deux semaines après le forfait.

On pouvait qualifier les résultats de cet acte de désastre écologique, même si c'est à petite échelle (planche 11).



Photo 11.b: Deux types de poisons utilisés pour la pêche.



Photo 11.c: Cadavres d'une diversité de poissons flottant sur l'eau.

Planche 11 : Produits de chasse de gros gibier.
Prise de vue : Gbaï, février 2012

Les techniques de la pêche par empoisonnement dans le secteur sont de deux ordres.

Les migrants, Haoussas venus de Malanville et du Niger ont une technique propre à eux, au même titre que les autochtones. Les premiers utilisent le poison que montre

une main sur la vue de la photo 11.b. Il s'agit d'un poison fait d'argile pétri avec un poison industriel liquide, qu'ils font sécher et gardent en stock sur eux pour commettre leur forfait. La procédure consiste à déposer un certain nombre de ces boules d'argile empoisonnées au bout des filets disposés sous fourme de barrière dans le fond des points d'eau. Une fois le dispositif mis en place, environ une demi-heure après, tous les poissons commencent à perdre connaissance, et nageant dans tous les sens, ils se font prendre au filet en grand nombre morts ou vifs. Selon le témoignage des membres du Comité Communal de Pêche, le produit est aussi nocif que si le butin obtenu entre zéro heure et deux heures n'est pas vendu avant sept heures, pour être frit ou fumé, les poissons commencent à se décomposer.

Pour les seconds, le poison utilisé est le COTOFAN 350 EC (insecticide de coton). Il s'agit d'une émulsion concentrée pour lutter contre les chenilles du cotonnier. Sa posologie en technique prohibée de pêche, consiste à mélanger l'insecticide concentré à du sable et du gari. Ensuite, le mélange est jeté dans le point d'eau à la manière d'un semis à la volée. Quelque dizaines de minutes après, tout ce qui est vivant dans le point d'eau se met à s'agiter jusqu'à ce que la mort s'en suive; et à la surface de l'eau flottent des poissons morts, que les auteurs ramassent comme butin. Le tableau XXVIII ci-dessous présente la liste exhaustive de toutes les espèces ayant été victimes de la pêche par empoisonnement, la nuit du 05 au 06 février 2012, dans un point d'eau dans le lit mineur de la Beffa.

Tableau XXVIII:Liste de l'échantillon des espèces tuées par empoisonnement**.**

Ordre	Nom local d'espèce	Nom scientifique	Famille
1	Aboli-gli (poisson-chat)	*Bagrus bajad*	Bagridae
2	Aboli-gaga (poisson-chat)	*Bagrus docmak*	Bagridae
3	Akpavi (carpe)	*Tilapia sparrmani*	Cichlidae
4	Sossoglowésso	*Auchenoglanis occidentalis*	Bagridae

Source : travaux de terrain, janvier 2012

Les auteurs de ce forfait ont réussi à mettre en péril la vie de 11espèces de poissons, et de deux variétés de silure, auxquelles s'ajoutent des batraciens. Selon le Président du

Comité Communal de Pêche de Ouèssè, on peut évaluer la masse des espèces tuées par la technique d'empoisonnement à 190 kg. En termes de prix, cette masse de poissons rapporterait 104 500 F CFA à la vente, si on admet le prix moyen de vente à 550 F CFA/kg.

Tableau XXIX: Quelques outils utilisés et les techniques mises en œuvre

Activités	**Techniques mises en œuvre**
Pêche	filet installé sous forme de barrière flottante ou fixé au fond de l'eau, pêche à l'hameçon, à la nasse, à l'eau trouble pour faire venir les poissons à la surface de l'eau,

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

4.1.5- Exploitation forestière

4.1.5.1- Calendrier de l'exploitation

Avec les potentialités sylvicoles du secteur et de son entourage (forêt d'Idadjo), on enregistre une grande affluence d'exploitants forestiers agréés ou non. Ces derniers s'investissent dans la commercialisation du charbon de bois, du bois énergie, et du bois d'œuvre.

Tableau XXX: Calendrier de l'exploitation

Activités	Les mois de l'année											
	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aot	sep	oct	nov	déc
Exploitation de bois d'œuvre												
Fabrication de charbon												
Prélèvement de feuille, racines, écorces etc.												
Cueillette												
Exploitation générale												

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Période d'intenses activités Période intermédiaire Période de baisse d'activités

Il faut remarquer que le mois d'avril constitue un mois d'intenses activités pour tous les systèmes d'exploitation.

4.1.5.2- Techniques mises en œuvre

Les hommes coupent des arbres pour la carbonisation, et recherchent du bois d'œuvre ; tandis que les femmes sont dans la carbonisation, la recherche de bois de feu, des plantes médicinales, cueillette de feuilles pour emballage. Du fait de ces activités, la déforestation s'intensifie et certaines espèces animales et végétales se font de plus en plus rares à cause de la destruction des habitats.

Entre autres activités féminines, nous avons l'extraction artisanale de la saumure contenue dans la cendre de l'espèce végétale dont le nom local en nago est Agni (*Anogeïssus leiocarpa*). La saumure en question servira par la suite, dans l'industrie artisanale de fabrication de deux types de savons selon qu'on a fait usage de l'huile de l'amande de palme, ou de l'huile de noix palmiste. Le tableau XXXI présente certains outils et techniques d'exploitation forestière.

Tableau XXXI: Quelques outils utilisés et les techniques mises en œuvre

Activités	**Techniques mises en œuvre**
Exploitation forestière	usage de tronçonneuse, hache, coupe-coupe, couteau et de feu pour la carbonisation, la coupe d'organe et le déracinement d'arbre.

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Ces techniques mises en œuvre et les outils utilisés, accélèrent la destruction des habitats.

4.1.6- Types d'acteurs par activité

En majorité des paysannes, les femmes ont accès aux terres mais seulement pour les travaux champêtres. Elles n'exercent aucune autorité sur ces terres et sur les ressources naturelles qu'elles exploitent. Elles ne sont pas héritières directes des ressources naturelles quel que soit leur âge ou rang dans la famille.

Les types d'acteurs intervenant dans ces activités sont de trois ordres. Il y a : les ménages (hommes et femmes), les groupements villageois et l'Etat représenté par les agents du CeRPA et les agents des forêts et ressources naturelles (tableau XXXII ; avecH: hommes ; F : femmes).

Tableau XXXII: Activités agricoles et types d'acteurs y intervenant

Types d'activités	Types d'acteurs							
	Ménages					Groupements villageois	Etat (Agent forêts et ressources naturelles)	Etat (agent CeRPA)
	H	F	Tranche d'âge					
			Jeunes (< 40 ans)	Adultes (41 à 60 ans)	Vieux (> 60 ans)			
Agriculture								
Exploitation forestière								
Elevage								
Pêche								
Chasse								

Source : Résultat de recherche, Janvier 2012

l'acteur intervient à près de 60 % ; l'acteur est absent de l'activité (0 %) ; l'acteur intervient à près de 41% ; l'acteur intervient à 100 % ; l'acteur est absent de l'activité (0 %)

Pour des raisons d'ordre sociologique et d'efforts physiques qu'exigent certaines activités, les femmes ne mènent pas du tout les activités de pêche, ni celles de chasse; mais elles sont dans l'agriculture dans l'ordre de 41 %. De façon générale, la totalité des activités agricoles identifiées, est plus menée par les hommes (59 %) que par les femmes (41 %). Les enfants et les vieillards n'interviennent que dans le déroulement des activités qui nécessitent peu d'effort physique dans la mise en œuvre des techniques qu'elles exigent.

Les agents CeRPA interviennent activement dans l'agriculture, la chasse et la pêche en apportant leurs appuis techniques aux paysans. Les agents des forêts et ressources naturelles, quant à eux, apportent leurs appuis techniques dans l'exploitation forestière, la chasse et la pêche. Les groupements villageois existants mènent les activités de pêche et d'agriculture.

4.1.7- Exploitation de sable fluvial et de plateau

4.1.7.1- Périodes favorables

De l'exploitation de sable aussi bien au niveau des écosystèmes de bas-versant (sable fluvial) que de moyen-versant et haut-versant (sable non fluvial), se dégage un calendrier bien annuel qui se présente ainsi que suit (tableau XXXIII):

Tableau XXXIII: Calendrier de l'exploitation de sable

Activités	Les mois de l'année											
	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aot	sep	oct	nov	déc
Sable fluvial												
Sable non fluvial												

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Période d'intenses activités Pas d'activité Période de baisse d'activités

L'analyse du tableau XXXIII indique que c'est pendant quatre mois de la période sèche de l'année (décembre à mars) que le sable fluvial connait une exploitation intense. Par contre, l'exploitation du sable au niveau des écosystèmes de versant et de sommet se déroule toute l'année, avec une baisse d'activités pendant les mois les plus pluvieux (juin, juillet et août). Cette baisse est due d'une part, à l'impraticabilité des voies d'accès, puis d'autre part, à l'inondation des carrières pendant les périodes humides de l'année.

4.1.7.2- Techniques mises en œuvre

Il n'y a véritablement pas de stratégie définie pour assurer l'exploitation durable du sable et en faire une source potentielle de devise pour la promotion économique locale. Certaines ressources sont soumises à l'exploitation anarchique de la part de quelques exploitants avec la complicité de certains responsables locaux. Le phénomène se justifie par la présence de carrières de sable qui sont ouvertes puis abandonnées sans aucune mesure de restauration du sol (planche 12).



Photo 12.a: Carrière d'exploitation de Sable fluvial fin, au Sud du pont de Gbanlin sur la Beffa



Photo 12.b: Carrière d'exploitation de la latérite à Ikèmon.

Planche 12 : Carrière de sables de terre ferme et de rivière dans le Bassin de la Beffa.
Prise de vue : Gbaï, février 2015

La photo 12.a montre la disponibilité de sable de rivière dans le lit de la Beffa. Il est à constater que cette accumulation de sable constitue une véritable plage fluviale exploitée par les populations qui utilisent des camions dans ce commerce. A cet effet, les berges de la rivière sont très dégradées du fait du passage des camions.

4.1.8- Exploitation des affleurements granito gneissiques

Cette rubrique aborde les périodes favorables à l'exploitation, puis les techniques mises en œuvre.

4.1.8.1- Périodes favorables à l'exploitation des affleurements granito gneissiques

Il n'y a véritablement pas de repos pour les exploitants des roches granito-gneissiques tout au long de l'année.

Le tableau XXXIV présente les mois favorables pour l'exploitation de roche granito gneissique.

Tableau XXXIV: Calendrier de l'exploitation de roche granito gneissique

Phase d'activités	Les mois de l'année											
	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aot	sep	oct	nov	déc
concassage												
Vente												
transport												

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Période d'intenses activités

Pas d'activité

Période de baisse d'activités

L'analyse du tableau XXXIV fait ressortir que l'activité de concassage se déroule intensément d'octobre à mai, puis l'activité est au ralenti de juin à septembre. En effet, la période de baisse d'activité correspond aux mois où les travaux champêtres sont intenses. Il s'en suit que les exploitants des roches granito-gneissiques sont polyvalents. Ils s'investissent aussi dans l'agriculture, soit en tant qu'activité principale, soit en tant qu'activité secondaire.

La vente des produits issus du concassage se déroule de novembre à avril (6 mois). Il est à constater que les mois correspondant à la grande saison pluvieuse et à la petite saison sèche ne sont pas assez favorables au transport de graviers dans le secteur d'étude, à cause de l'état dégradé des voies d'accès aux sites de concassage sous l'effet de l'érosion hydrique.

On peut globalement retenir que l'exploitation se mène toute l'année sans arrêt d'activités, mais avec des périodes de baisse d'activité et d'intenses activités, en raison des facteurs climatiques qui ne sont toujours favorables aux différentes étapes de l'exploitation.

4.1.8.2- Techniques mises en œuvre, méthodes d'exploitation et outils de travail

Les techniques mises en œuvre sont de type artisanal, car toutes les tâches s'exécutent de façon manuelle. L'activité d'exploitation de carrière de pierre se caractérise par la mise en œuvre des méthodes d'extraction et de traitement rudimentaires, avec l'utilisation des outils ordinaires et archaïques. Pour fragiliser la roche, la technique consiste à bruler une quantité importante de bois disposés sur la portion de l'affleurement rocheuse que l'exploitant désire concasser. Ainsi, pour satisfaire le besoin en énergie dans l'exercice de leur fonction, les exploitants font recours au bois de feu prélevé de façon spontanée dans la nature. La planche 13 est l'illustration de certains outils de concassage artisanal de granite.



Photo 13.a: Outils de ramassage et de décapage



Photo 13.b: Outils de concassage

Planche 13 : Quelques outils utilisés par les massiers.
Prise de vue : Kinigbé, mai 2012

Les photos 13.a et 13.b de la planche 13, montrent un certain nombre d'outils, il faut distinguer :

- *ceux entrant dans le concassage* : ils sont composés essentiellement d'outils ordinaires tels que les marteaux, les burins, les pièces métalliques, les pelles, les pioches diverses.

Beaucoup d'autres outils existent, dont :

- *ceux utilisés dans le ramassage* : des seaux, des calebasses, des paniers, des bassines, des bouteilles de gaz et des bidons sciés…Cet équipement sommaire traduit parfaitement la faiblesse des moyens matériels ;
- *ceux utilisés pour la mesure et le transport* : des bassines, des brouettes, des camionnettes, des camions Berlier, pour ne citer que ceux-là.

Il faut remarquer que les outils sont très rudimentaires et archaïques. La précarité des moyens et les carences techniques conduisent fréquemment à un dramatique écrémage des gisements et donc à un fort manque à gagner pour le mineur.

4.1.8.3- Genre, âge et rôles des exploitants

L'activité de concassage de roches granito-gneissiques est exécutée aussi bien par les hommes et femmes adultes que par des enfants. Le tableau XXXV apporte les renseignements sur leur proportion par genre et par tranche d'âge.

Tableau XXXV:Répartition des exploitants selon le genre et l'âge

	Adulte [18 à 61 ans [		**Enfant [5 à 18 ans [**		**Total**
Genre	Hommes	Femmes	Filles	Garçons	
Effective	72	81	23	15	191
Proportion (en %)	38	42	12	8	100

Source : Enquête de terrain, 2012

Sur 191exploitants dénombrés, 153 sont des adultes (hommes et femmes), soit 80 % d'adultes contre 20 % d'enfants intervenant dans l'activité, pour un effectif de 38 enfants tout genre confondu.

Les rôles des exploitants diffèrent en fonction de l'âge et du genre.

En effet, les personnes adultes, en général et celles du genre masculin en particulier, s'occupent des dures et pénibles tâches. L'essentiel de leurs tâches est relatif aux opérations de décapage de blocs de granite, au concassage, au creusage et à la coupe de bois de feu.

Les femmes, quant à elles, s'occupent : du concassage des blocs de granite en de petits morceaux ; du broyage et du tamisage. Aussi convient-il de signaler que certaines tâches sur les sites leur sont exclusivement réservées. Il s'agit par exemple, de la cuisine faite pour l'alimentation de l'ensemble de tous les travailleurs dans les carrières. Elles mènent aussi parfois des activités auxiliaires. Ainsi, certaines d'entre elles assurent la préparation et la vente de repas à l'ouverture des carrières.

Les tâches qui sont spécifiques aux enfants (garçons et filles) concernent le transport, les corvées d'eau et la surveillance des bébés sur le site, selon que l'activité est menée au niveau du sommet, du versant, au bas de pente ou dans le lit du cours de la Beffa.

4.1.8.4- Typologie des concassés et prix de vente

Le produit obtenu du concassage est de deux ordres selon la grosseur des morceaux concassés, hormis les blocs de pierre (planche 14)



Photo 14.a: Gravier de type 5/10



Photo 14.b: Gravier de type 5/15

Planche 14 : Typologie des produits issus du concassage des roches granito-gneissiques.
Prise de vue : Gbaï, novembre 2014

La planche 14 montre deux types de produits de concassage du granite. Il s'agit des types 5/10 et 5/15, les blocs de roche sont issus du décapage. La catégorisation se fait selon la grosseur du concassé, allant de la plus petite à la plus grande. Chaque type est utile dans un domaine donné, ainsi, la demande varie en fonction des besoins. Ce sont des produits fortement utilisés en Bâtiment et travaux publices (Planche 15).



Photo 15.a: Chantier de caniveaux construits avec des blocs de granite à Tchaourou



Photo 15.b : Blocs de granite concassé à Tchaourou

Planche 15 : Typologie des produits issus du concassage des roches granito-gneissique
Prise de vue : Gbaï, novembre 2014

Les blocs sont utilisés dans la réalisation des fondations. Les résidus obtenus après le tamisage se présentent sous la forme de sable. Il est utile en maçonnerie pour faire le remblai et la dalle. Le 5/15 de diamètre de 4 à 10 mm, est utilisé pour le béton armé (poteaux et chaînage). Le 5/10 de diamètre de 4 à 8 mm est utilisé pour faire le béton armé et la dalle.

La loi de l'offre et de la demande définit le prix de vente des pierres concassées. Toutefois, une moyenne standard des prix est reconnue pour la commercialisation selon le type de produit. Cette moyenne est présentée dans le tableau XXXVI ci-après

Tableau XXXVI: Prix des concassés

Catégories de concassés	**Prix /bassine (F CFA)**	**Disponibilité sur les chantiers**
	Graviers	
5/15	1000	Permanente
5/10	1200	Permanente
	Prix /kg (F CFA)	
	Blocs	
Blocs	25	Permanente

Source : Travaux de terrain, 2012

L'analyse du tableau XXXVI montre que le type 5/15 est moins cher que le type 5/10 avec une différence de 200 FCFA. Le prix des blocs est fixé en fonction de sa masse exprimée en kilogramme. Ce type de produit est rarement demandé, sa vente se fait sur commande avec précision de sa taille par le demandeur. Il est un produit souvent utilisé dans la réalisation des ouvrages d'art et assainissement, puis dans la construction des fondations des bâtiments et autres travaux publics. Le kilogramme coûte en moyenne 25 F CFA.

Les clients sont constitués aussi bien des populations autochtones que des allochtones.

4.1.9- Techniques de mobilisation et d'exploitation de l'eau

Les techniques de puisage, de stockage et d'utilisation de l'eau sont assez diversifiées.

Globalement, il existe les techniques artisanales et les techniques modernes.

4.1.9.1- Techniques modernes de mobilisation et d'exploitation de l'eau

4.1.9.1.1- Techniques modernes de mobilisation

La mobilisation de l'eau dans ce cas d'espèce se fait par captage d'eaux souterraines par le biais d'un forage équipé. Ce sont pour la plupart des AEV (Adduction d'Eau Villageoise) ou des FPM (Forage à Pompe Manuelle), réalisés par l'Etat à travers des Programmes d'Approvisionnement en eau potable. Les ouvrages d'eau recensés dans ce cadre sont spatialisés sur la carte de la figure 47.

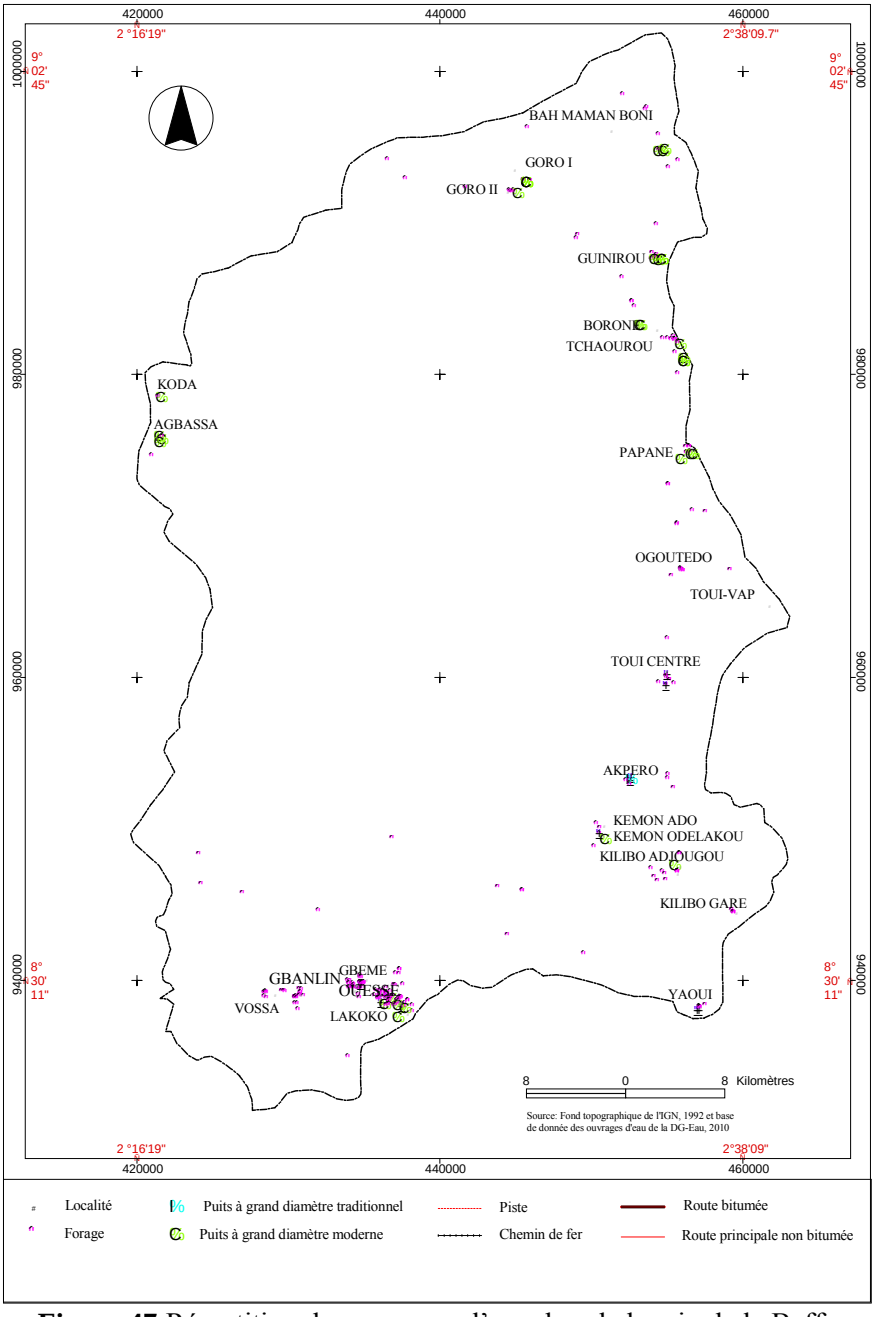


Figure 47:Répartition des ouvrages d'eau dans le bassin de la Beffa

Les ouvrages spatialisés sur la carte de la figure 48, illustrent la densité de la couverture du bassin en ouvrage hydrauliques réalisés depuis les années 1990 à 2013.

L'exploitation de l'eau des AEV et des FPM se fait par la mise en place d'un système de gestion, assez bien organisé.

En effet, le modèle de gestion desdits ouvrages d'eau, se base sur les règles de l'art en la matière à l'ère de la décentralisation qui suit son cours dans les deux communes que couvre la zone d'étude.

4.1.9.1.2- Gestion par affermage des AEV et FPM

Toutes les deux communes ayant en partage le Basssin de la Beffa, sont en train d'appliquer le mode de gestion par affermage des ouvrages d'AEV et des FPM, depuis 2008.

Ce mode de gestion consiste à déléguer la gestion de ces points d'eau de la commune, à des particuliers qualifiés dans le domaine, en vue d'une gestion plus professionnelle.

C'est un mode de gestion professionnelle qui fait intervenir différents acteurs à la base. Il existe une relation de responsabilité réciproque entre lesdits acteurs. La sélection de la structure d'affermage se fait sur étude de dossier, conformément aux règles de passation de marchés publics au Bénin.

4.1.9.1.3- Relations entre acteurs impliqués et responsabilités

- **Rapport entre le délégataire et les autorités de la commune**
  - Le délégataire signe un contrat qui lui confère la gestion de l'ouvrage pour une durée définie (2 ans).
  - Il verse une redevance mensuelle à la commune pour des fins définies (budget communal).
  - Il a le devoir de respecter les obligations du contrat.
- **Rapport entre le délégataire et les usagers**
  - Le délégataire vend l'eau aux usagers du point d'eau concerné par le contrat, au prix convenu avec la commune.

- Il entretient l'ouvrage pour éviter les pannes.
- Il respecte les règles d'hygiène au point d'eau.

- **Rapport entre le délégataire et l'artisan réparateur**
  - Il fait recours à l'artisan réparateur en cas de panne.
  - Il suit les recommandations de l'artisan réparateur concernant les pièces à changer.
  - Il paie l'artisan réparateur selon le barème établi pour l'intervention et pour son déplacement.
  - Il note les passages de l'artisan réparateur dans le cahier d'entretien du point d'eau.
- **Rapport entre l'artisan réparateur et la commune**
  - L'artisan est agréé par la commune.
  - Il signe un contrat avec la commune pour l'entretien préventif des ouvrages, et la maintenance des pompes sur une zone donnée.
  - Il remplit une fiche d'intervention pour chacune de ses interventions sur un point d'eau.
  - Il suit les ouvrages et rend compte à la commune de leur état dans le temps.
  - Il est payé par la commune pour un certain nombre de prestations (entretiens préventifs et grosses réparations).
- **Rapport entre l'artisan réparateur et le délégataire**
  - L'artisan passe régulièrement sur l'ouvrage et fait l'entretien préventif.
  - Il change systématiquement certaines pièces d'usure.
  - Il intervient lorsque le délégataire lui fait appel.
  - Il applique les tarifs agréés par la commune
- **Rapport entre le vendeur de pièces détachées et l'artisan**
  - Il achète les pièces d'origine auprès du dépôt communal.
- **Rapport entre la commune et le délégataire**
  - La commune délègue la gestion du point d'eau.
  - Elle fixe un prix de l'eau qui doit couvrir les charges d'entretien et de maintenance du point d'eau.
  - Elle décide des règles d'entretien préventif.

- Elle demande une redevance par ouvrage pour prendre en charge l'entretien et le coût de certaines réparations.
- Elle met en place un suivi du point d'eau pour vérifier si l'entretien et les réparations sont faits correctement.

- **Rapport entre la commune et les usagers**
  - La commune doit assurer le service public de l'eau.
  - La continuité du service (sans interruption).
  - La qualité du service.
  - Au meilleur coût.
- **Rapport entre la commune et l'artisan réparateur**
  - La commune agrée des artisans réparateurs et fixe les tarifs de leurs interventions.
  - Elle leur assure un travail régulier et une formation.
  - Elle signe un contrat le responsabilisant dans l'entretien préventif, les réparations et le suivi des ouvrages.
  - Elle rémunère les artisans réparateurs pour certaines prestations.
- **Rapport entre les usagers et le délégataire**
  - Ils paient le service de l'eau au tarif fixé entre la commune et le délégataire de façon à couvrir les charges d'entretien et de maintenance
- **Rapport entre les usagers et la commune**

Dans ce rapport, les usagers assurent le service de l'eau et avisent la commune (par l'intermédiaire du chef de village ou d'arrondissement) en cas de mauvaise exécution du service. La figure 48 schématise les rapports entre les acteurs impliqués dans le contrat d'exploitation par affermage des ouvrages hydrauliques.

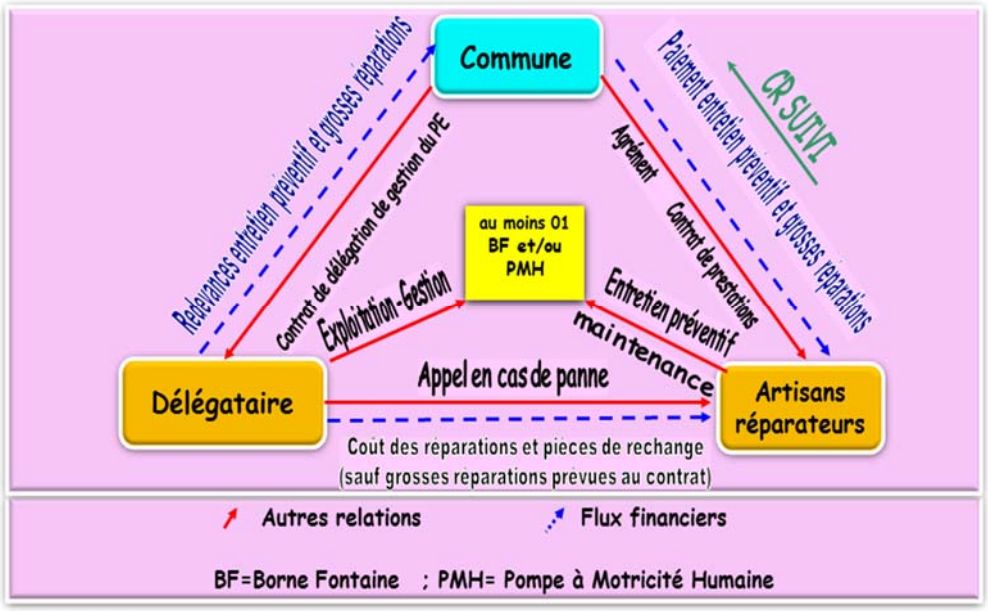


Figure 48: Schéma récapitulatif des principales relations contractuelles pour la gestion des AEV.

Ce schéma présente aussi bien des avantages que des insuffisances.

∞ Avantages de la gestion par affermage

Cette forme de gestion est plus professionnelle et plus responsabilisante. Elle met la mairie dans ses attributs de maîtrise d'ouvrage et d'autorité sur les ressources de sa commune.

∞ Insuffisances de la gestion par affermage

Selon 65 % des fermiers interrogés, l'insuffisance de cette forme de gestion est liée aux risques de la politisation du processus d'attribution du marché au délégataire.

4.1.9.2- Techniques artisanales de mobilisation et d'exploitation de l'eau

4.1.9.2.1- Techniques artisanales de mobilisation

L'eau est soit directement prélevée d'un cours d'eau, soit d'un trou légèrement creusé (puits de fortune), soit d'un aménagement sommaire de rétention d'eau de surface ou de la pluie, une citerne ou un puits ou encore par entreposage de récipients pour recueillir l'eau de pluie des toitures en tôle par le biais des gouttières (Planche 16). Dans l'un ou l'autres cas de mobilisation, le puisage peut être manuel ou motorisé.



Photo 16.a: Prélèvement d'eau d'un puits de fortune pour la boisson, par un pasteur nomade à Toumi



Photo 16.b : Prélèvement d'eau d'un puits de fortune pour la boisson, par un paysan à Kpakpanin

Planche 16 : Techniques artisanales de mobilisation de l'eau
Prise de vue : Gbaï, mars 2015

L'exploitation des ressources en eau pour des besoins de consommation se fait dans divers domaines, à savoir : la consommation domestique, les activités productives à petite échelle, la production agricole et les exploitations industrielles.

L'agriculture est de loin le plus gros consommateur et absorbe, selon les estimations, en moyenne 80 % du volume total d'eau utilisé. Diverses exploitations autres que la consommation englobent la pêche et le tourisme.

4.1.9.2.2- Techniques artisanales d'exploitation de l'eau

∞ Exploitation domestique de l'eau

Près de 80 % des personnes interrogées à travers le Bassin de la Beffa, font une exploitation domestique des sources d'eau. En effet, dans les localités sillonnées dans le cadre des investigations, l'eau des Pompes à Motricité Humaine (PMH), des Bornes Fontaines (BF) et des Puits à Grand Diamètre (PGD) sert de boisson aux habitants. Cette eau est aussi exploitée pour la lessive, la vaisselle, la bain…

Environ 10 % des cibles interrogées exploitent cette eau pour développer de petites activités génératrices de revenus (lavage auto-moto, fabrication de glace et sucettes, élevage de la volaille et de petits rongeurs). L'exploitation domestique de l'eau est assez variée en fonction des activités du ménage (planche 17).



Photo 17.a: Des ménages faisant la lessive dans la rivière de la Beffa, à Vossa



Photo 17.b : Un trio de jeunes gens prenant un bain et lavant leurs vélos dans l'eau de la rivière Beffa, à Vossa

Planche 17 : Typologie d'exploitation domestique de l'eau dans le bassin
Prise de vue : Gbaï, mars 2015

Cette diversification d'exploitation de l'eau dans le bassin montre à quel point ces points d'eau contribuent au mieux-être des populations riveraines.

∞ Exploitation de l'eau dans l'agriculture

La connaissance des divers systèmes d'exploitation de l'eau en agriculture découle de l'inventaire, de la description et de la typologie des différents systèmes locaux d'irrigation.

Les systèmes locaux d'irrigation rencontrés varient en fonction de la disponibilité en eau, de la spéculation pratiquée, du niveau d'eau, de la technicité du paysan et sa capacité d'investissement. Cependant, un examen rigoureux des divers réseaux, de leurs équipements et de leurs principes de fonctionnement révèle des ressemblances techniques.

Ainsi, il convient de citer plusieurs formes d'irrigation, au nombre desquelles on a : les irrigations au moyen des arrosoirs, au moyen des bassines et bols, l'irrigation par bassin et/ou casier, l'irrigation par infiltration par sillon, et enfin l'irrigation manuelle par aspersion.

∞ Systèmes locaux d'irrigation rencontrés

Dans la Bassin de la Beffa, on distingue différents systèmes d'irrigation locaux qui varient selon la disponibilité en eau, la spéculation pratiquée, le niveau de technicité du producteur et sa capacité d'investissement (coûts du matériel d'irrigation). Cependant, un examen rigoureux des systèmes d'irrigation des divers réseaux, de leurs équipements et de leurs principes de fonctionnement révèle qu'ils sont presque les mêmes d'une localité à une autre tant au niveau de la mobilisation de la ressource en eau, de la technique d'approvisionnement, que de la distribution de l'eau sur les périmètres irrigués. Le détail sera présenté dans les sous-rubriques suivantes :

∞ Arrosage au moyen des bassines et des bols

L'irrigation au moyen de bassines et de bols est un moyen d'apport d'eau à la plante. C'est un système bien connu et surtout pratiqué par les femmes. L'irrigation au moyen des bassines et de bols nécessite peu de moyens financiers pour sa mise en place. Il s'agit de petits bols ou de petites calebasses de faible capacité. La contenance des bassines varie et est en moyenne de 30 1itres. Cette technique est appropriée aux cultures maraichères.

∞ Irrigation au moyen des arrosoirs

Le système d'irrigation par arrosoir est un système d'irrigation traditionnel très ancien utilisé dans la plupart des communes du Bénin. Cette technique est utilisée, lorsque l'eau existe en abondance dans les points d'eau de surface proches des sites cultivés. Les exploitants plongent leurs arrosoirs dans les points d'eau ou les bassins de stockage pour les remplir. Ensuite, de façon manuelle, l'eau est distribuée aux plantes sous forme d'aspersion continue (pluie). Signalons que certains exploitants procèdent au pompage et au stockage d'eau dans de grands récipients (des réservoirs) surélevés sur leur parcelle. Ce dispositif leur permet de remplir leurs arrosoirs directement à partir des extensions (planche 18).



Photo 18.a: un arrosoir métallique



Photo 18.b : mini citerne de stockage d'eau

Planche 18 : deux types d'arrosoirs

Prise de vue : Gbaï, mars 2015

L'irrigation au moyen des arrosoirs permet d'exploiter environ 525 m^2, soit 525.10^{-4} ha. Chaque exploitant possède au moins deux (02) arrosoirs et le prix d'un arrosoir varie selon que le matériel est en matière plastique ou en métal.La capacité varie entre 8 et 12 litres. La durée d'arrosage est fonction des dimensions des planches, des types de culture, du type de sol et de la période d'irrigation. Ce système d'irrigation par arrosoir, concerne les produits maraîchers et d'autres légumes locaux. L'arrosage s'effectue deux à trois fois par jour selon les types de sol.

Généralement, ce système est pratiqué surtout par les individus des deux genres ayant un revenu très modeste et par quelques GIE ayant bénéficié d'un crédit ou d'un appui de la part d'une ou de plusieurs institutions.

- ∞ Irrigations gravitaire et par bassin et/ou casier

Encore appelé irrigation de surface, l'irrigation gravitaire consiste à répartir l'eau sur la parcelle cultivée suivant la dénivelée du terrain soit par ruissellement et infiltration dans les sillons (irrigation à la raie), soit en nappe (irrigation par planche) ou encore par submersion (irrigation par bassin). En terme d'investissement, ce système est peu coûteux et peu consommateur d'énergie. Sous la forme traditionnelle, l'eau est amenée au niveau de la parcelle, puis distribuée en tête de celle-ci dans des canaux ouverts au moyen de la houe.



Photo 19.a: groupe électrogène de pompage



Photo 19.b : tuyaux flexibles de conduite d'eau

Planche 19 : dispositif de mobilisation d'eau pour l'irrigation par le biais d'une motopompe
Prise de vue : Gbaï, mars 2015

La photo 19.a de la planche montre un groupe électrogène de pompage d'eau pour l'irrigation d'un périmètre de maraichage aux abords de la Beffa, à Vossa. Sur la photo 19.b figurent les raccords de transport d'eau pompée par le groupe électrogène. Sur ce site, l'eau qui alimente le réseau est mobilisée par le biais d'une motopompe.

Dans les périmètres rizicoles des bas-fonds, l'alimentation des raies, des planches ou des bassins se fait par ouverture de brèches dans les berges de ces canaux.

Dans ce cas, la parcelle est subdivisée en de petites portions de formes régulières (rectangulaires ou carrées) plates, délimitées par des diguettes appelées diguettes de cloisonnement (photo 20.a).



Photo 20.a: Un périmètre rizicole arrosé par la technique d'irrigation par bassin
Prise de vue : Gbaï, février 2015

Les casiers sont réalisés à la main ou quelquefois avec la traction animale. L'objectif est de pouvoir inonder rapidement toute la surface du casier par une même lame d'eau. Les casiers sont plus ou moins plats pour que la dose d'irrigation apportée soit bien régulière.

Cette technique est surtout utilisée en saison sèche, sur des sols à texture moyenne (sols argilo-sableux, argilo-limoneux) et sur les sols argileux. Ce type d'irrigation est appliqué aux cultures de tomate (*Solanum lycopersicum)*, du piment (*Capsieum frutescens*) et riz (*Oriza sativa*), etc.

Une fois l'eau dans le réseau, l'exploitant procède au remplissage de la première cuvette.

- ∞ Irrigations par infiltration par sillon et manuelle par aspersion

Par la méthode d'infiltration par sillon, l'eau est répandue seulement sur une partie la surface par de petits sillons entre deux billons successifs. L'eau s'infiltre dans tous les sens, humidifiant ainsi, de proche en proche, les lignes de cultures en laissant certaines parties non irriguées.

L'irrigation à la raie est employée pour arroser les cultures en lignes semées sur billons (maïs, tomate, piment). Cette forme d'irrigation se pratique généralement dans les champs en pente pour que l'eau ruisselle librement jusqu'à l'aval de la raie. Les raies ont en général une profondeur de 15 à 30 cm. Leur longueur est généralement comprise entre 6 et 25 m. L'écartement entre deux sillons est variable en fonction de la culture pratiquée et du type de sol.

Pour ceux qui utilisent la motopompe pour amener l'eau sur leur terrain, la mise en place d'un tel système nécessite un investissement préalable d'environ 500.000F, pour les agriculteurs qui exploitent l'eau de la rivière directement. La planche 20 illustre le dispositif de mobilisation d'eau pour l'irrigation par le biais d'une motopompe.



Photo 20.b: pompage direct de l'eau de la rivière pour l'irrigation d'un périmètre



Photo 20.c : périmètre de maraichage mise en valeur

Planche 20 : dispositif de mobilisation d'eau pour l'irrigation par le biais d'une motopompe

Prise de vue : Gbaï, mars 2015

Le système est constitué d'une motopompe, de raccords flexibles à grand diamètre et des pommes d'arrosage. L'eau est pompée directement à l'aide d'un groupe électrogène, puis ensuite refoulée dans des raccords flexibles à grand diamètre. Ce dispositif permet d'arroser convenablement ces parcelles tout en se déplaçant dans les allées de service, ou à travers les sillons. Les superficies irriguées varient entre 0,5 ha et 1,5 ha.

Les cultures rencontrées sont la tomate (*Solanum lycopersicum*) et les légumes feuilles comme le gombo (*Hibiscus esculentus*), piment (*Capsieum frutescens*). L'arrosage se fait tous les jours et deux fois par jour.

4.1.10- Autres formes d'exploitation des eaux de surface

Les autres formes d'exploitation des points d'eau du bassin sont liées à l'abreuvage du bovin et du caprin d'une part, et d'autre part, elles sont liées au prélèvement de l'eau pour son utilisation au pétrissage des matériaux de construction des habitations, des greniers en argile.





Photo 21.a: abreuvage du bétail **Photo 21.b :** construction des habitations

Planche 21 : illustration d'autres formes d'utilisation des points d'eau

Prise de vue : Gbaï, mars 2015

La photo 21.a montre un troupeau de moutons venu s'abreuver dans l'eau de la rivière Beffa à Toumi. Tandis que la photo 21.b, montre un chef de ménage peulhs à Gbeffago. Il est venu puiser de l'eau dans des bidons qu'il transporte à moto vers son campement pour s'en servir dans la construction d'une case en banco.

4.1.11- Estimation des revenus annuels des personnes interviewées

Les chiffres du tableau XXXVII sont les estimations des revenus en FCFA par produit, et selon les types d'activités. En effet, c'est sur la base des déclarations faites par les producteurs interrogés dans les différents types d'activités que les marges ont été définies.

