Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
Ecole Doctorale Pluridisciplinaire
"Espace, Cultures et Développement"

Université d'Abomey-Calavi

Faculté des Sciences et Techniques
Chaire UNESCO En Sciences,
Technologie et Environnement

Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi pour l'obtention du grade de Docteur

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

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

Influences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'agro-biodiversité en zone montagneuse au nord-ouest du Bénin

Par

Ir Pocoun Damè KOMBIENOU

Sous la direction de :

Prof. Dr Ir Brice Augustin SINSIN

Professeur Titulaire d'Ecologie Tropicale

et

Dr Ir Guy Apollinaire MENSAH

Directeur de recherche

Soutenu publiquement le

Devant le jury :

Président :

Rapporteur :

Rapporteur :

Examinateur :

Examinateur :

SOMMAIRE

SIGLES ET ACRONYMES 3
DEDICACE 5
AVANT PROPOS 6
RESUME 8
ABSTRACT 9
INTRODUCTION GENERALE 10
PREMIERE PARTIE: CADRE THEORIQUE, CADRE GEOGRAPHIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE 13
PREMIER CHAPITRE : CADRE THEORIQUE 14
DEUXIEME CHAPITRE : CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE 23
TROISIEME CHAPITRE: APPROCHE METHODOLOGIQUE 51
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS 86
QUATRIEME CHAPITRE: CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES EN ZONE MONTAGNEUSE AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 87
CINQUIEME CHAPITRE : INCIDENCES SOCIO-ENVIRONNEMENTALES ET SOCIO-ECONOMIQUES DES ACTIVITES AGRICOLES AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 104
SIXIEME CHAPITRE: INFLUENCE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES SUR LA FERTILITE DES SOLS AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 117
SEPTIEME CHAPITRE : CARACTERISATION DE L'AGRO-BIODIVERSITE DES PLANTES DANS LES AGROSYSTEMES AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 141
HUITIEME CHAPITRE : MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES A L'HORIZON 2050 AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 151
TROISIEME PARTIE: DISCUSSION 161
NEUVIEME CHAPITRE : CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES ET LEURS IMPACTS AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 162
DIXIEME CHAPITRE : DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 175
CONCLUSION GENERALE 181
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 183
LISTE DES PUBLICATIONS 223
LISTE DES COMMUNICATIONS 223
ANNEXES 224
LISTE DES FIGURES 269
LISTE DES TABLEAUX 270
LISTE DES PLANCHES 271
LISTE DES ANNEXES 272
TABLE DES MATIERES 273

SIGLES ET ACRONYMES

ABE	:	Agence Béninoise pour l'Environnement
ASECNA	:	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne enAfrique et à Madagascar
CARDER		Centre d'Action Régional pour le Développement Rural
C/N	:	Rapport Carbone sur Azote
CEC	:	Capacité d'Echange Cationique
CeCPA	:	Centre Communal pour la Promotion Agricole
CENATEL	:	Centre National de Télédétection et du Suivi Ecologique
CFA	:	Communauté Finanacière Africaine
DEA	:	Diplôme d'Etude Approfondie
DED	:	Direction des Etudes Démographiques
FAO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FLASH	:	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
FSA	:	Faculté des Sciences Agronomiques
GERED	:	Groupe d'Etude et de Recherche sur l'Environnement et le Développement
GF	:	Groupement de Femmes
GPS	:	Global Positioning System
GV	:	Groupement Villageois
GVP	:	Groupement Villageois des Producteurs
GVPC	:	Groupement Villageois des Producteurs de Coton
IGN	:	Institut Géographique National
INRA	:	Institut National de la Recherche Agricole
INRAB	:	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
INSAE	:	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
LABEE	:	Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale
LAE	:	Lutte Anti-Erosive
LEA	:	Laboratoire d'Ecologie Appliquée
LECREDE	:	Laboratoire d'Etudes des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Ecosystèmes
LSSEE	:	Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement
MAEP	:	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MCPPD	:	Ministère Chargé du Plan, de la Prospective et du Développement

MDR	:	Ministère du Développement Rural
MEHU	:	Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme
MTFP	:	Ministère du Travail et de la Fonction Publique
NPK	:	Azote, Phosphore et Potasium
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale
ORSTOM	:	Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer
PADES	:	Projet d'Appui au Développement Economique et Social
PDC	:	Plan de Développement Communal
PDRT	:	Programme de Développement des plantes à Racines et Tubercules
PGRN	:	Projet de Gestion des Ressources Naturelles
PIB	:	Produit Intérieur Brut
RFS	:	Restauration de la Fertilité des Sols
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SEDAGRI	:	Société d'Etude et d'Aménagement Agricole
SNV	:	Organisation Néerlandaise de Développement
UAC	:	Université d'Abomey-Calavi
UICN	:	Union Internationale de Conservation de la Nature
UNB	:	Université Nationale du Bénin
UNEP	:	United Nations Environment Program
UNICEF	:	United Nations Children's Fund (Fonds des Nations Unies pour l'Enfance)
UNSO	:	Projet des Nations Unies pour la Plantation d'arbres à buts multiples

DEDICACE

A

- mon feu frère puîné KOMBIENOU YERIMA Poucté Daniel, à titre posthume,
- mes feux parents YERIMA Kombienou et BANWA Nanhonguè, à titre posthume,
- ma feue sœur aînée YERIMA KOMBIENOU Tandjoma, à titre posthume,
- mon feu père adoptif GOMINA Sanni Mama, à titre posthume,
- mon feu frère et ami AKOBI Ahamed, à titre posthume,
- ma chère et tendre épouse N'DAH KOUAGOU Marie-Reine,
- mes chers enfants KOMBIENOU Férialh, Chérifath, Nadiath et Ashadi.

AVANT PROPOS

Cette recherche porte sur l'analyse des influences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'agro-biodiversité dans le milieu d'étude. Les travaux effectués ont permis -i- d'apprécier les modes d'utilisation des terres, -ii- d'évaluer les insuffisances des techniques culturales et -iii- de proposer des améliorations des techniques et systèmes culturales dans le nord-ouest de l'Atacora face aux influences des systèmes de productions agricoles.

Tout travail de recherche scientifique nécessite toujours une collaboration multidimensionnelle. Pour cette thèse, nombreux sont ceux qui y ont apporté une contribution scientifique, logistique ou morale. Nous leur sommes redevables de ce que la thèse ait connu un heureux aboutissement. Que chacun trouve dans l'accomplissement de ce travail, l'expression de notre reconnaissance. Il l'a été par le concours de nombreuses personnes que nous ne pourrons pas toutes citer ici.

La première personne est le Professeur Dr Ir Brice Augustin SINSIN, Recteur de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), Directeur du Laboratoire d'Ecologie Appliquée de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), notre Directeur de thèse qui nous a donné le goût de la recherche scientifique. Il a supervisé la présente thèse avec une attention soutenue et une rigueur scientifique toute particulière. Pour ses qualités scientifiques et humaines exceptionnelles et son esprit de promotion des jeunes cadres, il constitue sans aucun doute, un exemple à suivre.

La deuxième personne est le Dr Ir Guy Apollinaire MENSAH, Directeur de recherche et Chercheur-Enseignant à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, pour le suivi et les critiques apportées aux documents.

Nous vouons notre sincère reconnaissance et gratitude au Dr Ir Anastase AZONTONDE, Maître de recherche, passionné par les sols et qui est notre référence actuellement en pédologie béninoise.

Notre reconnaissance et nos remerciements vont également à l'endroit de Dr Brice A. TENTE, Maître de Conférences, Directeur du Laboratoire de Biogéographie et Expertise Environnementale (LABEE) de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) ; ses précieux conseils et encouragements durant tout le cursus universitaire nous ont été d'une utilité sans pareille.

Nous prions Dr Ismaïla TOKO IMOROU et Dr Ousséni AROUNA, tous Enseignants-Chercheurs et collaborateurs du Professeur SINSIN, de trouver ici la manifestation infinie de notre profonde gratitude pour leur contribution à ce travail.

Nous nous en voudrions de ne pas adresser nos vifs remerciements à nos chers doyens et prédécesseurs Noël Koumba KOUSSEY, Emmanuel TIANDO, Roger N'TIA, François TCHIBOZO, Justin N. K. NATTA, Didier N'DAH et autres éminents chercheurs, pour avoir déblayé le terrain dans notre zone d'étude sur différents aspects.

Nous exprimons par ailleurs, notre profonde gratitude à Madame Elodie CAPO-CHICHI et Messieurs Olivier VIGAN et Romaric KOUTCHIKA, pour les soutiens moral et matériel dont ils nous ont gratifiés au cours de nos recherches.

Nous adressons nos sincères remerciements particuliers à Monsieur Nanfamè NANAN, notre arrière grand cousin, Premier Président de l'Organisation des Etudiants Africains (OEA) de la région du Kouban en ex-Union Soviétique (URSS), pour ses précieux concours et conseils qui ont toujours été une source intarissable d'encouragement et d'espérance.

Nos remerciements vont singulièrement à l'endroit du feu Orou BANGANA à titre posthume, pour nous avoir recruté à l'école.

Nous ne pourrons terminer sans faire un clin d'œil à Messieurs Charles GBEHI, Modeste HOUNGBEDJI et aux Responsables de Développement Rural (RDR) des Communes de la zone d'étude, pour leurs différents soutiens pour les enquêtes et la collecte des données sur le terrain sans oublier les braves producteurs de cette zone et les autorités locales pour leur disponibilité.

Nous exprimons notre gratitude aux autorités béninoises des Ministères en charge de l'Agriculture et de la Fonction Publique (MAEP et MTFP) qui ont donné leur accord nous permettant d'entreprendre cette thèse. Il en est de même de nos collègues de service et chercheurs pour la bonne ambiance qui a régné tout au long de nos travaux.

Enfin, nous prions tous ceux qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, nous ont apporté leurs soutiens tous azimuts, de trouver ici l'expression renouvelée de notre très profonde gratitude et qu'ils en soient infiniment remerciés.

RESUME

Les agriculteurs du nord-ouest de l'Atacora en République du Bénin ont recours à l'extension des superficies agricoles afin de garantir la sécurité alimentaire de la population sans cesse croissante. L'objectif global de l'étude est d'évaluer les influences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'état de l'agro-biodiversité dans les Communes de Natitingou, Boukombé, Cobly, Matéri, Tanguiéta et Toucountouna en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora au Bénin. Les méthodes utilisées sont les enquêtes exploratoires, les diagnostics participatifs, les sondages d'opinion, les études pédologiques, la télédétection, la cartographie et les analyses statistiques. Les résultats ont montré que les systèmes de productions agricoles sont encore de type extensif et itinérant sur brûlis. Les cultures sont mises en place en pure et en associations entre avril et décembre avec une prééminence des céréales qui occupent 51,48 % des superficies emblavées au cours des 20 dernières années. Le niveau de fertilité du sol dépend de la zone de cultures car les sols des montagnes sont plus riches en carbone, azote et phosphore que les sols des plateaux. Les pratiques agricoles constituent l'une des causes du recul du couvert végétal et seuls les arbres fruitiers sont conservés dans les champs. Le taux annuel de régression de l'ordre de 18,30 % et les projections à l'horizon 2050 prédisent une disparition des forêts denses sèches et une réduction des galeries forestières et des forêts claires au profit des mosaïques de champs et de jachères et des savanes arborées et arbustives. L'intensification agricole basée sur la vulgarisation et l'adoption des technologies plus productives et respectueuses de l'environnement, efficientes, facilement applicables par les producteurs, demeure l'une des stratégies pour garantir une utilisation durable des ressources naturelles.

Mots clés: Bénin, Atacora, systèmes de production, agro-biodiversité, impacts et environnement.

ABSTRACT

Farmers in Northwestern Atacora used the extension of agricultural land to ensure food security for the growing population. The main objective of the study is to evaluate the influences of agricultural production systems on land use, soil fertility and agro-biodiversity in the districts of Natitingou, Boukombé, Cobly, Matéri, Tanguiéta and Toucountouna in the mountainous area in northwest Atacora in Benin. Data were collected by exploratory surveys, participatory appraisals, opinion surveys and soil surveys, using the mapping methods, GIS, remote sensing and statistical analysis. The results showed that agricultural production systems were still extensive type and itinerant slash and burn. Crop are puted into the soil in pure and associations between April and December with a predominance of grains which occupied 51.48 % of the area planted during the twenty years. The soil fertility level depended on the area of crops because mountain soil were richer in carbon, nitrogen and phosphorus that plateau soils. Agricultural practices were one of the causes of the decline of the vegetation cover, only the fruit trees were kept in the fields. The annual rate of regression in order of 18.30 % and the projections at 2050 predict a loss of dense dry forests and reduction of galleries forests and woodlands for the benefit of mosaics of fields and fallow and trees and shrub savannas. Agricultural intensification based on the extension and the adoption of more productive technologies and environmentally friendly, efficient, easily applied by producers, remains one of the strategies to ensure sustainable use of natural resources.

Key words: Benin, Atacora, production systems, agroicultural biodiversity, impacts and environment.

INTRODUCTION GENERALE

Les changements spatio-temporels de l'occupation des terroirs dus dans la plupart des cas aux systèmes de culture ont des effets sur la fertilité des sols et l'agro-biodiversité en Afrique. La conservation de la fertilité des sols et de la qualité des eaux a posé des problèmes à toutes les civilisations dans le temps et dans l'espace. En effet, dès que la population se concentre, elle augmente la demande en vivres, fibres et énergies et de ce fait accélère le défrichement des terres autour des agglomérations, compacte les sols par le surpâturage, les routes et les habitations, dénude et détruit la couche de surface des sols cultivés : il s'en suit une augmentation du ruissellement et de sa charge solide, le décapage de l'horizon superficiel des sols, le ravinement des versants, l'augmentation des débits de pointe des rivières et la dégradation des berges, canaux et ports, et la dégradation générale de l'environnement (Roose, 2006).

L'une des conséquences majeures de ces problèmes est la baisse de la fertilité des sols consécutive à la dégradation des terres cultivables et la régression continue de l'agro-biodiversité. En effet, la production alimentaire, principal objectif de l'agriculture a toujours été la préoccupation de l'homme depuis des millénaires et reste encore d'actualité dans plusieurs régions de la planète. L'homme n'a cessé de s'affranchir des contraintes que les milieux lui imposent en façonnant les moyens, de l'exploiter pour en tirer profit.

L'Afrique Sub-saharienne est confrontée à une croissance démographique importante avec des prévisions de doublement de sa population d'ici à 2050 (Dixon *et al*., 2001). Cette croissance sera essentiellement urbaine et s'accompagnera de besoins croissants en nourriture. L'agriculture est l'ensemble des travaux transformant le milieu naturel pour la production de végétaux et d'animaux utiles à l'homme (George et Verger, 1996). L'objectif est pour l'exploitant agricole d'optimiser l'exploitation du milieu naturel (Kombienou *et al.*, 2014a). La notion de durabilité, qui s'est imposée au cours de ces dernières décennies dans les recherches agronomiques, introduit la notion de préservation des capacités de production du milieu naturel. L'agronomie doit s'intéresser à toutes les échelles du milieu naturel : en partant de l'agrégat du sol et des micro-organismes, puis en passant par la parcelle agricole et les plantes cultivées. Les systèmes de productions agricoles, intervenant sur le milieu naturel, se doivent de préserver voire d'améliorer sa qualité. La préservation de la biodiversité et la mitigation des gaz à effet de serre sont maintenant des dimensions prises en compte dans les politiques de développement économique et agricole. Dans de nombreux pays Sub-sahariens, l'agriculture participe à plus d'un tiers au PIB des Etats (Kébé, 1992).

Le Bénin, un pays de l'Afrique de l'Ouest avec une superficie de 114 763 km^2 et une population de 10 008 000 habitants, essentiellement agricole n'échappe pas à cette dure réalité (INSAE, 2013). La conception selon laquelle la terre est une propriété collective ou communautaire a largement perdu de son importance au Bénin tandis que le droit positif ne constitue pas une alternative sûre (Doevenspeck, 2004).

Le Département de l'Atacora au nord-ouest du Bénin est astreint à ces contraintes. Ce secteur est souvent cité comme étant de grande pauvreté dans laquelle le problème de terres se pose avec acuité (Kiansi, 2011 ; Kombienou *et al.,* 2014b). Les populations de l'Atacora sont venues d'horizons divers pour des causes variées. Elles y sont installées malgré l'exiguïté de l'espace cultivable (Kombienou, 2010). Depuis plusieurs années dans l'Atacora, les problèmes agricoles s'accentuent au fil du temps : la forte pression sur les terres cultivables, la persistance des pratiques culturales peu efficaces, le surpâturage, les différents types d'érosion des terres favorisés par la prépondérance de très fortes pentes, la déforestation à des fins domestiques, agricoles et commerciales, la diminution de l'agro-biodiversité dans les agrosystèmes et l'amenuisement des revenus des populations rurales dont le taux d'accroissement est très élevé. Les effets des changements climatiques sur la production agricole se manifestent par le démarrage inattendu et une forte localisation spatiale des pluies, puis de longues poches de sécheresse restent préjudiciables à la mise en place et au développement des cultures. Les systèmes d'exploitations agricoles encore fortement traditionnels devront s'adapter aux instabilités climatiques fréquentes par un ajustement des techniques culturales et une diversification des sources de revenu (Reardon *et al.*, 1992 ; Ellis, 1993 ; Valdivia *et al.*, 1996). Le secteur agricole emploie 70 % de la population active, le coton et l'igname sont actuellement considérés comme des cultures préjudiciables pour les ressources forestières. En effet, la culture du coton est consommatrice de l'espace forestier du fait qu'elle se pratique sur de vastes superficies avec utilisation d'intrants (MEHU, 2002).