Tableau XXXVII:Revenus annuels estimés (2013)

Ordre	Types d'activités	Revenus selon le genre (en F CFA)		
		Produits	**Hommes**	**Femmes**
1	Agriculture	Céréales	50 000-200 000	15 000-80 000
		Racines et tubercules	50 000-170 000	10 000-50 000
		Légumineuses	35 000-120 000	15 000-150 000
		Maraîchers	25 000-200 000	25 000-100 000
		Industriels	100 000-410 000	15 000-20 000
Sous total 1			**150 000- 1 000 000**	**80 000-400 000**
2	Exploitation forestière	Bois d'œuvre	250 000-900 000	50 000-150 000
		Charbon et bois de feu	200 000-900 000	100 000-350 000
Sous total 2			**300 000 – 1 800 000**	**150 000-500 000**
3	Elevage	Porcin, caprin et volaille	10 000-100 000	10 000-40 000
		Bovin	90 000-500 000	50 000-160 000
Sous total 3			**100 000- 600 000**	**60 000-200 000**
4	Pêche	Poissons et crevettes	250 000-600 000	60 000-180 000
Sous total 4			**250 000-600 000**	**60 000-180 000**
5	Chasse	Gros gibiers	320 000-500 000	80 000-150 000
		Petits ruminants et aviaires	100 000-120 000	40 000-60 000
Sous total 5			**420 000-620 000**	**120 000-210 000**

Sources : Résultats d'enquête de terrain, janvier-février 2014

Les personnes interviewées reconnaissent que ces revenus ne leur permettent pas de satisfaire convenablement à tous leurs besoins bien que ceux-ci font plus du double des revenus de ce qu'ils étaient, il y a une dizaine d'années. Selon ces mêmes producteurs, c'est l'augmentation du train de vie des populations et la cherté de vie qui font que les effets ne se ressentent pas comme ils l'auraient souhaité.

De façon générale, le bassin, à travers ses ressources naturelles, offre beaucoup de potentialités que les populations exploitent au moyen des techniques tant prohibées que réglementaires.

La richesse forestière est composée des formations végétales que sont : des forêts sacrées, des ilots de forêts galeries, des forêts riveraines et des plantations communales et privées. Pour la protection et le développement de ces forêts, les communes partageant le bassin bénéficient des appuis financiers et techniques de certains partenaires (Etat béninois, PAGeFCom, FADEC etc.). Le bassin est traversé par plusieurs cours d'eau dont les plus importants sont l'Ouémé, Beffa et ces affluents. Le secteur dispose d'un potentiel important de terres cultivables et de bas-fonds, des carrières de sable, de latérite...

L'accès à ces ressources se fait par héritage, dons, legs, achat ou bail. Les forêts classées sont sous le contrôle de l'administration forestière.

Les conditions d'exploitation sont rudimentaires obligeant les populations à s'orienter vers d'autres activités de contre-saison. Ainsi, les cultivateurs s'investissent dans l'exploitation forestière et sablière, puis dans l'activité de pêche et de chasse pendant les mois de sécheresses, au cours de l'année. Ces reconversions périodiques dans d'autres activités sont en partie des stratégies d'adaptation face à une agriculture de type pluvial. Cet état de choses provoque de profondes mutations de l'environnement.

4.2- TYPES DE DEGRADATIONS ET LEURS CAUSES

4.2.1- Types de dégradations

Il est globalement question aussi bien des dégradations physico-chimiques que celles biologiques affectant les écosystèmes du bassin. La faune et la flore étant intimement

liées au sol, l'ensemble formant un système, la dégradation physique est souvent à la base de la dégradation biologique. Les deux types de dégradations peuvent être causés, aussi bien par les conditions naturelles que par les actions anthropiques.

Les phénomènes suivants sont l'expression des différents types de dégradation.Il s'agit de :

- l'érosion du sol au niveau des sommets de versant entraîne la reconstitution lente de la terre arable ;

- la perte de diversité biologique entraîne la raréfaction ou la disparition de certaines espèces fauniques et floristiques (tableau XXXVIII) ;

Tableau XXXVIII: Liste de quelques espèces disparues ou en voie de disparition

N°	**Nom local**	**Nom scientifiques**	**Familles**
1	Afantin	*Alstonia congensis*	Apocynacées
2	Agla tin	*Albizia adianthifolia*	Mimosacées
3	Akikontin/ Egui iwéwé	*Spondias mombin*	Anacardiacées
4	Amakwin kwin	*Schwenkia americana*	Solanacées
5	Awixima	*Uvaria anonoides*	Anononacées
6	Azinzon / Egui otché	*Adansonia digitata*	Bombacacées
7	Fontin/ Egui ori	*Vitex doniana*	Verbénacées
8	Huntin/Egui agougou	*Ceiba pentandra*	Bombacacées
9	Hwèli	*Ipomoca batatas*	Convolvulacées
10	Kakètin/Egui akakagni	*Prosopis africana*	Mimosacées
11	Kandu	*Ritcheia capparoides*	Capparidacées
12	Kossotin/ Egui akpékpé	*Pterocarpus erinaceus*	Papilionacées
13	Kpassatin/Egui otché	*Adansonia digitata*	Bombacacées
14	Lalitin	*Lawsonia inermis*	Lythracées
15	Lenkunma	*Piper guineensis*	Pipéracées
16	Lètin	*Holarrhena floribunda*	Apocynacées
17	Lokotin/ Egui iroko	*Chlorophora excelsa*	Moracées
18	Loxu	*Pavetta corymbosa*	Rubiacées
20	Ludu	*Trchilia prieureana*	Méliacées
21	Toyoma	*Ipomoea asarifolio*	Convolvulacées
22	Wonton zunzwè	*Crataeva religiosa*	Capparidacées
23	Wuko	*Vitellaria paradoxa*	Sapotacées
24	Yèwuéga	*Heteropogon contortus*	Graminées
25	Zatin	*Daniella oliveri*	Césalpiniacées
26	Zonhihwa	*Parkia bicolor*	Mimosacées
27	Zunzontin	*Lanonea acida*	Anacardiacées
28	Zuya	*Daniella ogea*	Césalpiniacées
29	Zuzu	*Lannea microcarpa*	Anacardiacées

Source : Recherche de terrain, janvier-février 2012

Il existe des espèces dont nous n'avons pas pu retrouver l'appellation ; ainsi, ces espèces ne sont pas sur cette liste.

- la perte de fertilité des sols entraîne la baisse de productivité et par conséquent la baisse du rendement (figures 49 à 52).

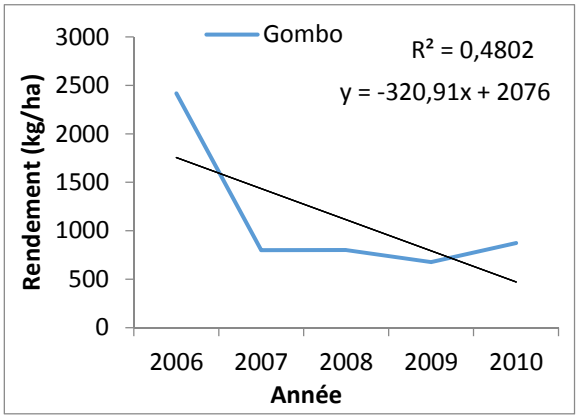


Figure 49:Tendance du rendement du Gombo

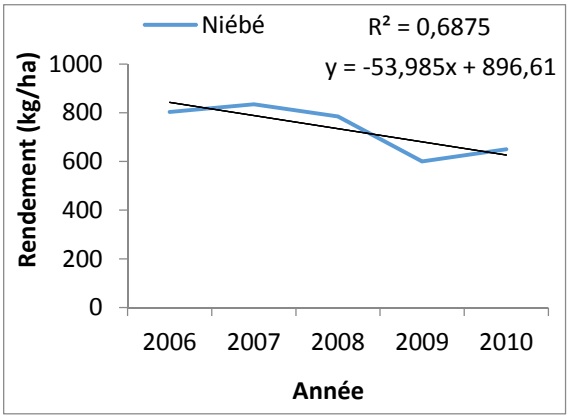


Figure 50:Tendance du rendement du niébé

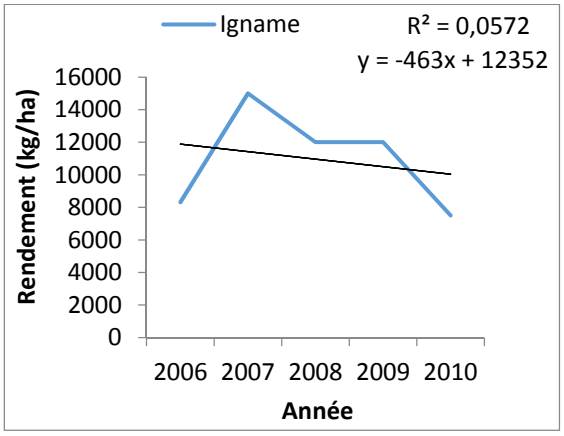


Figure 51: Tendance du rendement de l'igname

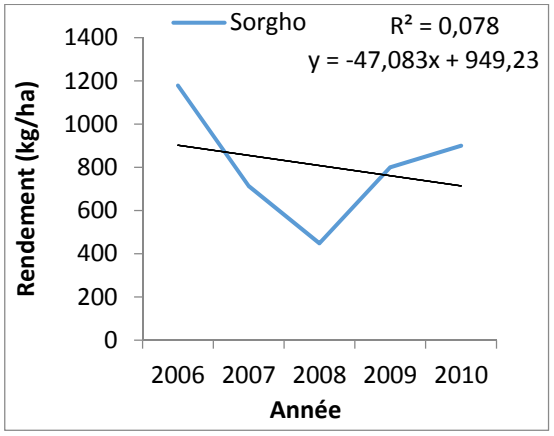


Figure 52:Tendance du rendement du sorgho

L'analyse des figures49 ; 50; 51 et 52, corrobore les résultats du test de Spearman montrant l'absence de corrélation entre le rendement et l'évolution temporelle. Les coefficients directeurs de chacune des équations de ces courbes sont négatifs. Ainsi, il n'y a pas de corrélation entre l'évolution temporelle et le rendement des différentes spéculations.Alors, la tendance à la baisse du rendement des sols dans le bassin pour la plupart des spéculations (tubercules, céréales, légumineuses et maraîchage) serait liée à d'autres facteurs tels que le calendrier agricole et les techniques de mis en valeur qui y sont développées.

4.2.2- Causes de la dégradation des ressources et motivations socio-économiques

Il y en a de deux ordres : les causes naturelles et les causes anthropiques.

Parmi les causes naturelles, on peut citer, entre autres :

- les effets gravitationnels liés à la pesanteur atmosphérique. En effet, selon la loi gravitationnelle, tout corps en hauteur a tendance à aller vers le bas sous l'action des forces de la pesanteur. Ainsi, les actions des vents, des eaux de ruissellement et de l'homme contribuent énormément à ce processus ;

- la nature des roches ou des sols et du couvert végétal en présence (durs ou tendres, nus ou couverts) ;

- et enfin la croissance démographique.

4.2.2.1- Dynamiques démographiques

L'évolution démographique du bassin est obtenue à partir des données issues du RGPH 2, 3 et 4 au Bénin, pour les Communes de Ouèssè et de Tchaourou. La population est passée de 118 453 habitants en 1992 à 203 702 habitants en 2002, soit une augmentation de 85 249 habitants en 10 ans ; puis, elle a atteint 365 155 en 2012, ce qui témoigne de la croissance rapide de cette population.Les résultats consignés dans le tableau XXXIX, traduisent l'évolution de cette population.

Tableau XXXIX: Evolution de la populationpar commune

Communes	**Effectif de la population (tête d'habitant)**		
	1992	**2002**	**2012**
Ouèssè	52 071	96 850	142 017
Tchaourou	66 382	106 852	223 138
Total	**118 453**	**203 702**	**365 155**

Source : D'après les statistiques de l'INSAE

Il faut retenir que les populations de ces deux communes ontpresque doublé entre 2002 et 2012. La figure 53 traduit cette évolution.

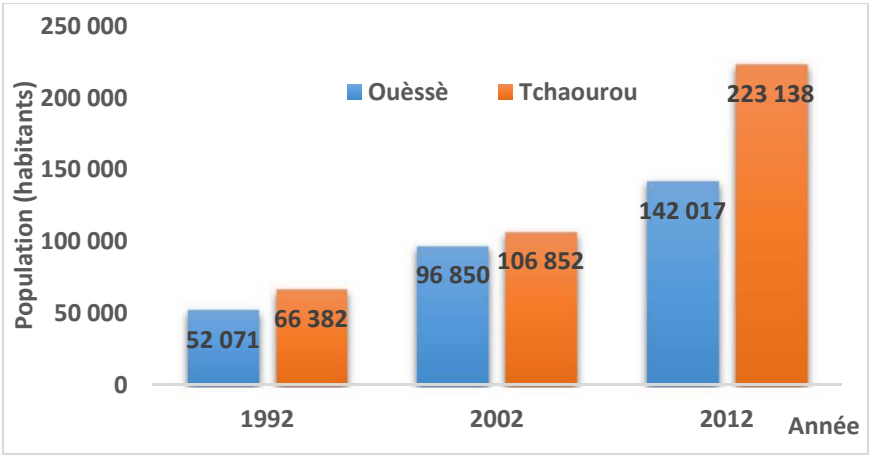


Figure 53: Evolution de la population des communes du bassin

La figure 53 montre l'évolutive comparée des populations des deux communes. Il faut remarquer qu'au fil des années, l'évolution de la population de la Commune de Tchaourou prend du pas sur celle de Ouèssè. En effet, ces communes accueillent depuis des décennies beaucoup de vague de migrants agricoles.

4.2.2.2- Evolution de la population dans les Arrondissements du secteur d'étude

La figure 55 présente la dynamique de la population entre les différents arrondissements qui partagent le bassin, entre : 1992, 2002 et 2012.

A la lecture de la figure 54, il ressort que la population est dynamique d'un Arrondissement à un autre à l'intérieur des Communes de Tchaourou et de Ouèssè.

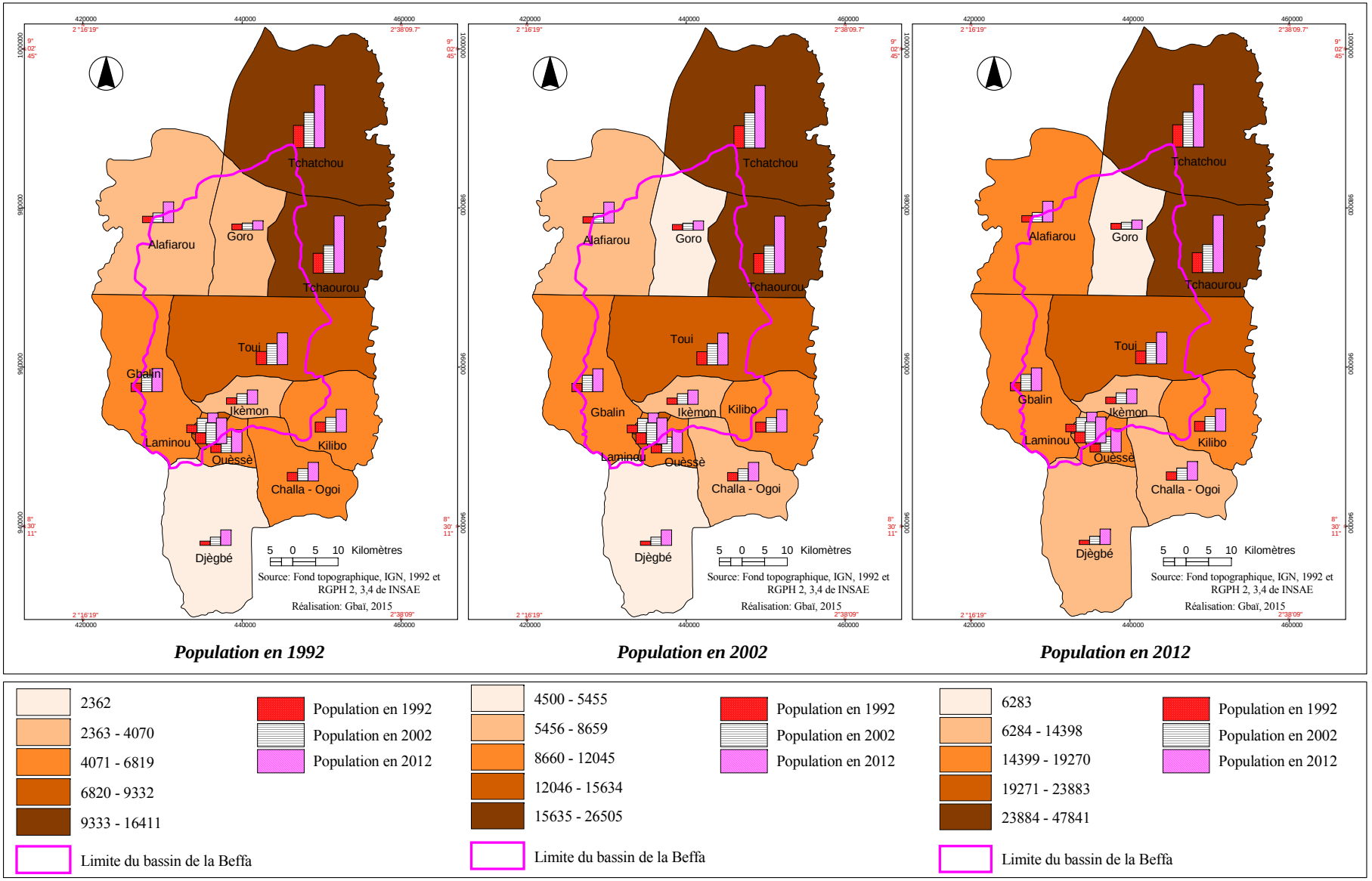


Figure 54: Evolution de la population des Arrondissements du bassin, entre 1992 ; 2002 et 2012

En 1992, les arrondissements les moins peuplés sont ceux d'Ikèmon (Ouèssè), Djègbé, d'Alafiarou et Goro (Tchaourou) avec un effectif total compris entre 3 565et 4 070 habitants. Les arrondissements les plus peuplés sont ceux de Tchatchou et Tchaourou-Centre avec un effectif compris entre 9 333 et 16 411 habitants. Pour le recensement de 2002, le nombre d'arrondissements ayant enregistré moins d'effectif est seulement celui de Goro, avec un effectif de 4500 habitants. Tous les autres arrondissements ont connu une croissance démographique. Mais ces différentes croissances de la population n'ont guère dépassé la borne supérieure de 26 505 habitants. Enfin, en 2012, l'effectif de la population maintient toujours l'Arrondissement de Goro au bas de l'échelle, avec un effectif de 6283 habitants contre 47 841 habitants, pour les arrondissements les plus peuplés. Toutes ces variations en effectif sont traduites d'une part, par la variation de la couleur rouge de ton monochromatique, puis d'autre part, par l'histogramme associé.

4.2.2.3- Territoire administratif du basin

Le bassin de la Beffa s'étend sur 13arrondissements. Les territoires de ces arrondissements ne sont que partiellement contenus dans le bassin. Le taux de représentation de chaque arrondissement est présenté dans le tableau XL.

Tableau XL : Taux de representation de chaque commune dans le bassin

N°	Commune	Arrondisse	Taux Bassin	Superficie (Km²)	Statut	Fonction
1	TCHAOUROU	Alafiarou	13,92	801,49	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
2	TCHAOUROU	Tchaourou	8,86	510,42	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
3	TCHAOUROU	Goro	6,24	359,07	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
4	TCHAOUROU	Tchatchou	18,97	1092,31	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
5	OUESSE	Djègbé	10,84	624,10	Chef-lieu d'arrondissement	Commerciale
6	OUESSE	Ouèssè	1,64	94,61	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
7	OUESSE	Odougba	0,25	14,59	Chef-lieu d'arrondissement	Commerciale
8	OUESSE	Laminou	0,41	23,79	Chef-lieu d'arrondissement	Commerciale
9	OUESSE	Kilibo	6,15	354,32	Chef-lieu d'arrondissement	Commerciale
10	OUESSE	Toui	14,34	825,64	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
11	OUESSE	Gbalin	9,80	564,13	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
12	OUESSE	Ikèmon	2,38	136,85	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale
13	OUESSE	Challa - Ogoi	6,21	357,49	Chef-lieu d'arrondissement	Rurale

Source :Travaux de terrain 2013

Le bassin de la Beffa s'étend sur 13 arrondissements (figure 55)

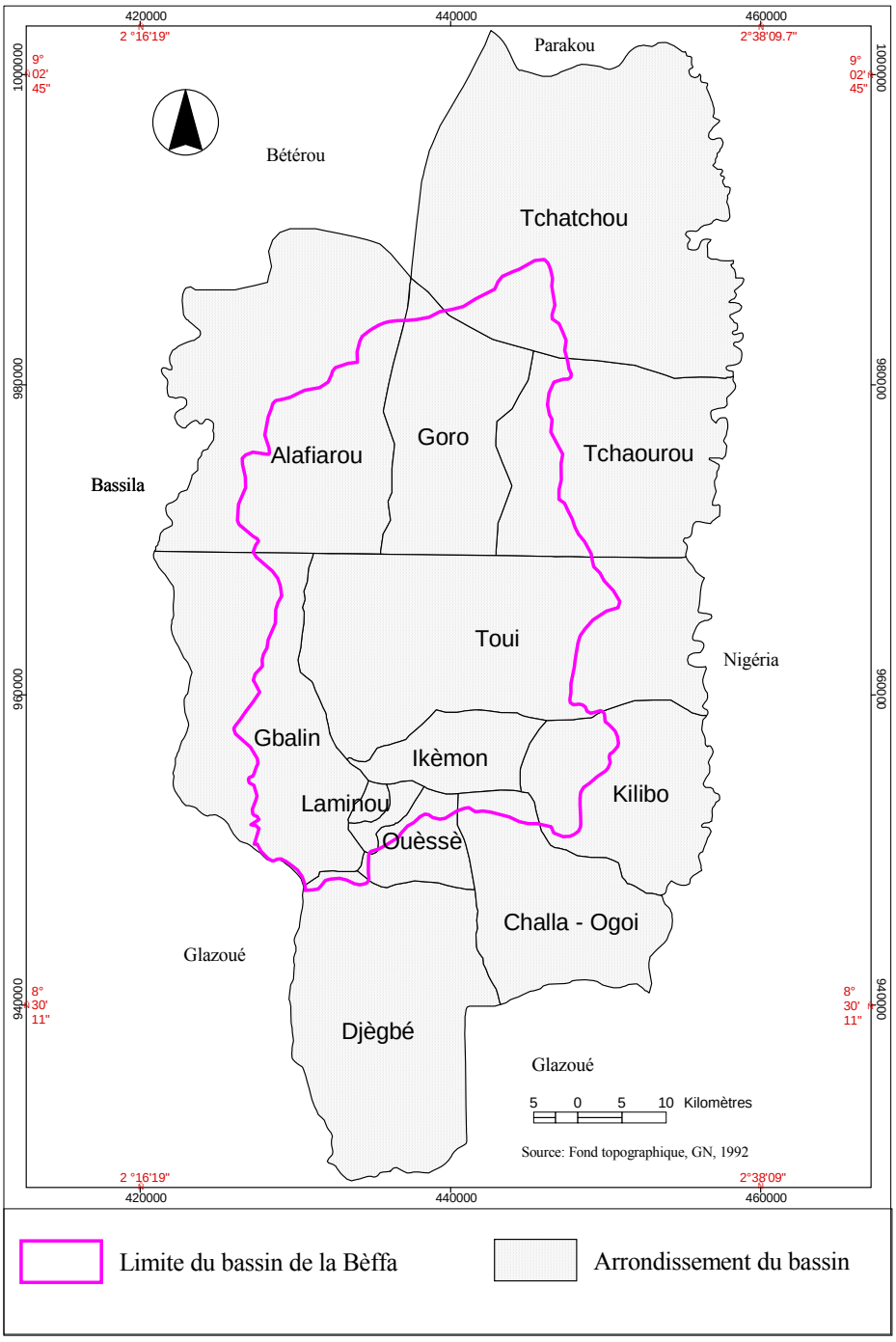


Figure 55: Territoire administratif du bassin

Les arrondissements du bassin sont multiformes et de superficie très variables. Certains sont circonscrits au bassin, d'autre y appartient en partie.

4.2.2.4- Densité de population

La densité de population présente une variabilité d'un arrondissement à l'autre. Lafigure 56présentent les densités de 1992, 2022 et 2012 du secteur d'étude.

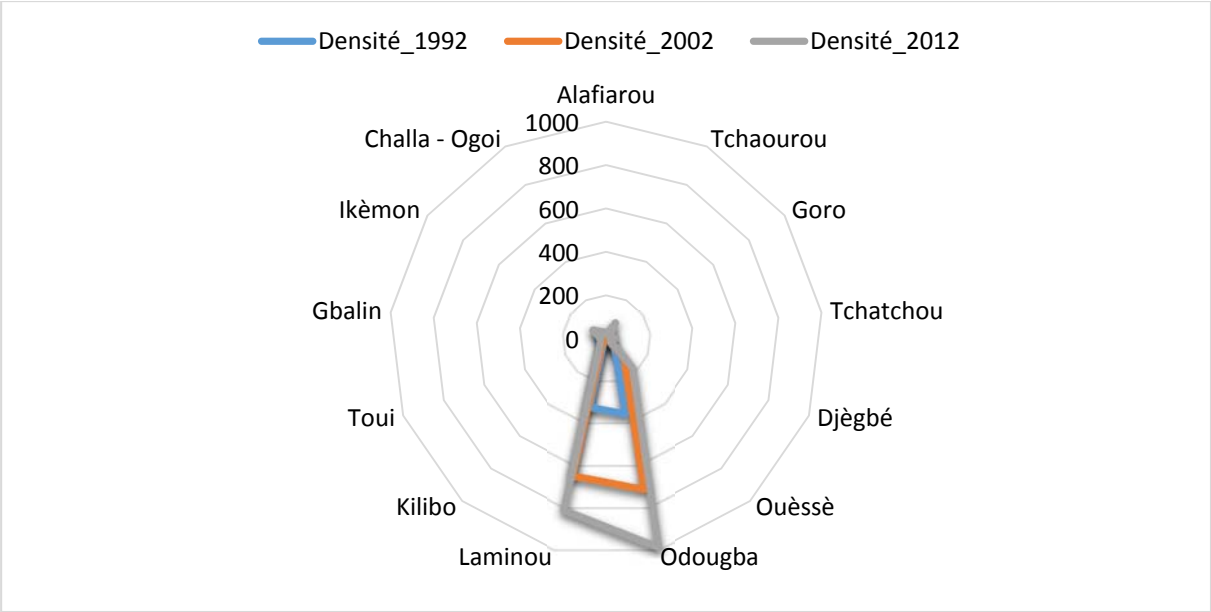


Figure 56 : Anomalie dans la dynamique de la densité

Les densités de 1992, 2002 et 2012 présentent des extrêmes pour les arrondissements, de Odougba et de Laminou. En effet, lorsqu'en 1992, il y avait 11 arrondissements sur les 13 que comptait le bassin, qui avaient leur densité comprise entre 5 et 56 habts/km², ceux de Laminou et Odougba étaient respectivement à 324 et 356 hbts/km². De même en 2002, les Arrondissements de Laminou et de Odougba faisaient respectivement 547 et 712 hbts/km², tandis que les 11 autres étaient entre 8 et 119 hbts/km². La situation demeure la même en 2012, où Laminou avait une densité de 810 hbts/km² et Odougba 987 hbts/km². Quant aux 11 autres arrondissements, leur densité était comprise entre 18 et 179 hbts/km².

Cette anomalie est simplement due au fait que ces deux arrondissements ont les superficies les plus petites. En effet, les deux arrondissements réunis occupent une superficie de 0,64 km².Toutes les communes ont connu une évolution modérée de leur population entre 1992 et 2012, en rapport avec leur superficie à l'exception de Laminou et Odougba.

4.2.2.5- Evolution du taux d'accroissement de la population

Le taux d'accroissement de la population du bassin a été déterminé à partir des statistiques de trois recensements de la population qu'a connus le Bénin. Il s'agit des Recensements Généraux de la Population et de l'Habitation (RGPH 2, 3, 4) des années

1992, 2002 et 2012. Les taux d'accroissement ont été calculés pour deux périodes intercensitaires c'est-à-dire entre deux recensements. Ainsi, les périodes considérées sont de 1992 à 2002 et 2002 à 2012.

L'évolution de la population a été considérée comme linéaire et la formule utilisée est celle de l'Institut National de le Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) qui correspond à la statistique inférencielle. Les résultats obtenus se présentent comme suit (figure 57).

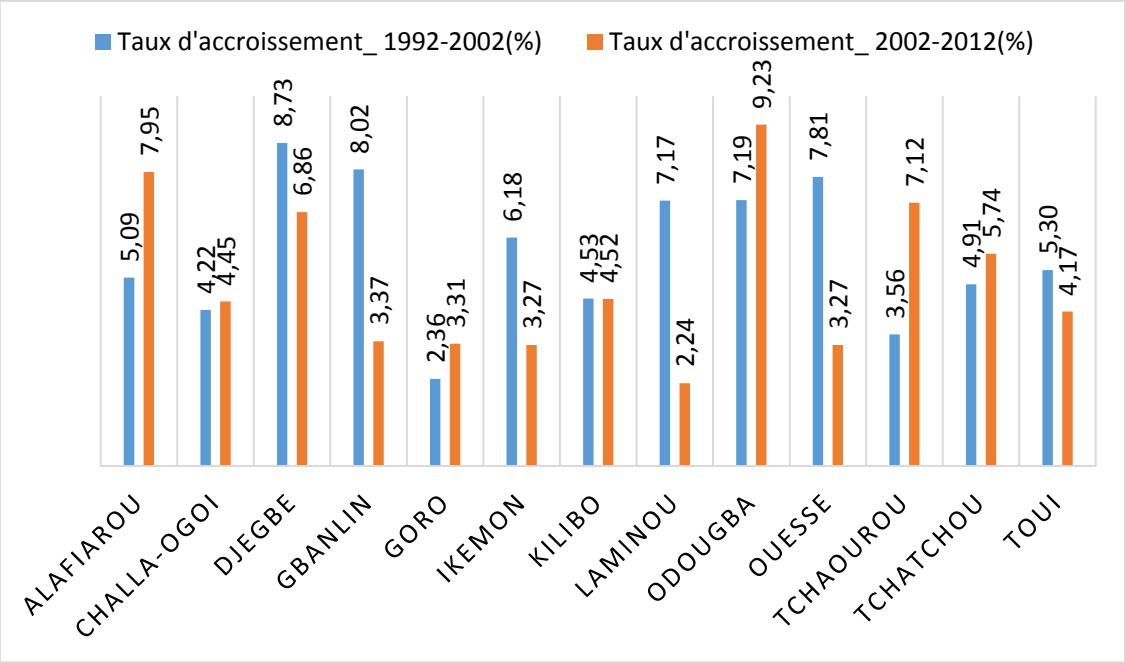


Figure 57:Evolution du taux d'accroissement des 2 communes du territoire du bassin

En général, les taux d'accroissement entre 1992 et 2002 restent plus élevés que ceux entre 2002 et 2012 dans les Arrondissements de Gbanlin, d'Ikemon, d'Odogba, de Ouèssè et de Toui ; puis la situation inverse se remarque dans le reste des arrondissements. En effet, cette situation se justifie par le fait que ces communes reçoivent un nombre d'immigrés venant des régions d'Abomey (Sud) et de l'Atacora (Nord-Ouest), du Nigéria (Est) et du Niger (Nord).

Les raisons qui expliquent cet accroissement de la population sont non seulement d'ordre naturel et vital, mais également d'ordre politique. En effet, les considérations foncières et pédologiques influencent le départ des populations du Sud et du Nord-Ouest où, d'une part, les litiges fonciers sont récurrents et d'autre part, les conditions

pédologiques sont caduques. Ils migrent sur le territoire de ces Communes où les problèmes évoqués n'ont pas encore pris de l'ampleur.

Par ailleurs, les conditions hydro-bio-climatiques, socio-économiques et géo-pédologiques du milieu d'étude constituent des attraits pour les migrants commerçants, les colons agricoles, les braconniers et pêcheurs.

Conclusion partielle

L'étude des caractéristiques physiques du bassin fait état d'un bassin allongé qui présente un relief assez modéré avec des pentes relativement faibles qui font que le bassin peut être qualifié d'humide car l'assèchement complet y est très rare, sauf en amont. Cependant, on observe la présence de quelques pentes fortes. Le bassin ne dispose pas de surface nécessaire ou suffisante pour maintenir des conditions hydrologiques stables. Malgré cela, il y a présence d'eau dans le lit mineur de la Beffa toute l'année.

Sur le plan des variabilités pluviométrique et hydrologique, le bassin de la Beffa dispose d'une potentialité élevée de ressources en eau.

L'ampleur des systèmes d'exploitation dans le bassin de la Beffa est d'une grande importance. L'importance des activités découlant de chaque système est mesurée à travers le mode de production, les techniques mises en œuvre et les moyens utilisés.

La production agricole, l'exploitation forestière et la plantation sont les activités rurales marquantes du secteur de la production végétale. De plus en plus, on remarque de la part des populations riveraines, un effort de production agricole de contre-saison, basée sur le système de culture permanent. La production est essentiellement axée sur la culture de produits vivriers (céréales, tubercules, oléagineux et maraîchers). Les cultures de rente regroupent le coton, l'anacarde et la noix de karité qui est en plein essor. Les maigres moyens de production que déploient les paysans actuellement ne permettent pas de satisfaire entièrement les besoins des populations. Ce faisant, ils sont obligés de varier leurs activités tout au long de l'année pour combler le déficit budgétaire de leur ménage afin de survivre. La raréfaction des pluies, la cherté de la

vie quotidienne et la croissance de l'effectif des populations sont des pressions qui influencent le calendrier habituel des systèmes d'exploitation dans le Bassin de la Beffa. Ainsi, on assiste de plus en plus à la reconversion de certains paysans dans d'autres secteurs d'activités rentables. L'exploitation forestière est l'activité la plus visée, car l'effort à fournir consiste à rechercher dans les formations naturelles, les essences de valeur exploitable et de forte demande sur le marché du bois, sans pour autant respecter la protection de l'environnement. Ces abattages visent la vente des espèces en vue de la satisfaction des besoins au quotidien.

La chasse, l'élevage et la pêche contribuent d'une large part à la fourniture en protéine animale dans les localités du bassin. En effet, la chasse est une activité en bonne marche dans le bassin en raison des forêts classées riveraines du bassin. L'activité de chasse de grands gibiers malgré les mesures de surveillance mises en place par l'Etat à travers les services des eaux et forêts, se pratique de façon clandestine dans ces forêts. Quant à l'élevage, il concenre aussi bien à l'élevage de case que celui du grand bétail. Les secteurs les plus importants en termes de nombre de têtes sont l'élevage de la volaille, celui des caprins, des porcins et des bovins.

Quant à l'exploitation minière, elle concerne essentiellement l'exploitation du sable et du concassage de roches granito-gneissiques, d'une part; puis l'exploitation des points d'eau, d'autre part. Dans le bassin, il existe deux formes d'exploitation du sable. La plus importante est celle exécutée par les camionneurs au niveau des plateaux et au niveau des lits des cours. Par ailleurs, on assiste à des prélèvements faits par les jeunes gens et quelques bonnes dames dans les caniveaux et sur les itinéraires des eaux de ruissellement en saison pluvieuse. L'exploitation des points d'eau se fait sous la forme moderne et aussi sous la forme traditionnelle. Ainsi, on assiste à deux formes de gestion correspondantes. Que l'on soit dans l'exploitation de sable ou dans le concassage de roche granito-gneissique, les dégradations provoquées par les formes d'exploitation sont légion.

Dans tous les cas, les systèmes d'exploitation en cours dans le bassin de la Beffa permettent tant bien que mal aux populations riveraines de survivre malgré les

difficultés que cela engendre. Même si ces exploitations fournissent un minimum de produits de survie, il n'en demeure pas moins qu'elles provoquent des dégradations qui suscitent de fortes réflexions au point où si rien n'est fait, les perturbations seront irréversibles. Ainsi, les besoins des populations sont à la base des modes et systèmes d'exploitation mis en œuvre actuellement dans le bassin, ce qui confirme la deuxième hypothèse. Quelles sont alors les incidences environnementales des systèmes d'exploitation sur les écosystèmes du bassin de la Beffa?

TROISIEME PARTIE

IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION DANS LE BASSIN ; DISCUSSIONS

CHAPITRE V : IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION ; EVALUATION CONTINGENTE DES ECOSYSTEMES ; CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU BASSIN

Cette section constitue le dernier chapitre qui présente les résultats sur les données physiques collectées.

5.1- IMPACTS DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION SUR LE MILIEU PHYSIQUE DU BASSIN

Il existe une grande complexité dans le lien entre activités anthropiques et équilibre des milieux naturels. Les actions de la société humaine, à travers les systèmes d'exploitation, ont des influences aussi bien négatives que positives sur les deux parties (société humaine et environnement physique).

Cette partie est consacrée à l'examen de la tendance pluvio-thermique, de la dynamique des unités d'occupation du sol et leurs impacts sur les écosystèmes et sur les populations.

5.1.1- Tendance pluviométrique

Les figures 58 et 59 ci-dessous traduisent respectivement la tendance pluviométrique et la tendance des températures dans le milieu d'étude.

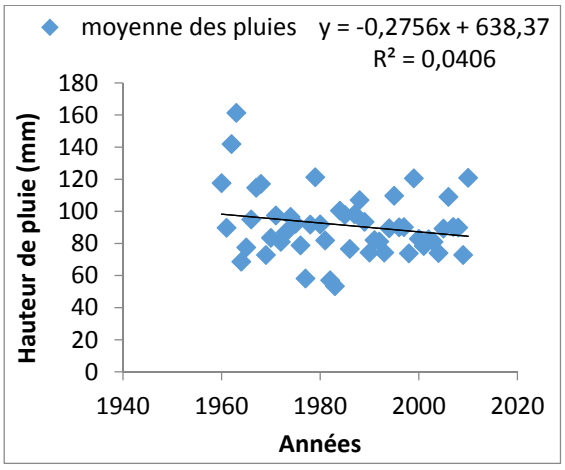


Figure58:Evolution de la tendance pluviométrique de 1960 à 2010

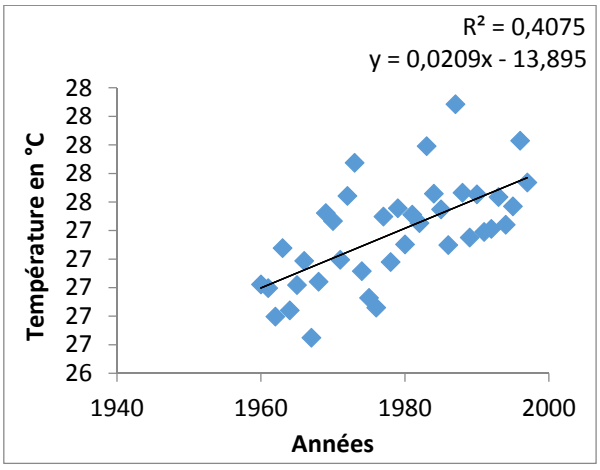


Figure 59: Evolution de la tendance thermique de 1960 à 2010

Le coefficient directeur de l'équation de droite qui traduit la tendance évolutive de la moyenne annuelle des pluies a une valeur négative (-0,275), ce qui signifie que la

tendance est à la baisse. Par contre, le coefficient directeur de l'équation de droite qui traduit la tendance évolutive de la moyenne anuelle des températures a une valeur positive (0,02), ce qui traduit une tendance à la hausse. Ainsi, il s'en suit que l'analyse des figures 58 et 59, donne respectivementune tendance à la baisse de la hauteur moyenne annuelle des pluies et une tendance à la hausse de la moyenne des températures annuelles ces dernières décennies. Ce qui explique un réchauffement climatique relatif. Ce dernier est préjudiciable aux écosystèmes tant aquatiques que terrestres du milieu. Les paramètres climatiques étudiés dans le bassin de la Beffasont très variables dans le temps. Le constat global est qu'il y aune baisse de la pluviométrie entre 1960 et 2020. Cette baisse est associée à un réchauffement thermique à travers une élévation des températures.

5.1.2- Caractéristiques agro- écologiques

Les approches agro-écologiques concernent les facettes géomorphologiques, l'analyse et l'interprétation des transects. Les trois transects réalisés s'étendent chacun sur 1000 m de long et 100 m de large, soit une superficie de 100 000 m^2.

5.1.2.1- Cas du transect de Vossa

La figure 60 présente le profil agroécologique du transect de Vossa dans l'Arrondissement de Gbanlin (Commune de Ouèssè).

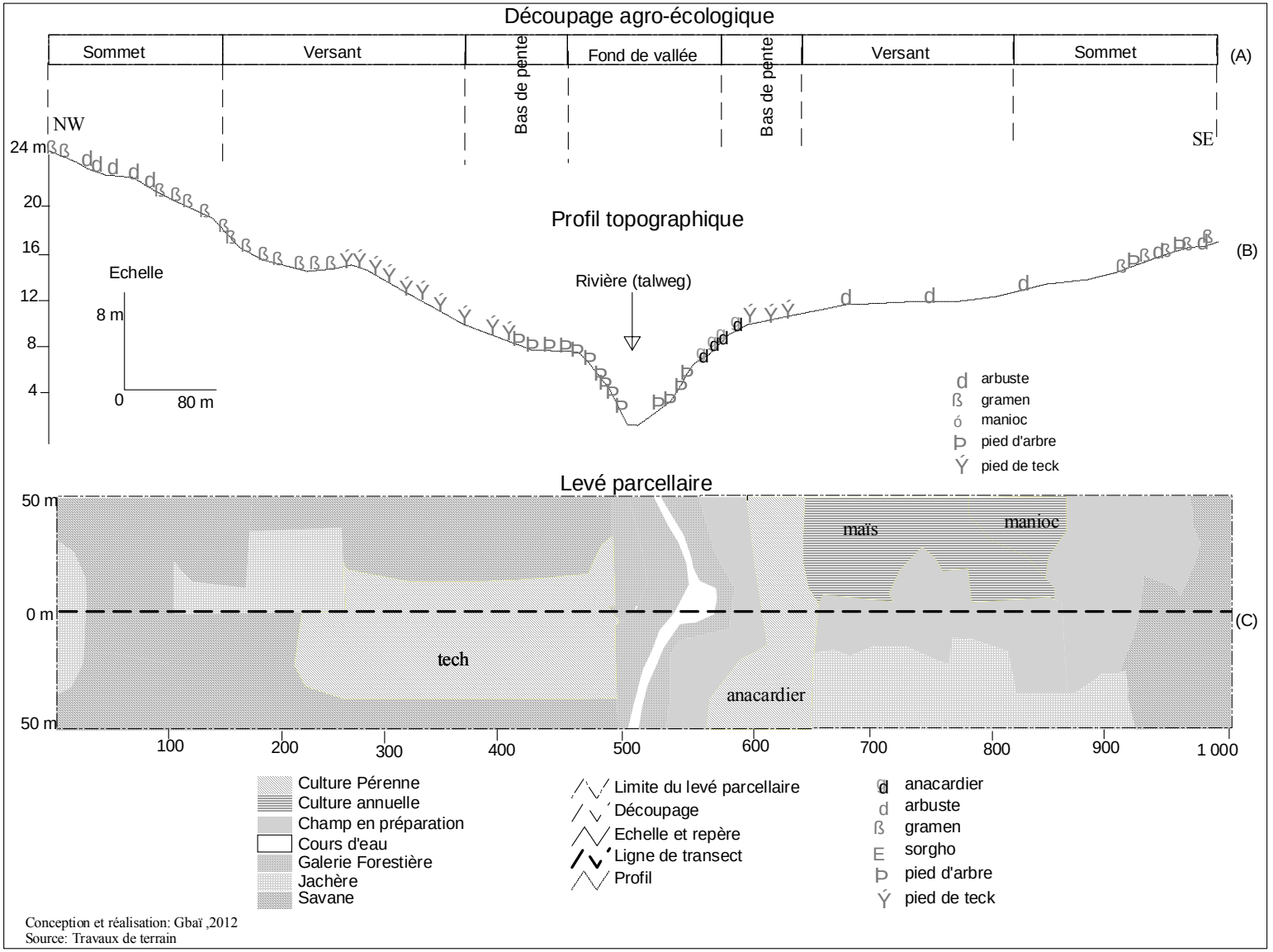


Figure 60: Transect de Vossa

Orienté NW- SE, il relie deux sommets de versant de la vallée du cours de la Beffa. Il est compris entre deux points de coordonnées:

A	08° 33’ 22’’	N	08° 29’ 45’’	N
B	02° 15’ 29’’	E	02° 20’ 14’’	E

❖ **Aspects physiques**

Le profil topographique présente un bassin à versants dissymétriques sur les 1000 m. Il est marqué par la présence d’un talweg du lit du cours de la Beffa. Son orientation est de direction NW au SE, suivant un azimut de 270° Nord. Les facettes se présentent comme suit:

- les sommets occupent 340 m de long avec une pente de l’ordre de 4 % en moyenne.