Au nord-ouest du Bénin, dans la zone montagneuse de l'Atacora, les systèmes de productions agricoles s'appuient encore sur une vaste gamme de diversité génétique, générée depuis la domestication par les savoir-faire paysans en termes de création de variétés et de maintien au cours des générations par les pratiques traditionnelles de gestion de semences (Baco, 2007). La préservation *in situ* de cette diversité s'avère nécessaire en raison de ce que ces ressources génétiques ne peuvent être conservées *ex situ* en banques de gênes. Pour Pham (2007), le rôle des populations locales dans la conservation de l'agro-biodiversité et aussi de l'accès des agriculteurs du Sud aux ressources génétiques ont été mis en exergue par les grandes conventions

internationales (Convention sur la Diversité Biologique, Plan Mondial d'Action pour les Ressources Phytogénétiques) pour promouvoir le développement de stratégies de conservation *in situ* de l'agro-biodiversité. Il est à remarquer que les systèmes de productions agricoles pratiqués dans la zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora ont un impact négatif sur le milieu naturel et l'agro-biodiversité. L'agro-biodiversité, élément clé de l'agriculture, est ainsi au centre de cette problématique et mérite d'être appréhendée.

La présente recherche s'articule entre la dynamique des terroirs induits par les systèmes de production agricole, la fertilité des sols et l'état de l'agro-biodiversité dans les agrosystèmes de montagne. Elle est menée dans six Communes de la zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora de manière participative pour amener les populations à mettre en œuvre des pratiques d'exploitations durables de leurs ressources naturelles au niveau de leurs exploitations agricoles individuellement ou de façon collective. Cette thèse intitulée **influences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'agro-biodiversité en zone montagneuse au nord-ouest du Bénin** est subdivisée en trois parties. La première partie comportant trois chapitres, présente le cadre théorique (chapitre 1), le cadre géographique (chapitre 2) et l'approche méthodologique (chapitre 3). La deuxième partie traite des résultats obtenus en cinq chapitres axés sur la caractérisation des systèmes de productions agricoles dans la zone montagneuse au nord-ouest du Bénin (chapitre 4), l'analyse des incidences socio-environnementales des activités agricoles au nord-ouest du Bénin (chapitre 5), la détermination de l'influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols (chapitre 6), la caractérisation de l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes (chapitre 7) et la modélisation de la dynamique de l'occupation des terres à l'horizon 2050 (chapitre 8). Enfin, la troisième partie, structurée en deux chapitres, discute les résultats obtenus.

PREMIERE PARTIE: CADRE THEORIQUE, CADRE GEOGRAPHIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

Le cadre théorique développé dans le chapitre 1, présente d'abord la problématique qui pose les problèmes de dégradation des terres et l'agro-biodiversité de la zone montagneuse de l'Atacora en situant le contexte de l'étude assorti de la justification du sujet. Les objectifs de l'étude, les hypothèses émises et la définition opérationnelle de certains concepts clés ont été abordés. Le chapitre 2 présente les caractéristiques biophysiques et socio-économiques du milieu d'étude. Enfin, le chapitre 3 est consacré aux matériels et méthodes utilisés.

PREMIER CHAPITRE : CADRE THEORIQUE

La problématique, les hypothèses, les objectifs et la définition opérationnelle de certains concepts clés qui ont été exploités au cours de l'étude sont abordés dans ce chapitre.

1.1 Problématique

Le Bénin est un pays à économie essentiellement agricole. L'agriculture participe à plus de 40 % au produit intérieur brut et représente plus de 90 % des recettes d'exportation et 15 % des recettes de l'Etat (ONASA, 2003 et 2006 ; Anago, 2007 ; Fangnon, 2012). L'agriculture béninoise est constituée par environ 400 000 petites exploitations agricoles dont la surface moyenne varie entre 0,5 et 2 hectares. De manière générale, la production agricole de ces petites exploitations croît au même rythme que la population, soit 3% par an (PNUD, 1997 et 2004).

Depuis leur installation sur cette portion nord-ouest de la chaîne de l'Atacora, les peuples ont toujours pratiqué les cultures comme l'igname, le sorgho, le mil, le fonio, le voandzou, le niébé, qui constituent la base de l'alimentation des populations (Bezpaly, 1989). Toutefois, les cultures telles que l'igname, les céréales et le coton sont dévastatrices de l'espace compte tenu des méthodes traditionnelles de leur production et contribuent dangereusement à l'appauvrissement rapide des sols. La culture du coton connaît un développement spectaculaire au cours de ces dernières années. Les superficies emblavées pour ces principales cultures ont connu une augmentation selon les données du CeRPA-Atacora/Donga (2013). Ainsi, la culture du coton est passée de 340 hectares en 1993 à 31 647 hectares en 2013, soit une augmentation annuelle de 1565,35 hectares. La culture de l'igname est passée de 9 626 hectares en 1993 à 17 072 hectares en 2013, soit une augmentation de 372,30 hectares par an et celle des céréales de 56 554 hectares en 1993 à 71 855 hectares en 2013, soit un accroissement de 765,05 hectares par an.

Malgré son relief accidenté, le Département de l'Atacora recèle des potentialités naturelles (château d'eau du Bénin) exploitables à des fins agricoles. Mais la mauvaise gestion de ces ressources engendre inéluctablement la dégradation de l'environnement et la baisse du rendement.

Au niveau des six Communes du secteur d'étude (Natitingou, Boukombé, Cobly, Matéri, Tanguiéta et Toucountouna), la production agricole représente presque l'unique source de ressources alimentaires et financières pour la population. Ces Communes se trouvent dans la zone jadis qualifiée de « zone rouge » (Kombienou, 2010) où les écosystèmes sont les moins

capables de supporter les populations qui y vivent. Plus de 72 % de la population vit en dessous du seuil de pauvreté monétaire départemental, fixé à 58.000 F CFA/an (soit 89 €/an) pour satisfaire leurs besoins vitaux (PAVICO, 2002 ; Adjovi et Vickey, 2003 ; Tchegnon, 2006 et INSAE, 2008). Plus de 20 % de cette population n'arrive pas à satisfaire leurs besoins alimentaires, quoique principalement agricole (plus de 75 % active dans le secteur agricole).

L'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora est fortement caractérisée par des mosaïques de cultures et de jachères, des savanes arborées et arbustives saxicoles et des agglomérations. Dans cet environnement montagneux fragile, la fertilité des sols et l'état de l'agro-biodiversité suscite assez d'interrogations. Il faut absolument aborder la gestion intégrée de la fertilité des sols. La notion d'agro-biodiversité paraît très fondamentale pour une gestion durable de ces agrosystèmes. Dans ces conditions, l'agriculture ne sera à même de faire face aux défis de l'avenir que si l'amélioration des plantes cultivées peut compter sur la conservation à long terme des ressources phytogénétiques (Gass, 1998). Un seul choix est envisageable : la sédentarisation et l'intensification de la production des différentes cultures en montagnes comme en plaines par l'amélioration des systèmes de productions agricoles et des pratiques culturales.

L'analyse du système de rotation et des pratiques culturales sur la chaîne de l'Atacora montre que la durée de la mise en culture est de 5 à 10 ans alors que celle de la jachère varie entre 1 et 2 ans. Les systèmes de productions agricoles sur la chaîne de l'Atacora au nord-ouest du Bénin ne facilitent pas alors la mise en jachère des terres, la réflexion relative aux processus de restauration et de maintien de la fertilité des sols et l'agro-biodiversité s'impose comme une nécessité absolue. Il se pose fondamentalement la question de la fertilité des sols et de l'état de l'agro-biodiversité dans les agrosystèmes fragiles de montagne se trouvant dans les terroirs qui connaissent de plus en plus de changements. Dans ce contexte de dynamique des terroirs, le thème : ''**Influences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'agro-biodiversité en zone montagneuse au nord-ouest du Bénin**'' garde toute son importance. Les questions de recherche spécifiques suivantes nécessitent des réponses claires et appropriées:

- ✓ quelles sont les systèmes de productions agricoles actuels pratiqués dans le nord-ouest de l'Atacora ?
- ✓ quels sont les effets de ces systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres et la dynamique des terroirs ?

- ✓ quels sont les effets de ces systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols et l'agro-biodiversité?
- ✓ quels mécanismes de gestion durable de la fertilité des sols peuvent garantir une production agricole intensive dans la chaîne de l'Atacora ?
- ✓ comment se présente le devenir de l'occupation des terres et des terroirs sous l'hypothèse que les systèmes actuels de productions agricoles seront alors maintenus à court et moyen termes ?

1.2 Objectifs

L'objectif global de l'étude est d'évaluer les influences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'agro-biodiversité en zone montagneuse au nord-ouest du Bénin.

De façon spécifique, il s'est agi de :

- ✓ caractériser les systèmes de productions agricoles au nord-ouest de l'Atacora ;
- ✓ analyser les incidences des systèmes de productions agricoles sur l'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora ;
- ✓ déterminer l'influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols au nord-ouest de l'Atacora ;
- ✓ caractériser l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes au nord-ouest de l'Atacora ;
- ✓ modéliser la dynamique de l'occupation des terres et des terroirs à l'horizon 2050 au nord-ouest de l'Atacora.

1.3 Hypothèses

L'hypothèse générale de la présente thèse présage que les systèmes de productions agricoles ont modifié la physionomie des terroirs et ses caractéristiques fondamentales comme l'occupation des terres, la fertilité des sols et l'agro-biodiversité en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora.

Les hypothèses secondaires qui se dégagent sont :

- ✓ les systèmes de productions agricoles pratiqués au nord-ouest de l'Atacora résultent de l'importance des cultures ;
- ✓ les systèmes de productions agricoles modifient fondamentalement l'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora ;

- ✓ l'occupation des terres et les modes d'utilisation des terres influencent la fertilité des sols au nord-ouest de l'Atacora.
- ✓ l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes est menacée sous l'effet des changements de l'occupation des terres et de la baisse de la fertilité des sols dans les terroirs au nord-ouest de l'Atacora ;
- ✓ le devenir des terroirs sera marqué par la régression des formations végétales naturelles résiduelles au profit des mosaïques de cultures et de jachères et la perte de l'agro-biodiversité au nord-ouest de l'Atacora.

1.4 Définition opérationnelle

Pour faciliter la lecture et la compréhension de cette thèse, les concepts clés sont utilisés et explicités. Cette clarification part du langage admis par le monde scientifique et précise le contenu de chaque concept dans le cadre de la présente recherche.

1.4.1 Agro-biodiversité

Selon Rakotomalala *et al. (*2006), l'agro-biodiversité qui est un sous ensemble de la diversité biologique est une représentation d'une multitude d'éléments ou d'organismes souvent naturels, qui sont des êtres vivants ou issus de ces derniers grâce aux interactions avec leur environnement, ou produits par l'homme dans le cadre de ses activités agricoles à partir d'éléments vivants, avec ou sans le concours des autres éléments inertes. C'est toute forme de vie que l'homme essaie d'exploiter, de produire ou de contrôler à travers des techniques et pratiques agricoles pour subvenir aux besoins.

L'agro-biodiversité concerne les espèces végétales et animales domestiquées ainsi que leurs parents sauvages, ainsi que tous les organismes ayant un impact positif et/ou négatif sur l'agriculture ou l'élevage (Quals *et al.*, 1995; Wood et Lenné, 1999). Aussi cette définition prend-elle en compte le groupe d'espèces spontanées bénéficiaire de traitements culturaux particuliers. Brush (1999) explique les insuffisances des programmes de conservation *in situ* par la prise en compte d'un petit nombre de plantes ou d'animaux alors que dans les systèmes agricoles, plusieurs plantes sont gérées au même moment par les agriculteurs et l'élevage coexiste avec l'agriculture dans bien des cas. En conséquence, l'agro-biodiversité végétale observée se subdivise en trois groupes à savoir : les plantes spontanées, les plantes para-cultivées et les plantes cultivées. Les déterminants socio-économiques des tenants seront analysés et reliés à ces trois composantes.

1.4.2 Agrosystèmes

Les agrosystèmes sont des écosystèmes transformés par l'homme pour l'agriculture où l'utilisation d'engrais et de pesticides y est pratiquement systématique. Les engrais minéraux sont des produits qui servent à fertiliser le sol, ils sont composés de trois éléments chimiques principaux : l'azote, l'oxyde phosphorique (P_2O_5) et l'oxyde de potassium (K_2O). Les pesticides eux, permettent de lutter contre des organismes, c'est-à-dire des espèces de plantes ou d'animaux, portant préjudice à la culture. Grace à l'étude des trois éléments, il sera vu comment l'utilisation d'engrais et de pesticides dans les agrosystèmes nuisent à l'environnement et à la santé. Il sera vu tout d'abord quels sont les effets de cette utilisation sur l'environnement puis quels sont ses répercussions sur la santé de l'homme. Le nitrate est une substance chimique naturelle issue de l'oxydation de l'azote de l'atmosphère par les micros organismes des plantes du sol et de l'eau. Sous l'action microbienne, il peut être réduit en nitrites, substances chimiques toxiques. Un agrosystème est un écosystème créé par l'activité agricole (cultures, élevage, échanges de produits, etc.). C'est un écosystème totalement artificiel où le temps de renouvellement de la biomasse est extrêmement court.

1.4.3 Enjeux socio-environnementaux

Les effets néfastes sur l'environnement et les écosystèmes sont dus, en bonne partie, aux déséquilibres existants à l'intérieur même des sociétés humaines, à l'inégale répartition des ressources et à la difficulté d'y accéder de la part de certaines catégories de populations, aux différentes conceptions du développement et des rapports à l'environnement ainsi qu'aux différents modes de vie et de conceptions du bien-être.

Les activités humaines engendrent, par définition ou par nature, des conflits du fait de la compétition pour l'accès et l'usage des ressources nécessaires à la vie et au développement des sociétés. C'est pourquoi il est important de comprendre ces tensions à partir de l'analyse des bases et des dynamiques sociales sous-jacentes (Navarro, 2011).

1.4.4 Fertilité du sol

Pour un sol, dans un climat donné, la fertilité représente l'aptitude de la terre à assurer, de façon régulière et répétée la croissance des cultures et l'obtention de récoltes. Elle est la résultante de plusieurs composantes (chimiques, physiques et biologiques) qui interviennent dans l'approvisionnement des plantes en eau et en éléments minéraux ainsi que dans la création et le maintien de conditions favorables au développement des racines. Elle peut être appréciée quand tous les facteurs de production ont été convenablement utilisés. Il ne reste plus, pour décider du

rendement final, que l'effet particulier joué par le sol lui-même. La fertilité du sol a longtemps été considérée comme « naturelle », le rôle de l'homme se cantonnant dans les actions limitées capables de l'entretenir, mais non la créer (conservation de l'humus grâce à l'enfouissement de résidus culturaux et au recyclage de déjections animales). De nos jours, elle peut être « acquise » au moyen d'actions susceptibles de transformer radicalement le milieu : mise en valeur de sols réputés pauvres, élimination des excès de chlorure de sodium ou de sodium, mise en culture de territoires conquis sur la mer, etc. Les moyens techniques modernes permettent le drainage, la correction du pH et les imperfections physiques du sol, l'accroissement de la teneur de celui-ci en éléments minéraux indispensables aux cultures, etc. (George et Verger, 1996).
Dans la présente étude, fertilité veut signifier potentialité ou qualité d'un sol disposant de tous les nutriments nécessaires pouvant permettre à toute plante de donner un bon rendement du point de vu agronomique.

1.4.5 Influence et impact

L'influence : Dans la présente étude, le mot influence désigne l'impact ou les conséquences négatives des systèmes de production agricoles sur les composantes environnementales et les écosystèmes. L'impact est utilisé comme « effet ». L'effet décrit un événement qui est la conséquence objective de l'action envisagée (systèmes de production agricoles et occupation des terres).

L'impact : une modification de l'état naturel. D'un point de vue strictement écologique, les impacts sont décrits comme des déviations de dynamiques naturelles d'évolution aboutissant à des modifications de l'état théorique d'écosystème. Un impact sur l'environnement peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans le sens large du thème, c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains.

1.4.6 Occupation des sols

C'est la couverture biophysique de la surface de la terre incluant la végétation, les cours et plans d'eau, les champs, les jachères et les installations humaines. L'occupation du sol peut être donc succinctement définie comme la couverture biophysique de la surface des terres émergées (Arouna, 2012). Parlant des changements concernant des pâturages permanents, pour Carrière et Toutain (1995), les divers types d'occupation des sols sont internationalement définis. Les terres agricoles se répartissent en pâturages permanents, en surfaces cultivées et en surfaces irriguées. Les parcours, mais aussi les prairies permanentes semées, relèvent de la première

catégorie. La surface de pâturage permanent renseigne sur l'espace disponible pour l'élevage, et peut être comparée aux effectifs animaux ou aux productions animales. Par rapport à l'environnement, c'est surtout l'évolution dans le temps des surfaces qui doit être prise en compte. Les parcours peuvent s'accroître au détriment des forêts (déforestation), ou au contraire laisser la place à des forêts (reboisement, reforestation), à des cultures (défrichement, extension des cultures) ou à des surfaces autres (urbanisation par exemple). Dans cette thèse, l'utilisation des sols fait référence aux fonctions socio-économiques et même écologique des unités d'occupation du sol.

1.4.7 Sol

Le sol est une formation naturelle de surface à structure meuble, d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente, sous l'influence de divers processus physiques, chimique et biologiques. Le sol est constitué d'éléments minéraux et organiques (George et Verger, 1996).