- les versants s’étendent sur une longueur de 410 m, la pente des versants varie entre5 % et 10 % ;

- la largeur du lit mineur du cours de la Beffa, au niveau de la traversée de la ligne de transect est de 110 m ; les pentes varient entre 20 % et 50 %.

❖ **Activités humaines**

Elles se traduisent par l’analyse du levé parcellaire à travers la répartition de diverses unités d’occupation de l’espace. Les cultures pérennes sont le teck (*Tectona grandis*) et l’anacardier (*Anacardium occidentale*) dans l’ordre de 24 %. Ces formations se retrouvent aussi bien sur les versants que sur les bas de pente. Les cultures annuelles sont essentiellement constituées de maïs (*Zea mays*) et de manioc (*Manihot exculenta*) qui font 7 % de la superficie totale du transect. Il a été relevé aussi la présence de jachères et de champs en préparation dans l’ordre respectif de 9 % et de 16 %.

En général, il est à remarquer que l’espace est assez anthropisé dans l’ordre de 56 %. Le tableau XLI indique le pourcentage de chaque unité d’occupation du sol en fonction des différentes facettes topographiques.

Tableau XLI: Formes de l'occupation de l'espace en Fonction des unités morphologiques du bassin de la Beffaà Vosa**.**

Facettes topographiques	Longueur (m)	Superficie du levé parcellaire (m²)	Occupation du sol en %							Total
			J	SAA	CA	Riv.	GF	CP	Cp. p	
Sommet	340	35,036	10	57	7	0	0	0	25	**100**
Versant	410	38,549	26	24	20	0	0	20	10	**100**
Bas de pente	140	16,939	0	31	0	0	0	54	15	**100**
Fond de vallée	110	9,476	0	9	0	12	44	21	14	**100**
TOTAL	**1000**	**100**	**9**	**30**	**7**	**3**	**11**	**24**	**16**	**100**

Source: Recherche de terrain, 2012-2013

J=Jachère, SAA= Savane arborée et arbustive; CA= Cultures annuelles ; CP= Culture pérenne ; Cp.p= Champ préparé ; Riv. = Rivière.

La superficie du transect est exploitée à des fins agricoles. Les formations naturelles enregistrées sont constituées de la savane arborée et arbustive, de la galerie forestière et de plan d'eau. Elles occupent 44 % de la superficie totale du transect (figure 63).

5.1.2.2- Cas du transect de Sotchadji

La figure 61présente le profil agroécologique du transect de Sotchadji dans l'Arrondissement de Ouèssè-Centre (Commune de Ouèssè).

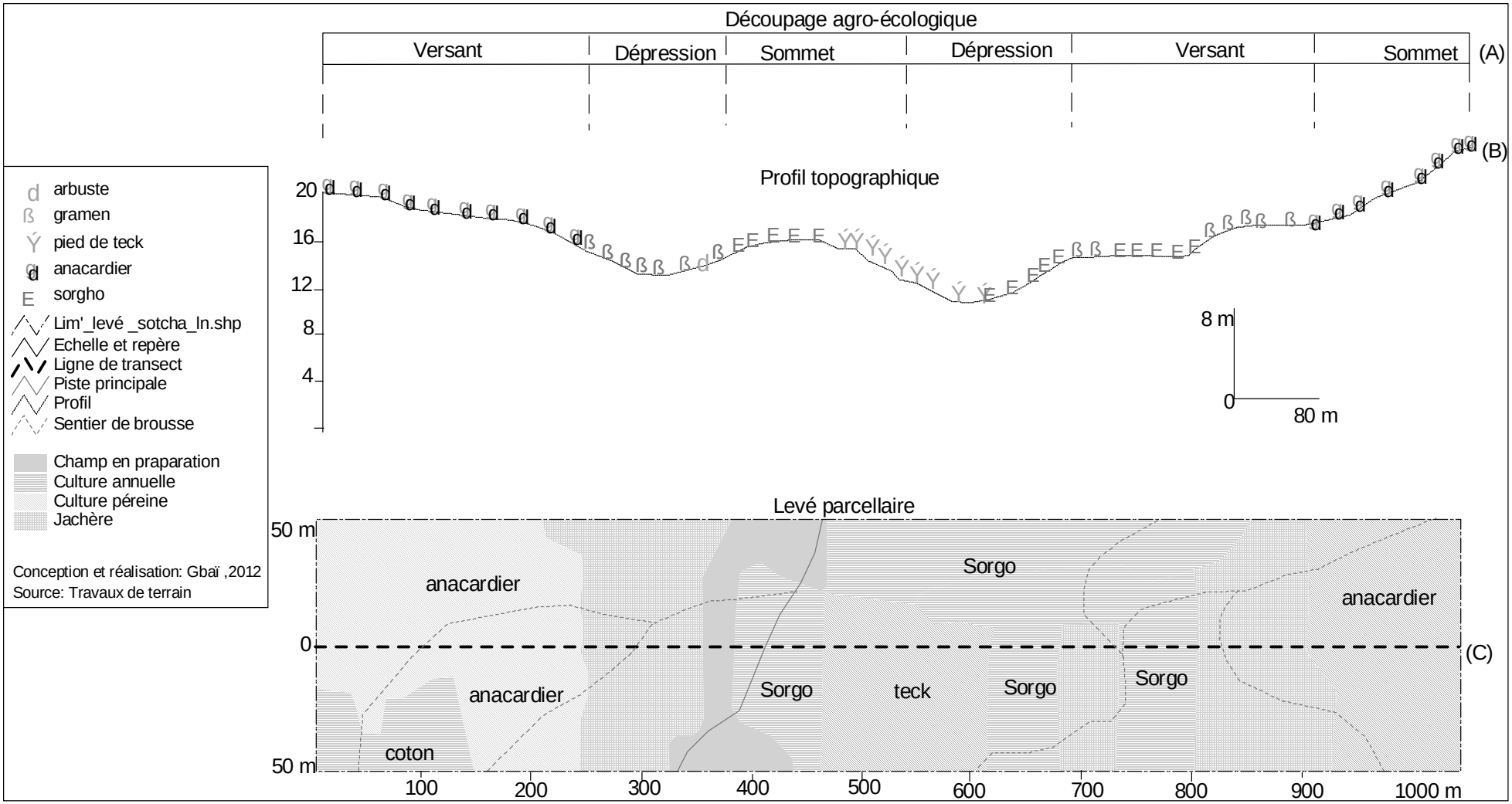


Figure 61: Transect de Liga

Le transect est réalisé suivant l'azimut 180°. Il est compris entre deux points de coordonnées:

C	08° 31' 02''	N	08° 44' 33''	N
D	02° 21' 03''	E	02° 22' 41''	E

❖ **Aspects physiques**

Le profil topographique à une allure ondulatoire sur les 1000 m. Son orientation est de direction W-E. Les facettes se présentent comme suit:

- les versants occupent 450 m de long. Leur pente moyenne est de 8 % ;
- la dépression couvre 300 m de long avec une pente qui varie entre10 % et 20 % ;
- les sommets s'étendent sur 250 m de long au total. Leurs pentes varient entre 10 % et 20 %.

❖ **Activités humaines**

L'analyse du dessin parcellaire montre que l'espace est cultivé à 75 %. Les cultures pérennes sont pour l'essentiel constituées de teck (*Tectona grandis*) et d'anacardier (*Anacardium occidentale*) dans l'ordre de 41 %. Ces formations se retrouvent essentiellement sur les hauts de versant et les sommets. Lesorgo (*Sorghum spp*) est la seule spéculation qui a été relevée au titre de culture annuelle. Elle fait 29 % de la superficie totale de l'espace.

Le tableau XLII indique le pourcentage de chaque unité d'occupation du sol en fonction des différentes facettes topographiques.

Tableau XLII: Formes de l'occupation de l'espace en fonction des unités morphologiques du bassin de la Beffaà Sotchadji.

Facettes topographiques	**Longueur (m)**	**Superficie (m²)**	**Occupation du sol en %**				**Total**
			J	CA	CP	Cp.p	
Sommet	250	27,747	4	24	61	11	**100**
Versant	450	45,539	30	28	42	0	**100**
Dépression	300	26,714	37	36	20	7	**100**
TOTAL	**1.000**	**100,000**	**24**	**29**	**41**	**6**	**100**

Source: Recherche de terrain, 2012-2013

J=Jachère, S= Savane ; CA= Cultures Annuelles ; CP= Cultures pérennes ;
Cp.p= Champs préparés ; M= Marécage ; In= Infrastructure ; Ag= Agglomération.

5.1.2.3- Cas du transect de Goro

La figure 62 illustre le transect de Goro,qui est un arrondissement de la Commune de Tchaourou.

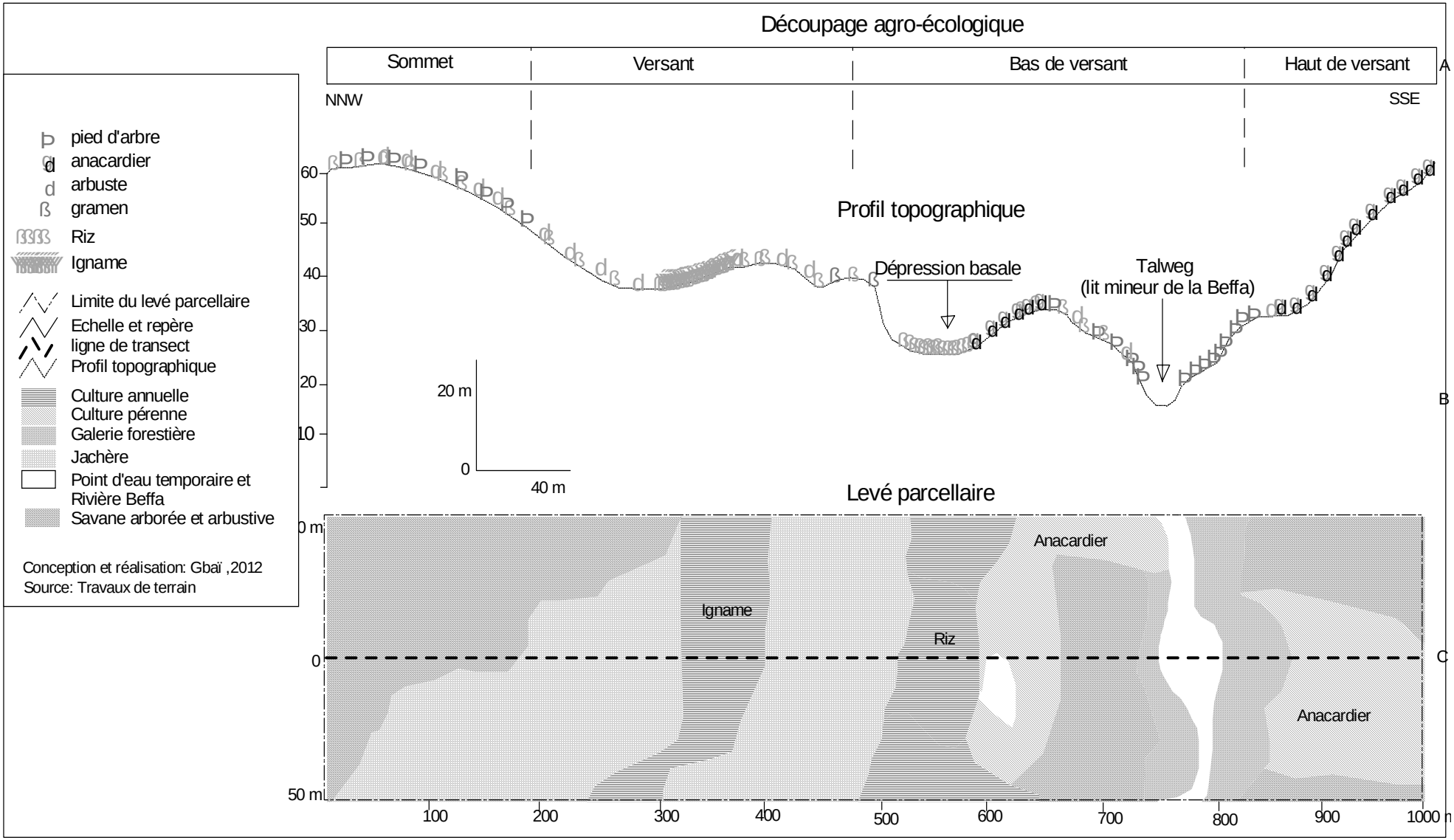


Figure 62: Transect de Goro

Il est compris entre deux points de coordonnées:

E	08° 49’ 33’’	N	09° 01’ 22’’	N
F	02° 19’ 05’’	E	02° 26’ 27’’	E

❖ **Aspects physiques**

Le profil topographique est de direction NNW-SSE, suivant un azimut de 280° Nord. Les facettes se présentent comme suit:

- le sommet et haut de versant, occupent 399 m de long et leur pente moyenne est de 10 % ;
- versant et bas de versant s’étendent sur 503 m, la pente dans cette séquence est particulièrement forte, elle varie entre 30 % et 40 %, puis atteint 50 % à 60% par endroits. C’est une portion qui contient une dépression basale et en même temps le talweg.

❖ **Activités humaines**

Le transect de Goro permet de distinguer des unités naturelles (Savane arborée et arbustive, point d’eau et Galerie forestière) et des unités anthropiques (Cultures Annuelles, Cultures pérennes et Jachère).

Les unités anthropiques occupent 55 % de la superficie totale de l’espace. Ces formations empiètent sur la superficie des formations naturelles en l’occurrence les savanes arborée et arbustive, puis les galeries forestières. Ces dernières dans leur ensemble sont dans l’ordre de 45 % de la superficie totale du transect.

Le tableauXLIII indique le pourcentage de chaque unité d’occupation du sol en fonction des différentes facettes topographiques.

Tableau XLIII: Formes de l’occupation de l’espace en fonction des unités morphologiques du bassin de la Beffaà Goro.

Facettes topographiques	Longueur (m)	Superficie parcellaire (m²)	Occupation du sol en %						Total
			J	SAA	CA	Pt.e	GF	CP	
Sommet	200	1 ,717	31	69	0	0	0	0	**100**
Versant	297	29,879	67	11	22	0	0	0	**100**
Bas de versant	304	33,670	11	21	24	10	13	21	**100**
Haut de versant	199	16,734	0	40	0	0	15	45	**100**
TOTAL	**1.000**	**100,000**	**27**	**35**	**12**	**3**	**7**	**17**	**100**

Source: Recherche de terrain, 2007

J=Jachère ; SAA = Savane arborée et arbustive; CA= Cultures Annuelles ; CP= Cultures pérennes ;Pt.e = Point d'eau ; GF = Galerie forestière.

En somme, la superficie du transect est exploitée à 55 % pour des fins agricoles. Les formations naturelles occupent 45 % de la superficie totale du transect (figure 64).

5.1.3- Dynamique de l'occupation du sol

Elle s'appuie sur la dynamique de l'occupation du sol entre 1995 et 2006. Cette dynamique est le reflet des effets des actions anthropiques sur le couvert végétal. La figure 63 présente les cartes des états instantanés de 1995 et de 2006.

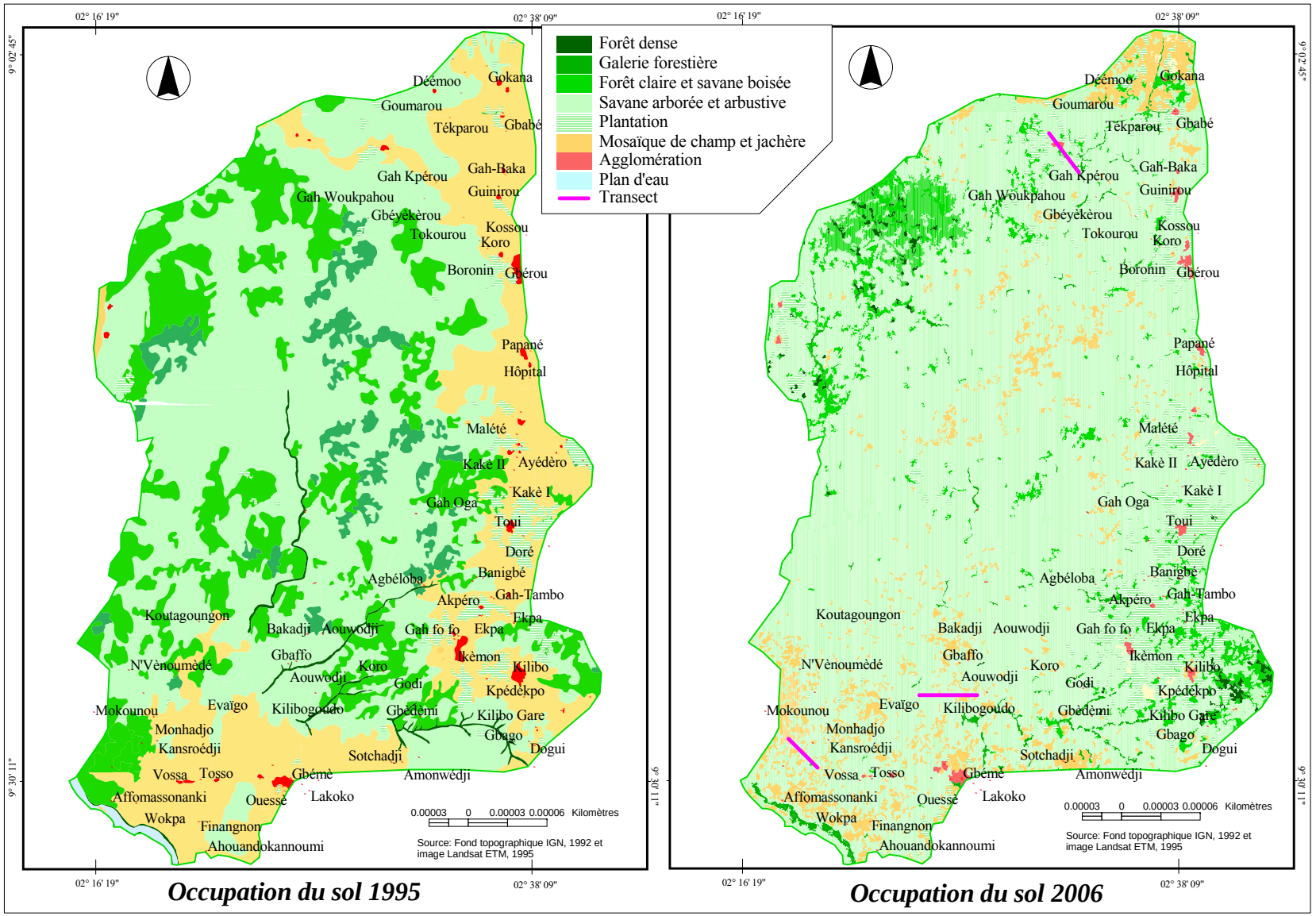


Figure 63: Comparaison de deux états d'occupation du sol (1995 et 2006) dans le Bassin

La lecture des cartes de la figure 63 indique ce qui suit :

- Carte d'occupation 1995 : les agglomérations sont concentrées à l'Est, au Nord-Est, puis au Sud. Ces parties constituent les écosystèmes de sommet des versants où se déroulent le plus les activités champêtres. Cette partie est d'accès plus facile à cause de la Route Nationale Inter-Etats (RNIE 2) qui la traverse. Les formations naturelles sont concentrées dans les écosystèmes de versant et de bas de versant, c'est-à-dire au centre du bassin, dans sa partie Ouest, puis le long du cours d'eau.
- Carte d'occupation 2006 : il se constate ici uneexpension des activités champêtres un peu partout dans le bassin. Les activités champêtres qui se menaient dans les parties décrites plus haut en 1995, sont remplacées par la sylviculture qui se manifeste par le développement des plantations.

La dynamique des unités d'occupation du sol se présente dans le tableau XLIV.

Tableau XLIV: Evolution des unités d'occupation de 1995 à 2006

Unité d'occupation	**Etat en 1995**		**Etat en 2006**		**Dynamique 1995-2006**	
	Superficie en 1995 (km²)	**Indice de couverture (%)**	**Superficie en 2006 (km²)**	**Indice de couverture (%)**	**km²**	**%**
Forêt galerie(FG)	64,7	2,9	92,6	4,2	1,27	27,86
Forêt dense(FD)	124,7	5,7	11,8	0,5	-5,13	-112,89
Forêt claire et savane boisée(FCSB)	445,2	20,2	200,4	9,1	-11,12	-244,76
Savane arborée et arbustive(SAA)	782,2	35,5	1002,2	45,5	9,99	220,01
Plantation(P)	60,0	2,7	309,5	14,1	11,33	249,51
Surface rocheurse(SR)	11,8	0,5	29,5	1,3	0,80	17,71
Mosaïque de champ et jachère(MCJ)	617,5	28,1	442,1	20,1	-7,97	-175,37
Agglomération (Ag)	29,4	1,3	42,4	1,9	0,59	13,04
Plan d'eau(PE)	65,9	3,0	70,7	3,2	0,22	4,87
TOTAL	**2201,26**	**100**	**2201,26**	**100**		

Source : Résultat de l'étude comparée des cartes d'occupation de 1995 et 2006

Les unités ont progressé ou régressé aussi bien du côté des formations naturelles que des formations anthropiques.

La figure 64qui suit, traduit les différentes évolutions possibles des différentes unités au cours de la période de 1995 à 2006.

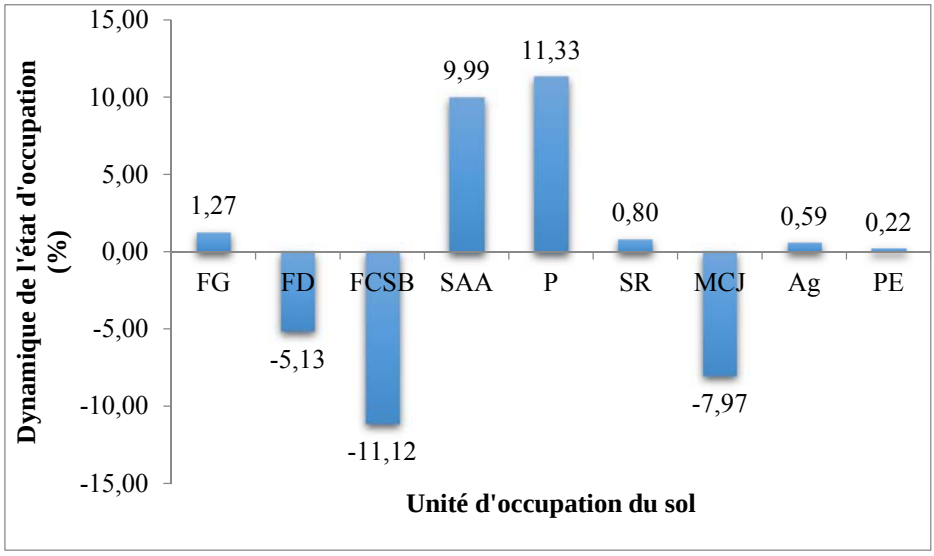


Figure 64: Graphique traduisant l'évolution des différentes unités d'occupation du sol.

De l'analyse du graphe de la figure 64, il ressort que des formations aussi bien naturelles qu'anthropiques ont connu une régression du point de vue spatial. Il s'agit :

- de la forêt dense qui a régressé de 5,13 % de la superficie qu'elle occupait en 1995 par rapport à 2006. Du point de vue physionomique, les portions du bassin qui étaient recouvertes par la forêt dense en 1995 sont en 2006 recouvertes par de la forêt claire et la savane boisée. C'est une régression du 1er ordre ;

- de la forêt claire et savane boisée qui a régressé de 11,12 % de sa superficie en 1995 par rapport à 2006. Les portions du bassin où cette formation était présente en 1995 sont devenues des portions couvertes de savane arborée et arbustive en 2006. C'est aussi une régression du 1er ordre;

- des mosaïques de culture et jachère qui ont connu un recul d'environ 08 % de leur superficie au cours de la même période. Ce recul s'est produit d'une part, au profit des formations anthropiques telles que les plantations qui se sont accrues de11, 3 % en superficie, des agglomérations qui ont connu une croissance spatiale de l'ordre de 0,60 % et d'autre part, au profit de certaines formations naturelles qui ont connu de progression (les forêts galeries 1,27 % et la savane arborée et arbustive 10 %). En effet, entre 1995 et 2006, les portions du bassin

qui, au départ étaient occupées par des mosaïques de culture et jachère, sont en fin de période, occupées par la savane arborée et arbustive. Mais une stabilité relative est observée en ce qui concerne les plans d'eau et les surfaces rocheuses. Latendance évolutive est globalement positive par rapport à la tendance régressive.

5.2- EVALUATION CONTINGENTE DES ECOSYSTEMES DU BASSIN DE LA BEFFA

Cette évaluation est l'expression par les populations du consentement à payer (CAP). Elle permet l'évaluation des valeurs des actifs-ressources-naturelles. Cette méthode est la plus utilisée en économie qui permet d'évaluer les bénéfices d'usage et de non usage des ressources naturelles. Il importe de clarifier que le CAP annuel exprimé par les différents types d'exploitants ou corporations (agriculteur, pêcheur, chasseur, éleveur et exploitant forestier) est en pourcentage. Ce pourcentage est défini par rapport au bénéfice tiré des investissements annuels faits par lesdits opérateurs. Le bénéfice sur investissement en question est exprimé en F CFA/an. Le CAP traduit la valeur accordée aux ressources des écosystèmes par la population qui en bénéficie. Son analyse tient compte des différents groupes socio-professionnels ou corporations.

5.2.1- Consentement exprimé par les agriculteurs

196 personnes sur 259 interrogées (75 %) pratiquent l'agriculture comme activité principale. Le tableau XLVI suivant présente le CAP exprimé par les agriculteurs.

Tableau XLVI :CAP exprimé par les agriculteurs

Ordre	CAP exprimé sur le bénéfice annuel/tête (%)	Effectif	Pourcentage
1	5	3	15
2	10	14	70
3	15	2	10
4	20	1	5
5	25	0	0
6	30	0	0
7	35	0	0
8	40	0	0
9	45	0	0
10	50	0	0
Total		**20**	**100**
CAP Moyen	13		
Ecart-type	6		

Source : travaux de terrain, 2013

Les taux exprimés par les agriculteurs varient entre 5 % et 20 % des bénéfices annuels/tête d'agriculteur. Ainsi, le CAP moyen exprimé est de 13 % des bénéfices annuels/tête d'agriculteur avec un écart-type de 6 %, ce qui traduit la diversité dans les taux exprimés. Dans l'ensemble, 70 % des chefs de ménage interrogés sont prêts à reverser 10 % de leur bénéfice annuel comme prix à payer. Seulement 10 % ont exprimé un CAP de 15 % de leurs bénéfices.

5.2.2- Consentement à payer par les éleveurs (gros bétail)

Dans la corporation des éleveurs, 7 chefs de ménages d'éleveurs sur les 10 interrogés ont accepté payer chacun 10 % de leurs bénéfices annuels. Le tableau XLVII donne le détail sur le CAP des éleveurs.

Tableau XLVII :CAP exprimé par les éleveurs

Ordre	CAP exprimé sur le bénéfice annuel/tête (%)	Effectif	Pourcentage
1	5	2	20
2	10	7	70
3	15	1	10
4	20	0	0
5	25	0	0
6	30	0	0
7	35	0	0
8	40	0	0
9	45	0	0
10	50	0	0
Total		**10**	**100**
CAP Moyen	10		
Ecart type	5		

Source : travaux de terrain, 2013

En effet, de l'analyse du tabaleau LI, il ressort que les taux de CAP exprimés par les éleveurs varient entre 5 % et 15 % du bénéfice annuel/tête d'éleveur. Ainsi, le CAP moyen exprimé est de 10 % des bénéfices annuels/tête déleveur avec un écart-type de 5 %, ce qui traduit la diversité dans les taux exprimés.

5.2.3- Consentement à payer par les chasseurs

L'interview des chasseurs, à l'instar de ce qui est constaté pour les cas précédents, donne lieu à des pourcentages variant entre 5 et 15 % du bénéfice sur investissement de chaque chasseur.

Le tableau XLIII présente le CAP exrpimé par la corportion des chasseurs.

Tableau XLVIII :CAP exprimé par les chasseurs

Ordre	CAP exprimé sur le bénéfice annuel/tête (%)	Effectif	Pourcentage
1	5	6	33
2	10	11	61
3	15	1	6
4	20	0	0
5	25	0	0
6	30	0	0
7	35	0	0
8	40	0	0
9	45	0	0
10	50	0	0
Total		**18**	**100**
CAP Moyen	10		
Ecart type	5		

Source : travaux de terrain, 2013

De l'analyse du tableau LII il ressort que le CAP exprimé par cette catégorie socio-professionnelle est de 10 % du bénéfice annuel de chaque chasseur. Ce CAP est exprimé avec une majorité de 11 sur 18 chasseurs interrogés, soit un taux de 61 %, contre 33 % pour ceux ayant exprimé un CAP de 5 % sur leur bénéfice annuel chacun ; puis 6 % pour ceux qui ont opté pour 15 % de leur bénéfice.

5.2.4- Consentement à payer par les pêcheurs

Cette catégorie socio-professionnelle regroupe aussi bien les agriculteurs-pêcheurs que les pêcheurs professionnels. Le CAP exprimé ici contient une petite nuance qu'il convient de clarifier. En effet, le CAP exprimé varie entre 5 % et 20 % du bénéfice annuel de chaque pêcheur. Le CAP en tête est celui de 10 % et, le dernier est celui qui est de 5 % avec 2 personnes sur 15 interrogées, soit un taux de 13 %. Ces deux CAP sont ceux exprimés par les agriculteurs-pêcheurs qui, pour la plupart, sont des

autochtones. Les CAP de 15 % et 20 % du bénéfice annuel qui restent sont exprimés par les pêcheurs professionnels qui sont des migrants « Haoussa » venus de la République du Niger.

Le tableau XLIX présente le CAP des pêcheurs.

Tableau XLIX :CAP exprimé par les pêcheurs

Ordre	CAP exprimé sur le bénéfice annuel/tête (%)	Effectif	Fréquence
1	5	2	13
2	10	9	60
3	15	3	20
4	20	1	7
5	25	0	0
6	30	0	0
7	35	0	0
8	40	0	0
9	45	0	0
10	50	0	0
Total		**15**	**100**
CAP Moyen	13		
Ecart type	6		

Source : travaux de terrain, 2013

De cette analyse, il ressort dans un premier temps penser que, les migrants attachent plus du prix aux ressources naturelles du milieu que les autochtones. En outre, il ressort que l'expression de ce CAP par les pêcheurs professionnels est due au fait qu'ils ne s'adonnent qu'à cette activité sur toute l'année. Mais cette position se justifie par le fait que ces migrants viennent d'un pays sahélien, par conséquent, les ressources en eau valent pour eux beaucoup de prix. La moyenne des taux exprimés est de 13 % du bénéfice annuel par pêcheur avec un écarte-type de 6 %, ce qui explique que les taux exprimé sont très diversifiés.

5.2.5- Consentement à payer par les exploitants forestiers

Les exploitants forestiers ont exprimé un CAP variant entre 5 % et 20 %. Sur les 20 exploitants (charbonniers, exploitants de bois d'œuvre, tradithérapeute etc.), 14 (70 %) ont exprimé un CAP de 10 % sur bénéfice annuel.

Le tableau L présent les CAP des exploitants forestiers.

Tableau L :CAP exprimé par les exploitants forestiers

Ordre	CAP exprimé sur le bénéfice annuel/tête (%)	Effectif	Pourcentage
1	5	3	15
2	10	14	70
3	15	2	10
4	20	1	5
5	25	0	0
6	30	0	0
7	35	0	0
8	40	0	0
9	45	0	0
10	50	0	0
Total		**20**	**100**
CAP Moyen	13		
Ecart type	6		

Source : Travaux de terrain, 2013

L'analyse du tableau ressort que le CAP moyen exprimé est de 13 % des bénéfices annuels/tête avec un écart-type de 6 %, ce qui traduit la diversité dans les taux exprimés.

En récapitulatif, tous les CAP exprimés par les différentes catégories socio-professionnelles, se présentent dans le tableau LI :

Tableau LI : Synthèse de des CAP exprimés

Ordre		Corporation	CAP exprimé sur le bénéfice annuel/tête										TOTAL
			5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	
1	Fréquence (%)	agriculteurs	8	81	6	2	1	1	1	0	0	0	**100**
2		pêcheurs	13	60	20	7	0	0	0	0	0	0	**100**
3		chasseurs	33	61	6	0	0	0	0	0	0	0	**100**
4		éleveurs	20	70	10	0	0	0	0	0	0	0	**100**
5		exploitants forestier	15	70	10	5	0	0	0	0	0	0	**100**
		TOTAL	**18**	**68**	**10**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**100**

Source : Travaux de terrain, 2013

Larecherche a prévue une marge de CAP comprise entre 5 % et 50 % du revenu annuel pour toutes les catégories socio-professionnelles impliquées dans l'exploitation des ressources naturelles dans le bassin. Mais les CAP exprimés n'ont pas dépassé les 20

% du bénéfice annuel sur les investissements des opérateurs des différentes corporations à la même période.

Les CAP exprimés se présentent comme suit :

- 5 % du bénéfice annuel sur les investissements exprimés par 18 % des personnes interrogées ;
- 10 % du bénéfice annuel sur les investissements exprimés par 68 % des personnes interrogées ;
- 15 % du bénéfice annuel sur les investissements exprimés par 10 % des personnes interrogées ;
- 20 % du bénéfice annuel sur les investissements exprimés par 03 % des personnes interrogées (figure 65)

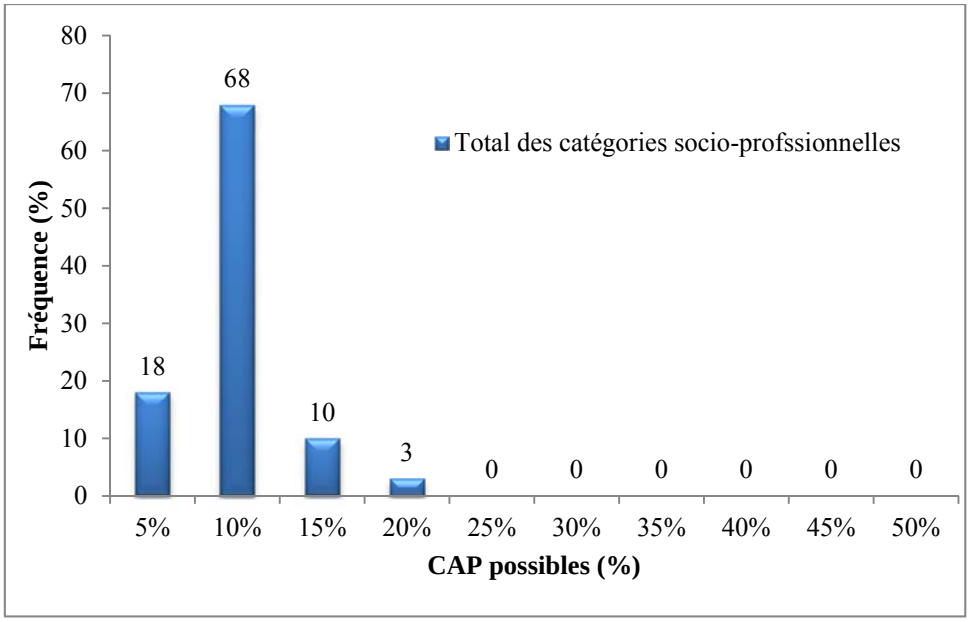


Figure 65 : Variation du taux des CAP exprimés par les cooporations

Sur 259 ménages agricoles interrogés, 176 ont accepté 10 % de CAP sur le bénéfice annuel, 47 ont accepté 5 % de CAP sur le bénéfice annuel, 26 ont accepté 15 % sur le bénéfice annuel et enfin, 08 ont opté pour 20 % de CAP sur le bénéfice annuel. Pour les propositions de CAP sur le bénéfice annuel variant de 25 % à 50% aucun adhérent n'est enregistré.

Les différents pourcentages exprimés par les différentes catégories socio-professionnelles montrent que la grande partie de ceux qui exploitent les terres cultivables, les formations végétales, les eaux, la faune (tant aquatique que de terre ferme) ne sont pas prêts à payer plus 10 F CFA sur 100 FCFA de leur gain annuel. La menace d'un déséquilibre des écosystèmes constitue un problème de grande ampleur, car les populations bien qu'elles mesurent l'importance du dommage qu'elles infligent aux composantes de leur environnement à travers les types d'exploitation mis en œuvre, elles continuent de se fier à la nature pour corriger les torts qu'elles occasionnent.

5.3- CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU BASSIN

Les territoires agricoles sont particulièrement sujets aux activités de fertilisation du sol afin de maximiser la production des cultures. L'épandage d'engrais, qu'ils soient d'origine organique ou minérale, occasionne une augmentation dans le sol des concentrations en éléments nutritifs essentiels au développement des végétaux. Ces éléments nutritifs, tels que le phosphore, l'azote et le potassium, ne sont cependant pas entièrement utilisés par les végétaux cultivés, et une bonne partie est emportée vers les ruisseaux et rivières par percolation et ruissellement.

La pollution des eaux d'origine agricole est généralement liée aux nitrates ou aux phosphates. La mise en évidence de la pollution causée par les pesticides (herbicides, insecticides et fongicides) est récente. Les normes internationales de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) fixent à 50 mg/L la concentration maximale admissible en nitrates dans les eaux de consommation et 25 mg/L comme valeur de référence. Quant aux nitrites, la valeur acceptable est fixée à 3 mg/L. La directive européenne 80/778 fixe à 50 mg/L la concentration maximale admissible en nitrates et à 0,1 microgramme par litre les concentrations maximales en pesticides par substance individualisée.

Au Bénin,

En vue de comprendre ce qu'il en est de la situation des eaux de la Beffa, une évaluation de la teneur de certains éléments physico-chimiques de ces eaux a été faite.

La figure 66 présente la spatialisation des points d'échantillonnage en rapport avec les unités d'occupation du sol.

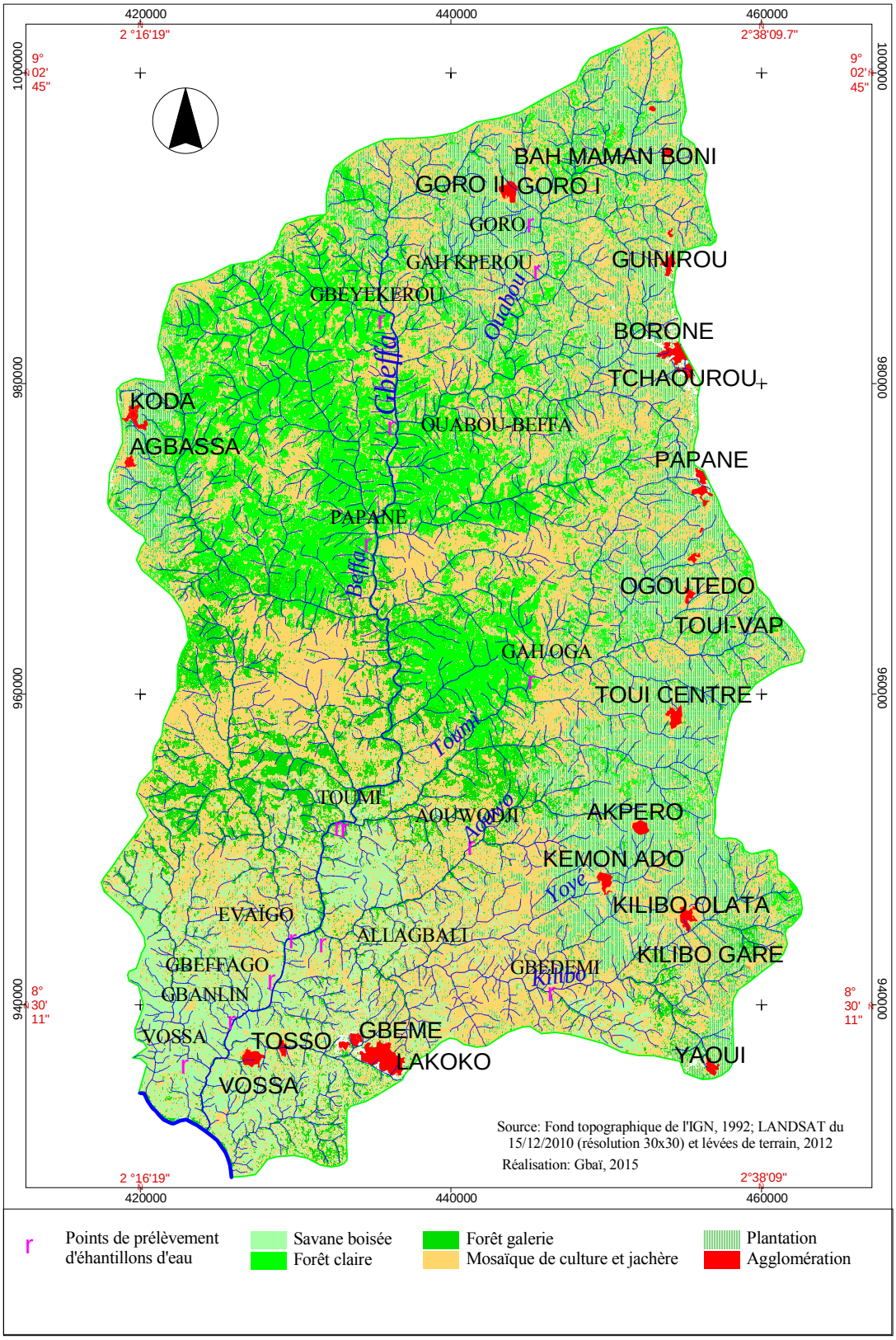


Figure 66:Répartition spatiale des points de prélèvements d'échantillons d'eau

Au total, 16 points ont été échantillonnés à raison d'un prélèvement en saison humide (août et septembre, 2014) et d'un autre prélèvement en saison sèche (février et mars 2015).