1.4.8 Structures agraires

Ensemble des liens durables et profonds qui unissent un peuple à son sol. Elles prennent en compte les formes de propriété du sol, les formes de son utilisation et les modes de faire-valoir qui y règnent. Comme tel, elles sont le cadre juridique, l'ossature dans laquelle évolue l'agriculture sur le terroir considéré. Elles sont généralement stables et durent longtemps à moins qu'une réforme ne vienne les rompre (Le Robert, 2012).

1.4.9 Systèmes de productions agricoles

Le système de production est l'ensemble structuré des productions végétales et animales retenues par un agriculteur ou un groupe d'agriculteurs dans son unité de production pour réaliser ses objectifs (Bonnefond *et al*., 1980, cités par Couty, 1987). Le système de cultures est considéré comme un sous-ensemble du système de production. Il peut y avoir plusieurs systèmes de cultures au sein d'un même système de production (Fillonneau, 1981, Couty, 1987). Le système de cultures est constitué par les relations existant entre les diverses productions végétales et animales pratiquées par les agriculteurs (Baudouin, 1981). Le système de cultures, un concept central en agronomie, a toujours donné lieu à des interprétations variées qui ont rendu son usage parfois ambigu et sujet à controverses (Jouve, 2006). Dans la présente étude, la catégorisation des systèmes de production a tenu compte des différents niveaux d'analyse de système de cultures afin de mieux faire ressortir les variabilités.

1.4.10 Techniques culturales

Les techniques culturales constituent une gamme ordonnée d'opérations ayant pour finalité la production. Elles sont également l'ensemble, des pratiques initiées et développées dans le but d'obtenir des récoltes suffisantes (N'tcha, 2004). Les techniques culturales constituent un maillon important des systèmes culturaux, car un système cultural fait forcément appel à une technique culturale. Dans le cadre de cette recherche, les systèmes culturaux désignent l'ensemble des opérations effectuées depuis la préparation des champs jusqu'à la récolte (CIRAD/GRET, 2006).

1.4.11 Terroir

Etymologiquement, le terroir désignait un « territoire » agricole en géographie rurale. Cependant, pour certains géographes, il importe de réserver le terroir à une unité physique considérée sous le rapport de l'agriculture. Ainsi un fond de vallée, un flanc de butte sont des terroirs. Mais il est également d'usage courant de parler de terroir irrigué ; de terroir viticole, s'il s'agit d'un territoire aménagé par l'homme et qui ne doit donc pas ses qualités à la seule nature physique. Pour un sens élargi, le terroir est un territoire présentant certains caractères qui le distinguent au point de vu agronomique des territoires voisins.

1.4.12 Zone montagneuse

Trois critères déterminent les zones montagneuses :

- des conditions climatiques se traduisant par une période de végétation raccourcie;
- des fortes pentes complexifiant la mécanisation de l'activité agricole ;
- une combinaison de ces facteurs.

Plusieurs paramètres permettent de définir la zone de montagne : l'altitude, la pente et le climat. Dans le cas de la présente étude, la zone montagneuse de l'Atacora concerne certaines parties de communes caractérisées par une limitation considérable des possibilités d'utilisation des terres dont l'altitude moyenne pour chaque commune est supérieure à 500 m et dont les pentes présentent une déclivité supérieure à 10-15%. Il s'agit des communes de Natitingou, Boukombé, Cobly, Matéri et Toucountouna.

Conclusion partielle

Les systèmes culturaux traditionnels conduisent inéluctablement à la dégradation des terres et par voie de conséquences à la baisse des rendements. Toutefois l'évaluation de l'impact environnemental des pratiques agricoles et de leurs conséquences sur le revenu des producteurs

demeure une équation à plusieurs inconnues à résoudre. Les systèmes de productions agricoles et l'occupation des terres sont liés et indissociables. En effet, toute existence humaine dans un espace entraîne toujours une répercussion sur l'environnement.

DEUXIEME CHAPITRE : CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

Le cadre géographique de l'étude et ses caractéristiques biophysiques et géomorphologiques sont succinctement présentés dans ce chapitre.

2.1 Localisation géographique du secteur d'étude

La région montagneuse de l'Atacora est assez étendue. Elle prend naissance à la confluence des frontières entre le Burkina Faso, le Niger et le Bénin, traverse le nord-ouest du Bénin en écharpe, se prolonge au Togo où elle prend le nom de « *Monts Togo* » et s'abaisse vers la côte de l'Océan Atlantique au Sud-Est du Ghana où elle est connue sous le nom de « *Akwapim Range* » (N'dah, 2009). Le nord-ouest de l'Atacora, d'une superficie de 10.354 $km^{2,}$ soit 50,51 % de la superficie totale du Département de l'Atacora, couvre les six Communes suivantes : Natitingou ; Boukombé ; Cobly ; Matéri ; Tanguiéta ; Toucountouna. Il est situé entre les parallèles 9° 50' 59'' et 12°22'10'' de latitude nord et les méridiens 0°58' 38'' et 3°13'20'' de longitude est et est limité au nord et à l'ouest par le Burkina Faso, au sud par le Togo, à l'est par les Communes de Kérou et de Kouandé (Figure 1).

2.2 Données biophysiques

2.2.1 Facteurs climatiques

Le secteur d'étude appartient au climat soudanien. Le régime pluviométrique est unimodal. Les données climatiques utilisées pour caractériser le régime des précipitations sont celles de la station météorologique de Natitingou qui est la plus proche du secteur d'étude. Les précipitations, l'évapotranspiration et la température constituent des éléments du climat qui peuvent avoir d'influence sur les écosystèmes du secteur d'étude.

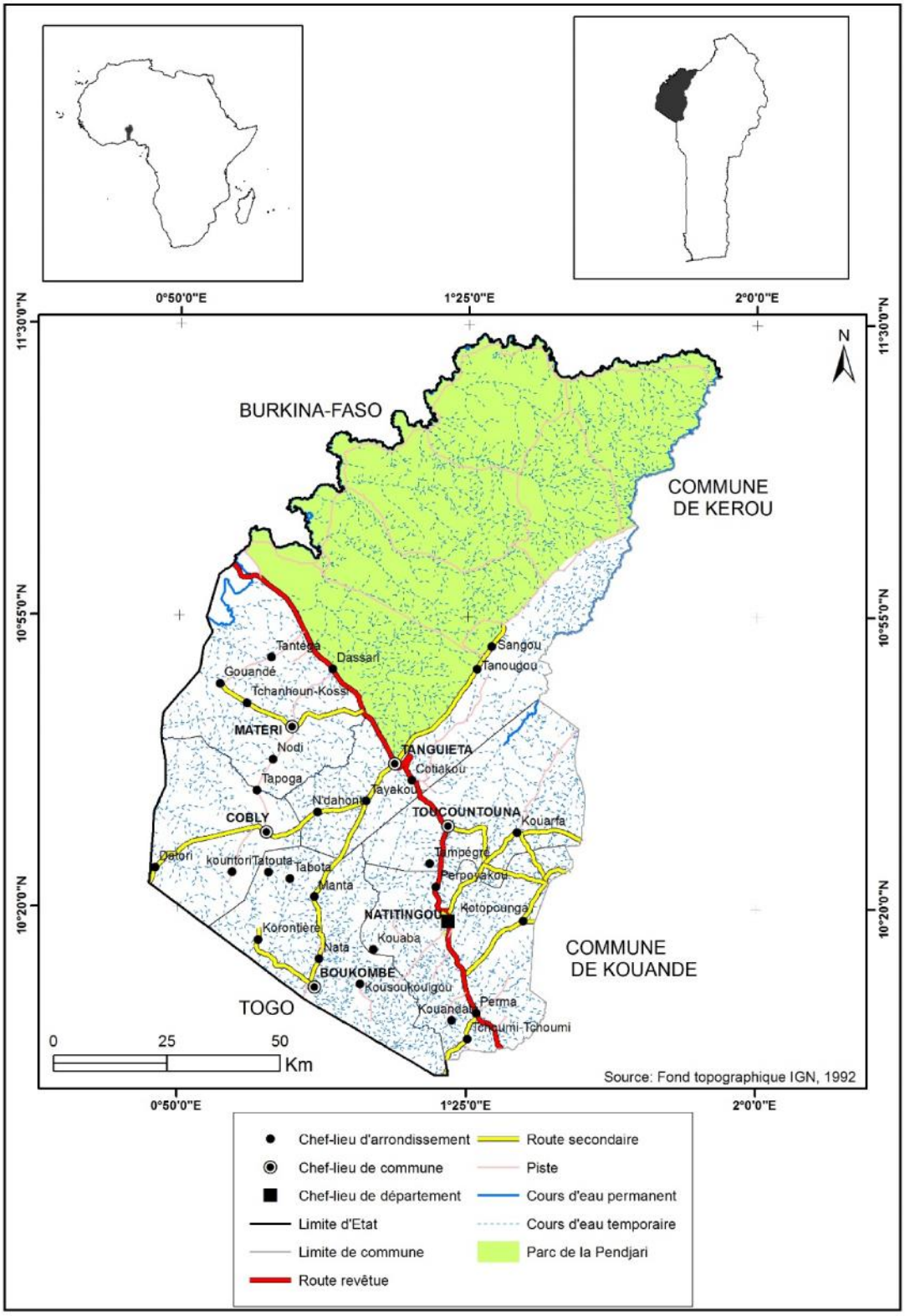


Figure 1: Localisation du secteur d'étude

2.2.1.1 Bilan climatique

L'analyse du diagramme climatique de la station de Natitingou (1982-2013) a permis de distinguer les périodes bioclimatiques (Franquin, 1969) suivantes (Figure 2) :