La balance ionique (BI) des données des résultats d'analyse de laboratoire se situe entre -10 % et +10 % indiquant ainsi ces résultats sont fiables.

Letableau LII présente les statistiques générales (minimum, maximum, moyenne, et écart-type) des donnéespour la saison humide et la saison sèche.

Tableau LII: statistique générale des échantillons de prélèvement en saison humide

Paramètres	Max	Min	Moy	Ecart-type
Saison humide				
Couleur	598	0	203	188
Turbidité	119	0	40	38
pH	10	7	9	1
Conductivité	237	24	139	80
Température	27	25	27	1
Ammonium $NH4^+$ (mg/l)	30	0	7	8
Nitrates $NO3^-$ (mg/L)	20	1	8	6
Nitrites $NO2^-$ (mg/L)	0	0	0	0
Sulfates $SO42^-$ (mg/L)	9	0	3	3
Fluorures	1	0	0	0
Phosphates $PO43^-$ (mg/L)	1	0	1	0
Iodure I^- (mg/L)	1	0	0	0
Fer total $Fe2^+$ /$Fe3^+$ (mg/L)	4	0	2	1
Chlorures Cl-(mg/L)	21	4	12	5
Bicarbonates $HCO3^-$ (mg/L)	134	12	71	40
Magnésium $Mg2^+$ (mg/L)	6	0	3	2
Calcium $Ca2^+$ (mg/L)	160	56	117	31
Dureté totale (mg/L)	80	6	42	22
Alcalinité (mg/L)	220	20	116	66
Sodium Na (mg/L)	4,37	2,53	3,42	0,59
Potassium K (mg/L)	5,06	2,76	4,16	0,70
Saison sèche				
pH	10	7	9	1
Conductivité	271	15	126	90
Température	27	26	27	0
Ammonium $NH4^+$ (mg/l)	33	0	6	12
Nitrates $NO3^-$ (mg/L)	18	1	6	6
Nitrites $NO2^-$ (mg/L)	0	0	0	0
Sulfates $SO42^-$ (mg/L)	11	0	2	4
Fluorures	1	0	0	0
Phosphates $PO43^-$(mg/L)	1	0	1	0
Iodure I^- (mg/L)	2	0	1	1
Fer total $Fe2^+$/$Fe3^+$ (mg/L)	5	0	2	2
Chlorures Cl^-(mg/L)	23	5	12	6
Bicarbonates $HCO3^-$ (mg/L)	171	18	73	46
Magnésium $Mg2^+$ (mg/L)	16	0	5	4
Calcium $Ca2^+$ (mg/L)	160	20	83	48
Dureté totale (mg/L)	102	9	42	26
Alcalinité (mg/L)	700	30	195	225

Sodium Na (mg/L)	4,60	2,53	3,48	0,70
Potassium K (mg/L)	8,97	4,68	7,20	1,29

Source : Résultats d'analyse d'eau, 2015

Les pH dans les deux cas de figure, presentent des valeurs suprieures ou égales à 7, indiquant que les eaux sont basiques. En ce qui concerne la conductivité, que ce soit en périodes humides ou sèches, les valeurs sont basses ; avec une légère augmentaion en saison sèche par rapport à la saison humide. Ainsi, les eaux du bassin sont peu minéralisées. Quant aux tempratures, elles sont presque invariables avec une moyenne de 26,5°.

5.2.1- Faciès géochimiques des eaux

La figure 67 représente le diagramme de Piper (1934) et a permis d'identifier les différents types d'eau en présence dans les cours d'eau du bassin.

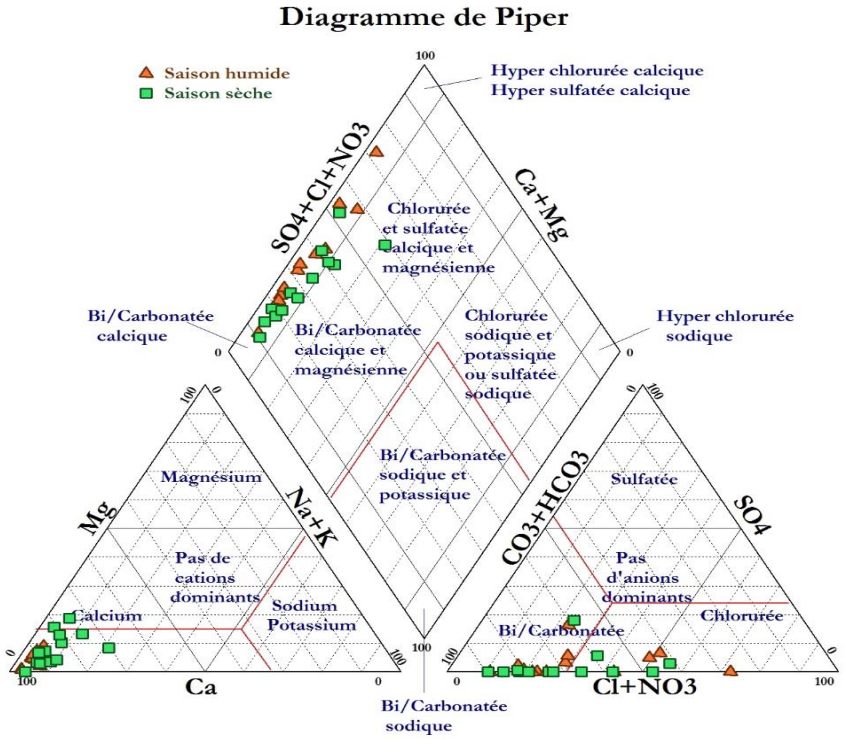


Figure 67:Diagramme de Piper montrant les faciès des eaux

Les eaux sont pour la plupart de faciès "bicarbonaté calcique et magnésienne" sauf quelques-uns (au nombre de 4) qui sont de type chloruré et sulfaté calcique et magnésien (Piper, 1934).

Le Calcium (Ca) domine énormément parmi les cations pour l'ensemble des échantillons alors que le Bicarbonate reste dominant pour les anions. Cependant, certains échantillons sont affectés par une propondérance des teneurs en Chlorure (Cl) et Nitrate (NO_3).

Celà suggère que les ions bicarbonates et Ca sont les plus dominants dans les eaux.

5.2.2- Variation temporelle de la minéralisation des eaux et des principaux minéraux

Les figures 68 et 69 traduisent la comparaison de la minéralisation des eaux entre saison humide et saison sèche.

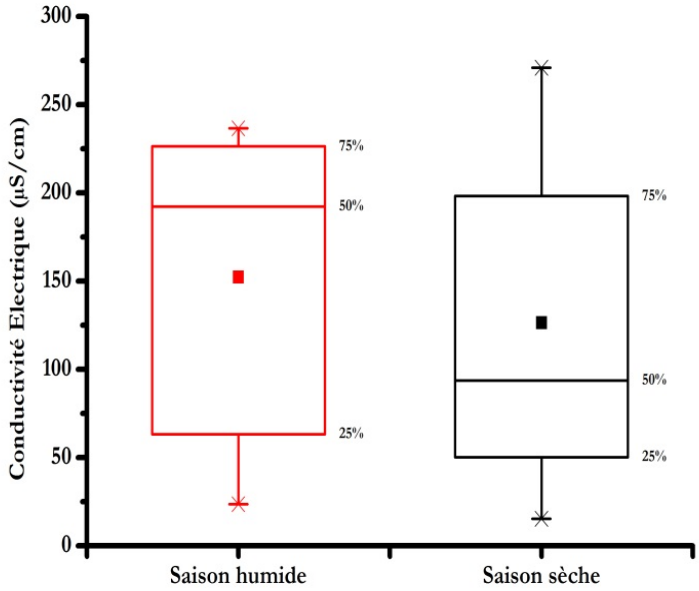


Figure 68:Variation temporelle de la conductivité électrique

Lafigure 68 indique que la conductivité électrique est plus importante en saison humide qu'en saison sèche. Il s'en suit donc une minéralisation des eaux plus importante en période humide qu'en période sèche. Cet état de choses est lié à un lessivage des intrants agricoles et autres matières organiques ainsi que les dépôts anthropiques sous l'effet des eaux de ruissellement.

En effet, les valeurs caractéristiques des boîtes à moustaches de la figure 68 sont pour la plupart plus importantes en saison humide qu'en saisonsèche. Il s'agit surtout de la médiane et de la moyenne. De même, les percentiles 25 (P25) et 75 (P75) sont plus

importantes en période humide qu'en période sèche. La médiane des échantillons en saison humide est largement supérieure à celle des échantilons prélevés en saison sèche. Il en est de même des valeurs moyennes (confère boîtes à moustache de la figure 69).

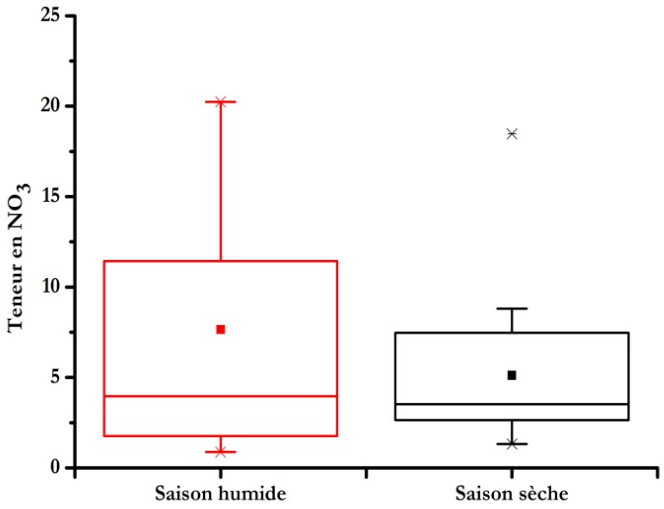


Figure 69 : Variation temporelle des teneurs en nitrates

La figure 69 indique que les teneurs en nitrates des échantillons d'eau sont plus importantes en saison humide qu'en saison sèche. Ainsi, la nitrification des eaux est plus importante en période humide qu'en période sèche. Le lessivage des intrants agricoles et autres matières organiques ainsi que les dépôts anthropiques sous l'effet des eaux de ruissellement en sont les raisons.La médiane et la moyenne de la boîte à moustache de la figure 69 sont plus élevées en saison humide qu'en saisonsèche.

La variation temporelle des teneurs en bicarbonate des eaux échantillonnées est traduite par la figure 70.

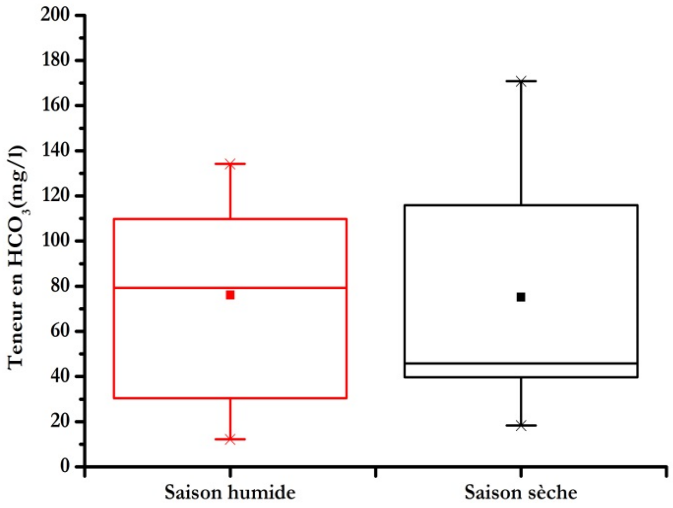


Figure 70:Variation temporelle des teneurs en bicarbonate

La lecture du graphe de la figure 70 indique que lesteneurs en bicarbonate sont plus élevés en saison humide qu'en saison sèche. Ainsi, la minéralisation des eaux est plus importante en période humide qu'en période sèche. Cet état de chosespourrait être lié à un lessivage de la cendre issue des feux de végétation sous l'effet des eaux de ruissellement.

La figure 70 traduit la variation temporelle des teneurs en phosphate des échantillons d'eau.

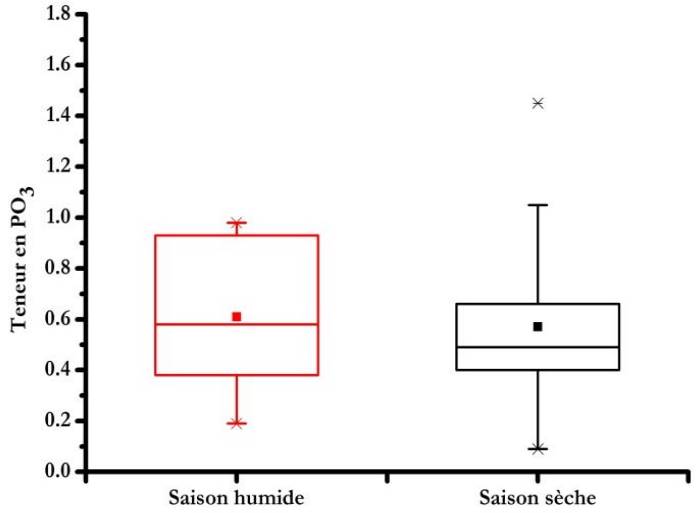


Figure 71 : Variation temporelle des teneurs en phosphate

Contairement aux observations faites sur les figures 68, 69 et 70 la figure 71 traduit par contre, que le bicarbonate, susceptible de provenir des phénomènes naturels,

présente des teneurs moins importantes en période humide par rapport à la période sèche.

Les analyses suggèrent que la minéralisation des eaux, plus forte en période humide, n'est pas seulement le fait des phénomènes naturels, mais influencée par les apports anthropiques, traduits ici par les fortes teneurs en nitrates et phosphates enregistrées en période humide.

La figure 72 montre l'évolution spatio-temporelle des teneurs en nitrates des eaux de surface sur le bassin.

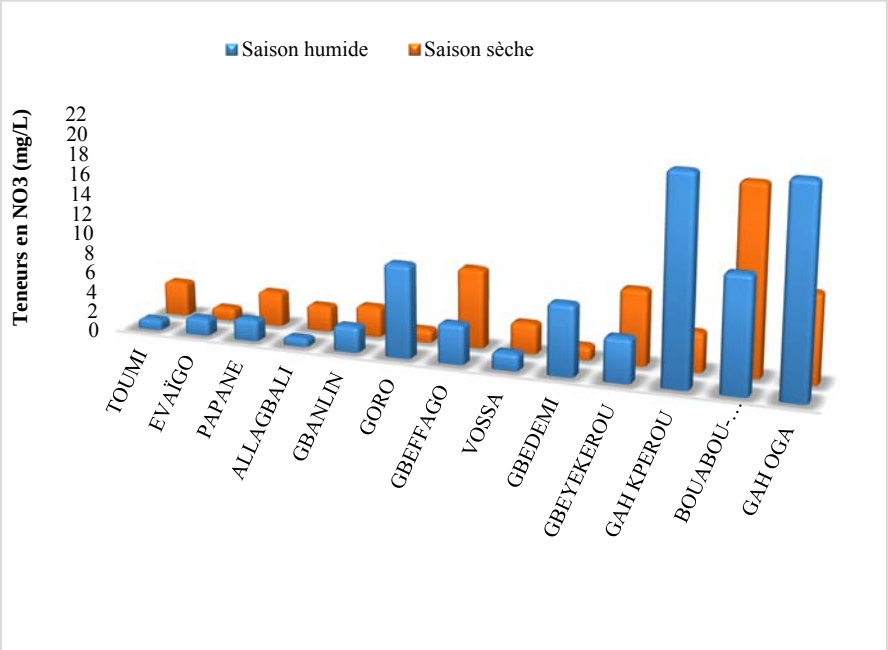


Figure 72:Variation spatio-temporelle des teneurs en Nitrate (NO_3) dans les eaux de surface

Les teneurs sont pour la plupart faibles sauf au niveau de quelques stations où des valeurs importantes (supérieures à 10 mg/L) ont été enregistrées. Ces valeurs élevées traduisent que les apports anthropiques contribuent à la minéralisation des eaux car dans les conditions naturelles, les valeurs de NO_3 ne dépassent guère 10 mg/L. La plupart des sites à fortes teneurs en nitrates sont situées, soit proche ou à l'aval juste d'une agglomération ou d'une zone cultivée. Cela suggère que les sources probables de nitrates sont les intrants agricoles ou les mauvaises conditions d'hygiène et d'assainissement.

5.2.3- Origine de la minéralisation

5.2.3.1- Influences activités agricoles sur la chimie des eaux du bassin

Les influences des activités agricoles sur la chimie des eaux se déterminent sur, la base de la corrélation entre les composées ioniques des eaux et de leur conductivité électrique. La figure 73 traduit le lien entre conductivité électrique et les teneurs en bicarbonate des eaux du bassin.

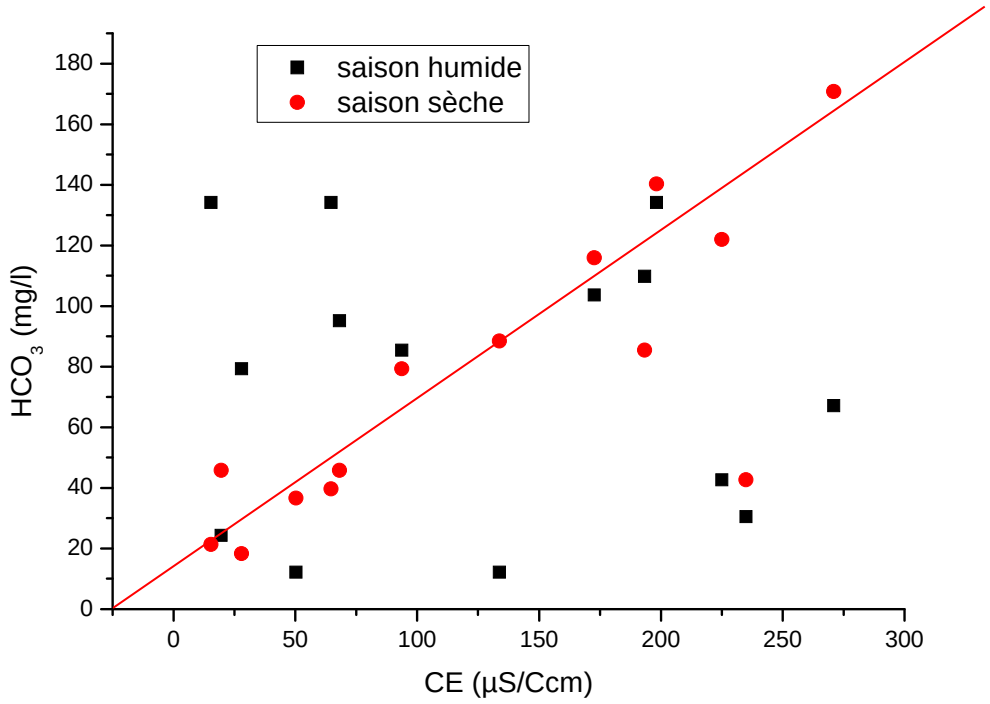


Figure 73 :Relation entre conductivité électrique et teneurs en bicarbonate

L'analyse du graphe de la figure 73 montre qu'il y aune bonne corrélation entre bicarbonate (HCO_3) et conductivité électrique (CE) en période sèche; en période humide, cette corrélation est lâche pour les eaux prélevées. Une bonne corrélation entre bicarbonate et conductivité électrique en période sèche indique que pendant cette période, la minéralisation de l'eau est beaucoup plus contrôlée par les phénomènes naturels (altération chimique des roches, influence des phénomènes évapo-transpiratoires). Par contre, en période humide, tel que évoqué dans la précédente rubrique, il y a l'influence des apports anthropiques, ce qui traduit la corrélation lâche entre bicarbonate et conductivité électrique pendant cette période.

La figure 74 traduit le lien entre les teneurs en bicarbonate et les teneurs en nitratrate.

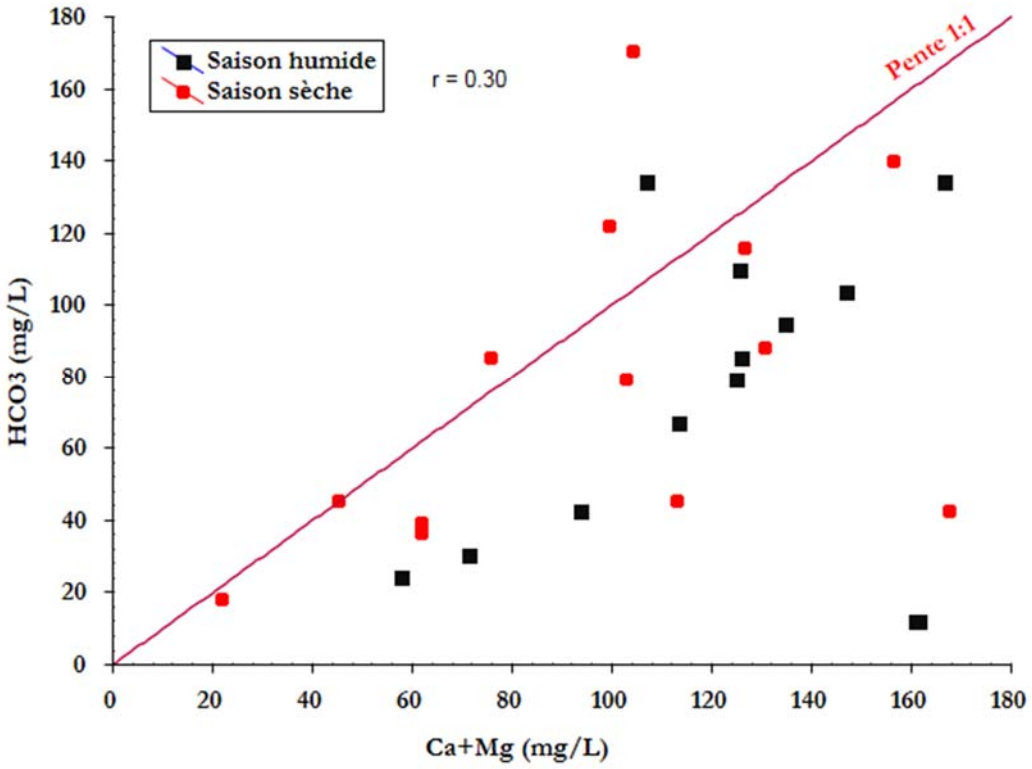


Figure 74 : Relation entre bicarbonate et le Ca+Mg

Or en milieu cristallin, la minéralisation naturelle des eaux est souvent issue de l'altération des minéraux silicatés et en partie des minéraux carbonatés (calcite, dolomite etc.) si ceux-ci sont présents dans le milieu. Le graphe de la figure 74 indique qu'il n'y a aucune relation entre HCO3 et Ca+Mg indiquant ainsi que les minéraux carbonatés ne sont pas impliqués ou sont très peu impliqués dans la minéralisation des eaux. Car le coefficient de détermination r = 0,3 (30 %) indique qu'il n'y a aucune relation entre le bicarbonate et le nitrate.

Dans ce cas, c'est plutôt les minéraux silicatés des roches cristallines qui participent de façon prépondérante à la minéralisation des eaux.

5.2.3.2- Influences de la chimie des eaux du bassin sur les activités agricoles

La figure 75, présente le diagramme de Wilcox, qui croise les données relatives à la Conductivité Electrique et aux Taux d'Absorption du Sodium (TAS).

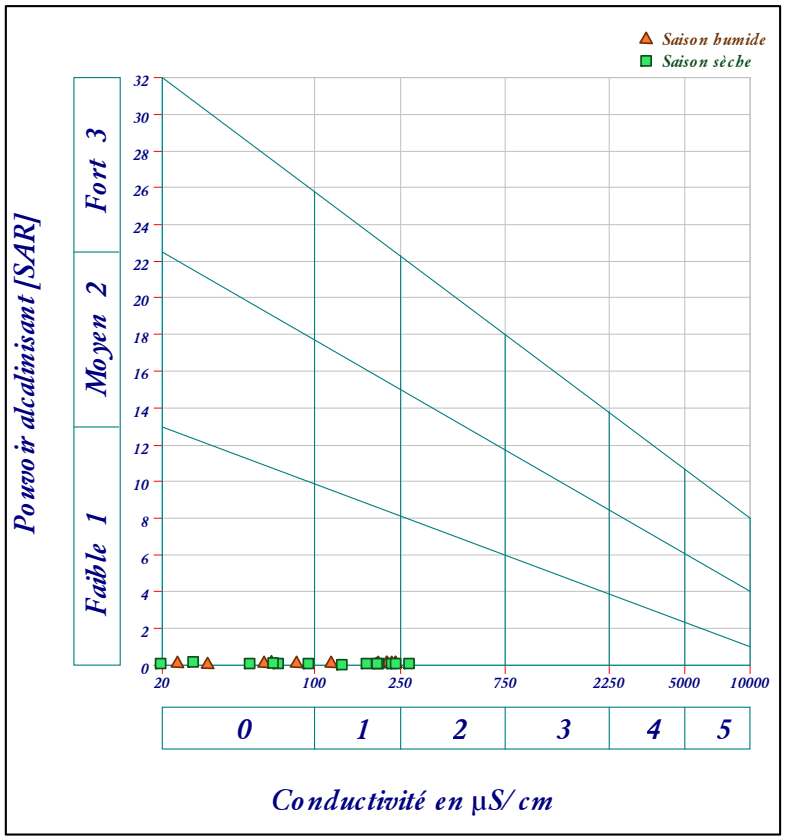


Figure 75:Diagramme de Wilcox

L'analyse de ce graphique ressort qu'en saison humide comme en saison sèche, les eaux du bassin présentent des valeurs de Taux d'Absorption du Sodium faible indiquant qu'elles ont un pouvoir alcalinisant faible.

De ce fait, les eaux de surface du bassin de la Beffa sont bien appropriées pour l'agriculture (agriculture irriguée).

5.4- IMPACTS SUR LES ECOSYSTEMES

Eu égard aux causes anthropiques, la tendance générale des impacts environnementaux se traduit par la destruction du tissu de cohésion qui existe entre les composantes environnementales des différents écosystèmes.

La dégradation du couvert végétal facilite l'érosion du sol et la perte de fertilité de ce dernier. Les cours d'eau sont ainsi comblés par des dépôts de sable. Les techniques de pêche par empoisonnement et l'utilisation des intrants agricoles sont sources de pollutions et représentent une menace très dangereuse pour la santé de la faune aquatique, de la faune non aquatique et du pastoralisme agricole.

Par ailleurs, l'usage de la tronçonneuse dans la coupe du bois d'œuvre, les feux de végétation, l'utilisation du fusil de chasse à canon de fabrication européenne font peser de graves menaces de déséquilibre général et accentué sur les différents écosystèmes du bassin.

5.5- IMPACTS SUR LA SOCIETE HUMAINE

Ils sont d'ordres économique, sanitaire, éducationnel, sécuritaire et socioculturel.

En effet, du point de vue économique, la pression exercée sur les ressources naturelles actuellement fait courir les risques d'une raréfaction critique de ces ressources à long terme.

Ainsi l'appauvrissement des cours d'eau et des forêts en espèces fauniques sera source du sous-emploi voire du chômage dans le rang des pêcheurs et chasseurs. De même, dans les rangs des exploitants forestiers, le chômage surviendra lorsque toutes les essences de valeur auront totalement disparu des forêts comme c'est le cas dans le bassin Nord de la Beffaoù ces différentes corporations ont témoigné que des fauves avaient séjourné, il y a environ 80 années (Gbaï, 2009).

La pauvreté qui découle du chômage rend ses victimes oisives. Elles se livrent parfois à des vices qui leur deviennent fatales par la suite.Par exemple, l'alcoolisme et le tabagisme font partie desdits vices. A tous ces maux, il faut ajouter les risques d'insécurité qui se traduisent par l'augmentation de la fréquence des vols à mains armées et toutes autres formes de délinquance.

La perte de biodiversité crée un manque à gagner du point de vue éducationnel car les espèces disparues ne seront pas connues des générations futures. Aussi faut-il retenir que les vertus thérapeutiques de ces plantes vont disparaître en laissant les " pauvres" populations à leur sort. Ainsi, la notion de développement durable se trouve compromise. Par ailleurs le chômage gagnera aussi le corps des tradi-thérapeutes. Il en résultera la perte de l'identité culturelle et cultuelle. Car il existe certaines espèces qui sont efficaces pour le traitement de certaines maladies pour lesquelles la pharmacie

moderne n'a pas encore de remèdes. Par exemple les maladies dites de honte qui pour la plupart sont contractées dans des relations amoureuses hors foyer conjugal.

Le diagramme de la figure 76 traduit la synthèse des implications environnementales de l'exploitation des ressources naturelles de la Beffa dans un lien de causes-effets-réponses. Ce diagramme répertorie 7 facteurs de pression et 7 manifestations de pression, quatre états conjoncturels de l'environnement déterminés par l'utilisation desdits milieux.

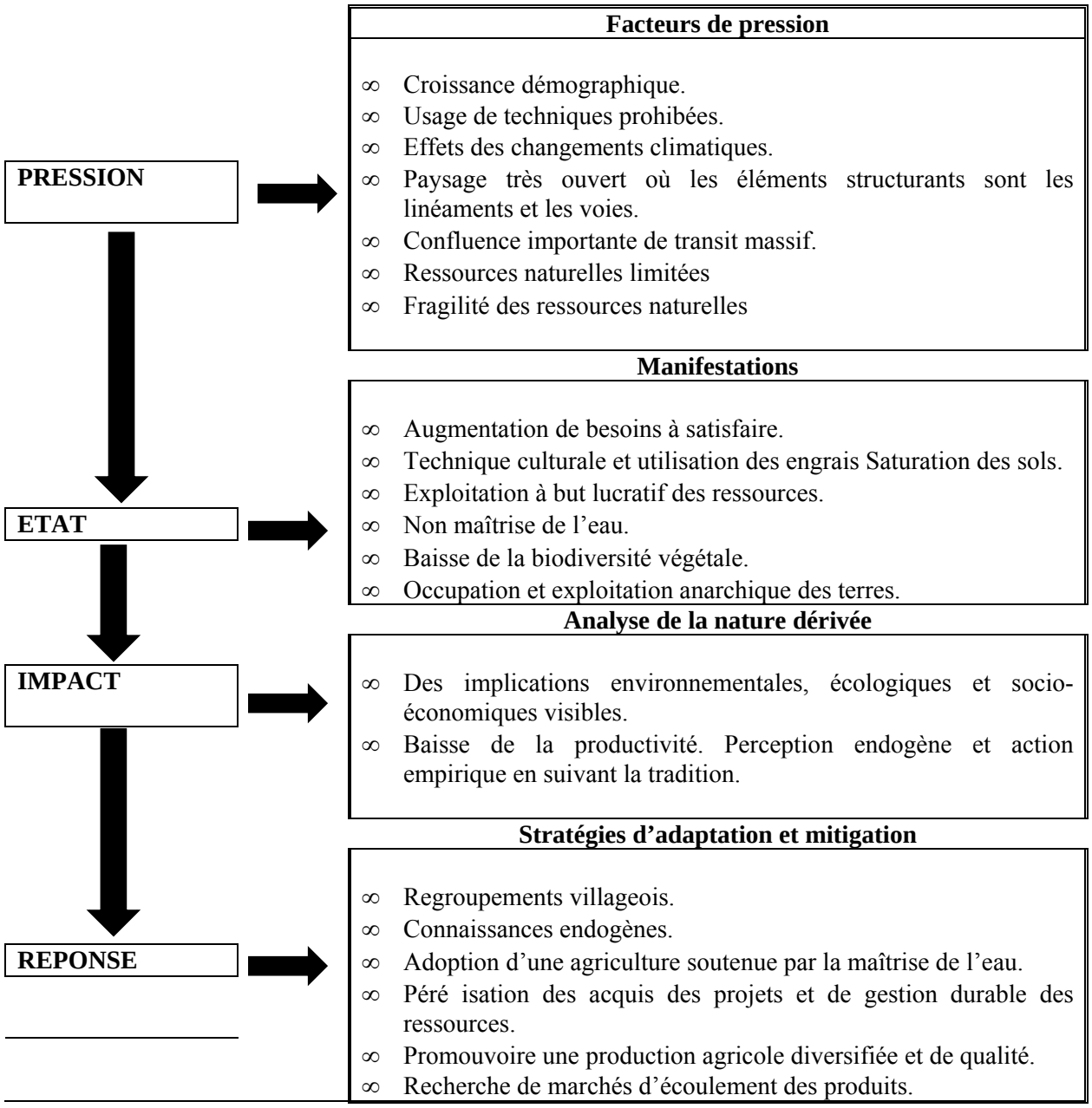


Figure 76: Evolution des impacts de l'espace de Perma.
Sources : Enquêtes 2013. Schéma adapté au diagramme de la Méthode PEIR

Le bassin de la Beffa dispose d'une grande potentialité exploitable de ressources naturelles.Mais la croissance démographique aussi bien au Bénin que dans les etats limitrophes, engendre de grands bésoins à satisfaire. Ainsi, une forte pression est exercée sur les ressources exploitées, à travers les technique mises en œuvres par les exploitatnts.

La non maîtrise de l'eau ne favorise pas des initiatives de cultures de contre saison. La dynamique de l'occupation anarchique des sols et le prélèvement des ligneux comme bois énergie et bois d'œuvre entrainent une baisse dangereuse de la biodiversitévégétale.

La migration des colons agricoles dans le milieu accentue la pression sur les ressources avec des implications environneentales inestimables. Le passage des troupeaux transhumants engendre des situations confluctuelles permanentes. Cette pratique n'est pas souvent à l'avantage des sédentaires qui y perdent leurs produits.

Le tableau LIII présente la synthèse globale des impacts, l'importance de chaque impact négatif dans un lien de cause à effet, les mesures d'atténuation et de compensation.

Tableau LIII: Evaluation des impacts lies à l'exploitation des ressources du bassin

ACTIVITES/PHASES	IMPACTS NEGATIFS	DUREE	ETENDUE	DEGRE DE PERTURBATION	IMPORTANCE DE L'IMPACT	Principales mesures d'atténuation et de compensation
1. Production végétale : agriculture & exploitation forestière						
Préparation du sol (défrichement, feux de végétation, laboure)	Risque de pollution de l'air par la poussière et la fumée Destruction des habitats de la faune Destruction des horizons du sol	Temporaire Permanente Permanente	Locale Locale Locale	Moyen Fort Moyen	Moyenne Forte Forte	• Dans la mesure du possible, effectuer le déboisement, le débroussaillage et le décapage des sols en dehors du pic de la période de reproduction des animaux ; • Installer, dans les zones ensemencées de graminées, quelques nichoirs pour les espèces en déclin dans les milieux de cultures; • Promouvoir l'usage des engrais verts au détriment des engrais chimiques.
Semis (mise en terre, bouturage, repiquage)	Destruction des habitats de la faune	Temporaire	Ponctuelle	faible	Moyenne	
Entretien (sarclage, traitement phytosanitaire)	Risque de pollution du sol Risque de pollution des eaux Dégradation des conditions physico-chimiques de l'eau	Permanente Permanente Permanente	Locale Régionale Régionale	Fort Fort Fort	Forte Forte Forte	
Récolte (céréales, légumes feuilles et fruits)	Destruction des habitats des arthropodes (insectes, crustacés,…) Destruction des habitats de la faune	Temporaire Temporaire	Locale Locale	Moyen Moyen	Moyenne Moyenne	
Coupe anarchique d'arbres et arbustes	Destruction des habitats de la faune Déboisement plateau, versants et berges Risque d'érosion du sol Risque d'érosion de diversité biologique Réduction des zones de frayères naturelles	Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente	Régionale Régionale Locale Régionale Locale	Fort Fort Fort Fort Fort	Moyenne Forte Moyenne Forte Moyenne	Appliquer les mesures d'atténuation visant : • l'intégrité et la restauration du couvert végétal ; • à mettre en place le plan de restauration des forêts et couvert végétal ; • à appliquer le plan de restauration des forêts et couvert végétal ; • la gestion des eaux de ruissellement et le contrôle de l'érosion.
Fabrication de charbon de bois	Pollution de l'air par la fumée Déboisement Perte de biodiversité	Temporaire Permanente Permanente	Ponctuelle Locale Locale	Faible Fort Fort	Moyenne Forte Forte	
2. Productions animales : élevage, pêche & chasse						
Pâturage	Pollution de l'air par la poussière et par la fumée Déboisement Destruction des habitats de faune par piétinement et élagage	Temporaire Permanente Permanente	Locale Locale Régionale	Faible Moyen Moyen	Faible Moyenne Moyenne	Appliquer les mesures d'atténuation visant : • l'intégrité et la restauration du couvert végétal ; • à mettre en place le plan de restauration des forêts et couvert végétal ; • à appliquer le plan de restauration des forêts et couvert végétal ; • la gestion des eaux de
Abreuvement dans les cours d'eau	Pollution de l'eau par des maladies Effondrement des berges	Permanente Permanente	Régionale Locale	Moyen Moyen	Moyenne Moyenne	
Abatage des animaux et pêche (usage de fusil de chasse, usage de piège usage de	Perte de diversité biologique Pollution sonore Risque d'extinction des espèces rares	Permanente Temporaire Permanente	Régionale Locale Régionale	Fort Faible Forte	Forte Moyenne Moyenne	

poisons pour la capture des espèces halieutiques)	Risque d'intoxication alimentaire	Temporaire	Locale	Moyen	Moyenne	ruissellement et le contrôle de l'érosion ; ➢ la gestion des eaux de ruissellement et le contrôle de l'érosion ; Lors de l'assèchement des cours et plans d'eau : ➢ Multiplier les mesures de surveillance des écosystèmes aquatiques de façon à ce que les poissons se concentrent dans la zone la plus profonde et que les utilisateurs de techniques prohibées soient traqués en permanence à ces périodes de chaque année; ➢ relocaliser les poissons dans un plan d'eau à proximité ayant les mêmes populations de poissons ; ➢ Mettre en place des mesures de compensation des pertes d'habitat des animaux sauvages en concertation avec les organisations internationales de protection de la nature, les partenaires au développement et les acteurs nationaux ; ➢ Encourager les promoteurs de la domestication des animaux sauvages ; ➢ Élaborer un programme d'acquisition des propriétés qui assure un traitement juste et équitable de tous les propriétaires; ➢ Appliquer les mesures d'atténuation et de compensation appropriées aux activités de villégiature ainsi, que de chasse…
3. Exploitation minière : sable et roches granito-gneissiques						
Exploitation (prélèvement et transport du sable)	Création de mares et de lacs artificiels Eboulements des berges	Permanente Temporaire	Locale Ponctuelle	Fort Faible	Moyenne Faible	➢ Reboiser autour du site (la bande de sécurité) ;

	Pollution des eaux par les huiles et carburants Pollution de l'air par le sable non couvert et par les fumées et gaz d'échappement Ensablement de voies Réduction des sols cultivables	Permanente Temporaire Permanente Permanente	Locale Locale Régionale Locale	Moyen Fort Moyen Moyen	Moyenne Moyenne Forte Moyenne	➔ bâcher les camions chargés de sables ou de graviers ; ➔ installer des panneaux de signalisation sur la voies d'accès aux carrières ; ➔ Organiser des séances de sensibilisation des exploitants de carrières et des populations sur l'importance des reboisements de sites.
	IMPACTS POSITIFS	**DUREE**	**ETENDUE**	**DEGRE DE PERTURBATION**	**IMPORTANCE DE L'IMPACT**	
Assainissement des différents milieux	Epuration des milieux de certaines espèces nuisibles par coupe ou désensablement des lits de cours d'eau.	Permanente	Locale	Moyen	Forte	
Satisfaction des besoins des populations	L'exploitation des différentes ressources naturelles rend disponible les différents produits découlant des différent systèmes d'exploitation.	Permanente	Régionale	Forte	Moyenne	
Préservation des infrastructures sociocommunautaires	Les activités n'entraînent aucune destruction d'infrastructures sociocommunautaires publiques ou privées.	Temporaire	Locale			
Economie	Les activités menées procurent aux populations aussi bien locales que celles d'ailleurs des biens matériels, financiers et/ou des satisfactions morales	Permanente	Régionale	Moyen	Moyenne	

L’exploitation des ressources telle que cela se fait aujourd’hui, présente quelques aspects positifs quant à la gestion de l’environnement du bassin. Les impacts positifs se résument à l’épuration des milieux par élimination de certaines espèces vieillissantes et malades pour les productions végétales et animales. Par contre, on assiste à l’apparition et/ou à la prolifération d’autres espèces végétales dont les bétails en sont les vecteurs à travers leurs défécations dans la nature (nom local : *Sécoutouré*, nom scientifique : *Chromolaena odorata*). Les chasseurs du secteur d’étude ont témoigné que cette plante prolifère actuellement dans le milieu et reconstitue assez rapidement l’habitat de gibiers.

Les impacts négatifs sur l’environnement sont assez nombreux, puis leur importance varie généralement de moyenne à forte. Leur manifestation actuelle justifie l’intensité des systèmes d’exploitation en cours dans les communes du bassin. Ces résultats viennent confirmer ceux déjà obtenus par analyse diachronique et parcellaire.

CHAPITRE VI : SIMULATION PROSPECTIVE DE L'ETAT DE L'OCCUPATION DU SOL; DISCUSSIONS.

6.1- SIMULATION PREDICTIVE DE L'ETAT DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LE BASSIN D'ETUDE

Les mécanismes d'aide à la prise de décision sont des outils importants dans la planification de l'exploitation des ressources naturelles. La simulation est la reproduction artificielle et aussi réaliste que possible d'un processus complexe à des fins scientifiques, ludiques ou de formation. Dans le cadre de la présente thèse, la simulation de l'état du couvert végétal a permis de reproduire le paysage forestier du bassin de la beffa aux horizons 2020, 2030, 2040 et 2050.

6.1.1- Dynamique prédictive de l'état d'occupation du sol

Au sens général, la prospective est une manière originale d'observer sur une longue période et avec un horizon à long terme une situation déterminée. C'est avant tout un regard sur l'avenir, destiné à éclairer l'action présente. Les tendances passées et présentes sont utilisées comme support à la réflexion. La prospective constitue donc un va-et-vient entre le présent, le passé et le futur, en se fondant sur l'étude de l'ensemble des facteurs en jeu et de leurs inter-relations, et intégrant des ruptures subies ou voulues.

Une méthode plus fine pour comparer l'évolution réelle du mode d'occupation du sol dans la zone d'étude et l'évolution modélisée consiste à calculer les fréquences croisées entre l'état initial observé en 1990 et l'état final observé en 2010. Ainsi, les tableaux de contingence des situations observées sont construits. Ils peuvent servir à simuler un état futur étant donné qu'ils présentent des probabilités de transition. Le logiciel ENVI permet de réaliser ces statistiques qui peuvent se présenter sous trois formes : évolution des pixels, traduction en valeur vraies suivant les probabilités d'occurrences et l'évaluation des superficies occupées par l'ensemble des pixels correspondants aux unités d'occupation du sol.

Les tableaux LIV, LV et LVI illustrent ces trois modes de représentation matricielle des états d'évolution des unités d'occupation du sol.

Tableau LIV: Matrices de dispersion des pixels entre 1990 et 2000

Pixel Counts (unité)	Unité d'occupation du sol						
	FG	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**	**Row Total**
Unclassified	0	0	0	0	0	0	0
FG	39131	25158	75800	47347	4315	25981	217732
FC	27120	19438	33006	7682	3763	1122267	1213276
SB	259127	240021	394137	65754	26859	37212	1023110
MCJ	55488	48798	126420	54546	5763	23507	314522
PLANT	98328	83294	169627	87607	15940	59028	513824
AGG	32038	31080	61205	33624	4793	14786	177526
Class Total	511232	447789	860195	296560	61433	1282781	0
Class Changes	472101	428351	466058	242014	45493	1267995	0
Image Difference	-293500	765487	162915	17962	452391	-1105255	0

Source : traitement d'images LANDSAT 1990 et 2000 ; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

Les fréquences de dispersion des pixels des unités d'occupation du sol entre 1990 et 2000, ont permis de déduire la part de chaque unité dans la transformation des autres.

Tableau LV:Fréquences de dispersion des pixels des unités d'occupation du sol

Pourcentage (%)	Unité d'occupation du sol						
	FG	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**	**Row Total**
Unclassified	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
FG	**12,654**	5,618	8,812	10,965	7,024	2,025	100
FC	5,305	**4,341**	3,837	2,590	6,125	87,487	100
SB	45,687	53,601	**40,819**	22,172	43,721	2,901	100
MCJ	10,854	10,898	14,697	**18,393**	9,381	1,833	100
PLANT	19,234	18,601	19,720	29,541	**25,947**	4,602	100
AGG	6,267	6,941	7,115	11,338	7,802	**1,153**	100
Class Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	0
Class Changes	92,346	95,659	54,181	81,607	74,053	98,847	0
Image Difference	-57,410	170,948	18,939	6,057	736,397	-86,161	0

Source :Traitement d'images LANDSAT 1990 et 2000; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

La superficie occupée par chaque unité d'occupation du sol au cours de la période 1990-2000 est récapitulée dans le tableau LVI.

Tableau LVI:Proportion de répartition des unités d'occupation du sol (1990-2000)

Area (Square km²)	Unité d'occupation du sol (km²)						
	FG	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**	**Row Total**
Unclassified	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
FG	35,22	22,65	68,23	42,62	3,88	23,39	195,99
FC	24,41	17,50	29,71	6,91	3,39	1010,18	1092,10
SB	233,25	16,05	354,77	59,19	24,18	33,50	920,93
MCJ	49,95	43,92	113,79	49,10	5,19	21,16	283,11
PLANT	88,51	74,98	152,69	78,86	14,35	53,13	462,51
AGG	28,84	27,98	55,09	30,27	4,31	13,31	159,80
Class Total	460,17	403,07	774,28	266,94	55,30	1154,67	0
Class Changes	424,95	385,57	419,51	217,84	40,95	1141,36	0
Image Difference	-264,19	689,04	146,64	16,17	407,21	-994,87	0

Source : traitement d'images LANDSAT 1990 et 2000; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

Parmi les tableauxLIV, LV et LVI, le tableau LV parait plus utile car, il présente les fréquences de dispersion des pixels. Aussi, permet-il de déduire les probabilités d'existence ou non d'un pixel au détriment de ces proches voisins.

En isolant les chiffres suivant la diagonale, la part de chaque unité est observéedans la transformation des autres. Le tableau LVII en présente la structure.

Tableau LVII:Part de chaque unité dans la transformation des autres unités (1990-2000)

Période	Unité d'occupation du sol (%)					
	FG	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**
1990 - 2000	12,654	4,341	40,819	18,4	25,947	1,153

Source :Traitement d'images LANDSAT 1990 et 2000; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

A l'analyse de ces chiffres, il ressort qu'au cours de la période allant de 1990 à 2000, la savane boisée a perdu plus de la moitié de sa superficie (60 %). Globalement les formations naturelles ont régressé au détriment des formations anthropiques.

Cette évolution semble être maintenue entre 2000 et 2010 (tableaux LVIII ; LIX ; LX)

Tableau LVIII: Matrices de dispersion des pixels entre 2000 et 2010

	Unité d'occupation du sol						
Pixel Counts (unité)	**FG**	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**	**Row Total**
Unclassified	0	0	0	0	0	0	0
FG	31701	27049	238800	48600	66520	22893	435563
FC	16568	23315	297588	46373	64311	29915	478070
SB	47583	6153	61240	61173	47345	21102	244596
MCJ	71194	33884	418967	121399	188963	64907	899314
PLANT	47840	11463	91188	49981	170598	44211	415281
AGG	26510	1242397	25574	21141	32089	14061	1361772
Class Total	241396	1344261	1133357	348667	569826	197089	0
Class Changes	209695	1320946	1072117	227268	399228	183028	0
Image Difference	194167	-866191	-888761	550647	-154545	1164683	0

Source : traitement d'images LANDSAT 2000 et 2010 ; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

Les fréquences de dispersion des pixels des unités d'occupation du sol entre 2000 et 2010, ont permis de déduire la part de chaque unité dans la transformation des autres unités.

Tableau LIX: Fréquences de dispersion des pixels des unités d'occupation du sol (2000- 2010)

Percentages (%)	**FG**	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**	**Row Total**
Unclassified	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
FG	**7,654**	2,012	21,070	13,939	11,674	11,616	100
FC	6,863	**1,734**	26,257	13,300	11,286	15,178	100
SB	19,712	0,458	**5,403**	17,545	8,309	10,707	100
MCJ	29,493	2,521	36,967	**40,8**	33,162	32,933	100
PLANT	19,818	0,853	8,046	14,335	**29,939**	22,432	100
AGG	10,982	92,422	2,256	6,063	5,631	**7,134**	100
Class Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	0
Class Changes	86,868	98,266	94,597	65,182	70,061	92,866	0
Image Difference	80,435	-64,436	-78,418	157,929	-27,121	590,943	0

Source : traitement d'images LANDSAT 2000 et 2010 ; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

La superficie occupée par chaque unité d'occupation du sol au cours de la période 2000-2010 est récapitulée dans le tableau LXI.

Tableau LX: Proportion de répartition des unités d'occupation du sol entre 2000 et 2010

Area (Square km²)	FG	FC	SB	MCJ	PLANT	AGG	Row Total
Unclassified	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FG	25,75	21,97	193,95	39,47	54,03	18,59	353,76
FC	13,46	18,94	241,70	37,66	52,23	24,30	388,29
SB	38,65	5,00	49,74	49,68	38,45	17,14	198,66
MCJ	57,82	27,52	340,28	98,60	153,47	52,72	730,42
PLANT	38,86	9,31	74,06	40,59	138,56	35,91	337,29
AGG	21,53	1009,07	20,77	17,17	26,06	11,42	1106,02
Class Total	196,06	1091,80	920,50	283,18	462,81	160,07	0,00
Class Changes	170,31	1072,86	870,77	184,59	324,25	148,65	0,00
Image Difference	157,70	-703,51	-721,85	447,23	-125,52	945,95	0,00

Source : traitement d'images LANDSAT 2000 et 2010 ; Gbaï, 2015

FG : Forêt galerie FC : Forêt claire SB : Savane boisée
MCJ : Mosaïque de culture et jachère PLANT : Plantation AGG : agglomération

Letableau LX présente les taux de dispersion des pixels, à partir desquels on pourrait déduire les probabilités d'existence ou non d'un pixel au détriment de ces proches voisins.

Le récapitulatif de la part de chaque unité dans la transformation des autres unités est présenté dans le tableau LXI.

Tableau LXI: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités (2000-2010)

	Unités d'occupation du sol (%)					
Période	**FG**	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**
2000 - 2010	7,654	1,734	5,403	40,8	29,939	7,134

Source : Traitement d'images LANDSAT 2000 et 2010 ; Gbaï, 2015

L'ensemble de cestableaux de contingence permet d'apprécier l'évolution des unités d'occupation du sol de 1990 à 2010 en passant par 2000. Le croisement des deux probabilités affiche une évolution dirigée diversement selon les poids probabilistes

observés. Le tableau LXII, présente la part de chaque unité dans la transformation des autres sur deux périodes.

Tableau LXII: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités (1990-2010)

	Unités d'occupation du sol (%)					
Périodes	**FG**	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**
1990 - 2000	12,654	4,341	40,819	18,4	25,947	1,153
2000 - 2010	7,654	1,734	5,403	40,8	29,939	7,134

Source : Traitement d'images LANDSAT 1990, 2000 et 2010 ; Gbaï, 2015

L'interprétation graphique de ces fréquences dispose de l'évolution de la figure 77 qui suit :

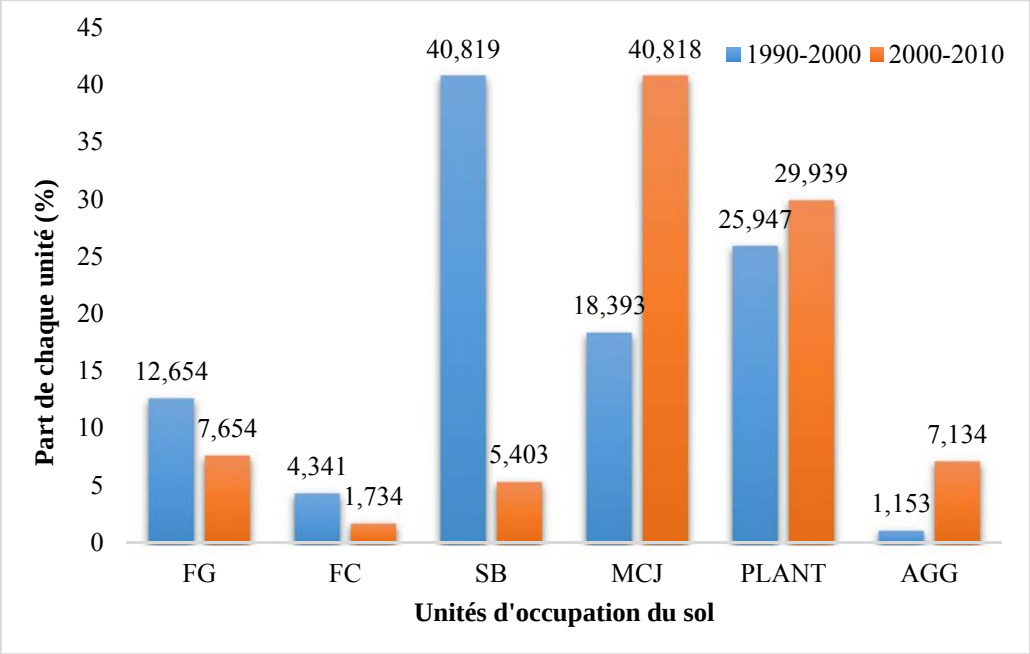
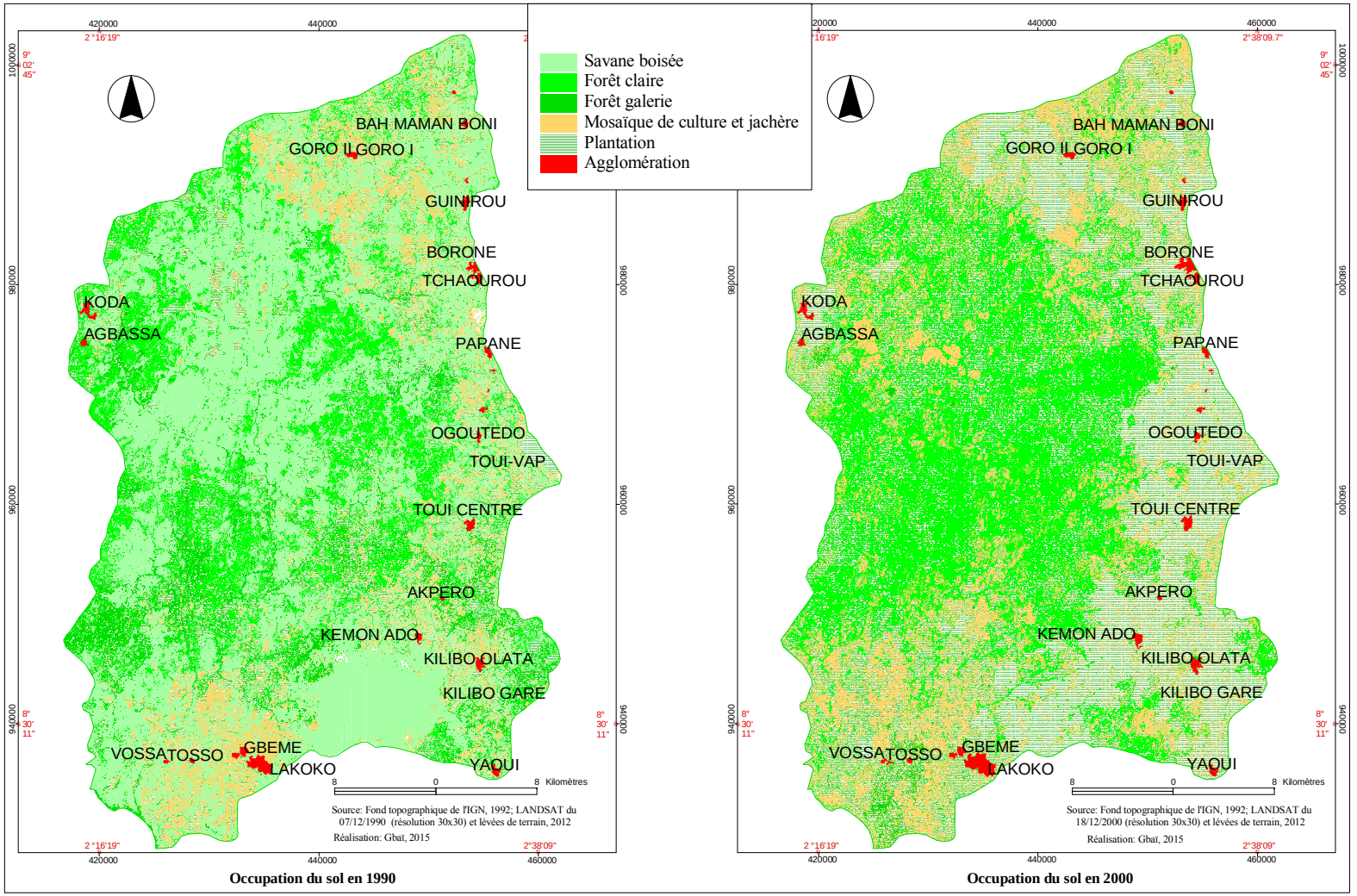


Figure 77: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités

Toutes les formations naturelles sont en régression au cours de la décennie 2000-2010. Quant aux formations anthropiques, la tendance est au contraire progressive. Les champs et jachères sont passés à plus de 20 % au cours de cette même période. Les agglomérationsont aussi connu une évolution de l'ordre de plus de 5 % en 2010.

L'évolution spatiale des états futurs est à rechercher dans la mesure où la croissance démographique de la zone connait également une dynamique entretenue par bien des facteurs.

La figure 78 présente l'illustration cartographique de cette dynamique spatio-temporelle qui anime les unités d'occupation du sol des années 1990 et 2000.



Occupation du sol en 1990 **Occupation du sol en 2000**

Figure 78: Dynamique de l'état d'occupation du sol en 1990 et en 2000.

La lecture des cartes de la figure 78 indique ce qui suit :

- Carte d'occupation 1990 : Les formations naturelles que les forêts galeries, les savanes boisées et les forêts claires sont dominantes de la partie centrale vers la partie Ouest du bassin. En effet, ces parties du bassin sont de difficile accès. Lelong séjourpassédans le milieu dans le cadre de la collecte, des donées a permis de constater qu'il n'y a pas assez de voies d'accès aménagées.Car, du point de vue morphologique, il existe assez de vallées encaissées qui nécessiteraient beaucoup d'investissement, pour la construction de ponts et ponceaux.Quant aux agglomérations, il en existe environ une quinzaine ; elles sont concentrées à l'est, au nord-est, puis au sud. C'est à partir de ces agglomérations que ce constate le développent des activités champêtres. Cette partie est d'accès plus facile à cause de la Route Nationale Inter-Etats (RNIE 2) qui la traverse. Le reste des agglomérations est relié à la RNIE 2, par les voies carrossables régulièrement rechargées qui traversent les localités d'Agbassa, Kodé, et Goro, d'une part ; puis d'autre part, les voies qui partent d'Idadjo, Gbanlin et Ouèssè, débouchant sur la RNIE 2 au niveau de Kokoro et de Kilibo.

La figure 79présente la dynamique spatio-temporelle des unités d'occupation du sol des années 2000 et 2010. Le commentaire de cette dynamique d'état de surface est se présente somme suit :

- En2000, l'état de l'occupation du sol est similaire à 1990, mais à la différence qu'on constate un phénomène de fragmentation des unités telles que la savane boisée et la forêt claire pénétrées par les mosaïques de culture et jachère. Dans le même temps, les mosaïques de culture et jachère se substituent aux activités champêtres.

- En 2010, le phénomène de la fragmentation des formations naturelles s'est poursuivi, il se manifeste par les mosaïques de cultures et jachères, puis les plantations. Toutefois par endroit, la forêt claire est en regression pour de venir la savane boisée.

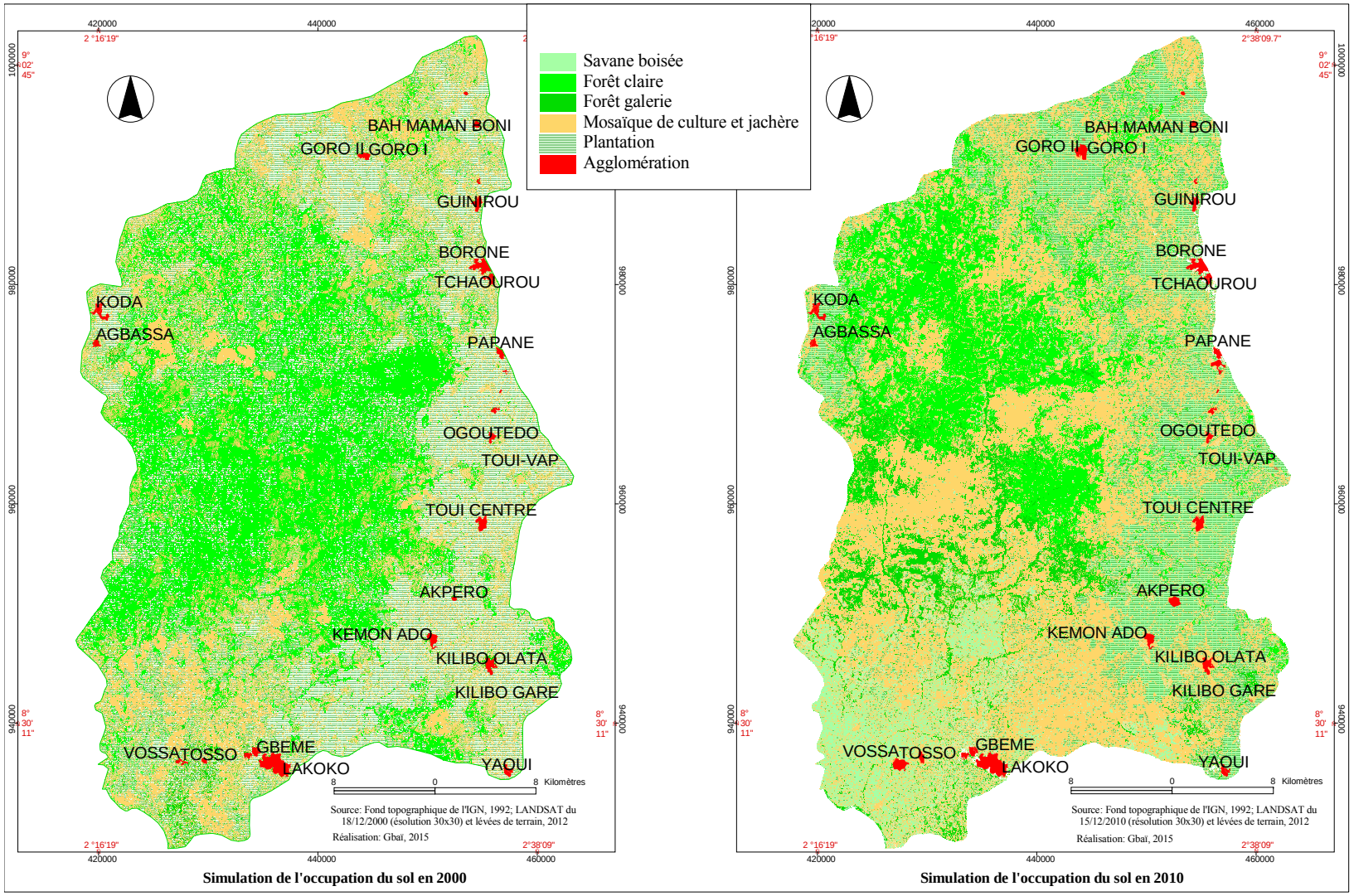


Figure 79: Dynamique de l'état d'occupation du sol en 2000 et en 2010

6.1.2- Simulation de l'état de l'occupation du sol sur quatre décennies

Tenant compte de l'évolution des unités d'occupation du sol de 2000 à 2010, il est établit une prévision des états de transition. En effet, plusieurs approches concourent à prédire l'état futur de tout système dynamique. La connaissance des états présents permettent d'associer une fonction mathématique aux variables dépendantes et indépendantes.

Mais dans la nature les choses sont beaucoup plus complexes. Les processus des phénomènes naturels sont rarement d'ordre linéaire et peuvent parfois être influencés par plusieurs variables. Pour le cas de cette étude, la modélisation statistique a été choisie au regard des tendances affichées au cours des deux décennies.

Tableau LXIII: Simulation de l'état de l'occupation du sol sur quatre décennies

	Unités d'occupation du sol (%)					
Périodes	**FG**	**FC**	**SB**	**MCJ**	**PLANT**	**AGG**
2000-2020	2,654	-0,873	-30,013	63,243	33,931	13,115
2020-2030	-2,346	-3,48	-65,429	85,668	37,923	19,096
2030-2040	-7,346	-6,087	-100,845	108,093	41,915	25,077
2040-2050	-12,346	-8,694	-136,261	130,518	45,907	31,058

Source : traitement d'images LANDSAT 1990, 2000 et 2010 ; Gbaï, 2015

Ainsi, les prévisions des unités d'occupation du sol portées par l'analyse des données de départ sont observables. La tendance de départ semble être respectée. Mais cela ne saurait demeurer éternel car des modalités de stabilité ou de restauration peuvent intervenir et changer le cours prévisionnel des choses.

Les prévisions des unités d'occupation du sol issues de la simulation sur les périodes 2010-2020 ; 2020-2030 ; 2040-2050 sont traduites dans les cartes d'occupation du sol des figure 80 et figure 81:

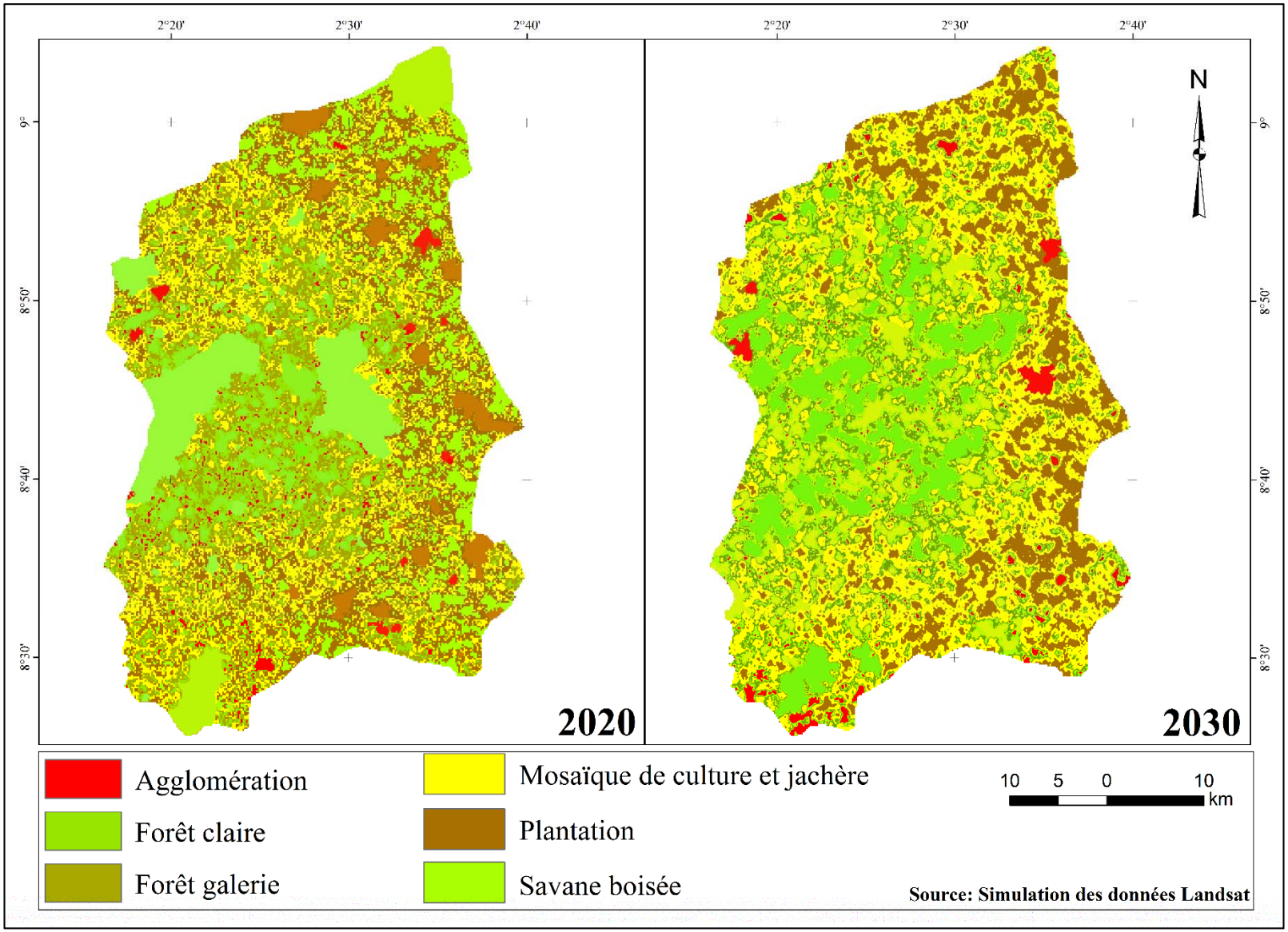


Figure 80: Carte de l'état d'occupation du sol simulé sur 2020 et 2030.

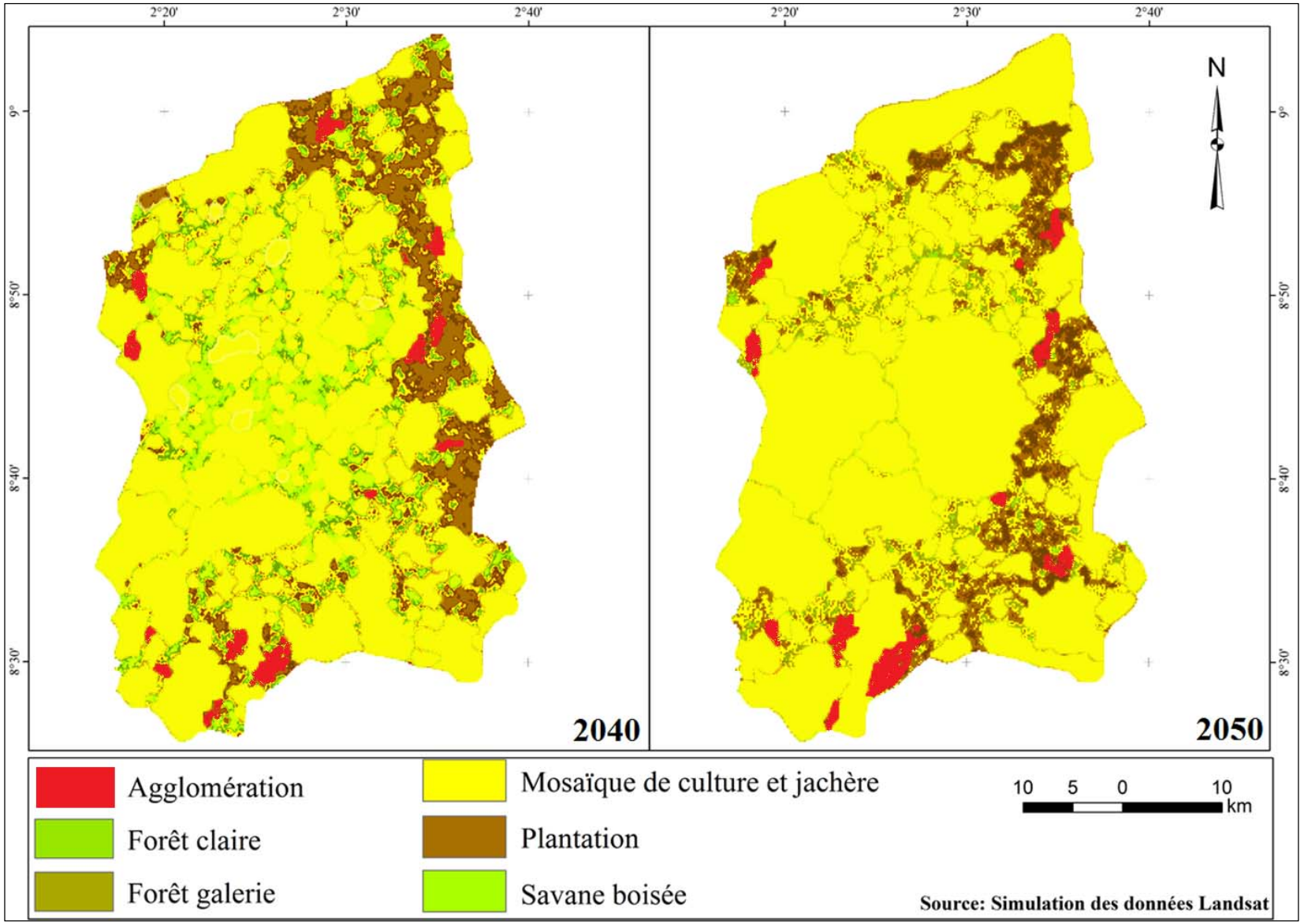


Figure 81: Carte de l'état d'occupation du sol simulé sur 2020 et 2030.

Le graphe de la figure 82, montre l'évolution prévisionnelle des valeurs propres à la dynamique du secteur d'étude.

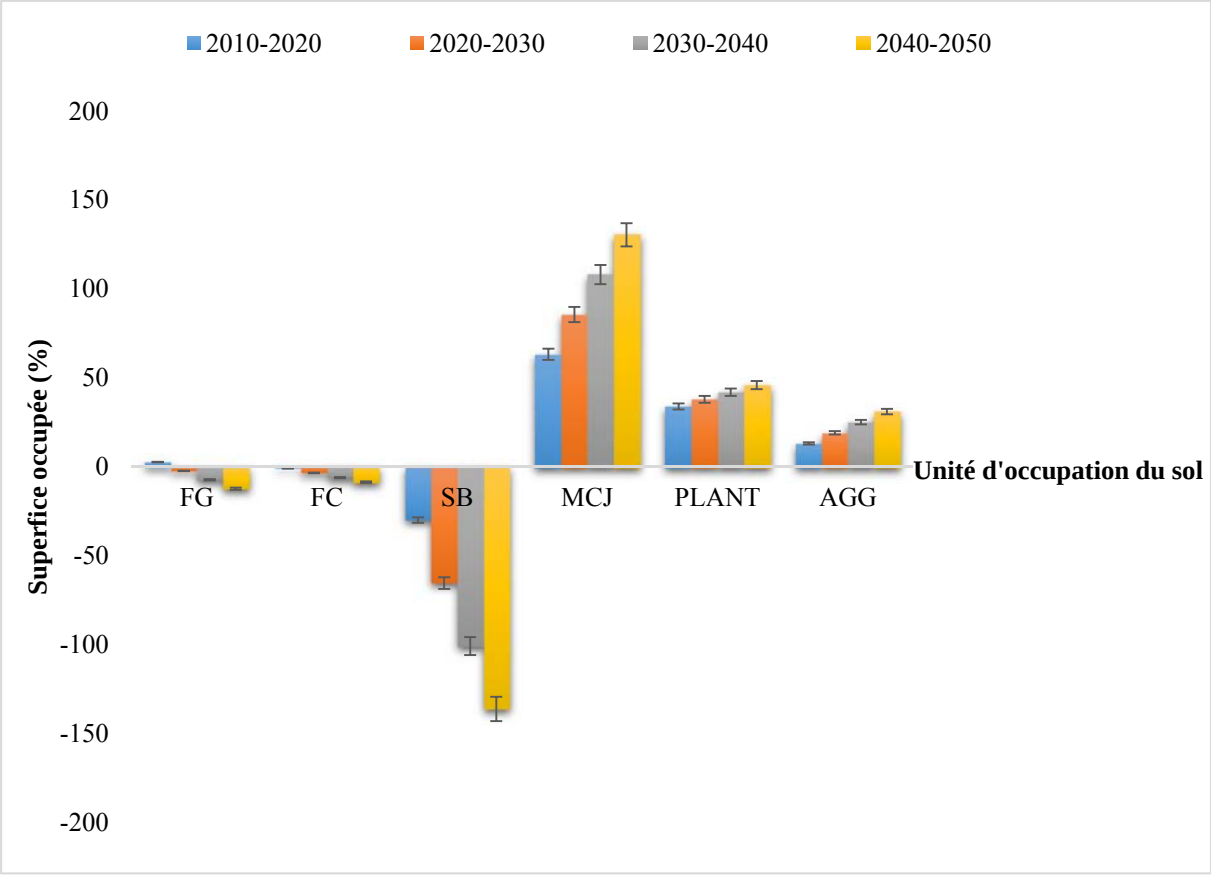


Figure 82: Taux répartition des trois simulations d'unités d'occupation du sol

Entre 2020 et 2050 les formations naturelles disparaitraient pendant que les formations anthropiques s'imposeraient. Les mosaïques de cultures et jachères en tête avec une augmentation de plus de 100 % de leur superficie actuelle. Les plantations connaissent au cours de cette période une évolution plutôt moins agressive car elles ne dépasseraient point, plus de la moitié, des surfaces occupées au départ. Les agglomérations quant à elle augmenteraient de 31 % de leur superficie.

Il semblerait qu'au cours de cette période la savane boisée cèderait ses superficies auxcultures et jachère. Les courbes présentées par la figure 82, permettent d'observer cette évolution.

6.2- DISCUSSIONS

Elle aborde le secteur d'étude, la méthodologie et les résultats.

6.2.1- Cadre d'étude et données brutes collectées

Du Sud au Nord le bassin de la Beffaest intégré partiellement aux territoires des Communes de Ouèssè (département des collines) et de Tchaourou (département du Borgou). Les localités retenues pour les travaux de terrain sont situées dans des arrondissements qui tous n'ont pas la totalité de leur superficie intégrée au bassin. Mais les données brutes collectées (les statistiques climatiques, agricoles, et démographiques) n'existent qu'à l'échelle départementale, communale et/ou d'Arrondissement.

Cet état de chose influence les informations disponibles et par conséquence les résultats d'analyse.

6.2.2- Approche méthodologique

L'analyse des données s'est intéressée à l'échantillonnage des eaux du bassin, et à leur analyse physico-chimique. Cette analyse a permis de comprendre l'origine de la minéraalisation de ces eaux, puis leur aptitude ou non aux différents usages que les populations riveraines en font.

Ce résultat n'a pas pu être atteint par Vodounou (2010) qui affirme que son analyse s'est provisoirement limitée au calcul des variables statistiques de description et de position.

6.2.3- Résultats

Le bassin de la Beffaregorge d'énormes ressources que les populations exploitent. De cette exploitation découle une certaine dynamique tant au niveau de l'espace que des écosystèmes.

Les systèmes d'exploitation les plus importants sont ceux auxquels se livrent les populations riveraines et ceux d'ailleurs dans leur majorité. Ces systèmes s'appuient

sur l'exploitation des ressources qui fournissent aux populations les matières premières et les vivres dont elles ont besoin. Les pressions sur les ressources du bassin sont une évidence partagée par d'autres auteurs qui ont mené leurs recherches dans d'autres secteurs d'études. Les résultats rejoignent ceux de nombreux travaux dans les forêts tropicales en général et au Bénin en particulier ; à l'instar de Akoegninou (1984), Sokpon (1995), Hountondji (1998), Gbaguidi (1998), Biaou (1999), Glin (2000), Akoègninou *et al.* (2001), Adjinda (2001), Amahowé (2003). La mise en valeur des terres pour satisfaire les besoins en produits agricoles des populations a provoqué une destruction des formations végétatale. L'analyse toposéquentielle révèle des taux qui sont au-delà de 75 %, ce qui signifie que les espaces non exploités actuellement représentent moins de 25 % y compris les plantations et les jachères.

La destruction de la végétation est un facteur d'accélération de l'érosion du sol. Mais le dispositif de l'évaluation des pertes de terre n'a pu être mis sur pied afin d'obtenir un résultat concret comme c'est le cas de certains auteurs (Agbossou, Sintondji, Ahamide, 2009 ; Adissin Glodji, 2008 ; Bossa, 2007; Igué *et al*., 2006 ; Vodonou, 2010). L'étude devra prendre en compte à l'avenir ces paramètres.

Par ailleurs, il a été constaté que les ressources en eau, à l'instar de celles du bassin de la Sô dans la Sud-Bénin sont soumis aussi à une forte exploitation (Gbaguidi et Pfeiffer, 1989; Clédjo 2006 ; Vodonou, 2010). Les populations enquêtées sont unanimes sur la baisse du rendement des activités de pêches, les quantités de poissons pêchées diminuent au fil des temps. Ces résultats confirment ceux obtenus sur les cours et plans d'eau d'autres bassin au Bénin, à différentes époques (Gbaï, 2009, Assaba, 2009, Clédjo, 2006, Vodounou, 2010). La situation est pareille sur le bassin du fleuve Sénégal où les prises ont baissé considérablement, selon le constat qui a été fait en 1991 par Ba Moussa *et al*.cité par Vodounou (2010). Il n'y a pas de statistiques de pêche qui soient disponibles pour le bassin de la Beffa. Cette situation ne permet pas de mesurer concrètement les flux de produits de pêche.

Les consentements à payer exprimés par les différentes catégories socioprofessionnelles, ont permis de faire des comparaisons et d'avoir une idée de la

valeur accordée aux ressources naturelles du bassin par les populations riveraines. La perception que possèdent ces dernières, de la dégradation que subissent lesdites ressources de leur part, se traduit par les propositions faites par elles en vue de la pérennisation des ressources en question. Le mode explique le mieux le phénomène étudié. Ainsi, le mode est de 10 %, car 68 % des personnes interrogées ont accepté payer 10 % de leurs revenues pour assurer la pérennisation des ressources naturelles du bassin. Ainsi, la valeur qu'accordent les populations à leur environnement est de 10 %.