- ✓ La période sèche s'étend de mi-octobre à début avril. Au cours de cette période, certains points d'eau tarissent mais le principal cours d'eau la Pendjari conserve de l'eau dans son lit mineur. Il en est de même pour les principaux affluents de la Pendjari (Koumagou et Kounné) et la Perma, etc. Les herbacées, existent sous forme de pailles si elles ne sont pas consumées par les feux de végétation. Les pluies précoces commencent vers la fin de cette période (début avril) et s'étalent sur environ un mois et demi (début avril à mi-mai). Durant cette période, les pluies sont peu abondantes, quelques thérophytes émergent, les repousses de quelques hémicryptophytes apparaissent et la plupart des phanérophytes défeuillées donnent de nouvelles feuilles.
- ✓ La période humide s´étend de début avril à mi-octobre. Elle correspond à la période active de végétation durant laquelle la réserve en eau du sol est supérieure aux besoins des plantes. Les plantes peuvent alors assurer de façon continue leur alimentation hydrique et minérale. Ainsi, les herbacées deviennent abondantes et, les graminées donnent des inflorescences. A la fin de cette période (mi-octobre), le point de flétrissement est atteint de nouveau par le sol après épuisement de ses réserves d'eau. La plupart des thérophytes commencent à s'assécher.
- ✓ La période franchement humide s'étend de mi-mai à fin septembre. C'est la période de la grande croissance de la végétation. La végétation (spontanée et cultivée) ne souffre alors d'aucune limitation pour son alimentation hydrique et minérale. Cette période est la plus pluvieuse où le pic des précipitations est atteint au mois d'août. La pluviosité au cours de ce mois dépasse généralement 280 mm.

La valeur moyenne maximale de la pluviosité annuelle (1.496 mm) est enregistrée en 2003 et la plus faible valeur en 1983 (830 mm). La moyenne annuelle des précipitations est de 1.186 mm entre 1982 et 2013 (ASECNA, 2013).

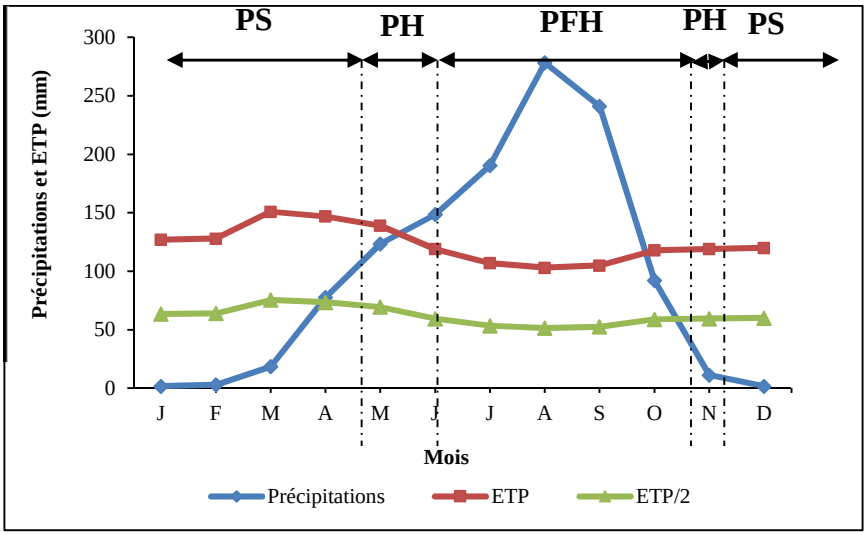


Figure 2 : Diagramme climatique de la station de Natitingou (1982-2013)

PS : Période sèche, **PH :** Période Humide, **PFH :** Période Franchement Humide,

Source : ASECNA, 2013

2.2.1.2 Températures, humidité relative et insolation

La température moyenne annuelle tourne autour de 28°C dans le secteur d'étude (ASECNA, 2013). Les valeurs maximales observées dans les mois de mars et d'avril oscillent entre 36 et 37°C. Les valeurs minimales oscillent entre 19 et 24°C au cours des mois de décembre et de janvier.Les variations mensuelles de l'humidité relative (HR) et de l'insolation (R) à la station de Natitingou de 1982 à 2013 (ASECNA, 2013) présentées sur la figure 3, ont montré que pendant la saison pluvieuse (mois de mai à octobre), l'humidité de l'air est maximale. Ces mois correspondent à l'abondance de la végétation herbacée.

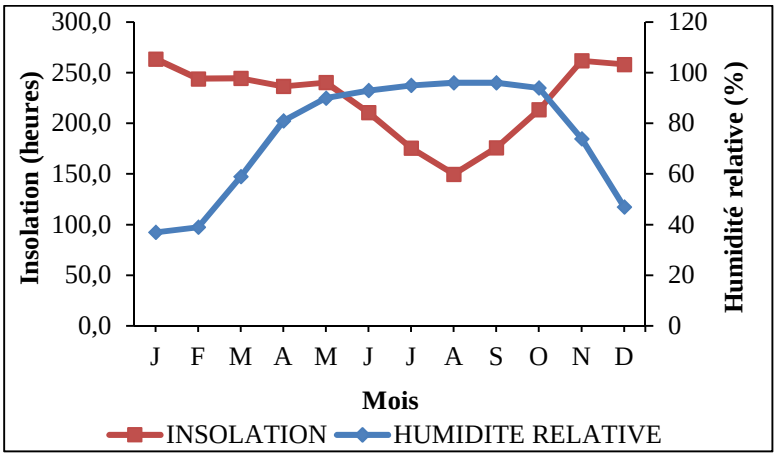


Figure 3 : Humidité relative et insolation du secteur d'étude (1982-2013)

Source : ASECNA, 2013

L’insolation est le paramètre essentiel du rayonnement global et joue à ce titre un rôle important à la fin de l’hivernage en intensifiant le pouvoir évaporant de l’air. L’insolation provoque le tarissement plus ou moins rapide de plusieurs points d’eau ; ce qui rend difficile la disponibilité de l’eau d’abreuvement et des espèces fourragères. L’insolation annuelle est en moyenne de 240 heures avec un maximum de 263,7 h en janvier contre un minimum de 149,8 h en août (ASECNA, 2013).

2.2.1.3 Vents

Les deux types de vents dominants dans le secteur d’étude sont l’alizé maritime et l’harmattan. L’alizé maritime souffle d’avril à octobre dans la direction sud-ouest, avec une vitesse moyenne de 3 m/s (ASECNA, 2013). L’harmattan est un vent sec et froid qui souffle de novembre à mars suivant une direction nord-est, avec une vitesse moyenne de 2 m/s. Il est l’un des facteurs principaux d’assèchement des points d’eau. Il augmente également le déficit hygrométrique de l’air et accentue les conditions d’aridité de la saison sèche.

2.2.2 Types de sols au nord-ouest de l’Atacora

2.2.2.1 Caractéristiques globales

Les principales caractéristiques favorables ou défavorables des sols (Figure 4) réparties en dix grands types dans la région de l’Atacora (Faure, 1977) se résument comme suit :

- ✓ **Sols minéraux bruts et sols sur roches dures peu évolués jeunes**

Ces sols, développés sur matériaux durs variés, sont relativement abondants (17 %) dans le secteur d’étude, en particulier dans la partie traversée par le massif montagneux de l’Atacora. Ils sont localisés surtout sur les reliefs résiduels du socle précambrien dans les Communes de Tanguiéta (35 %), Matéri (30 %), Boukombé (25 %) et Toucountouna (10 %). Ils présentent des caractères essentiellement défavorables pour l’agriculture : faible épaisseur, texture légère, forte pierrosité, réserves minérales et hydriques faibles, forte érodibilité. Ces sols ne sont pas propices à l´agriculture.

- ✓ **Sols ferrugineux hydromorphes et sols hydromorphes sur matériaux d'apport**

Cet ensemble de sols sur matériaux allochtones couvre un peu plus de 3% du périmètre. Leur possibilité d'exploitation est variable et surtout liée à la texture du matériau originel et à leurs possibilités de drainage, en relation avec leur position topographique. Ce sont des sols à profondeur utile en général importante, avec possibilité d'irrigation et une texture homogène, mais ils sont peu fertiles. Ils ont été identifiés dans les Communes de Toucountouna (30 %), Matéri (25 %), Tanguiéta (15 %), Natitingou (15 %) et Cobly (15 %).