Conclusion partielle

Les causes de la dégradation évolutive des ressources naturelles dans le bassin Beffa sont en grande partie liées aux systèmes d'exploitation des ressources naturelles développés par les riverains, même si les conditions physiques s'y prêtent. La diminution de la diversité biologique, la régression, la progression ou la stabilité des systèmes écologiques sont sous la grande influence des activités économiques des populations. C'est une situation qui est due à l'exploitation excessive des ressources par la population. La monétarisation de la vie contemporaine pousse les populations à la course effrénée au gain. Ainsi les répercussions des conséquences d'une telle situation sont assez dommageables aux composantes de l'environnement, en l'occurrence les écosystèmes fragiles que sont les ressources des bassins. Il convient d'en citer certains exemples :

- agriculture, la baisse du rendement des terres cultivables est engendrée par la baisse de la fertilité des sols causée par le développement des techniques inadéquates (surexploitation). L'utilisation des outils rudimentaires (houes, coupe-coupes, pioches…) rend les travaux pénibles à la jeune génération d'où la voie de l'exode rural avec ses corolaires tant pour la ville que pour la campagne ;

- exploitation forestière, pêche et braconnage ou chasse, l'introduction incontrôlée des outils modernes, le non respect des normes d'exploitation en vigueur ou d'abattage, l'insuffisance des agents de structures de contrôlel et/ou l'absence de rigueur de ces derniers sont sources de surexploitation des ressources animales et végétales.

Les enquêtes socio-économiques ont permis d'apprécier à travers le CAP à payer exprimé, la valeur que les exploitants du bassin accordent aux problèmes environnementaux que génèrent leurs activités économiques. La simulation prédictive de la dynamique de l'état d'occupation du sol à l'horizon 2050 par pas decenal est une réalitée. Il constitue un outil de planification et de gestion du territoire. Des modèls de modélisation intégrés aux logiciels de SIG qui ont été mis à contribuin dans cette étude sont à même de prendre en compte beaucoups de paramètres des phénomènes inter-agissants pour mieux répondre aux aspirations des acteurs du développement durable. Ainsi, la mise en place de modèles appropriés et spécialement orientés vers la conservation de la flore et de la faune, à l'échelle des écosystèmes des bassins est fondamentale. La conception et la mise en oeuvre d'un modèle de simulation prédictive, permettrait de capitaliser les différents documents de stratigie de gestion et de conservation de la biodivesité et des écosystèmes des milieux humides. La recherche d'équilibre entre la satisfaction des besoins socio-économiques et la conservation des ressources naturelles, en occurrence le couvert végétal est une nécessité pour la mise en œuvre de stratégies de développement durable.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La présente étude s'inscrit dans la logique de la gestion durable des ressources naturelles des écosystèmes fragiles, à l'instar des milieux humides. Elle a permis de vérifier les hypothèses émises au départ.

Le secteur offre un cadre naturel favorable au maintien et à l'amélioration des écosystèmes. Malgré l'irrégularité des pluies, le climat offre toujours une certaine hauteur de pluies satisfaisante. Mais la période sèche s'allonge de plus en plus ces dernières décennies. Le bilan hydrique est encore favorable à la régénération des plantes. Le relief de pénéplaine qui caractérise le milieu draîne des cours d'eau dans des vallées moyennement encaissées. Les sols ferrugineux quoique peux profonds sont favorables à l'agriculture. Les ressources naturelles du bassin de la Beffafournissent d'importants services aux populations riveraines.

Les systèmes d'exploitation développés dans le secteur traduisent l'activité humaine. En effet, les activités les plus courantes sont l'agriculture, l'exploitation forestière, la chasse, la pêche, l'élevage, la cueillette, l'exploitation de sable et le concassage des roches granito-gneissiques. Ces activités qui autrefois étaient menées pour satisfaire les besoins fondamentaux des ménages, ont aujourd'hui une visée commerciale à cause de la monétarisation du monde contemporain basée sur la recherche du luxe. Les systèmes d'exploitation développés dans le bassin de la Beffadéfinissent la physionomie actuelle du couvert végétal.

L'activité humaine se traduit dans le secteur par des systèmes d'exploitation. Ainsi, les forêts sont soumises à des activités de production du charbon, de bois d'œuvre ou de service ; les techniques de production agricole sont basées sur la culture itinérante sur brûlis avec la pratique de feu de végétation tardif ; l'insuffisance de suivi de la part du service des eaux et forêts et celui des CeRPA/CeCPA sont des causes de la dégradation poussée des écosystèmes. Entre autres actions nocives à l'environnement dans le secteur ; on peut citer la coupe anarchique des arbres ; la technique de la pêche par empoisonnement ; l'utilisation d'insecticides, de raticides, d'herbicide et autre

substances toxiques.Les activités socio-économiques impactent sur la dynamique des écosystèmes dans le bassin de la Beffa.

La volonté de reboiser est clairement affichée par l'Etat à travers la journée nationale de l'arbre et chez les populations pour sécuriser les bâtiments contre l'érosion éolienne. L'exploitation anarchique des ressources crée un déséquilibre environnemental dont les préjudices pèsent lourdement sur les habitations et les écosystèmes. De sérieuses menaces pèsent sur le couvert végétal du bassin. Ce qui se traduit par le phénomène de fragmentation où le formations naturelles sont en nette recul au profit des unités résultantes des actions anthropiques. La simulation prédictive de l'état d'occupation du sol prouve que la situation tend à être irréversible si toute condition demeure égale par ailleurs. En dépit de toutes ces inquiétudes soulevées, il convient de retenir que les retombées économiques qui découlent de l'exploitation de ces ressources constituent l'essentiel des impacts positifs. Les mécanismes d'aide à la prise de décision qui sont des outils importants dans la planification de l'exploitation des ressources naturelles constituent, un recourt de conciliation entre la satisfaction des besoins des populations sans cesse croissante etla dégradation de plus en plus prononcée des écosystèmes étudiés.

Les systèmes d'exploitation ne sont pas les seuls facteurs qui déterminent la dégradation des écosystèmes, il faut aussi compter avec les aléas climatiques.

Les aspects qui n'ont pas été pris en compte, ou qui ont été peu abordés et détaillés dans le cadre de la présente étude, seront pris en compte dans d'autres travaux de recherches. Il s'agit des aspects suivants :

- ✓ poursuivre cette recherche surtout en ce qui concerne l'utilisation des poisons comme technique de pêche, afin de proposer aux populations locales des stratégies de lutte contre le phénomène ;
- ✓ prendre désormais en compte les paramètres bactériologiques dans la collecte des données relatives à la qualité de l'eau de surface et celle souterraine du bassin, afin de suivre l'évolution de sa pollution ;

- ✓ continuer les explorations en vue de l'identification d'autres systèmes d'exploitation des ressources surtouts des ressources minières ;
- ✓ approfondir les recherches afin de ressortir l'implication des enfants en tant que main d'œuvre et comprendre les fondements du phénomène ;
- ✓ ouvrir d'autres lignes de recherches qui prennent en compte l'analyse de la qualité des sols du bassin ;
- ✓ concevoir et promouvoir des mécanismes d'aide à la prise de décision entant qu'outils importants dans la planification de l'exploitation des ressources naturelles pour toutes les communes du bassin de la Beffa.

BIBIOGRAPHIE

1- ABE, 1993. Plan d'Action Environnementale du Bénin. Première version, MEHU Cotonou, 101 p

2- ABE, 1999. Étude diagnostique de la gestion des zones humides du Sud- Bénin : état actuel des connaissances relatives aux zones humides du Sud- Bénin. Rapport de synthèse, MEHU Cotonou, 55 p.

3- ABDOULAYE D., 2007. Dynamique d'un espace périurbain : cas de l'arrondissement de Togba dans la commune d'Abomey-Calavi. Mémoire de Maîtrise de Géographie, FLAH / UAC, Abomey-Calavi, 93 p.

4- ADAM K. S. et BOKO M., 1993. *Le Bénin*. Les Editions du Flamboyant/EDICEF, 96 p.

5- ADJANOHOUN E. ; ADJAKIDJE V. ; AHY M. R.; AKE ASSI L.; AKPOVO F.; BOUKEF ; TCHADARE M. ; CUSSET G. ; DRAMANE K. ; EYME J. ; GASSITA J. ; GBAGUIDI N. ; GOUDOTE E. ; GUINKO S. ; HOUNGNON P. ; ISSA L. O. ; KEITA A. ; NSEYYA A. ; SAADOU M. et SODOGANDJI TH., 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République du Bénin. Médecine traditionnelles et pharmacopée ACCT, 895 p.

6- ADJINDA A. S. et HOUNTON K.N., 1997. Contribution à l'étude de la dynamique de Tchaourou. Mémoire d'Ingénieur des Travaux, CPU/UNB, Abomey-Calavi, 84 p.

7- ADISSIN GLODJI C. L., 2008. Rythme hydrologique, dynamique sédimentaire et état de pollution de la rivière Sô dans le complexe fluvio-lagunaire du Sud-Est du Bénin (Afrique de l'Ouest), Mémoire DEA, Univ. Abomey-Calavi, EDP/GEN, 83p.

8- ADEGBIDI A. et BIAO. G., 1994.L'Agriculture durable au Bénin Rôle de l'état à la recherche de l'agriculture durable au Bénin Léo de Hann (eds) Amsterdam 18p.

9- 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 de 3ème cycle, Paris IV Sorbonne. 312p.

10- AGBOSSOU E.K., SINTONDJI L., AHAMIDE B., 2009. Modélisation hydrologique dans le bassin du Zou avec le SIG. Rapport d'étude, LHME /FSA-UAC, Abomey-Calavi, Bénin, 18 p.

11- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2006. Le prélèvement d'échantillons en rivière : techniques d'échantillonnage en vue d'analyses physico-chimiques. Guide technique, 134 p.

12- AKOEGNINOU A., 1984. Contribution à l'étude botanique des ilôts de forêts denses humides semi-décidues en République Populaire du Bénin, Thèse du 3ème cycle, Université de Bordeaux III 250 p.

13- AKOEGNINOU A. et AKPAGANA K., 1997. Etude cartographique et dynamique de la végétation de l'aire classée de la colline de Savalou (Bénin), *J. Bot. Soc. Bot. Fr. 3 :* 69-81.

14- AKOEGNINOU A., HOUNDAGBA C. J.,TOSSOU M. G., ESSOU J. P., AKPAGANA K., 2001. La végétation d'une zone de transition entre la forêt dense humide semi-décidue et les savanes : la région de Bantè (Bénin Afrique de l'Ouest). In: J. Bot. Soc. Bot., France 15. p 99-108.

15- AKOEGNINOU A., Burg W.J. et van der Maesen L.J.G, 2006. Flore Analytique du Bénin. Backhuys Publishers. Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 1064 p.

16- AMAHOWE O. I., 2003. Contribution à l'aménagement durable des forêts villageoises de la commune de Glazoué. Mémoire de DIT, CPU, UAC, Bénin, 127 p.

17- AMADOU I., 2008. Consentement à payer des consommateurs pour les légumes sains en milieuPéri-urbain et péri : cas du Sud-Bénin. Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, uac, Bénin, 91 p.

18- ANIGNIKIN S. C., 2001. *Histoire des populations mahi, à propos de la controverse sur l'ethnonyme et le toponyme «Mahi». In : Cahiers d'Études africaines, 162, XLI-2, 2001.* Edité par Revues.org, *pp. 243-265.*

19- AROUNA O., 2002. L'exploitation des ressources biologiques et la dynamique de la forêt classée de l'Alibori supérieur (secteur de l'arrondissement de Bagou), Mémoire de maîtrise, UAC/FLASH/DGAT, 115 p.

20- ASSABA H.M., 2009. Variabilité climatique et dynamique des états de surface dans le bassin inférieur de l'Ouémé : Cas de la rivière Sô. Mémoire de maîtrise de géographie. DGAT/FLASH/UAC, 84 p.
21- ATCHADE G. A. A., 2014. Impacts de la dynamique du climat et de l'occupation des terres sur les ressources en eau du bassin versant de la rivière zou dans le Bénin méridional. Thèse de doctorat, UAC, Bénin, 235 p.
22- AZANLIN M., 2007. Aire de répartition ancienne et actuelle des grands mammifères au Sud du Bénin (de la côte à la latitude de Savè) Cas du buffle : *Syncerus caffer* Sparman *1979*. Mémoire de DEA en gestion de l'environnement, EDP, FLASH, 60 p.
23- AZANLIN M., 2015. Écologie et considérations ethnozoologiques du buffle (*syncerus caffer caffer*) au sud et au centre du Bénin. Thèse de doctorat, EDP, FLASH, 168 p.
24- BADOUIN R., 1985. *Le développement agricole en Afrique tropicale*, Cujus, Karthala, Paris, pp 18-24.
25- BERELSON, J., 1952. Qualitative Methods in Social Sciences. Sage Publications, Glencoe, 1952, 125p.
26- BIAOU G., 1997. *Système d'exploitation et cycle de vie*. In *Dynamique paysanne sur le plateau Adja du Bénin.* Karthala, Paris, pp. 49-78
27- BIAOU H. 1999. Etude des possibilités d'aménagement de la forêt classée de Bassila : structure et dynamique des principaux groupements végétaux et périodicité d'exploitation. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, 190 p.
28- BISSET R., 1983. *A Critical Survey of Methods for Environmental Impact Assessment*, in *O'Riordan, T. et Turner*, R.K. ed., pp 168-186.
29- BOGAERT J. et MAHAMANE A., 2005. *Ecologie du paysage : cibler la configuration et l'échelle spatiale*. Annales des Sciences Agronomiques du Bénin (7) 1 : 39-68.
30- BOKO M., 2000. Bioclimatologie humaine, bioclimats et grandes endémies, et problèmes de développement en zone intertropicale. Support de cours de DEA, Cotonou, 54 p.
31- BOUKO B. S., 1995. Impact de la colonisation sur le milieu dans la sous-préfecture de Tchaourou. Mémoire de maîtrise de géographie FLASH, UNB, 126 p.
32- BOURGEOIS A., 1983. *Une application de la notion de système : l'exploitation agricole*, AGRIPORE, vol1.1 n°1 Karthala, Paris pp. 38-85.
33- BOUTRAIS J., 1996. Population et environnement pastoral en Afrique tropicale. In Population et Environnement dans les pays du sud. Edition Karthala, Paris, France, 179-198p.
34- BOSSA Y.A., 2007. Modélisation du bilan hydrologique dans le bassin du Zou à l'exutoire d'Atchérigbé: Contribution à l'utilisation durable des ressources en eau. Mém. DESS, FSA/UAC, Abomey-Calavi, 110 p.
35- BOSERUP E., 1965. The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure (Aldine, Chicago). *Edition Flammarion, 1970,* 224 p.
36- BUREL F. et Baudry J., 2003. *Ecologie du paysage.Concepts, méthodes et applications*. Paris, France : Tec et Doc. 359 pp.
37- BRAND D. et DUROUSSET M., 2005. Dictionnaire thématique histoire géographie. 7ème Edition 2005 Programme P.L.U.S, 561 P.
38- BOKO M., 1988. Climat et communautés rurales au Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, 605 p.
39- BOKONON-GANTA, E. B., 1987. Les climats de la région du Golfe du Bénin (Afrique Occidentale). Thèse de doctorat, Université de Paris IV (Sorbonne), Paris, 248 p.
40- CARBIENER D., 1996. Pour une gestion écologique des forêts européennes. In : Le Courier de l'environnement. Paris, France nature environnement, 29: 1-16.
41- CLEDJO P., 2006. La gestion locale de l'environnement dans les cités du lac Nokoué au Bénin méridional. Thèse unique de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, EDP/FLASH/UAC-Bénin, 323 p.
42- CODJIA, C.L. et Gnagna P., 1993. Dynamique des paysages des forêts classées de Toui et de Kilibo. Mémoire de maîtrise, Faculté des lettres, arts et sciences humaines, Université nationale du Bénin, Abomey-Calavi, 96 p.

43- CONVENTION DE RAMSAR, 1998. La convention sur les zones humides. Brochure fait à partir d'une série de publications à l'occasion du 25ème anniversaire de Ramsar en février 1998.
44- COUDE-GAUSSEN G., ROGNON P., 1983. Les poussières sahariennes. La recherche 147, 1050-61.
45- DOMINGO E., 1996. Pression agricole et risque d'érosion dans le bassin versant du Lomon, affluent du Mono (Département du Mono-Bénin), Article, Université Nationale du Bénin, Département de géographie, Cotonou, Bénin, p. 181-194.
46- DEYBE D., 1994. *Vers une agriculture durable. Un modèle bio-économique*. Thèse de Doctorat en Science Economiques, CIRAD-URPA, Paris, 193p.
47- DUBROEUCQ D. (1977): Carte pédagogique de reconnaissance de la république population du Bénin à 1/200000ième, feuille de Savè ; OSRTOM, notice explicative n° 66 (3), 45p.
48- DUPAQUIER J., DUSSAUT C., Hagnerelle M. et *al,* 1987. Géographie présent/future. Comprendre la terre notre planète. Paris, Magnard, 383 p.
49- DURAND C., 2002. L'échantillonnage et la gestion de terrain. Note de cours, deuxième partie, Université de Montréal, 65 p.
50- DOMON G., GARIEPY M. et BOUCHARD A., 1987. La planification écologique : analyse critique et mise en relation avec la planification environnementale. *Cahier de géographie du Québec,vol. 31, n° 82, 1987,* p. 5-21. http://id.erudit.org/iderudit/021841 a (Site consulté le 28/06/09)
51- DRAC et FAO, 1983. Aménagement de bassins versants. Rapport, République Populaire du Bénin, 10 p.
52- FANOU A., Sokpon N., Crinot L., Ahou B. et Igue M., 1997. Etude des possibilités de gestion efficace et de régénération des sols, du couvert forestier et des pâturages naturels dans le département du Mono, Rapport d'activité, 117 p.
53- FAO, 1991. Termes de l'environnement intéressant l'agriculture. FAO, Rome, 194 p.
54- FAO, 1995. Programme d'irrigation dans les villages : vers une utilisation rationnelle de l'eau. Commission européenne d'agriculture groupe de travail de l'hydraulique agricole, Tel-aviv israel, 1970, 26 p.
55- FAO, 1998. Atelier sous-régional sur la gestion de l'information des sols et des eaux pour la sécurité alimentaire : La Gestion de l'Information sur les Sols et les Eaux pour la Sécurité Alimentaire au Bénin. Rapport, Cotonou, 46 p.
56- FAO, 2002. Food insecurity: when people must live with hunger and fear starvation. the state of food insecurity in the world 2002. FAO, Rome, Italy, 214 p.
57- FORTIN M. J., 2002. Analyse spatiale en écologie: problèmes statistiques et de mise à l'échelle au niveau du paysage. *Ecoscience* 9 : iii-v.
58- FRANQUIN P., 1974. Un modèle théorique de la structure de la plante. In phisiologie végétale. Article, p. 459-465.
59- GBAGUIDI F., 1998. Forêts sacrées et conservation de la biodiversité dans le département de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, 164 p.
60- GBAGUIDI A. et PFEIFFER V., 1989. Statistiques des pêches continentales. Année 1988. Rapport du Service Contrôle et suivi des produits de la pêche (Direction des Pêches/Projet Pêche lagunaire). 92 p.
61- GBAGUIDI A. et PFEIFFER V., 2001. Statistiques de production halieutique des douze dernières années. (Année 1997 à 2000). Rapport du Service Contrôle et suivi des produits de la pêche (Direction des Pêches/Projet Pêche lagunaire). 51 p.
62- GBAÏ N. I., 2009. Activités agricoles et évolution des écosystèmes dans le bassin supérieur de la Sô. Mémoire de maîtrise de géographie, Université d'Abomey-Calavi, 103 p.
63- GEORGE P., 1984. Dictionnaire de la géographie. 3ème Edition revue et augmenté, Presses Universitaires de France, Boulevard Saint-Germain, 75006 Paris.
64- GLIN L., 2000. Pour une gestion participative et durable des ressources naturelles au Bénin : étude de la viabilité des groupements forestiers de la forêt classée de Tchouarou-Tooi-Kilibo. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, 112 p.
65- HAPPOLD D. C.D., 1973. *The distribution of large mammals in West Africa*. *Mammalia* 37 (1) pp 88-93.

66- HÉBERT, S. et S. LÉGARÉ, 2000. *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement envirodoq N° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et 3 annexes.

67- HEIDHUVES F.; HOFMANN B.; KAZENWADEL G., 1993. *Systèmes de production agricole au sud du Bénin et leurs perspectives : une étude dans la province de l'Ouémé*. Institut Für Agrar-Und Sozialökonomie In Den Tropen Und subtopen, 42 p.

68- HODE D. A. B., 2011. Déterminants environnementaux des maladies hydriques dans la commune de so-ava. Mémoire de fin de formation pour l'optension du Diplôme d'Etude Superieure Spécialisée (DESS), Option : Environnement-Santé et Développement. Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le Développement(CIFRED), UAC, Bénin. 85 p.

69- HOUNKPE C. et BONOU C., 2001. *Inventaire et caractérisation des écosystèmes humides des deux complexes Est et Ouest des zones humides du Sud-Bénin : faune aquatique*. Rapport, Cotonou, Bénin, 53 p + annexes

70- HOUNDAGBA C. J., AKOEGNINOU A., DANNON G., et ZANNOU G., 2007. Etude de la dynamique des petits bassins lacustres du Sud-Bénin : Cas des lacs Hlan et Sélé. *Revue N°3 du LaRBE : Science de l'environnement*, Presse de l'UL, pp 199-213.

71- HOUNDAGBA C. J., 1990. *Analyse d'un paysage de vallée, le cours inférieur de l'Ouémé (Bénin). In : La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest*. Edité par Richard, J.F., Dakar, p. 239-251.

72- HOUNTONDJI Y. C. 1998. Contribution à l'étude des possibilités d'aménagement de la forêt naturelle de Niaouli au Sud du Bénin. Mémoire de DIT, CPU, UAC, Bénin, 164 p.

73- IGUE M., Agbossou K.E., Ahamide B., Adisso P., Adegbola P., Houssou M., Mensah G.A., 2006. Perspective future de gestion intégrée de l'eau dans le bassin de l'Ouémé : Actes de l'atelier de restitution des résultats de recherches. Projet Rivertwin, Parakou, Bénin, 66 p.

74- INSAE, 2002. Atlas monographique des Communes du Bénin. Edition 2002. Bénin.

75- INSAE, 2004. Troisième recensement général des populations et de l'habitation. Edition 2004, Bénin.

76- INSAE, 2005. Economie nationale en chiffre. Rapport, Bénin, 24p.

77- INSAE, 2015. RGPH4 : Que retenir des effectifs de population en 2013 ? Rapport, Bénin, 35p.

78- IPCC, 2001. *Incidences de l'évolution du climat dans les régions* : rapport spécial sur l'évaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.

79- JANICOTS.,1989.VariabilitédesprécipitationsenAfriquedel'Ouestetcirculationsquasi- stationnaires durantunephasedetransitionclimatique.Thèse deDoctorat.Universitéde Paris VI,600p.

80- JANICOTS.,FontaineB.,1993.L'évolutiondesidéessurlavariabilitéinterannuellerécente des précipitations enAfriquedel'Ouest.LaMétéorologie,8(1),28-53.

81- KEDDAL H. et J. Yao N'dri, 2007. Impacts de l'intensification agricole sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. Revue HTE N°138. Sept-Déce. 2007, p. 13-29

82- KORA SERO Y. (2008) : Analyse de l'occupation et de la vocation de l'espace et évaluation du stock de capital public et privé, Rapport provisoire, Ecoloc, 100 p.

83- LALEYE P., 1997. *Inventaire des poissons menacés de disparition du Bénin. Rapport d'étude sur les poissons d'eaux douces et saumâtres du Bénin: Inventaire, distribution, statut, conservation*. Rapport, Coopération Bénino-Néerlandaise-Ambassade Royale des Pays-Bas. 95 p.

84- LARES, 2001. La problématique de l'intercommunalité dans le fonctionnement des Communes Béninoises. Rapport, d'étude, Cotonou 577 pages.

85- LEROUXM.,1980.Leclimatdel'Afriquetropicale.ThèsedeDoctoratd'Etat,Université Dijon4T,427p.

86- LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRE, 1995-2005. 100ème Edition.

87- LEOPOLD L.B., CLARKE F.E., HANSHAW B.B. et BALSEY J.R., 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Washington D.C., *Geological Survey Circular n° 645, U.S. Geological Survey*, 56 p.

88- MAEP, 2004 : *Compendium des statistiques agricoles 1990 à 2004 au Bénin.* Cotonou, 203 p.

89- MAMA, V.J. et Oloukoi, J., 2003. Évaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol. Télédétection, vol. 3, n° 5, p. 429–441.
90- MALTHUS, T. R. 1798. An essay on the principle of population: or, A view of its past and present effects on human happiness. London, UK.
91- MERPMEDER et DG-Eau, 2012. Carte hydrogéologique du Bénin carte de l'ensemble du territoire à l'échelle 1/500 000 : Notice Explicative. Version finale, 95 p.
92- MDGLAAT, 2011. Plan de Développement Communal de Ouèssè, 2011-2015, Bénin, 113 p.
93- MDRAC et FAO, 1983. Aménagement de bassins versants. Rapport, République Populaire du Bénin, 10 p.
94- MEMH et DH/SH, 1993. Les ressources en eaux superficielles de la république du bénin. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération. Collection monographies hydrologiques N° 11, Paris 1993, Éditions de l'ORSTOM, 543 p.
95- MEHU, 2002. Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique. Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la Conservation de la Diversité Biologique au Bénin. Bénin, 144 p.
96- MISD, 2007. Le Guide du Maire : Mission de la Décentralisation. Edition 2007, Bénin, 150 p.
97- MISSION DE LA DECENTRALISATION ET AFRIQUE CONSEIL, 2006. Monographie de la Commune de Ouèssè. Bénin, 47 p.
98- MISSION DE LA DECENTRALISATION ET AFRIQUE CONSEIL, 2006. Monographie de la Commune de Tchaourou. Bénin, 45 p.
99- OBEPAB, 2002. Le coton au Bénin. Rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Bénin, Ed. PAN UK'S, 45 p.
100- ODJOUBERE J., 2014. Pressions sur les espèces végétales ligneuses de la série de protection de la forêt classée des Monts Kouffé au Bénin. Thèse de doctorat, EDP, UAC, Bénin, 175 p.
101- OKIOH, L. (1972). Contribution à l'étude morphologique des reliefs résiduels de la région de Dassa-Zoumé, Fita et Savalou (Dahomey). Thèse de doctorat, Université de Paris VII, Paris, 163 p.
102- OKOU C., 1981. Problème d'approvisionnement de Cotonou et de Porto-Novo en produits maraîchers et mauvaise gestion de l'espace agricole périphérique. *In : Recherche géographique à Strasbour,. République Populaire du Bénin*, 18 : p. 49-65.
103- OLOUKOÏ, 2006. Dynamique de l'occupation du sol dans le département des Collines et impact sur l'utilisation des bas-fonds, mémoire de DEA, EDP, 89 p.
104- ONASA, 2002. *Rapports d'évaluation des campagnes agricoles et perspectives alimentaires au Bénin* : situation par Département, 58 p.
105- ORÉKAN V., 2007. Implementation of local land-cover change model CLUE-S for Central Benin by using socio-economic and sensing data. Erlangung des dosktorgrades (Dr. rer. Nat.), der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen fakultät, der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 187 p.
106- PALLIERE, 2012. Au-delà de Malthus et Boserup : comprendre les dynamiques agro-écologiques d'un territoire. Article, Paris Ouest Nanterre La Défense, AgroParisTech, 19 p.
107- POUTREL J. M. et WASSERMAN F., 1977. Prise en compte de l'environnement dans les procédures d'aménagement. Essai méthodologique sur les études d'impact. *Recherche environnement* n° 10, pp. 41-45.
108- PREUSS H-J. A., 1994. Intégration d'approche de recherche- Développement dans la recherche agricole nationale : Cas du Bénin. Rapport, France, Giessen, 179 p.
109- SALLY L.; KOUDA M.; BEAUMOND N., 1994. *Zones humaines du Burkina Faso*. Compte rendu d'un séminaire, UICN, Cambridge, Royaume-Uni, 291 p.
110- SAURA S., 2002. Effects of minimum mapping unit on land cover data spatial configuration and composition. *Int. J. Remote sensing* 23: 4853-4880.
111- SAYER J. A. et Green A. A., 1984. The distribution and status of large mammals in Benin. *Mammal Review*, 14(1) pp. 37-50.

112- SCHLAEPFER R., 2002. *Analyse de la dynamique du paysage*. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, EcolePolytechnique de Lausanne, Suisse. 10 pp.

113- SHNEL R., 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol II, les milieux les groupements végétaux, pp 503-951.

114- SOGBOHOSSOU *et al* in SINSIN B. et KAMPMANN D., 2010. Atlas de biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome I : Bénin. Cotonou et Frankfurt/ Main.

115- SOKPON N., 1995. Recherche écologique sur la forêt dense semi-decidue de Pobè au Sud-Bénin, groupement végétaux, structure, régénération naturelle et chute de litière, thèse de doctorat ULB. 350 p.

116- SUTCLIFFE V.J., PIPER B.S., 1986. Bilan hydrologique en Guinée et au Togo - Bénin. In hydrol. Continent, vol I, n° 1, pp. 51 - 61.

117- 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). Journal botanique de la Société botanique de France, n° 3, p. 83-94.

118- TCHIBOZO, C. F., 1981. Contribution à l'étude biogéographique de la région de l'Atacora : étude typologique des unités de paysage du versant oriental de la chaîne de l'Atacora (à la hauteur de Natitingou). Thèse de doctorat, Université de Paris VII–Jussieu, Paris, 326 p.

119- TCHIWANOU M. B., 2003. Plan Forestier National du Bénin. Rapport. Cotonou. 15 p.

120- TENTE A. B.H., 2005. Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : Secteur Perma – Toucountouna (Bénin). Thèse de doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi, EDP,Bénin, 252 p.

121- TENTE A. B.H., 2000. Dynamique actuelle de l'occupation du sol dans le massif de l'Atacora : secteur Perma–Toucountouna. Mémoire de DEA, École doctorale pluridisciplinaire, Université nationale du Bénin, 83 p.

122- TOGBE F. C., 1996. Dynamiques superficielles des terres dans la Sous-préfecture de Zê. Mémoire de maîtrise, UAC, Bénin, 78 p.

123- TOKO, 2008. Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 241 p.

124- VERNIER J., 1995. L'Environnement : Collection que sais-je ? Edition Imprimerie des presses universitaires de France, 1992. 4ème édition corrigée, France, 127 p.

125- VISSIN E., 2007. Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne, 310 p.

126- VODOUHE G. T., 2007. Contribution du genre dans la production de légumes sains et perception des maraîchers sur l'utilisation des biopesticides en zones urbaines et péri urbaines du Sud-Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, UAC, Bénin, 150 p.

127- VODOUNOU J. B., 2000. Caractérisation semi-détaillée des bas-fonds dans la Sous-préfecture de Ouèssè. Mémoire de maîtrise de géographie, option aménagement du territoire, UAC, Bénin, 89 p.

128- VODOUNOU J. B., 2002. Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans la vallée de la Sô. Mémoire de DEA-gestion de l'environnement, EDP, UAC, Bénin, 78 p.

129- VODOUNOU J. B., 2010. Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Sô au Bénin. Thèse de doctorat des Universités de Lomé et Abomey-Calavi, EDP, UAC, Bénin, 305 p.

130- VOLKOFF B., 1963. Etude des sols de la région littorale du Dahomey. Notice explicative de la carte pédologique au 1/20000. Feuille Savè - Pira, ORSTOM, Cotonou, 21 p.

131- WOKOU G.C., 2009. Agriculture et environnement sur le plateau d'Agonlin : systèmes culturaux et mutations environnementales. Mémoire de DEA-gestion de l'environnement, EDP, UAC, Bénin, 85 p.

132- WOLFF E., 2005. Rapport de mission cartographique à Kisantu (R.D. Congo) du 15 au 30 Septembre 2005. SLCD, Bruxelles, Belgique. 9 pp.

133- YAÏ A. O., 2008. Climat, colonat agricole et impacts socio-economique et environnemental dans la Commune de Ouèssè. Mémoire de maîtrise, UAC, Bénin, 94 p.

134- YEHOUENOU E., 2005. *Les résidus de pesticides chimiques de synthèse dans les eaux, les sédiments et les espèces aquatiques du bassin versant du fleuve Ouémé et du lac Nokoué*. Thèse de Doctorat unique de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 218 p.

135- YIN, W., (1992). Méthodes d'analyses en sciences sociales. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 1992, 176 p.

136- YOUSSOUF I. et LAWANI M., 2002. Les sols béninois: classification dans la Base de référence mondiale. *Quatorzième réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols,* ORSTOM, Cotonou, *29-49 p.*

ANNEXES

ANNEXE 1 : ANALYSE DE L'EAU ET STATISTIQUES DE PECHE ET ELEVAGE

A1.1 Points d'échantillonnage des eaux du cours de la Beffaet de quelques affluents

Dates de prélèves en saison sèche

N°	DATE DE PRELEVEMENT	LOCALITE	COORDONNEES	
			X	Y
1	05-mars-15	ALLAGBALI	432107	946491
2	07-mars-15	AOUWODJI	443182	952248
3	27-févr-15	CONFLUENT OUABOU-BEFFA	438217	978317
4	05-mars-15	EVAÏGO	433960	946218
5	26-févr-15	GAH KPEROU	447261	987982
6	02-mars-15	GAH OGA	446906	962534
7	03-mars-15	GBANLIN	428323	941418
8	04-mars-15	GBEDEMI	448148	943204
9	05-mars-15	GBEFFAGO	430774	943980
10	28-févr-15	GBEYEKEROU	437596	984879
11	26-févr-15	GORO	446851	990862
12	1er-mars-15	PAPANE	436738	971021
13	09-mars-15	TOUMI	435322	953328
14	09-mars-15	TOUMI	434896	953427
15	09-mars-15	TOUMI	435322	953328
16	03-mars-15	VOSSA	425403	938712

Dates de prélève en saison humide

N°	DATE DE PRELEVEMENT	LOCALITE	COORDONNEES	
			X	Y
1	30-août-14	ALLAGBALI	432107	946491
2	02-sept-14	AOUWODJI	443182	952248
3	27-août-14	CONFLUENT OUABOU-BEFFA	438217	978317
4	30-août-14	EVAÏGO	433960	946218
5	01-sept-14	GAH KPEROU	447261	987982
6	04-sept-14	GAH OGA	446906	962534
7	28-août-14	GBANLIN	428323	941418
8	29-août-14	GBEDEMI	448148	943204
9	30-août-14	GBEFFAGO	430774	943980
10	03-sept-14	GBEYEKEROU	437596	984879
11	01-sept-14	GORO	446851	990862
12	05-sept-14	PAPANE	436738	971021
13	26-août-14	TOUMI	435322	953328
14	26-août-14	TOUMI	434896	953427
15	26-août-14	TOUMI	435322	953328
16	28-août-14	VOSSA	425403	938712

A1.2 Résultats d'analyse physico-chimique des échantillons d'eau

Echantillons des prélèvements en saison sèche (période de basses eaux)

	TOUMI	EVAÏGO	PAPANE	ALLAGBALI	GBANLIN	GORO	GBEFFAGO	VOSSA	GBEDEMI	GBEYEKEROU	GAHKPEROU	OUABOU-BEFFA	GAHOGA	AOUWODJI
Couleur	202	253	103	57	0	645	438	345	0	180	0	0	0	-
Turbidité	40	51	21	12	0	129	88	69	0	36	0	0	0	-
pH	9,33	9,46	9,89	9,45	7,17	7,85	8,39	8,44	8,57	8,52	9,74	10,43	9,16	8,99
Conductivité	93,7	198,2	271	133,8	27,9	193,3	225	68,1	172,7	235	50,2	19,6	64,6	15,3
Température	26,9	27	26,9	26,9	27,1	27,2	27	27,4	27,1	27,3	27,1	26,4	26,8	26,7
Ammonium NH_4^+ (mg/l)	0,58 05	1,18 68	0,8 385	0,83 85	0,36 1	32,8 95	2,56 7	1,85 7	0,72 24	1,92 2	0,65 79	0,23 22	0,19 35	-
Nitrates NO_3^- (mg/L)	3,52	1,32	3,5 2	2,64	3,08	1,32	7,92	3,08	1,42	7,48	3,96	18,4 8	8,8	-
Nitrites NO_2^- (mg/L)	0,00 99	0	0	0	0	0	0	0,09 57	0	0	0,05 94	0,02 97	0,08 25	-
Sulfates SO_4^{2-} (mg/L)	0	0	1	0	1	0	0	11	0	0	0	0	3	-
Fluorures	0,1	0	0	0	0	0,43	0,79	0,55	0,17	0	0	0	0	0
Phosphates PO_4^{3-} (mg/L)	0,49	0,4	0,3	0,29	0,66	0,09	1,45	0,61	0,66	0,43	0,57	1,05	0,42	-
Iodure I^- (mg/L)	0,18	0,37	0	0,23	0,3	0,83	1,85	0,53	0,59	0	0,47	0	0,46	-
Fer total Fe^{2+}/Fe^{3+} (mg/L)	0,81	0,48	0,0 7	0,24	0,98	4,8	3,85	1,33	0,59	3,25	0,34	0,21	0,86	-
Chlorures Cl^-(mg/L)	14,2	17,75	19,53	7,1	12,43	17,75	14,2	8,875	7,1	23,08	8,875	8,875	8,875	5,325
Bicarbonates HCO_3^- (mg/L)	79,3	140,3	170,8	88,5	18,3	85,4	122	45,75	115,9	42,7	36,6	45,75	39,65	21,35
Magnésium Mg^{2+} (mg/L)	2,189	16,29	13,62	0	1,459	5,35	8,755	2,189	6,08	7,296	1,459	4,378	1,702	0,243
Calcium Ca^{2+} (mg/L)	100,42	140,03	90,62	130,63	20,405	70,22	90,619	110,62	120,43	160,03	60,413	40,809	60,012	30,206
Dureté totale (mg/L)	35	102	80	34	11	40	60	38	56	70	22	30	22	9
Alcalinité	130	230	280	145	30	140	200	75	190	700	60	75	65	35

(mg/L)	Echantillons des prélèvements en saison humide (période de hautes eaux													
	TOUMI	EVAÏGO	PAPANE	ALLAGBALI	GBANLIN	GORO	GBEFFAGO	VOSSA	GBEDEMI	GBEYEKEROU	GAHKPEROU	OUABOU-BEFFA	GAHOGA	AOUWODJI
Couleur	186	217	96	43	2	598	409	324	0	163	2	6	4	598,00
Turbidité	37	43	19	8	0	119	81	65	0	32	0	1	0	119,00
pH	8,63	9,23	9,53	9,26	6,98	7,32	8,22	8,16	8,23	8,32	9,58	10,16	9,18	10,16
Conductivité	95,3	215,3	236,6	119,3	32,2	192,3	213,5	82,6	196,2	226,4	63,2	23,5	58,3	236,60
Température	26,9	27	26,9	26,9	27,1	27,2	27	27,4	27,1	27,3	27,1	25,8	24,9	27,40
Ammonium NH_4^+ (mg/l)	0,542	1,238	0,8385	0,7998	0,3354	30,445	2,322	1,7415	0,6224	1,722	0,6279	0,2122	0,1735	30,45
Nitrates NO_3^- (mg/L)	3,08	1,1	1,76	2,2	0,88	2,64	9,24	3,96	1,76	7,04	4,4	20,24	11,44	20,24
Nitrites NO_2^- (mg/L)	0,0132	0,0066	0,0033	0,0033	0	0,0165	0,0099	0,099	0	0,0132	0,066	0,033	0,0099	0,10
Sulfates SO_4^{2-} (mg/L)	0	0	1	0	1	0	0	9	2	4	0	0	3	9,00
Fluorures	0,1	0	0	0	0	0,33	0,73	0,52	0,27	0	0	0	0	0,73
Phosphates PO_4^{3-} (mg/L)	0,49	0,38	0,32	0,3	0,58	0,19	0,98	0,73	0,58	0,43	0,62	0,93	0,54	0,98
Iodure I^- (mg/L)	0,22	0,53	0,16	0,32	0,29	0,75	0,96	0,49	0,63	0,08	0,42	0	0,36	0,96
Fer total Fe^{2+}/Fe^{3+} (mg/L)	0,71	0,45	0,12	0,3	1,03	3,96	4,03	1,53	0,62	2,34	0,52	0,18	0,89	4,03
Chlorures Cl^-(mg/L)	12,43	14,2	17,75	3,55	7,1	14,2	12,43	7,1	10,63	21,3	10,63	7,1	10,62	21,30
Bicarbonates HCO_3^- (mg/L)	36,6	85,4	134,2	67,1	12,2	79,3	109,8	42,7	95,16	103,7	30,5	12,2	24,40	134,20
Magnésium Mg^{2+} (mg/L)	0,973	5,84	6,32	2,92	0,9728	3,891	5,35	2,918	3,892	6,32	0,9728	0,4864	1,46	6,32
Calcium Ca^{2+} (mg/L)	100,42	120,024	100,42	110,22	160,3	120,83	120,24	90,62	130,63	140,43	70,21	160,3	56,11	160,30
Dureté totale (mg/L)	30	54	80	40	8	48	52	36	50	62	22	6	20	80,00
Alcalinité	60	140	220	110	20	130	180	70	156	170	50	20	40	220,

(mg/L)														00

A1.3 Norme physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humine au Bénin

SECTION II : Des normes physico-chimiques

ARTICLE 17

Une eau destinée à la consommation humaine est conforme aux normes de qualité physico-chimique indiquées ci-après :

Paramètres	Unité	Valeur maximale permise
Paramètres physique		
Turbidité	[1]UTN ou [2]FNU	5,0
Paramètres chimiques inorganiques		
Arsenic	Mg/l	0,05
Baryum	Mg/l	1,0
Bore	Mg/l	5,0
Cadmium	Mg/l	0,005
Chrome	Mg/l	0,05
Cuivre	Mg/l	2,0
Cyanures	Mg/l	0,2
Fluorures	Mg/l	1,5
Mercure	Mg/l	0,001
Nickel	Mg/l	0,02
Nitrates	Mg/l Mg/N/l	45 10
Nitrites	Mg/l Mg/N/l	3,2 0,1
Plomb	Mg/l	0,05
Sélénium	Mg/l	0,01
Sulfates	Mg/l	500
PH	Unités pH	6,5 < pH < 8,5
Paramètres chimiques organiques		
Benzène	Mg/l	0,010
Composés phénoliques	Mg/l	0,002

[1] UTN = Unité de turbidité Néphélométrique
[2] FNU = ...