- ✓ **Sols ferrugineux peu lessivés sur roches leuco et mésocrates**

Cet ensemble de sols couvre 17 % du secteur d'étude. Ils sont développés sur roches variées mais peu pourvues en minéraux basiques. Leur possibilité d'exploitation dépend surtout de la profondeur d'apparition des horizons tachetés parfois indurés qui, en créant une discontinuité, limitent la pénétration racinaire et le drainage interne. Ils ont été recensés dans les Communes de Boukombé (30 %), Cobly (25 %), Tanguiéta (20 %), Matéri (15 %) et Toucountouna (10 %).

- ✓ **Sols ferrugineux peu lessivés sur roches mélanocrates et vertisols**

Les sols de cet ensemble couvrent près de 14 % du secteur d'étude. Ils sont développés sur roches riches en minéraux basiques qui leur confèrent des réserves minérales importantes et une texture riche en éléments fins. Leur possibilité d'utilisation est surtout liée aux conditions de drainage (position topographique) et à la texture en surface, qui, trop lourde, rend leur travail difficile pour les labours. Ils ont été retrouvés dans les Communes de Cobly (25 %), Matéri (25 %), Tanguiéta (25 %) et Toucountouna (25 %).

- ✓ **Sols ferrugineux lessivés sans concrétions sur argile d'altération des migmatites**

Ces sols sont développés sur roches leucocrates pauvres en minéraux basiques. Leur possibilité d'utilisation dépend de leur position topographique, en ce qui concerne le drainage et surtout l'érodibilité, ainsi que de leurs teneurs en éléments rocheux grossiers. Quand ces sols sont sans concrétions ni éléments rocheux, ils ont une bonne profondeur utile, ils n'ont pas de discontinuité texturale ; il est noté une absence d'éléments grossiers et un drainage correct sur une grande épaisseur. Par contre, ils ont des réserves minérales

et hydriques faibles, une acidité forte et une saturation réduite, ce qui limite leur exploitation. Ils ont été recensés dans les Communes de Boukombé (20 %), Natitingou (20 %), Tanguiéta (20 %), Cobly (20 %) et Matéri (20 %).

- ✓ **Sols ferrugineux lessivés à concrétions sur roche dure**

Cet ensemble de sols qui présente simultanément un important appauvrissement en éléments fins et un fort concrétionnement, couvre plus de 4% du secteur d'étude. Ces sols sont bien représentés sur roches libérant des quantités moyennes de sesquioxydes. Leur possibilité d'utilisation est fonction de l'importance des taux d'éléments grossiers, et de leur répartition dans le profil, de la compacité et des possibilités de drainage interne des horizons B. Ces sols ont été recensés dans toutes les Communes à savoir Natitingou (20 %), Boukombé (20 %), Cobly (15 %), Matéri (15 %), Tanguiéta (15 %) et Toucountouna (15 %).

- ✓ **Sols ferrugineux lessivés indurés sur roche**

Cet ensemble de sols couvre une importante partie du secteur d'étude (13%). Ils sont liés à des roches relativement riches en éléments métalliques et/ou à des positions topographiques particulières : parties inférieures de versants sur le socle, glacis de piedmont et surfaces aplanies dans la plaine de la Pendjari. Leurs possibilités d'utilisation sont très limitées (liées essentiellement à la profondeur du niveau induré). Ils présentent surtout des caractères défavorables : appauvrissement en éléments fins souvent intenses, propriétés chimiques très médiocres au-dessus du niveau induré ; faible profondeur utile, structure peu développée, fragile, engorgement temporaire fréquent en saison des pluies par diminution brutale du drainage dans l'horizon induré, érodibilité conduisant à l'affleurement du niveau induré. Ils ne sont pas propices à l'agriculture. Ces sols ont été retrouvés dans les Communes de Boukombé (25 %), Tanguiéta (20 %), Matéri (20 %) et Toucountouna (15 %).

- ✓ **Sols ferrugineux plus ou moins lessivés sur matériau kaolinique**

Ces sols développés sur matériaux profonds occupent les positions hautes des interfluves sur le socle et les plateaux du massif de l'Atacora. Si leurs conditions de drainage sont correctes, leurs propriétés chimiques sont liées à la nature de la roche sous-jacente et à l'intensité du lessivage des horizons de surface. Leur possibilité d'utilisation dépend

surtout de la présence ou non d'un horizon induré. Ces sols ont une profondeur utile, un bon drainage d'ensemble, des teneurs en éléments grossiers faibles en surface, moyennes dans les horizons B, des réserves hydriques supérieures et une structure en général mieux développée que dans les sols sur roche et une érodibilité limitée. Ils peuvent, selon les types de cultures, être favorables à l'agriculture. Les études pédologiques ont recensés ces sols dans les Communes de Matéri (25 %), Tanguiéta (20 %), Cobly (20 %), Boukombé (20 %) et Natitingou (15 %).

- ✓ **Sols ferrugineux lessivés hydromorphes**

Cet ensemble de sols développés essentiellement sur roches schisteuses de la plaine de la Pendjari, couvre plus de 9 % du secteur d'étude. Ce sont des sols ayant des réserves minérales et hydriques importantes, une bonne saturation et une absence en éléments grossiers ; par contre leur caractère très massif, leur perméabilité réduite et leur risque de submersion les rendent très difficiles à travailler. Ils ont été retrouvés dans les Communes de Cobly (25 %), Toucountouna (25 %), Matéri (25 %) et Natitingou (25 %).

- ✓ **Sols ferrallitiques**

Les sols de cette classe sont très peu représentés. Ils sont liés à des positions topographiques particulières : lambeaux d'ancienne pénéplaine, sommets de grands interfluves où l'érosion peu marquée n'a pu contrecarrer une évolution de longue durée. Leur possibilité d'utilisation varie essentiellement en fonction des teneurs en éléments grossiers des horizons de surface. Ce sont des sols profonds de bonne perméabilité et relativement fertiles, plus favorables aux cultures. Ces sols à bon drainage abritent les formations végétales les plus évoluées (savanes boisées) du secteur d'étude. Ils sont très favorables à l'agriculture. Ils ont été retrouvés sur des plateaux de faible étendue à Toucountouna (30 %), Tanguiéta (25 %), Cobly (25 %) et Boukombé (20 %).