Paramètres chimiques-désinfectants et sous-produits de désinfection		
Bendiocarde	Mg/l	0,040
Carbaryl	Mg/l	0,090
Lindane	Mg/l	0,0040
Fénitrothion	Mg/l	0,0070
Malathion	Mg/l	0,190
DDT	Mg/l	0,030
Alachlore	Mg/l	0,02
Cyanazine	Mg/l	0,01
Simazine	Mg/l	0,01
Paraquat	Mg/l	0,01
Métolachlor	Mg/l	0,05
Atrazine	Mg/l	0,005
Perméthrine	Mg/l	0,02
Diméthoate	Mg/l	0,02
Glyphosate	Mg/l	0,28
Paramètres radiologiques		
Activité alpha brute	Bq/l	0,1
Activité beta brute	Bq/l	1
NORMES OPERATIONNELLES – Paramètres physico-chimiques		
Calcium	Mg/l	100
Chlorures	Mg/l	250
Couleur	UcV	15
Dureté	Mg/l	200
Fer	Mg/l	0,3
Goût	-	inoffensif
Magnésium	Mg/l	50
Manganèse	Mg/l	0,1
Zinc	Mg/l	3

A1.4 Répartition de l'effectif de poissons mesurés par taille dans quelques localités du bassin

Localités	Tranche de taille					
	5 - 10 cm	10 - 15 cm	15 - 20 cm	20 - 25 cm	25 - 30 cm	≥100cm
TOUMI	27	55	20	6	3	0
PAPANE	16	17	11	4	1	0
ALLAGBALI	36	50	10	3	4	0
GBANLIN	28	31	12	9	0	0
VOSSA	11	38	31	10	5	0
BOUBOUA-DJETO	36	24	18	3	1	1

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRES

A2.1 A L'ENDROIT EXCLUSIF DES PAYSANS – PECHEURS – ELEVEURS

Groupe cible : Agriculteurs

1- Importance des écosystèmes dans le développement des activités agricoles

0- Quelles sont les différentes activités agricoles pratiquées dans votre localité ?

a) pêche □ b) sylviculture□ c) aquaculture□ d) braconnage□ e) élevage□

f) exploitation forestière□ g) autres (à préciser)□ ----------

1.0- Quelle est votre activité principale ? ----------

1.1- Depuis combien d'années pratiquez-vous cette activité? ----------

1.2- Quelles sont les espèces végétales que vous cultivez ? ----------

---

2- Modes et systèmes de culture

2.0- A quels moments de l'année menez-vous les activités champêtres ? ----------

----------Quels sont les modes de culture pratiqués ?

a) Culture pluviale □ b) Culture saisonnière □ c) Culture pérenne □

d) Culture de décru□ e) autres (à préciser)□----------

2.3- Le calendrier a-t-il changé par rapport au passé ? a) Oui □ b) Non□

2.4- Si oui, expliquez----------

2.5- Quels sont les systèmes de cultures pratiqués ?

a) Culture itinérante sur brûlis□ b) Culture intensive□ c) Culture mécanisée□

d) Aménagement hydo-agricoles □

2.6- Quels outils utilisez-vous ?

a) outils rudimentaires□ b) outils modernes□ g) autres (à préciser) □----------

2.7- Ces techniques vous permettent-elles d'avoir un bon rendement ? ----------

3- Influences des activités sur les écosystèmes

3.0- Quelles appréciations faites-vous des effets de vos activités sur votre écosystème ?

a) stabilité□ b) progression floristique□ c) progression pédologique□ d) progression faunique□ e) Régression floristique□ f) régression pédologique□ g) régression faunique□ h) érosion i) autres (à préciser)□----------

3.1- Quelles sont les espèces végétales et animales disparues ou en disparition de votre milieu ? ----

---

3.2-Quelles sont les nouvelles espèces introduites dans votre milieu ?

4- Aspect économique

4.0- Les revenus issus des activités champêtres vous permettent-ils de survenir à vos besoins ?
a)Oui □ b) Non □

4.1- Si oui, combien épargnez-vous ? Par :

semaine	mois	trimestre	année	Autres

4.2- Quelle est votre seconde activité ? ----------

5- Niveau de conscience des cultivateurs par rapport au phénomène

5.0- Pensez- vous que la protection de votre écosystème est :
a) très importante□ b) importante□ c)sans importance□

5.1- En quoi les espèces végétales et animales vous sont-elles importantes ?
a) Médecine□ b) patrimoine culturel□ c) alimentation□ d) source d'énergie□ e) tourisme□ f) lutte contre l'érosion des sols □ g) pérennité des activités champêtres□
h) autres (à préciser) □ ----------

5.2 - Quelle appréciation faites-vous de la gestion actuelle des terres et forêts de votre milieu ?
a) Bonne □ b) passable □ c) médiocre□

6- Vision des cultivateurs sur la sauvegarde des écosystèmes

6.0- Que proposez-vous pour une bonne gestion des ressources naturelles de votre milieu?

6.1- Est-ce que votre travail a de relation avec le tourisme (sites d'attraction)
a) Oui □ b) Non □

6.2- Si oui, comment pensez-vous l'améliorer ? ----------

6.3- Si non, comment pensez-vous qu'on pourrait y parvenir? ----------
---

7- Statut socio-économique et mode d'occupation de l'espace par les cultivateurs

7.0- Le domaine que vous exploitez, en êtes-vous ?
a) Propriétaire□ b) Locataire□ c) héritier□ d) Autres□----------

7.1- Quelles sont les modalités d'obtention de domaines exploitables actuellement ?
a) Achat□ b) don□c) héritage□ d) location□ e) autres□ ----------

N°	Identification			
1	Ecosystèmes (**Code 1**) [ ]	Coordonnées géo.		Type d'habitat
		Longitude Est	Latitude Nord	
2	Commune			
3	Arrondissement			
4	Village			
5	Quartier/hameau			
		Commentaires		
6	Date de passage	/ / 2007		
7	Sexe de l'enquêté (e)	- Masculin 1 □		- Féminin 2 □
8	Age de l'interviewé	En année révolue		
9	Nom et prénoms			
10	Ethnie			
11	religion	Animisme 1 □	Christianisme 2 □	Islam 3□

Code 1 : A = plan d'eau ; B = plaine d'inondation ; C = versant ; D = Sommet.

Groupe cible : Braconniers(chasseurs)

1- Ecosystèmes et l'activité de chasse

1.0- Quelle est votre activité principale ?

1.1- Depuis combien de temps pratiquez-vous la chasse ? ----------
1.3- Pourquoi aimez-vous chasser en forêt ?
a)Pour avoir beaucoup de gibiers□ b) C'est plus facile□ c) Autres (à préciser) □----
----------3.2-
Quelles sont vos activités secondaires ?

2- Techniques utilisées

2.0- Avez-vous l'habitude de mettre feu aux forêts ? a) Oui □ b) Non □
2.1- Si oui, pourquoi ?
a) pour provoquer la sortie des animaux de leur cachette□
b) pour mieux progresser dans les forêts□ c) Autres (à préciser) □----------
---
2.2- Quelles sont les autres techniques que vous utilisez ? ----------
---
2.3- Quels sont les outils de chasse que vous utilisez ?----------
----------2.4- A quels moments de l'année pratiquez-vous la chasse ?

2.5- Quelles sont les animaux que vous chassez ? ----------

----------**3-**

Aspect économique

3.0- Les revenus issus de l'activité de chasse vous permettent-ils de survenir à vos besoins ? a) Oui □ b) Non □
3.1- Si oui, combien épargnez-vous ? Par

semaine	mois	trimestre	année	Autres

4- Influences de l'activité de braconnage sur les écosystèmes

4.0- Vous arrive-t-il de tuer des femelles en état, des femelles allaitantes, ou leurs petits?
a) Souvent □, b) par moment □, c) très souvent □, d) rarement □, e) jamais □
4.1- Quelles sont les animaux menacés de disparition ou ayant disparu de vos forêts ?

4.3- Quelles appréciations faites-vous des effets de vos activités sur vos forêts?
a) Régression floristique□ b) régression pédologique□
c) régression faunique □ d) érosion □
e) autres (à préciser) □----------

5- Niveau de conscience des braconniers par rapport au phénomène

5.0- Pensez- vous que la protection de votre écosystème est :
a) très importante□ b) importante□ c)sans importance□
5.1- En quoi ces animaux vous sont- ils important?
a) Alimentation □ b) patrimoine culturel□ c) tourisme□ d) pérennité de la chasse
h) Autres (à préciser) □ ----------
5.2- Quelles appréciations faites-vous de la gestion actuelle des ressources de vos forêts ?
a) Bonne □ b) passable □ c) médiocre□

6- Vision des chasseurs sur la sauvegarde des écosystèmes

6.0- Que proposez-vous pour une bonne gestion des ressources fauniques de votre milieu?

6.1- Est-ce que le braconnage encourage le secteur du tourisme dans votre localité ?
a) Oui □ b) Non □
6.2- Si oui, comment pensez-vous l'améliorer ? ----------
6.3- Si non, comment pensez-vous qu'on pourrait y parvenir? ----------

---

N°	Identification			
1	Ecosystèmes (**Code 1**) [ ]	Coordonnées géo.		Type d'habitat
		Longitude Est	Latitude Nord	
2	Commune			
3	Arrondissement			
4	Village			
5	Quartier			
6	Maison			
		Commentaires		
7	Date de passage	/ / 2007		
8	Sexe de l'enquêté (e)	- Masculin 1 □ - Féminin 2 □		
9	Age de l'interroger	En année révolue		
10	Nom et prénoms			
11	Langues locales			

Code 1 : A = plan d'eau ; B = plaine d'inondation ; C = versant ; D = Sommet.

Groupe cible : éleveurs et assimilés

2- Ecosystèmes et l'activité d'élevage

1.0- Quelle est votre activité principale ?

1.1- Depuis combien de temps pratiquez-vous l'élevage ? ----------

1.2- Où faites-vous paître vos troupeaux ?

a) Dans les forêts□ b) Dans les prairies□ c) Aux abords des agglomérations□

d) Sur les versants□ e) Dans les zones inondables□ f) Dans les zones de plateau□

g) Autres (à préciser)□----------

1.3- Pourquoi faites-vous paître vos troupeaux à ces endroits ?

a) Pour avoir plus d'herbes à brouter□ b) Pour bénéficier de l'ombre□

c) Autres (à préciser) □----------

1.4 - Quelles sont vos activités secondaires ? ----------

2- Techniques utilisées

2.0- Quelles techniques d'élevage pratiquez-vous ? ----------

---

2.1- Avez-vous l'habitude de mettre feu aux végétaux? a) Oui □ b) Non □

2.2- Si oui, pourquoi ?

a) Pour avoir de jeunes herbes, bonnes à brouter□ b) Pour diversifier le pâturage□

c) Autres (à préciser) □----------

3- Aspects économiques

3.0- Les revenus issus de d'élevage vous permettent-ils de survenir à vos besoins ?

a) Oui □ b) Non □

3.1- Si oui, combien épargnez-vous ? Par

semaine	mois	trimestre	année	Autres

4- Influences de l'élevage sur les écosystèmes

4.0- Quelles appréciations faites-vous des effets de vos activités sur votre écosystème ?

a) Régression floristique□ b) régression pédologique□ c) régression faunique □

d) érosion □ e) Autres :

4.1- Quelles sont les espèces qui ont disparu ou qui sont menacées de disparition dans votre environnement (nom en langues locales et étrangères)?

_Végétaux :

_Animaux :

4.2-Existe-t-il des espèces qui ont fait leur apparition ou leur réapparition dans votre écosystème?

a) Oui □ b) Non □

4.3- Si oui, les quelles?

_Végétaux :

_Animaux :

5- Niveau de conscience des éleveurs par rapport au phénomène

5.0- Pensez- vous que la protection de votre écosystème est :

a) très importante□ b) importante□ c)sans importance□

5.1- Pensez-vous que la préservation des espèces végétales peut permettre le développement de votre localité ? a) Oui □ b) Non □

5.2- Si oui, en quoi ces espèces sont-elles importantes pour vous ?

a) Médecine□ b) patrimoine culturel□ c) artisanat□ d) activités de pêche□ e) source d'énergie□ f) tourisme□ g) lutte contre l'érosion des sols□ h) pérennité des activités

i) champêtres□ h) Autres (à préciser) □ ----------

6- Vision des éleveurs sur la sauvegarde des écosystèmes

6.0- Que proposez-vous pour une bonne gestion des ressources naturelles de votre milieu?

6.1- Est-ce que votre travail a de relation avec le tourisme (sites d'attraction)

a) Oui □ b) Non □

6.2- Si oui, comment pensez-vous l'améliorer ? ----------

6.2- Si non, comment pensez-vous qu'on pourrait y parvenir? ----------

Groupe cible : Exploitants forestiers (bûcherons)

3- Ecosystèmes et exploitation forestière

0- Quelle est votre activité principale ? ----------

1.0- Depuis combien de temps exploitez-vous les arbres des forêts ? ----------

---

1.1- Quels types d'exploitations faites-vous de arbres?

a) Fabrication de madriers□ b) Fabrication de charbon de feu□

c) Fabrication d'objets d'art□ d)Bois de chauffe□ e)Autres (à préciser) □----------

---

1.2- Quels types d'arbres exploitez-vous ? ----------

1.3- Avez-vous une autorisation d'exploitation ? a) Oui □ b) Non □

1.4- Si oui, par qui vous a-t-elle été délivrée ?

a) Par les autorités des eaux et forêts□ b) Par les autorités locales□

c) Par les propriétaires□ d) Autres (à préciser)□

1.5- Si non, dans votre forfait, vous arrive-t-il d'être surpris par les agents des structures compétentes ? a) Oui □ b) Non □

1.6- Combien de fois avez-vous été réprimandez par ces derniers?

1 fois □2 fois □3 fois□ 4 fois □5 fois□ +de5 fois □

1.7 - Payez-vous des amandes ou des taxes ? a) Oui □ b) Non □

2- Techniques utilisées

2.0- Quels genres d'outils utilisez-vous ?
a) Rudimentaires □ b) modernes □ c) Autres (à préciser) □----------
---
2.1- A quels moments de l'année exploitez-vous les arbres des forêts ? ----------
---
2.2- Combien de pieds d'arbre déracinés vous par an ? ----------
2.3- Quelles sont les espèces végétales disparues ou en disparition des forêts?

3- Aspect économique

3.0- Les revenus issus de votre activité vous permettent-ils de survenir à vos besoins ?
a) Oui □ b) Non □

3.1- Si oui, combien épargnez-vous ? Par

semaine	mois	trimestre	année	Autres

3.2- Pratiquez-vous d'autres activités en dehors de celle de l'exploitation forestière?
a) Oui □ b) Non □

3.3- Si oui, lesquelles ? ----------

4- Influences de l'exploitation forestière sur les écosystèmes

4.0- Quelles appréciations faites-vous des effets de vos activités sur les forêts ?
- a) stabilité□ b) progression floristique□ c) Régression floristique □ d) progression faunique □ - e) régression faunique □ f) autres (à préciser)□----------

5- Niveau de conscience des exploitants forestiers par rapport au phénomène

5.0- Pensez- vous que la protection de votre écosystème est :
a) très importante□ b) importante□ c) sans importance□

5.1- Pensez-vous que la préservation de ces espèces végétales peut permettre le développement de votre localité ? a) Oui □ b) Non □

5.2- Si oui, en quoi ces espèces sont-elles importantes pour vous ?
a) Médecine□ b) patrimoine culturel□ c) artisanat□ d) source d'énergie□ e) tourisme□ f) lutte contre l'érosion des sols□ g) Autres (à préciser) □ ----------
---

5.3- Quelle appréciation faites-vous de la gestion actuelle des forêts de votre milieu ?
a) Bonne □ b) passable □ c) médiocre □

6- Vision des exploitants forestiers sur la sauvegarde des écosystèmes

6.0- Que proposez-vous pour une bonne gestion des ressources naturelles de votre milieu?

6.1- Est-ce que votre travail a de relation avec le tourisme (sites d'attraction)
a) Oui □ b) Non □

6.2- Si oui comment pensez-vous l'améliorer ? ----------

6.2- Si non, comment pensez-vous qu'on pourrait y parvenir? ----------
---

Groupe cible : les agents du CeRPA

1- Quelles sont les techniques agricoles autorisées dans votre secteur (à citer) ?
a) techniques de pêche : ----------
---

b) techniques culturales : ----------

2- Quelles sont les techniques qui sont interdites ?----------
---
---- et pourquoi ces techniques sont-elles interdites ?----------
---
3- La population respecte-t-elle les interdits ?----------

4- Quelle appréciation prospective faite–vous de la production future des plans d'eau de votre secteur ?----------
---
5- Quelle appréciation prospective faite –vous de la production future des terres de votre secteur ?------
---
6- Pouvez-vous estimer la valeur économique actuelle des différents écosystèmes ?
a) Aquatique----------
b) Terrestre----------
7- Les populations sont-elles conscientes des dégradations causées à leur environ-nement ?----------
---
8- La gestion concertée des ressources, entre les communes, peut-elle contribuer à l'exploitation durable de ces écosystèmes ?---------- ----------
---
9- Quelles sont les solutions que vous préconisez ?----------
---

Groupe cible : Pêcheurs

1- Importance des écosystèmes dans le développement économique des localités

1.0- Quelles sont les différentes activités agricoles pratiquées dans votre localité ?

b) pêche □ b) sylviculture□ c) aquaculture□ d) braconnage□ e) élevage□
g) exploitation forestière□ g) exploitation de sable□ h) autres (à préciser)□----------
---

1.1- Depuis combien d'années exercez-vous la pêche ? ----------

1.2- Que pratiquez-vous comme techniques de pêche ?

1.3- Quelles sont les espèces (faune) halieutiques qui sont dans vos eaux ? ----------
---

2- Espèces animales halieutiques menacées

2.0- Quelles sont les espèces halieutiques de vos eaux qui ont disparu, ou menacées de disparition?

2.2- Quelles sont selon vous, les raisons de ces disparitions ?

a) la forte pression sur ces ressources naturelles□ b) le croît démographique□
c) la forte demande des centres urbains□ d) le non respect des normes prévues par l'Etat□ e) l'usage des techniques prohibées□ f) la régression des cours et plans d'eau
par ensablement□ g) Autres □----------

2.3- Quels sont les moments d'intenses activités économiques au cours de l'année ?

2.4 - Le calendrier a-t-il changé par rapport au passé ? a) Oui □ b) Non □
2.5 - Si oui, expliquer brièvement et dites les raisons ----------
---

3- Aspect économique

3.0- Les revenus issus de l'activité de pêche vous permettent-ils de survenir à vos besoins ? a) Oui □ b) Non □

3.1- Si oui, combien dépensez-vous en moyenne ? Par

semaine	mois	trimestre	année	Autres

3.2- Quelle est votre seconde activité ? ----------

4- Niveau de conscience des pêcheurs par rapport au phénomène

4.0- Pensez- vous que la protection de votre écosystème est :
a) très importante□ b) importante□ c)sans importance□
4.1- Pensez-vous que la préservation de ces milieux humides peut permettre le développement de votre localité ? a) Oui □ b) Non □
4.2- Si oui, en quoi ces milieux vous sont-ils importants?
a) approvisionnement en eau□ b) activités de pêche c) tourisme□ d) développement des activités champêtres□ h) Autres (à préciser) □ ----------4.3- Quelle appréciation faites-vous de la gestion actuelle des ressources halieutiques de votre milieu ? a) Bonne □ b) passable □ c) médiocre□

5- Vision des pêcheurs sur la sauvegarde des écosystèmes

5.0- Que proposez-vous pour une bonne gestion de ces ressources naturelles les années à venir? ----
---

5.1- Est-ce que votre travail a de relation avec le tourisme (sites d'attraction)
a) Oui □ b) Non □
5.2- Si oui, comment pensez-vous l'améliorer ? ----------

5.3- Si non, comment pensez-vous y parvenir ?

6- Statut socio-économique et mode d'occupation de l'espace par les pêcheurs

6.0- Quel est votre statut social, et le régime d'occupation de votre logement ?
Statut social : a) autochtone□ b) immigrant □ Autres□ ----------
6.1- Le domaine que vous exploitez, en êtes-vous ? a) Propriétaire□ b) Locataire□
c) héritier□ d) Autres□----------
6.2- Quelles sont les modalités d'obtention de domaines exploitables actuellement ?
a) Achat□ b) don□c) héritage□ d) location□ e) autres□ ----------
---
6.3- Que proposez-vous pour une utilisation optimale des ressources? ----------
---

Groupe cible : les agents des Eaux et forêts

0- Quels sont les types de forêts qui caractérisent de votre secteur ?

1- Quelles sont dans votre localité les techniques d'exploitation des forêts? ----------
---
2- Quelles sont les techniques qui sont interdites et pourquoi?----------
---

3- Les populations respectent elles les interdits? ----------
Et quelles sont les sanctions prévues en cas de violation de ces dernières ?----------
---

4- Quelles appréciations prospectives faites –vous de la production future des forêts dans votre secteur ? ----------
---
5- Pouvez-vous estimer la valeur économique actuelle de la faune et de la flore de votre secteur ?-------
---
6- Les populations sont-elles conscientes des dégradations causées à leur environnement ? ----------
---
7- L'intercommunalité est- elle selon vous un atout ou une faiblesse dans le cadre de la gestion durable des écosystèmes ?----------
---
8- Quelles sont les solutions que vous préconisez ?----------
---

9- Liste des espèces disparues ou menacées de disparition dans votre secteur ?

Groupe cible : Sages et notables (05 personnes au minimum et 11 au maximum)

1- Historique sur le plan d'installation de populations :
1.0- Quel(s) est (sont) le(s) premier(s) groupe(s) sociolinguistique(s) à s'installer dans votre localité ?
1.1- D'où est (sont) il(s) venu(s) ?
1.2-Depuis combien de temps se sont-ils installés dans la localité ?
1.3- Pour quelles raisons se sont-ils installés ici ?
1.4- Quelles sont leurs activités d'origine et quelles activités pratiquent-ils actuellement ?
2- Renseignements au plan socioculturels et cultuels de la localité :
2.0- Existe-t-il des divinités pour la terre et les plans d'eau de la localité ?
a) Oui □ b) Non □
2.1- Si oui, quelles sont ces divinités?
2.2- Quels sont les rôles que jouent ces divinités par rapport à la protection des écosystèmes ? 2.3- Quelles sont les forêts sacrées de votre localité ? Et quelles espèces y retrouve-t-on ?
2.4- Quelles sont les textes ou règlements qui régissent l'organisation des activités agricoles dans votre localité ?
a) Publics (Etat) □ b) Traditionnels (coutumiers) □ c) Autres (à préciser) □
2.4- A qui revient le droit sur les terres qu'exploitent les agriculteurs dans votre localité ?
a) L'Etat □ b) Les premiers occupants □ c) Tout citoyen □ d) Autres (à préciser) □
3- Niveau de prise de conscience par rapport au phénomène
3.0- Est-ce que votre localité connaît des changements environnementaux selon vous ?
a) Oui □ b) Non □
3.1- Si oui, qu'est-ce qui a connu de changement? a) la terre, b) les forêts, c) les animaux, d) les eaux, e) autres (à préciser)
3.2- Comment se manifestent ces changements là ? a) appauvrissement, b) érosion, c) déforestation, d) disparition des espèces, e) ensablement, f) autres
3.3- Quelles sont les solutions localement trouvées à ces changements, si ces changements étaient négatifs ?
3.4- Quelles ont été les solutions apportées par les acteurs publics, dans le même cas ?
3.5- Que peut-on faire selon vous, pour gérer durablement les terres, et les espèces animales et végétales des eaux et forêts de votre localité ?
4- Aspect économique
4.0- Les hommes vivaient-ils décemment de leurs activités agricoles ? a) Oui □ b) Non □
4.1- Si oui, en a-t-il de même actuellement ?
4.2- Si non, comment l'expliquez-vous ?

Groupe cible : autorités locales et personnes ressources

1- Aspects de développement
1.0- Votre localité dispose-t-elle d'un plan de développement ? a) Oui □ b) Non □

1.1- Quelle place occupent les activités agricoles dans le développement de votre localité ?----------
---

1.2- Quelles sont les activités agricoles pratiquées par les habitants de votre village ?
a) Culture de champs □ b) élevage □ c) pêche □ d) braconnage ou chasse □
e) exploitation forestière □ f) exploitation de sable □ g) autres (à préciser) □---------
---

1.3- Depuis combien de temps ces activités sont-elles pratiquées dans votre localité?

1.4- Quelles sont les périodes d'intenses activités agricoles dans votre localité ?

2- Niveau de conscience des autorités locales du phénomène

2.0- Les eaux et forêts de votre localité, sont-ils à votre avis menacés de risques de dégradation ?
a) Oui □ b) Non □

2.1- Si oui, quelles pourraient en être les raisons ?

2.2- Existe-t-il un plan schéma d'aménagement agricole pour votre localité ?
a) Oui □ b) Non □

2.3- Si oui, ce schéma prévoit-il des zones de conservations écologiques ?
a) Oui □ b) Non □

2.4- Existe-t-il un volet consacré à la préservation ou à la restauration des ressources de nos eaux et forêts dans votre plan de développement ? a) Oui □ b) Non □

3- Législation en matière d'occupation du sol

3.0- Quelles sont les textes ou règlements qui régissent l'organisation des activités agricoles dans votre localité ?
a) Règlements traditionnels □ b) Règlements étatiquesc) Collectivités locales □

3.1- Quelles sont les modalités d'occupation et d'exploitation des terres et des plans d'eau ?
a)Permis d'habiter□ b) Permis d'exploiter□ c)Titre foncier□ d)Autres (à préciser)□----------
---

3.2- Quelles sont les structures qui veuillent à la gestion des espaces terrestres et aquatiques dans votre localité? ----------
---

3.3- Pensez-vous que la gestion concertée entre les communes pourrait contribuer à la préservation des écosystèmes ?----------
---

ANNEXE 3 : QUELQUES ESPECES INTRODUITES

A3.1 Liste de quelques espèces introduites

N° d'ordre	**Quelques nouvelles espèces introduites**		
	Nom local	**Nom scientifique**	**Famille**
1	Cola-tin	*Terminolia catappa/Badamier*	Combretaceae
2	Kpin-man /Eucalyptus	*Euclyptus citriodora*	Myrteceae
3	Faux Eucalyptus	*Acacia auriculiformis*	Mimosaceae
4	Floa-tin	*Terminolia mantaly*	Combretaceae
5	Teck de Tanzani		
6	Kpatin man (Moringa)		

ANNEXE 4 : FICHE DE COLLECTE DES DONNEES

A4.1 : **fiche de relevés floristiques**

Fiche N°01

Date : _____ :

Ecosystèmes (**Code 1**) :_____ :

Code 1 : A = plan d'eau ; B = plaine d'inondation ; C = versant ; D = Sommet.

Végétation

Formation végétale : _____

Recouvrement : _____

Liste floristique

N° d'ordre	Nom local	Nom français	Genre et espèce

Fiche N°02 **Liste des activités**

N°d'ordre	Activités agricoles

A4.2 : **fiche de relevé altimétrique**

N°	Distance (m)	Pente (%)	Dist. Cumulée	Dénivellation	Déni. Cumulée	Observation

ANNEXE 5 : GRILLES DE DETERMINATION ET D'EVALUATION DES IMPACTS

A5.1 : Grille de détermination de la valeur environnementale

Valeur sociale	**Valeur écosystémique**		
	Grande	***Moyenne***	**Faible**
Grande	Grande	Grande	Grande
Moyenne	Grande	Moyenne	Moyenne
Faible	Grande	Moyenne	Faible

A5.2 : Grille de détermination de l'intensité de l'impact

Degré de perturbation	**Valeur environnementale**		
	Grande	**Moyenne**	**Faible**
Élevé	très forte	forte	moyenne
Moyen	forte	moyenne	faible
Faible	moyenne	faible	faible

A5.3 : Grille de détermination de l'importance de l'impact

Intensité	**Étendue**	**Durée**	**Importance**
Très forte	Régionale	***Longue***	Très forte
		Moyenne	Très forte
		courte	Très forte
	Locale	***Longue***	Très forte
		Moyenne	Très forte
		courte	Forte
	Ponctuelle	Longue	Très forte
		Moyenne	Forte
		courte	Forte
Forte	Régionale	Longue	Très forte
		Moyenne	Forte
		courte	Forte
	Locale	Longue	Forte
		Moyenne	Forte
		courte	Moyenne
	Ponctuelle	Longue	Forte
		Moyenne	Moyenne
		courte	Moyenne
Moyenne	Régionale	Longue	Forte
		Moyenne	Moyenne
		courte	Moyenne
	Locale	Longue	Moyenne
		Moyenne	Moyenne
		courte	Faible
	Ponctuelle	Longue	Moyenne
		Moyenne	Faible
		courte	Faible
Faible	Régionale	Longue	Moyenne
		Moyenne	Faible
		courte	Faible
	Locale	Longue	Faible
		Moyenne	Faible
		courte	Très faible
		Longue	Faible

	Ponctuelle	Moyenne	Très faible
		courte	Très faible

ANNEXE 6 : LISTE DS OUVRAGES D'EAU DES COMMUNES DU BASSIN

N°	Departemen	Commune	Arrondisse	Village	Id_program	Localite	Type_ouvra	Longitude E	Latitude N
1	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	AGBASSA	SNV	ILE	Puits moderne	02° 17' 10	08° 49' 47
2	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	AGBASSA	SNV	AGBASSA-ILE	Puits moderne	02° 17' 15	08° 49' 41
3	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	AGBASSA	SNV	AGBASSA-OLOUNGBE	Puits moderne	02° 17' 11	08° 49' 34
4	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	AGBASSA	CE II	AGBASSA	Forage	02° 17' 00	08° 49' 00
5	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	AGBASSA	CE II	AGBASSA-ILE	Forage	02° 17' 22	08° 49' 41
6	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	ALAFIAROU	CE II	AKEKEA FIAGBE	Forage	02° 25' 30	08° 59' 40
7	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	KODA	SNV	KODA	Puits moderne	02° 17' 14	08° 51' 11
8	BORGOU	TCHAOUROU	ALAFIAROU	KODA	CE II	KODA	Forage	02° 17' 14	08° 51' 08
9	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	UNICEF	GORO I	Forage	02° 29' 99	08° 58' 53
10	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	UNICEF	GORO I	Forage	02° 29' 99	08° 58' 53
11	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	CE III	GORO II	Forage	02° 30' 00	08° 58' 30
12	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	U/FEN 1	GORO I	Forage	02° 30' 04	08° 58' 32
13	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	SNV	WOUKPO	Puits moderne	02° 30' 06	08° 58' 33
14	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	CE II	GORO I MARCHE	Forage	02° 29' 57	08° 58' 31
15	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO I	CE II	GORO I	Forage	02° 30' 00	08° 58' 30

16	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	SNV	WOUKPO	Puits moderne	02° 29' 84	08° 58' 55
17	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	EVECHE	GORO II	Puits moderne	02° 29' 84	08° 58' 55
18	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	EVECHE	WOUKPO	Puits moderne	02° 29' 84	08° 58' 55
19	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	UNICEF	GORO II	Forage	02° 29' 84	08° 58' 55
20	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	CE II	GORO II AKEKE	Forage	02° 26' 09	08° 58' 59
21	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	U/FEN 1	GORO II	Forage	02° 29' 54	08° 58' 33
22	BORGOU	TCHAOUROU	GORO	GORO II	SNV	GORO II	Puits moderne	02° 29' 84	08° 58' 55
23	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	KINNOU-KPANNOU	CE III	SEMANGUI-KPAROU	Forage	02° 30' 33	09° 00' 49
24	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	2FED	SEGOUROU	Puits moderne	02° 35' 11	09° 00' 02
25	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	CE II	TEKPAROU GANDO	Forage	02° 35' 39	08° 59' 23
26	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	CE II	TEKPAROU	Forage	02° 36' 00	08° 59' 38
27	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	AUTRES	SEGOUROU-MARCHE	Puits moderne	02° 35' 21	09° 00' 04
28	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	CE II	SEGOUROU	Forage	02° 35' 19	09° 00' 01
29	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	U/FEN 1	TEKPAROU SORTIE VILLAGE	Forage	02° 35' 17	09° 00' 34
30	BORGOU	TCHAOUROU	TCHATCHOU	TEKPAROU	SNV	SEGOUROU	Puits moderne	02° 35' 25	09° 00' 07
31	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	BORONE	SNV	KORO	Puits moderne	02° 34' 30	08° 53' 49
32	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	BORONE	2FED	KORO	Puits moderne	02° 34' 33	08° 53' 49
33	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UEEB	WODORA	Puits moderne	02° 35' 18	08° 56' 10

34	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	2FED	GUINIROU ANARCADIERS	Puits moderne	02° 35' 11	08° 56' 07
35	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UNICEF	GBEYEROU	Forage	02° 35' 18	08° 56' 10
36	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UNICEF	OUBEROU	Forage	02° 35' 18	08° 56' 10
37	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UNICEF	DANSEY	Forage	02° 35' 18	08° 56' 10
38	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UNICEF	GUINIROU	Forage	02° 35' 18	08° 56' 10
39	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UEEB	KPAWOLOU	Puits moderne	02° 35' 18	08° 56' 10
40	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	U/FEN 1	GUINIOUROU	Forage	02° 35' 02	08° 56' 06
41	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	U/FEN 1	GUINIOUROU-TAKPAROU	Forage	02° 35' 13	08° 56' 14
42	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	UEEB	DONOROU	Puits moderne	02° 35' 18	08° 56' 10
43	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	CE II	GAH-BAKA	Forage	02° 35' 13	08° 57' 20
44	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	U/FEN 1	GUINIROU CENTRE	Forage	02° 35' 10	08° 56' 08
45	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	U/FEN 1	GBEYEKEROU	Forage	02° 33' 59	08° 55' 25
46	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	CE II	GUINIROU CENTRE	Forage	02° 35' 04	08° 56' 19
47	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	CE II	GUINIROU	Forage	02° 32' 23	08° 56' 57
48	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	CE II	GUINIROU	Forage	02° 32' 20	08° 56' 50
49	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	AUTRES	GUINIROU CENTRE	Puits moderne	02° 35' 03	08° 56' 10
50	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	GUINIROU	CE II	GUINIROU	Forage	02° 28' 19	08° 58' 40
51	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	U/FEN 1	PAPANE ISSALE-BA	Forage		2.605 278

52	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE		HOPITAL	Forage		2.606917
53	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE		BABA - LOWA	Forage		2.606917
54	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	CE III	HOPITAL ST MARTIN	Forage		2.594445
55	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	CE III	HOPITAL ST MARTIN	Forage		2.594445
56	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	U/FEN 1	PAPANE BABA-LOWO	Forage		2.607222
57	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	U/FEN 1	PAPANE HOPITAL	Forage		2.608889
58	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	U/FEN 1	PAPANE HOPITAL	Forage		2.616667
59	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	AUTRES	PAPANE ISSALE BA	Puits moderne		2.606111
60	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	SNV		Puits moderne		2.600000
61	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	U/FEN 1	PAPANE	Forage		2.604722
62	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	PAPANE	2FED	DEBE	Puits moderne		2.607500
63	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	MISSION CATHOLIQUE	Forage		2.598250
64	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TCHAOUROU (HOPITAL)	Forage	02° 35' 54	08° 52' 45
65	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	2FED	WASSIMI	Puits moderne	02° 35' 58	08° 53' 07
66	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TCHAOUROU (MARCHE)	Forage	02° 35' 50	08° 53' 19
67	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	BORONE	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13
68	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	KABOUAROU	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13
69	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	GARE	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13

70	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	TCHALA	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13
71	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	BORNE TOUKOUROU	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13
72	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	MARCHE	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13
73	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	UNICEF	GARE	Forage	02° 35' 53	08° 53' 13
74	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	GOKANNA (OUEST ROUTE)	Forage	02° 34' 49	09° 01' 28
75	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TOKOUROU	Forage	02° 34' 21	08° 54' 34
76	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	CE II	GOKANNA	Forage	02° 34' 00	09° 02' 00
77	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	CE II	GOKANNA (EST ROUTE)	Forage	02° 34' 52	09° 01' 33
78	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TCHAOUROU	Forage	02° 36' 00	08° 53' 06
79	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TOKOUROU	Forage	02° 34' 21	08° 54' 34
80	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TCHAOUROU	Forage	02° 35' 46	08° 53' 12
81	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	U/FEN 1	TCHAOUROU	Forage	02° 35' 38	08° 53' 14
82	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	WOROGUI	SETRA	WOROGUI	Puits moderne	02° 36' 06	08° 52' 36
83	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	WOROGUI	AUTRES	KASSOUALA I	Puits moderne	02° 36' 05	08° 52' 30
84	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	WOROGUI	CE III	DAKOUROU	Forage	02° 36' 00	08° 52' 00
85	BORGOU	TCHAOUROU	TCHAOUROU	WOROGUI	AUTRES	KERAROU	Puits moderne	02° 36' 05	08° 52' 30
86	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	SUI		Forage	02° 22' 13	08° 29' 20
87	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN		GBANLIN GARE	Forage	02° 22' 25	08° 29' 44

88	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	Autres	DANTE	Forage	02° 22' 12	08° 29' 34
89	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN		ZAH	Forage	02° 22' 31	08° 29' 36
90	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN		ZOUMEDJI	Forage	02° 22' 13	08° 29' 32
91	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	Autres	GBANLIN COMMUNE	Forage	02° 22' 22	08° 29' 51
92	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	U/BIRD		Forage	02° 22' 15	08° 29' 35
93	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	SUI	GBANLIN-ZA	Forage	02° 22' 13	08° 29' 33
94	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	SUI	GBANLIN-ZA	Forage	02° 22' 16	08° 29' 32
95	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	SUI		Forage	02° 22' 19	08° 29' 07
96	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	SUI	GBANLIN-COMMUNE	Forage	02° 22' 27	08° 29' 50
97	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	UNICEF	GBANLIN ZAII	Forage	02° 22' 23	08° 29' 38
98	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	UNICEF	AUTO GARE	Forage	02° 22' 24	08° 29' 43
99	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	UNICEF	GBANLIN ZAI	Forage	02° 22' 21	08° 29' 36
100	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	IDA DANIDA	GBANLINDJANGNIFI	Forage	02° 20' 18	08° 33' 18
101	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	IDA DANIDA	AKODEDJLO	Forage	02° 18' 49	08° 33' 37
102	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	GBANLIN	SUI		Forage	02° 22' 17	08° 29' 20
103	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	TOSSO	UNICEF	EGLISE	Forage	02° 21' 51	08° 29' 46
104	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	TOSSO	SUI	TOSSO	Forage	02° 21' 11	08° 29' 44
105	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	TOSSO		TOSSO	Forage	02° 21' 09	08° 29' 45

106	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	TOSSO		GBELIHO	Forage	02° 21' 44	08° 29' 47
107	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	TOSSO	UNICEF	EGLISE	Forage	02° 21' 48	08° 29' 47
108	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	VOSSA	SUI	VOSSA	Forage	02° 21' 08	08° 29' 42
109	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	VOSSA	SUI	VOSSA-MATERNITE	Forage	02° 21' 11	08° 29' 32
110	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	VOSSA		VOSSA	Forage	02° 21' 06	08° 29' 35
111	COLLINES	OUESSE	GBANLIN	VOSSA	Autres	VOSSA	Forage	02° 21' 06	08° 29' 43
112	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO		AKPERO	Puits Moderne	02° 34' 18	08° 37' 33
113	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO	UEEB	AKPERO	Puits Moderne	02° 34' 17	08° 37' 25
114	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO	Autres	AKPERO	Puits tradition nel	02° 34' 13	08° 37' 29
115	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO	U/FEN 1	AKPEKO	Forage	02° 34' 17	08° 37' 13
116	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO	SUI	EKPA	Forage	02° 35' 39	08° 37' 26
117	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO		AKPERO	Forage	02° 34' 09	08° 37' 21
118	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	AKPERO	Autres	EKPA	Forage	02° 35' 40	08° 37' 34
119	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	HEMON ADO	Autres	ADO	Puits Moderne	02° 33' 10	08° 35' 31
120	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	HEMON ADO		ODELAKOUN	Forage	02° 33' 05	08° 35' 48
121	COLLINES	OUESSE	IKÈMON	HEMON ADO	PGRN	ODELAKOUN	Forage	02° 33' 12	08° 35' 39
122	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO ADJOUGOU	IDA DANIDA	GBEDJI-VOSSA	Forage	02° 30' 24	08° 33' 24
123	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO ADJOUGOU	IDA DANIDA	GBEDJI-VOSSA	Forage	02° 30' 24	08° 33' 24

124	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO ADJOUGOU	IDA DANIDA	J駸usalem		02° 29' 52	08° 31' 48
125	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO ADJOUGOU	IDA DANIDA	J駸usalem	Forage	02° 29' 52	08° 31' 48
126	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO GARE	Autres	KILIBO GARE	Forage	02° 38' 02	08° 32' 37
127	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO GARE		KILIBO GARE	Forage	02° 37' 58	08° 32' 43
128	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO GARE		KILIBO GARE	Forage	02° 38' 01	08° 32' 38
129	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA	Autres	MONGADJI	Forage	02° 36' 00	08° 34' 05
130	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA	Autres	AGOH	Forage	02° 36' 05	08° 34' 44
131	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA		KILIBO-AGOH	Forage	02° 36' 06	08° 34' 44
132	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA	Autres	MONGADJI	Forage	02° 36' 00	08° 34' 05
133	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA		KILIBO CENTRE(MONGADJI)	Forage	02° 35' 60	08° 34' 06
134	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA		KILIBO CENTRE MONGADJI	Forage	02° 36' 00	08° 34' 06
135	COLLINES	OUESSE	KILIBO	KILIBO OLATA	Autres	EKPA (GBAFO)	Forage	02° 35' 51	08° 37' 06
136	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI	Autres	YAOUI IFONIN EGLISE	Puits Moderne	02° 36' 46	08° 29' 10
137	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI	Autres	YAOUI ECOLE	Forage	02° 36' 48	08° 29' 14
138	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI	Autres	ISALE OKOUTA	Puits Moderne	02° 36' 42	08° 29' 09
139	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI		YAOUI ECOLE	Forage	02° 36' 48	08° 29' 14
140	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI	U/US	YAOUI	Forage	02° 36' 50	08° 29' 13
141	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI	U/FEN1	YAOUI	Forage	02° 36' 50	08° 29' 13

142	COLLINES	OUESSE	KILIBO	YAOUI		DJABATA	Forage	02° 37' 00	08° 29' 18
143	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	ARTANNONDOHO		ATANONDOHO	Forage	02° 25' 08	08° 29' 48
144	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	ARTANNONDOHO		ATANONDOHO	Forage	02° 25' 05	08° 29' 37
145	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	BOTTI	FED	BOTTI 2	Puits Moderne	02° 25' 33	08° 29' 38
146	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	BOTTI		BOTTI 1	Forage	02° 25' 42	08° 29' 36
147	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	BOTTI		BOTTI 2	Forage	02° 25' 31	08° 29' 42
148	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	GBEME	U/US	GBEME	Forage	02° 25' 39	08° 29' 47
149	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	GBEME		GBEME I	Forage	02° 25' 30	08° 29' 39
150	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	GBEME	Autres	GBEME KADJA	Forage	02° 25' 30	08° 29' 53
151	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	GBEME	Autres	GBEME	Forage	02° 25' 34	08° 29' 33
152	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	GBEME	SUI	GBEME	Forage	02° 25' 38	08° 29' 30
153	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA	UNICEF	CAMP PEUHL	Forage	02° 25' 50	08° 29' 58
154	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA		KPASSA	Forage	02° 25' 17	08° 29' 46
155	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA	U/US	KPASSA	Forage	02° 25' 23	08° 29' 43
156	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA		KPASSA	Forage	02° 25' 18	08° 29' 49
157	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA	SUI	KPASSA	Forage	02° 25' 22	08° 29' 47
158	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA	UNICEF	ESSISSISSA	Forage	02° 25' 25	08° 29' 34
159	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA	SUI	LAMINOU	Forage	02° 25' 32	08° 29' 43

160	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	KPASSA	SUI	LAMINOU	Forage	02° 25' 30	08° 29' 30
161	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU	SUI	LAMINOU	Forage	02° 25' 18	08° 29' 34
162	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU		LAMINOU ECOLE	Puits Moderne	02° 25' 18	08° 29' 26
163	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU		LAMINOU MARCHE	Forage	02° 25' 15	08° 29' 36
164	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU		LAMINOU CENTRE	Forage	02° 25' 12	08° 29' 31
165	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU	SETRA	LAMINOU	Puits moderne	02° 25' 20	08° 29' 23
166	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU	SUI	LAMINOU	Forage	02° 25' 15	08° 29' 30
167	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU	SUI		Forage	02° 25' 16	08° 29' 39
168	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU	SUI		Forage	02° 25' 23	08° 29' 34
169	COLLINES	OUESSE	LAMINOU	LAMINOU		LAMINOU CENTRE	Forage	02° 25' 12	08° 29' 31
170	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	SUI	DOKOUINDOHO-UVS	Forage	02° 24' 22	08° 29' 53
171	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	Autres	DOKOUNDOHO	Forage	02° 24' 08	08° 27' 26
172	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO		DOKOUNDOHO	Forage	02° 24' 09	08° 29' 54
173	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	IDA DANIDA	DOKOUNDOHO	Forage	02° 24' 17	08° 29' 57
174	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	SUI	DOKOUINDOHO-UVS	Forage	02° 24' 22	08° 29' 53
175	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	IDA DANIDA	DOKOUNDOHO	Forage	02° 18' 44	08° 34' 42
176	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	U/US	DOKOUNDOHO-EGLISE	Forage	02° 24' 11	08° 29' 54
177	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	DOKOUNDOHO	Autres	DOKOUNDOHO	Forage	02° 24' 20	08° 29' 54

178	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO		N'GBEHOUEDO	Forage	02° 24' 36	08° 30' 05
179	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	IDA DANIDA	N'GBEHOUEDO	Forage	02° 24' 36	08° 30' 00
180	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	IDA DANIDA	N'GBEHOUEDO	Forage	02° 24' 36	08° 30' 00
181	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	BN	WEDEMADJO	Forage	02° 24' 34	08° 30' 16
182	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	Autres	NGBEHOUEDO	Forage	02° 24' 38	08° 30' 06
183	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	U/US	CMP TCHOUMON	Forage	02° 25' 42	08° 35' 17
184	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	U/BIRD	N'GBEHOUEDO-WE 1	Forage	02° 24' 42	08° 30' 06
185	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	SUI	N'GBEHOUEDO-WE3	Forage	02° 24' 41	08° 30' 04
186	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	SUI	N'GBEHOUEDO WE 3	Forage	02° 24' 41	08° 30' 04
187	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	SUI	N'GBEHOUEDO-WE 2	Forage	02° 24' 42	08° 30' 06
188	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	N'GBEHOUEDO	BN	WEDEMADJO	Forage	02° 24' 34	08° 30' 21
189	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	UNICEF	ZOGBA TREKOU	Forage	02° 24' 18	08° 30' 04
190	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	UNICEF	ODOUGBA	Forage	02° 24' 41	08° 29' 55
191	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	DANIDA	AGBADJI	Forage	02° 24' 33	08° 29' 51
192	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA		DOKOUNDOHO	Forage	02° 24' 20	08° 29' 54
193	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	Autres	AGBADJI	Forage	02° 24' 34	08° 29' 57
194	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	SUI		Forage	02° 24' 30	08° 29' 51
195	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	SUI		Forage	02° 24' 32	08° 29' 32

196	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	SUI		Forage	02° 24' 28	08° 29' 54
197	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	SUI		Forage	02° 24' 30	08° 29' 40
198	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	IDA DANIDA	CAMP PEUL	Forage	02° 23' 03	08° 32' 41
199	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA		NGBEHOUEDO	Forage	02° 24' 38	08° 30' 06
200	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA		N'VENANMENDE	Puits Moderne	02° 24' 34	08° 30' 06
201	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA		AGBADJI	Forage	02° 24' 34	08° 30' 05
202	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	Autres	N'VENOUMEDE	Forage	02° 24' 34	08° 30' 05
203	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	U/US	ODOUGBA 2	Forage	02° 24' 37	08° 30' 04
204	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	SUI	ODOUGBA-WEGO 1	Forage	02° 24' 37	08° 30' 04
205	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ODOUGBA	U/US	ODOUGBA 1	Forage	02° 24' 36	08° 30' 16
206	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ZOGBA TREKOU	Autres	ZOGBA TREKOU	Forage	02° 24' 09	08° 30' 03
207	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ZOGBA TREKOU	IDA DANIDA	ZOGBA THEBOU	Forage	02° 24' 20	08° 30' 00
208	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ZOGBA TREKOU		ZOGBA TREKOU	Forage	02° 24' 11	08° 30' 08
209	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ZOGBA TREKOU		ZOGBA TREKOU	Forage	02° 24' 07	08° 30' 09
210	COLLINES	OUESSE	ODOUGBA	ZOGBA TREKOU		ZOGBA TREKOU	Forage	02° 24' 10	08° 30' 03
211	COLLINES	OUESSE	TOUI	OGOUTEDO	COOP92	AYEDERO	Forage	02° 36' 08	08° 44' 55
212	COLLINES	OUESSE	TOUI	OGOUTEDO		OGOUTEDO	Forage	02° 35' 46	08° 44' 43
213	COLLINES	OUESSE	TOUI	OGOUTEDO	Autres	AYEDERO	Forage	02° 36' 07	08° 44' 57

214	COLLINES	OUESSE	TOUI	OGOUTEDO		AYEDERO	Forage	02° 36' 08	08° 44' 57
215	COLLINES	OUESSE	TOUI	OGOUTEDO		AYEDERO I (MALETE)	Forage	02° 36' 07	08° 44' 58
216	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE	Autres	ISALE BAHI	Forage	02° 35' 19	08° 40' 53
217	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE	Autres	ODO AKABA	Forage	02° 35' 59	08° 46' 36
218	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE		TOUI I	Forage	02° 35' 38	08° 42' 27
219	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE		ISSALE TCHABE	Puits Moderne	02° 35' 34	08° 40' 50
220	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE		ADJEGOULE	Puits Moderne	02° 35' 36	08° 41' 14
221	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE	Autres	ADJEGOULE	Forage	02° 35' 37	08° 41' 04
222	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE	Autres	EGLISE ADJEGOULE	Forage	02° 35' 35	08° 41' 07
223	COLLINES	OUESSE	TOUI	TOUI CENTRE	Autres	KABOUA	Forage	02° 35' 53	08° 40' 51
224	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU	U/US	ADOUGOU-ECOLE	Forage	02° 26' 03	08° 29' 33
225	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU		ADOUGOU	Forage	02° 25' 53	08° 29' 26
226	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU	IDA DANIDA	ADOUGOU	Forage	02° 26' 17	08° 29' 27
227	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU	IDA DANIDA		Forage	02° 26' 17	08° 29' 27
228	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU	IDA DANIDA	ADOUGOU	Forage	02° 26' 00	08° 29' 30
229	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU		ADOUGOU MISSION	Forage	02° 25' 57	08° 29' 31
230	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU	SUI	ADOUGOU CENTRE	Forage	02° 25' 57	08° 29' 25
231	COLLINES	OUESSE	OUESSE	ODOUGOU		ADOUGOU CENTRE	Forage	02° 26' 01	08° 29' 34

232	COLLINES	OUESSE	OUESSE	LAKOKO	BN	DANIGBE	Forage	02° 26' 27	08° 29' 16
233	COLLINES	OUESSE	OUESSE	LAKOKO		DANNIGBE	Forage	02° 26' 10	08° 29' 20
234	COLLINES	OUESSE	OUESSE	LAKOKO		LAKOKO	Forage	02° 26' 27	08° 29' 03
235	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE		OUESSE HOPITAL	Puits Moderne	02° 26' 03	08° 29' 18
236	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	Autres	ZOGBA	Forage	02° 25' 47	08° 29' 18
237	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	Autres	ZOHOUNGO	Forage	02° 25' 39	08° 29' 34
238	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE		ZONGO	Forage	02° 25' 42	08° 29' 34
239	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE		GBATEME GARE	Forage	02° 25' 34	08° 29' 18
240	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE		OUESSE CENTRE	Forage	02° 25' 52	08° 29' 22
241	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	IDA DANIDA	GBATEMEY	Forage	02° 25' 36	08° 29' 27
242	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	IDA DANIDA	GBATEMEY	Forage	02° 25' 36	08° 29' 27
243	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE		OUESSE MAIRIE	Forage	02° 26' 05	08° 29' 14
244	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	U/BIRD		Forage	02° 25' 30	08° 29' 15
245	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI		Forage	02° 25' 58	08° 30' 24
246	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI		Forage	02° 25' 51	08° 30' 25
247	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	U/US	ZONGO	Forage	02° 25' 59	08° 29' 93
248	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	U/US	ZONGO	Forage	02° 25' 59	08° 29' 93
249	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI	OUESSE MAIRIE	Forage	02° 26' 09	08° 29' 14

250	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI	OUESSE CENTRE	Forage	02° 25' 54	08° 29' 20
251	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI	OUESSE MISSION	Forage	02° 25' 47	08° 29' 16
252	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI	OUESSE HOPITAL	Forage	02° 26' 08	08° 29' 15
253	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	AUTRES	OUESSE-MISSION	Puits moderne	02° 25' 49	08° 29' 21
254	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	AUTRES	OUESSE-ECOLE	Puits moderne	02° 25' 49	08° 28' 56
255	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	AUTRES	OUESSE-HOPITAL	Puits moderne	02° 26' 04	08° 29' 15
256	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	U/US	GBATEME-GARE	Forage	02° 25' 35	08° 29' 18
257	COLLINES	OUESSE	OUESSE	OUESSE CENTRE	SUI		Forage	02° 25' 51	08° 29' 17

ANNEXE 7 : ARTICLES PUBLIES

Gbaï N. I., Tente A. B.H., OrékanV.O.A., 2015.Impacts des modes et techniques d'exploitation des potentialites agricoles sur les ecosystemes dans le bassin de la beffa au Bénin. *Revue de Géographie du Bénin, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), N°18, décembre 2015*. pp. 4 -34.

Gbaï N. I., Vodounou K. J-B., Zannou A. B. Y., 2014. Etude des aspects communautaires et sociopolitiques de la gestion de l'eau dans le bassin de l'Ouémé. *Actes du colloque « Hommages à Feu Augustin Lardja BARITSE ». Volume I, Thème I : les traits fondamentaux des écosystèmes et les facteurs de leur evolution,* Presses de L'UL, Numéro spécial, Lomé.pp. 463-484.

Gbaï N. I., OrékanV., Tente A. B.H., 2013.Caracterisation des techniquesd'exploitation des potentialites agricoles dans le bassin de la beffa au benin. *La revue scientifique Les Cahiers du CBRST N° 003 Juin 2013, Dossier : Société Environnement Développement.*pp. 439- 473.

Gbaï N. I., Vodounou K. J-B., Houndagba C. J., 2011. La dynamique liéeaux effets des activités agricoles sur les écosystèmes dans le bassin supérieur de la Sô au Bénin. *Troisième Colloque des Sciences, Cultures et Technologies de l'UAC-Bénin, du 6 au 10 juin 2011 au Centre CIEVRA, Volume 1, Lettres et Sciences Humaines, ISSN : 1840-5851- Edition Décembre 2012*. Pp. 407-427.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Cadre théorique des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et de leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Beffa au Bénin. 23
Figure 2: Situation géographique de la République du Bénin en Afrique de l'Ouest 42
Figure 3: Localisation géographique du bassin d'étude 44
Figure 4: Régime pluviométrique moyen (1960-2010) à Ouèssè 51
Figure 5: Diagramme climatique du bassin de la Beffa (1960-2010). 52
Figure 6: Schéma de la circulation de l'harmattan et de la mousson en Afrique occidentale (Coude-Gaussen et Rognon, 1983). 53
Figure 7: Naissance de la circulation de la mousson (pendant l'hiver). 54
Figure 8: Naissance de la circulation de la mousson (pendant l'été) 55
Figure 9: Mouvement oscillatoire annuel du FCIT sur l'Afrique. 56
Figure 10: Taux de répartition des groupes socio-culturels du Bassin de la Beffa. 58
Figure 11: Groupes sociolinguistiques du Bassin de la Beffa. 62
Figure 12: Taux de répartition des différentes religions pratiquées par les populations du secteur 67
Figure 13: Répartition spatiale des groupes religieux dans le Bassin de la Beffa 68
Figure 14: Localisation des transects et stations bathymétriques 71
Figure 15: Échantillonnage d'un cours d'eau à gué selon Hébert et Légaré (2000) 72
Figure 16: Répartition spatiale des points de prélèvements d'échantillons d'eau 75
Figure 17: Découpage écosystémique du bassin de la Beffa 82
Figure 18: Localités d'enquête et situation des transects 90
Figure 19: Schématisation de la méthode PEIR 92
Figure 20 : Diagramme de Piper montrant les faciès des eaux 100
Figure 21: Variantes des tendances demographiques 115
Figure 22: Bassin de la Beffa et ses sous bassins 121
Figure 23: Dénivelée ou pente du Bassin de la Beffa 125
Figure 24: Bloc diagramme en 3 D du bassin de la Beffa 126
Figure 25: Variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin de la Beffa (1965 à 2010) 129
Figure 26: Rupture de stationnarité dans l'évolution de la série pluviométrique dans le bassin de la Beffa 130
Figure 27: Variation interannuelle de la pluviométrie dans le Bassin de la Beffa (1960 à 2010) 131
Figure 28: Régime pluviométrique des sous-périodes 1965-1987 et 1988-2010 dans le 132
Figure 29: Variation saisonnière du bilan climatique dans le bassin 133
Figure 30: Evolution des débits moyens journaliers du cours de la Beffa de 1983 à 2011 . 135
Figure 31: Coefficient de tarissement dans le bassin versant 136
Figure 32: Variation du coefficient d'écoulement sur la période 1965-2010 137
Figure 33: Evolution des moyennes interannuelles du coefficient d'écoulement par sous-période (1965-1987) et (1988-2010) 138
Figure 34: Evolution saisonnière du coefficient d'écoulement dans le bassin 139
Figure 35: Variabilité interannuelle des termes du bilan hydrologique dans le bassin versant 140
Figure 36: Regression linéaire entre recharge 141
Figure 37: Regression linéaire entre écoulement 141
Figure 38: Variation annuelle des mesures piézométriques du Bassin de la Beffa 143
Figure 39: Pédologie du bassin de la Beffa 145
Figure 40: Production de céréales 2006-2010 149
Figure 41: Production de légumineuses 2006-2010 149

Figure 42: Produits maraîchers 2006-2010 149
Figure 43: Production d'oléagineux et de fibres 149
Figure 44: Production de tubercule 2006-2010 149
Figure 45: Taux de répartition des unités géologiques du bassin. 155
Figure 46: La nature des roches en présence 156
Figure 47: Répartition des ouvrages d'eau dans le bassin de la Beffa 179
Figure 48: Schéma récapitulatif des principales relations contractuelles pour la gestion des AEV 183
Figure 49: Tendance du rendement du Gombo 194
Figure 50: Tendance du rendement du niébé 194
Figure 51: Tendance du rendement de l'igname 194
Figure 52: Tendance du rendement du sorgho 194
Figure 53: Evolution de la population des communes du bassin 196
Figure 54: Evolution de la population des Arrondissements du bassin, entre 1992 ; 2002 et 2012 197
Figure 55: Territoire administratif du bassin 199
Figure 56 : Anomalie dans la dynamique de la densité 200
Figure 57: Evolution du taux d'accroissement des 2 communes du territoire du bassin 201
Figure 58: Evolution de la tendance pluviométrique de 1960 à 2010 206
Figure 59: Evolution de la tendance thermique de 1960 à 2010 206
Figure 60: Transect de Vossa 208
Figure 61: Transect de Liga 211
Figure 62: Transect de Goro 213
Figure 63: Comparaison de deux états d'occupation du sol (1995 et 2006) dans le Bassin 216
Figure 64: Graphique traduisant l'évolution des différentes unités d'occupation du sol 218
Figure 65 : Variation du taux des CAP exprimés par les cooporations 224
Figure 66: Répartition spatiale des points de prélèvements d'échantillons d'eau 226
Figure 67: Diagramme de Piper montrant les faciès des eaux 228
Figure 68: Variation temporelle de la conductivité électrique 229
Figure 69 : Variation temporelle des teneurs en nitrates 230
Figure 70 : Variation temporelle des teneurs en phosphate 231
Figure 71:Variation temporelle des teneurs en bicarbonate 231
Figure 72:Variation spatio-temporelle des teneurs en Nitrate (NO_3) dans les eaux de surface 232
Figure 73 : Relation entre conductivité électrique et teneurs en bicarbonate 233
Figure 74 : Relation entre bicarbonate et le Ca+Mg 234
Figure 75: Diagramme de Wilcox 235
Figure 76: Evolution des impacts de l'espace de Perma. 237
Figure 77: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités 248
Figure 78: Dynamique de l'état d'occupation du sol en 1990 et en 2000. 250
Figure 79: Dynamique de l'état d'occupation du sol en 2000 et en 2010 252
Figure 80: Carte de l'état d'occupation du sol simulé sur 2020 et 2030. 254
Figure 81: Carte de l'état d'occupation du sol simulé sur 2020 et 2030. 255
Figure 82: Taux répartition des trois simulations d'unités d'occupation du sol 256

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Nombre de ménages par Arrondissement 57
Tableau II : Répartition spatiale des groupes et sous-groupes sociolingustiques 60
Tableau III: Répartition des villages par écosystème 89
Tableau IV: Effectif des ménages agricoles interrogés par écosystème 91
Tableau V: Calendrier des travaux de terrain 92
Tableau VI: Clé d'interprétation des photographies aériennes 94
Tableau VII: Clé d'interprétation des images satellites 94
Tableau VIII: Variantes des types d'évolution du taux d'accroissement 112
Tableau IX: Cadre de référence pour l'évaluation de l'importance des impacts 117
Tableau X: Exemple de matrice de synthèse de l'analyse des impacts 117
Tableau XI: Superficie et périmètre du bassin de la Beffa. 120
Tableau XII: Résultat du calcul de l'indice de compacité du Bassin de la Beffa 120
Tableau XIII : Superficie des sous-bassins de la Beffa 122
Tableau XIV: Résultat du calcul de l'indice de drainage du Bassin de la Beffa 122
Tableau XV: Fréquence des années selon les classes de SPI 128
Tableau XVI: Déficits entre les sous-périodes 1965-1987 et 1988-2010 des mois les plus humides dans le bassin versant de Beffa 133
Tableau XVII: Récapitulation de l'impact du déficit des mois humides sur le déficit global entre les sous-périodes 1965-1987 et 1988-2010 dans le bassin de la Beffa. 134
Tableau XVIII: Proportion de chaque terme du bilan hydrologique pour 100 % de pluie par sous-période dans le bassin 139
Tableau XIX: Matrice de corrélation (test de Spearman) 140
Tableau XX: Evolution comparée des fluctuations pluviométriques et des autres termes du bilan hydrologique en mm dans le bassin versant de la Beffa à sur la période 1965-2010 . 142
Tableau XXI: Liste des principales spéculations produites dans le bassin de la Beffa. 147
Tableau XXII : Liste de quelques espèces fauniques des formations végétales de Beffa 153
Tableau XXIII: Liste de quelques espèces fauniques des milieux aquatiques de la Beffa 154
Tableau XXIV : Calendrier agricole 157
Tableau XXV: Pesticides utilisés et leurs compositions chimiques 160
Tableau XXVI: Calendrier de l'activité de chasse 163
Tableau XXVII: Calendrier de l'activité de pêche 165
Tableau XXVIII: Liste de l'échantillon des espèces tuées par empoisonnement. 168
Tableau XXIX: Quelques outils utilisés et les techniques mises en œuvre 169
Tableau XXX: Calendrier de l'exploitation 169
Tableau XXXI: Quelques outils utilisés et les techniques mises en œuvre 170
Tableau XXXII: Activités agricoles et types d'acteurs y intervenant 171
Tableau XXXIII: Calendrier de l'exploitation de sable 172
Tableau XXXIV: Calendrier de l'exploitation de roche granito gneissique 173
Tableau XXXV: Répartition des exploitants selon le genre et l'âge 176
Tableau XXXVI: Prix des concassés 178
Tableau XXXVII: Revenus annuels estimés (2013) 191
Tableau XXXVIII: Liste de quelques espèces disparues ou en voie de disparition 193
Tableau XXXIX: Evolution de la population par commune 195
Tableau XL : Taux de representation de chaque commune dans le bassin 198
Tableau XLI: Formes de l'occupation de l'espace en Fonction des unités morphologiques du bassin de la Beffa à Vosa. 210
Tableau XLII: Formes de l'occupation de l'espace en fonction des unités morphologiques du bassin de la Beffa à Sotchadji. 212

Tableau XLIII: Formes de l'occupation de l'espace en fonction des unités morphologiques du bassin de la Beffa à Goro. 214
Tableau XLIV: Evolution des unités d'occupation de 1995 à 2006 217
196 personnes sur 259 interrogées (75 %) pratiquent l'agriculture comme activité principale. Le tableau XLVI suivant présente le CAP exprimé par les agriculteurs. 219
Tableau XLVI : CAP exprimé par les agriculteurs 219
Tableau XLVII : CAP exprimé par les éleveurs 220
Tableau XLVIII : CAP exprimé par les chasseurs 221
Tableau XLIX : CAP exprimé par les pêcheurs 222
Tableau L : CAP exprimé par les exploitants forestiers 223
Tableau LI : Synthèse de des CAP exprimés 223
Tableau LII: statistique générale des échantillons de prélèvement en saison humide 227
Tableau LIII: Evaluation des impacts lies à l'exploitation des ressources du bassin 239
Tableau LIV: Matrices de dispersion des pixels entre 1990 et 2000 244
Tableau LV: Fréquences de dispersion des pixels des unités d'occupation du sol 244
Tableau LVI: Proportion de répartition des unités d'occupation du sol (1990-2000) 245
Tableau LVII: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités (1990-2000) .. 245
Tableau LVIII: Matrices de dispersion des pixels entre 2000 et 2010 246
Tableau LIX: Fréquences de dispersion des pixels des unités d'occupation du sol (2000-2010) 246
Tableau LX: Proportion de répartition des unités d'occupation du sol entre 2000 et 2010 ... 247
Tableau LXI: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités (2000-2010) ... 247
Tableau LXII: Part de chaque unité dans la transformation des autres unités (1990-2010) .. 248
Tableau LXIII: Simulation de l'état de l'occupation du sol sur quatre décennies 253

LISTE DES PHOTOS

Photo 1.a : Groupe d'enfants barbotant dans l'eau du cours de la Beffa à Vossa…… 125
Photo 1.b : Galerie forestière bordant le cours de la Beffa à Toumi……. 125
Photo 2.a : Vue partielle d'un champ d'igname à Liga (Arrondissement deOuèssè)……... 148
Photo 2.b: Un champ d'igname en préparation à Liga (Arrondissement de Ouèssè)…..... 148
Photo 3.a: Un titan rempli de sacs de maïs, à Ouèssè-Centre en direction de Cotonou…….. 149
Photo 3.b: Une voiture chargée de sacs de maïs à Vossa, en partance pour Bohicon……. 149
Photo 4.a: Chargement de madriers dans un véhicule tout terrain de marque (Land Rover)….. 152
Photo 4.b : Une scierie, spécialisée pour les grumes de bois à grand diamètre installée à Laminou…….. 152
Photo 5.a: Exposition de bois de feu, sur la RNIE 2 à Kpakpanin (Tchaourou). 153
Photo 5.b: Chargement de sacs de charbon de bois en conteneur de 8 pieds, sur la RNIE 2, àToui. 153
……..
Photo 6.a: Crevettes d'eau douce pêchées dans le cours du fleuve Ouémé à Idadjo…….. 155
Photo 6.b: Plusieurs variétés de poissons pêchées dans le cours du fleuve Ouémé à Gbanlin… 155
Photo 7.a: un semoir déposé dans la cour du CeCPA de Ouèssè..…… 160
Photo 7.b: une charrue de type moderne déposée au CeCPA de Ouèssè……. 160
Photo 7.c: un tracteur garé sus abri au CeCPA de Ouèssè...…….. 160
Photo 8.a: un troupeau de bœufs broutant du foin à Bouboua-Djêto……. 163
Photo 8.b: troupeau de bœufs broutant en savane dans la localité de Tchaya-Tchaya…….. 163
Photo 9.a: Vue d'un jeune chasseur professionnel en accoutrement de chasse, dans le lit de la Beffa à Vossa. …… 165
Photo 9.b: Quelques pièges appartenant à un chef de ménage dans une ferme à Gbanlin……. 165
Photo 10.a: Peau et cornes d'un buffle (*Syncerus caffer caffer*) tué par un chasseur le 02 février, 2012 à Ouèssè…… 165
Photo 10.b: Morceaux de viande fumée du buffle (*Syncerus caffer caffer*) en photo…… 165
Photo 11 a: Poisson-chat (Aboli-gaga) *Bagrus docmak* pêché par un Haoussa en février, 2015 à Bouboua-Djêto…… 167
Photo 11.b: Deux types de poisons utilisés pour la pêche……. 168
Photo 11.c: Cadavres d'une diversité de poissons flottant sur l'eau…… 168
Photo 12.a: Carrière d'exploitation de Sable fluvial fin, au Sud du pont de Gbanlin sur la Beffa…… 174
Photo 12.b: Carrière d'exploitation de la latérite à Ikèmon.……. 174
Photo 13.a: Outils de ramassage et de décapage……... 176
Photo 13.b: Outils de concassage…….. 176
Photo 14.a: Gravier de type 5/10……... 178
Photo 14.b: Gravier de type 5/15……... 178
Photo 15.a: Chantier de caniveaux construits avec des blocs de granite à Tchaourou 178
Photo 15.b : Blocs de granite concassé à Tchaourou…… 178
Photo 16.a: Prélèvement d'eau d'un puits de fortune pour la boisson, par un pasteur nomade à Toumi……. 185
Photo 16.b : Prélèvement d'eau d'un puits de fortune pour la boisson, par un paysan à Kpakpanin……... 185
Photo 17.a: Des ménages faisant la lessive dans la rivière de la Beffa à Vossa……..... 186
Photo 17.b : Un trio de jeunes gens prenant un bain et lavant leurs vélos dans l'eau de la rivière Beffa à Vossa…….. 186

Photo 18.a: un arrosoir métallique……..... 188
Photo 18.b : mini citerne de stockage d'eau…….. 188
Photo 19.a: groupe électrogène de pompage…… 189
Photo 19.b : tuyaux flexibles de conduite d'eau ……..……. 189
Photo 20.a: un périmètre rizicole arrosé par la technique d'irrigation par bassin……..... 189
Photo 20.b: pompage direct de l'eau de la rivière pour l'irrigation d'un périmètre……..... 191
Photo 20.c : périmètre de maraichage mise en valeur……..……..... 191
Photo 21.a : construction des habitations……..…… 192
Photo 21.b: abreuvage du bétail……..…….. 192

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE *1*
DEDICACE ***2***
REMERCIEMENTS ***3***
RESUME ***6***
SIGLES ET ACRONYMES ***8***
INTRODUCTION GENERALE ***10***
INTRODUCTION GENERALE ***11***
PREMIERE PARTIE ***14***
CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET INSTITUTIONEL ; REVUE DE LITTERATURE ; CLARIFICATION CONCEPTUELLE ; CARATERISTIQUES DU MILIEU D'ETUDE ET APPROCHE METHDOLOGIQUE ***14***
CHAPITRE I: CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET INSTITUTIONEL ; REVUE DE LITTERATURE ; CLARIFICATION CONCEPTUELLE ; MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES ***15***
1.1- CADRES THEORIQUE, CONCEPTUEL, JURIDIQUE ET NSTITUTIONEL *15*
1.1.1- Cadre théorique *15*
1.1.1.1- Problématique *15*
1.1.1.2- Hypothèses *19*
1.1.1.3- Objectifs de recherche *20*
1.1.2- Cadre conceptuel *20*
1.1.3- Cadres juridique et institutionnel du secteur de l'eau au Bénin *24*
1.1.3.1- Cadre juridique *24*
1.1.3.2- Cadre institutionnel *26*
1.1.4- Revue de la litterature *31*
1.1.5- Clarification des concepts *39*
1.2- MILIEU D'ETUDE ET TRAITS SOCIO-ECONOMIQUES *41*
1.2.1- Localisation géographique du secteur d'étude *42*
1.2.1.1- Bénin, en Afrique de l'Ouest *42*
1.2.1.2- Localisation du bassin de la Beffa *43*
1.2.2- Milieu physique *45*
1.2.2.1- Caractéristiques pédologiques *45*
1.2.2.2- Caractéristiques phytogéographiques *46*
1.2.2.3- Structures géomorphologiques *48*
1.2.2.4- Cadre hydrogéologique *48*
1.2.2.5- Contexte géologique *49*
1.2.2.6- Facteurs climatiques *50*
1.2.2.6.1- Pluviométrie *50*
1.2.2.6.2- Vents *53*
1.2.3- Aspects humains *57*
1.2.3.1- Ménages *57*
1.2.3.2- Groupes sociolinguistiques *58*
1.2.3.1.1- Groupes sociolinguistiques des autochtones *59*
1.2.3.1.2- Groupes sociolinguistiques des migrants agricoles *63*
1.2.3.3- Stratégies d'accès à la terre *64*
1.2.3.3.1- Stratégie foncière des migrants *64*
1.2.3.3.2- Stratégie foncière des autochtones *65*
1.2.3.4- Religions *66*
1.2.3.5- Habitat *69*
Conclusion partielle *69*
CHAPITRE II : MATERIEL, DONNEES ET METHODES ***70***
2.1- MATERIEL *70*
2.1.1- Outils de planimétrie et choix des transects *70*
2.1.2- Prélèvement d'échantillons d'eau de surface *72*
2.1.3- Collecte des données sur les transects *77*

2.1.4- Inventaire des espèces végétales 77
2.1.5- Réalisation des différentes cartes d'états de surface et de sa dynamique 77
2.1.6- Réalisations des cartes géologiques et pédologiques 78
2.1.7- Les sources documentaires 78
2.2- DONNEES 79
2.2.1- Données brutes 79
2.2.2- Données élaborées 80
2.3- METHODES 80
2.3.1- Découpage écosystémique 81
2.3.2- Propriétés physiques et biologiques du bassin 84
2.3.2.1- Indice de compacité 84
2.3.2.2- Indice global de pente 84
2.3.2.3- Dénivelée spécifique (Ds) 85
2.3.2.4- Densité de drainage (Dd) 85
2.3.2.5- Indice de couverture végétale 86
2.3.2.6- Simulation de l'état du couvert végétal du bassin 86
2.3.3- Etude de la dynamique de la population 86
2.3.3.1- Densité de population 86
2.3.3.2- Taux d'accroissement 87
2.3.3.3- Inventaire des activités de production 87
2.3.3.4- Enquêtes socio-économiques 87
2.3.4- Périodes des recherches de terrain 91
2.3.5- Modèle PEIR 92
2.3.6- Cartographie 93
2.3.7- Etapes d'élaboration des différentes cartes d'états de surface 93
2.3.8- Méthode de simulation de l'état du couvert végétal du bassin 96
2.3.9- Méthode d'analyse des impacts 97
2.3.9.1- Listes de contrôle 98
2.3.9.2- Méthodes de superpositions 98
2.3.9.3- Matrices d'impacts 98
2.3.9.4- Modèle d'analyse du consentement à payer 99
2.3.9.5- Modèle d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau 99
2.3.10- Traitement des données 101
2.3.10.1- Systèmes d'Information Géographique (SIG) 101
2.3.10.2- Traitement des données physiques du bassin 102
2.3.11- Etude de la variabilité pluviométrique 102
2.3.11.1- Paramètre de tendance centrale : la moyenne arithmétique 102
2.3.11.2- Paramètres de dispersion 102
2.3.11.3- Comparaison de deux échantillons temporels 104
2.3.11.4- Tests de mise en évidence des tendances 105
2.3.11.5- Bilan des cartes d'état de surface 106
2.3.12- Simulation l'état du couvert végétal 108
2.3.13- Matrice de transition de l'occupation du sol 109
2.3.14- Traitement des échantillons d'eau 109
2.3.15- Traitement des données socio-économiques 111
2.3.15.1- Densité de population 111
2.3.15.2- Taux d'accroissement 111
2.3.16- Technique de cartographie des tendances 114
2.3.17- Taux de couverture du système cultural 116
2.3.18- Technique d'identification, d'évaluation et d'analyse des impacts 116
Conclusion partielle 118
DEUXIEME PARTIE 119
DETERMINANTS BIOPHYSIQUES, SOCIO-ECONOMIQUES ET SYSTEMES D'EXPLOITATION DANS LE BASSIN DE LA BEFFA 119

CHAPITRE III : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES ; POTENTIALITES ET PRINCIPAUX SYSTEMES D'EXPLOITATION ; MODES ET TECHNIQUES DE PRODUCTION 120
3.1- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES 120
3.1.1- Compacité du bassin et densité de drainage (Dd) 120
3.1.1.1- Compacité ou forme du bassin 120
3.1.1.2- Densité de drainage (Dd) 122
3.1.1.3- Indice global de pente 124
3.1.1.4- Dénivelé spécifique (Ds) 126
3.1.2- Etude de la variabilité pluviométrique dans le bassin versant de la Beffa 127
3.1.2.1- Variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin de la Béffa 127
3.1.2.2- Variations interannuelles 131
3.1.2.3- Variabilité saisonnière comparée des précipitations par sous-période 132
3.1.3- Evolution des débits de la rivière Beffa 135
3.1.4- Coefficient de Tarissement 136
3.1.5- Incidence des fluctuations pluviométriques sur les termes du bilan 139
3.1.6- Evolution des mesures piézométriques dans le bassin de la Beffa 143
3.2- POTENTIALITES ET PRINCIPAUX SYSTEMES D'EXPLOITATION 144
3.2.1- Potentialités en terres cultivables 144
3.2.1.1- Cultures annuelles 146
3.2.1.2- Cultures pérennes 150
3.2.2- Potentialité floristique 150
3.2.2.1- Exploitation du bois d'œuvre : 151
3.2.2.2- Production d'énergie 152
3.2.3- Potentialités en faune 153
3.2.4- Potentialités minières 154
CHAPITRE IV : MODES ET TECHNIQUES D'EXPLOITATION ; TYPES DE DEGRADATIONS 157
4.1- MODES ET TECHNIQUES D'EXPLOITATION 157
4.1.1- Agriculture 157
4.1.1.1- Calendrier agricole 157
4.1.1.2- Techniques de mises en œuvre 158
4.1.1.2.1- Techniques culturales héritées de la tradition 158
4.1.1.2.2- Techniques culturales modernes 159
4.1.2- Elevage 161
4.1.2.1- Calendrier d'élevage 161
4.1.2.2- Techniques mises en œuvre 161
4.1.3- Chasse 162
4.1.3.1- Calendrier de chasse 162
4.1.3.2- Techniques mises en œuvre 163
4.1.4- Pêche 165
4.1.4.1- Calendrier de pêche 165
4.1.4.2- Techniques mises en œuvre 166
4.1.5- Exploitation forestière 169
4.1.5.1- Calendrier de l'exploitation 169
4.1.5.2- Techniques mises en œuvre 170
4.1.6- Types d'acteurs par activité 170
4.1.7- Exploitation de sable fluvial et de plateau 172
4.1.7.1- Périodes favorables 172
4.1.7.2- Techniques mises en œuvre 172
4.1.8- Exploitation des affleurements granito gneissiques 173
4.1.8.1- Périodes favorables à l'exploitation des affleurements granito gneissiques 173
4.1.8.2- Techniques mises en œuvre, méthodes d'exploitation et outils de travail 174
4.1.8.3- Genre, âge et rôles des exploitants 176
4.1.8.4- Typologie des concassés et prix de vente 177
4.1.9- Techniques de mobilisation et d'exploitation de l'eau 178
4.1.9.1- Techniques modernes de mobilisation et d'exploitation de l'eau 179

4.1.9.1.1- Techniques modernes de mobilisation 179
4.1.9.1.2- Gestion par affermage des AEV et FPM 180
4.1.9.1.3- Relations entre acteurs impliqués et responsabilités 180
4.1.9.2- Techniques artisanales de mobilisation et d'exploitation de l'eau 183
4.1.9.2.1- Techniques artisanales de mobilisation 183
4.1.9.2.2- Techniques artisanales d'exploitation de l'eau 184
4.1.10- Autres formes d'exploitation des eaux de surface 190
4.1.11- Estimation des revenus annuels des personnes interviewées 191
4.2- TYPES DE DEGRADATIONS ET LEURS CAUSES 192
4.2.1- Types de dégradations 192
4.2.2- Causes de la dégradation des ressources et motivations socio-économiques 194
4.2.2.1- Dynamiques démographiques 195
4.2.2.2- Evolution de la population dans les Arrondissements du secteur d'étude 196
4.2.2.3- Territoire administratif du basin 198
4.2.2.4- Densité de population 199
4.2.2.5- Evolution du taux d'accroissement de la population 200
Conclusion partielle 202
TROISIEME PARTIE 205
IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION DANS LE BASSIN ; DISCUSSIONS 205
CHAPITRE V : IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION ; EVALUATION CONTINGENTE DES ECOSYSTEMES ; CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU BASSIN 206
5.1- IMPACTS DES SYSTEMES D'EXPLOITATION ET DES MODES DE PRODUCTION SUR LE MILIEU PHYSIQUE DU BASSIN 206
5.1.1- Tendance pluviométrique 206
5.1.2- Caractéristiques agro- écologiques 207
5.1.2.1- Cas du transect de Vossa 207
5.1.2.2- Cas du transect de Sotchadji 210
5.1.2.3- Cas du transect de Goro 212
5.1.3- Dynamique de l'occupation du sol 215
5.2- EVALUATION CONTINGENTE DES ECOSYSTEMES DU BASSIN DE LA BEFFA 219
5.2.1- Consentement exprimé par les agriculteurs 219
5.2.2- Consentement à payer par les éleveurs (gros bétail) 220
5.2.3- Consentement à payer par les chasseurs 221
5.2.4- Consentement à payer par les pêcheurs 221
5.2.5- Consentement à payer par les exploitants forestiers 222
5.3- CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU BASSIN 225
5.2.1- Faciès géochimiques des eaux 228
5.2.2- Variation temporelle de la minéralisation des eaux et des principaux minéraux 229
5.2.3- Origine de la minéralisation 233
5.2.3.1- Influences activités agricoles sur la chimie des eaux du bassin 233
5.2.3.2- Influences de la chimie des eaux du bassin sur les activités agricoles 234
5.4- IMPACTS SUR LES ECOSYSTEMES 235
5.5- IMPACTS SUR LA SOCIETE HUMAINE 236
CHAPITRE VI : SIMULATION PROSPECTIVE DE L'ETAT DE L'OCCUPATION DU SOL; DISCUSSIONS. 243
6.1- SIMULATION PREDICTIVE DE L'ETAT DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LE BASSIN D'ETUDE 243
6.1.1- Dynamique prédictive de l'état d'occupation du sol 243
6.1.2- Simulation de l'état de l'occupation du sol sur quatre décennies 253
6.2- DISCUSSIONS 257
6.2.1- Cadre d'étude et données brutes collectées 257
6.2.2- Approche méthodologique 257
6.2.3- Résultats 257

Conclusion partielle *259*
CONCLUSION GENERALE ***261***
CONCLUSION GENERALE *262*
BIBIOGRAPHIE *265*
ANNEXES *272*
ANNEXE 1 : ANALYSE DE L'EAU ET STATISTIQUES DE PECHE ET ELEVAGE *273*
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRES *278*
ANNEXE 3 : QUELQUES ESPECES INTRODUITES *287*
ANNEXE 4 : FICHE DE COLLECTE DES DONNEES *288*
ANNEXE 5 : GRILLES DE DETERMINATION ET D'EVALUATION DES IMPACTS *288*
ANNEXE 6 : LISTE DS OUVRAGES D'EAU DES COMMUNES DU BASSIN *290*
ANNEXE 7 : ARTICLES PUBLIES *304*
LISTE DES FIGURES *305*
LISTE DES TABLEAUX *307*
LISTE DES PHOTOS *309*
TABLE DES MATIERES *311*