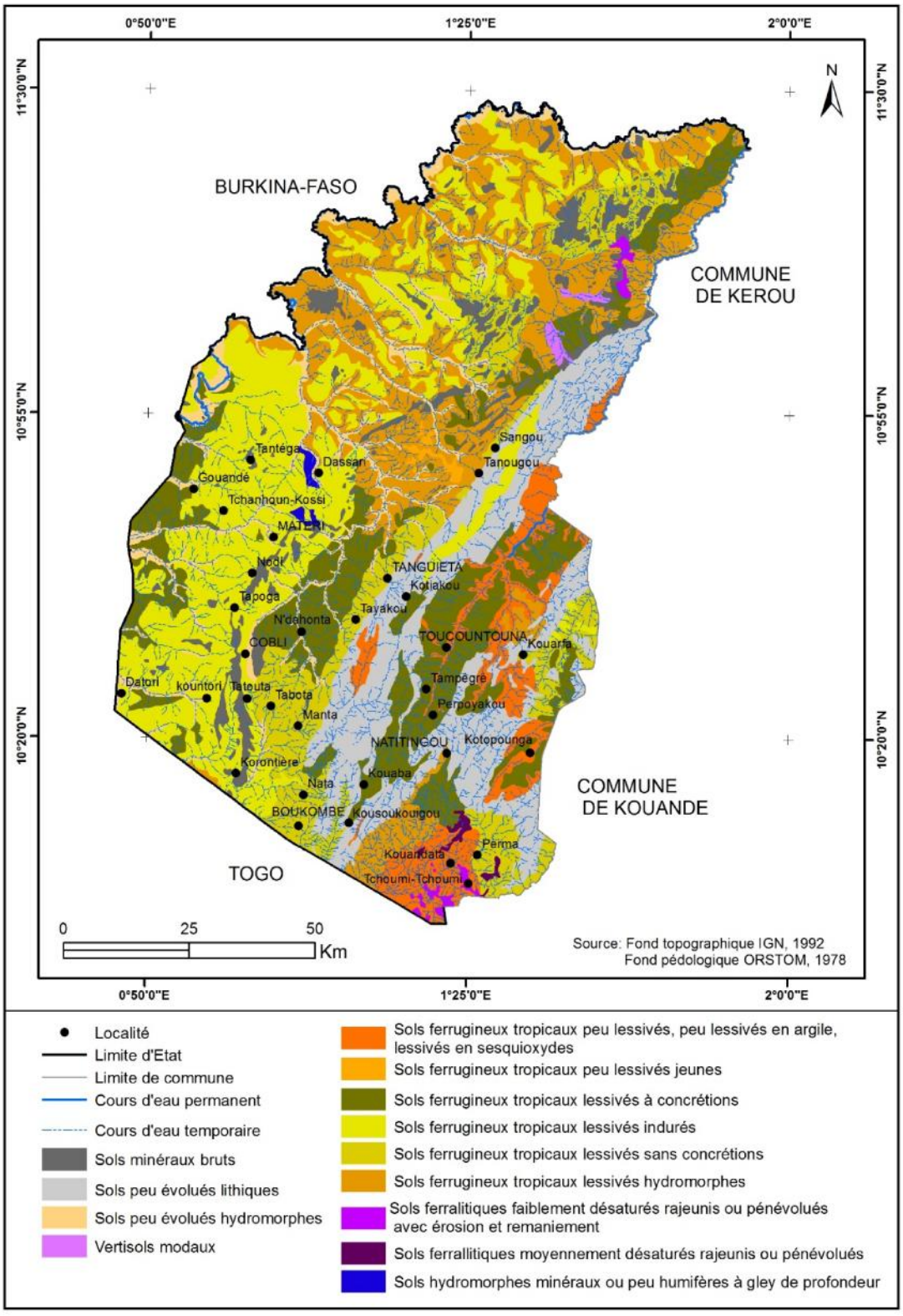


Figure 4 : Pédologie du nord-ouest de l'Atacora

2.2.2.2 Profils pédologiques sur sols montagneux

- ✓ **Description des horizons du profil de Bérécingou/Natitingou**

0-10 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/3 texture limoneuse graveleuse, structure grumeleuse très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

10-30 cm : Horizon de couleur brun pâle 7,5 YR 5/3 LSA-LAS très graveleux. Structure grumeleuse moyenne, tendre, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-60 cm : Horizon de couleur brun pâle 7,5 YR 5/4 assez nombreuses taches oranges, LAS très graveleux, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

- ✓ **Description des horizons du profil de Koussantikou/Natitingou**

0-15 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pâle10 YR 4/3 LA très graveleux, structure grumeleuse, poreux, tendre, nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

15-45 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/3 LA très graveleux. Structure massive, très poreux à nombreuses tâches jaunes diffuses, tendre, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

45-60 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 assez nombreuses taches oranges, texture argileuse très graveleuse, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

60-80 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre 7,5 YR 5/6 nombreuses tâches orange, texture argilo-sableuse caillouteuse. Structure massive massive avec de nombreux niveaux durcis indurés ; peu poreux, très dure, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Koumagou/ Boukoumbé**

0-10 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre gris 10 YR 4/2 LSA peu graveleux structure particulaire très poreux, tendre, nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

10-35 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre gris 10 YR 4/3 LAS graveleux. Structure polyédrique à tendance grumeleuse, très poreux à nombreuses tâches jaunes diffuses, tendre, quelques racines très fines. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

35-50 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 4/4 nombreuses taches oranges, LAS graveleux, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, peu poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

50-75 cm : Horizon de couleur barriolée nombreuses, texture argileuse. Structure massive indurée ; peu poreux, très dure, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Kounacogou/Boukoumbé**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 6/3, texture limono-argileuse peu concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-40 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 texture argilo-limoneuse graveleux. Structure particulairee, meuble, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

40-60 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 assez nombreuses taches oranges, texture argilo-limoneuse, très graveleux structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, peu poreux, dure. Activité biologique peu intense. Transition distincte et régulière.

- ✓ **Description des horizons du profil de Ouankou /Tanguiéta**

0-10 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 6/3 texture argilo-limoneuse, graveleux, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

10-30 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 texture argileuse, graveleux. Structure particulairee, meuble, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-50 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 assez nombreuses taches oranges, texture argileuse, très graveleux structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, peu poreux, dure. Activité biologique peu intense. Transition distincte et régulière.

- ✓ **Description des horizons du profil de Manougou /Tanguiéta**

0-15 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 6/3 texture limono-sableuse, graveleux, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

15-30 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 texture limono-sableuse, graveleux. Structure polyédrique fine, friable, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-45 cm : Horizon de couleur brune 5 Y 5/6, texture argileuse très graveleuse. Structure massive peu poreux, très dure, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Tchakalakou/Toucountouna**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 6/3, texture limono-argileuse peu concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-30 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 texture argilo-limoneuse graveleux. Structure polyédrique, subangulaire, friable, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-60 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 10 YR 5/4 assez nombreuses taches oranges, texture argilo-limoneuse, peu graveleux structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, peu poreux, dure. Activité biologique peu intense. Transition distincte et régulière.

- ✓ **Description des horizons du profil de Ouansokou /Toucountouna**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 6/3, texture limoneuse peu concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-40 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 texture limono-argileuse très graveleux. Structure polyédrique subangulaire, peu dure, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

Ces sols de montagne sont des sols ferrugineux tropicaux concrétionnés graveleux de texture légère (limono-sableuse) à équilibrée (limono-argilo-sableuse) dans les horizons de surface, peu lessivés à lessivés peu profonds et surtout moyennement profonds.

2.2.2.4 Profils pédologiques sur sols de plateaux

Ces sols sont en réalité des sols de replat de bas versant de texture plus lourde et de drainage plus modéré.

- ✓ **Description des horizons du profil de Bérécingou/Natitingou**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 5/3 texture argileuse, peu de concrétions, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-40 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 5/3. Assez nombreuse taches brunes. Texture argileuse, concrétionné, Structure massive, tendre, nombreuse racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

40-60 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 5/4 assez nombreuses taches oranges, texture argileuse, peu concrétionné, structure polyédrique subangulaire.

Quelques racines très fins, poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

60-110 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 5/6 nombreuses taches oranges, LAS très graveleux, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

- ✓ **Description des horizons du profil de Koussantikou/Natitingou**

0-15 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 4/3 texture argilo-limoneuse, assez nombreuse concrétions, structure massive à débit particulaire très poreux, tendre, nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

15-45 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/3 assez nombreuse taches brunes, nombreuse concrétions, texture argileuse. Structure massive, poreux, tendre, assez nombreuse racines fines et très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

45-60 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 10 YR 5/4, nombreuse taches texture argileuse, peu concrétionné, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fines, poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

60-80 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 5/6 nombreuses taches orange, texture argilo-sableuse. Structure massive avec de nombreux niveaux durcis indurés ; peu poreux, très dure, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Koumagou/ Boukoumbé**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 4/2 texture argilo-sableuse peu graveleux structure particulaire très poreux, tendre, nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-35 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 4/3, argileux. Structure massive, peu poreux, peu dure, quelques racines très fines. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

35-50 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 4/4 nombreuse taches oranges, argilo-limoneux graveleux, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, peu poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

50-125 cm : Horizon de brun rouge 10 YR 4/2, texture argileuse. Structure massive, indurée ; peu poreux, très dure, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Kounacogou/Boukoumbé**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 7,5 YR 6/3, texture limono-argileuse peu concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-40 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 5/4 texture argilo-limoneuse, peu concrétionné, structure particulaire, meuble, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

40-60 cm : Horizon de couleur brun rougeâtre 7,5 YR 5/6 assez nombreuses taches oranges, texture argilo-limoneuse, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fins, peu poreux, dure. Activité biologique peu intense. Transition distincte et régulière.

60-120 cm : Horizon de couleur brun rouge jaunâtre 5 YR 5/8 assez nombreuses taches oranges, argileux, structure massive. Quelques racines très fines, poreux, dure. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

- ✓ **Description des horizons du profil de Ouankou /Tanguiéta**

0-15 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 4/3 texture argileuse, structure massive, poreux, friable, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

15-30 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 5/4 texture argileuse, graveleux. Structure massive, peu dure, assez nombreuse racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-60 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 5/4, texture argileuse, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines fines et très fines, peu poreux, dure. Activité biologique peu intense. Transition distincte et régulière.

60-110 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 5/8, texture argileuse, structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fines, peu poreux, dure. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Manougou /Tanguiéta**

0-15 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 4/2 texture limoneuse, concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

15-30 cm : Horizon de couleur brune 10 YR 4/4 texture limono-argileuse, graveleux. Structure polyédrique fine, friable, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-45 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 4/6, texture argileuse, concrétionné. Structure massive peu poreux, dure, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

45-60 cm : Horizon de couleur rouge brun 7,5 YR 5/4, texture argileuse. Structure massive peu poreux, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

60-130 cm : Horizon de couleur rouge brun 5 YR 5/6, texture argileuse. Structure massive peu poreux, presque pas de racines. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Tchakalakou/Toucountouna**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 10 YR 4/3, texture limoneuse peu concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-30 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 4/4 texture argilo-limoneuse, fortement concrétionné. Structure polyédrique, subangulaire, friable, assez nombreuse racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

30-60 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 5/4, texture argilo-limoneuse, concrétionné, structure massive quelques racines fines et très fines, peu poreux, dure. Activité biologique peu intense. Transition distincte et régulière.

60-120 cm : Horizon de couleur brun jaunâtre pale 7,5 YR 5/6, texture argilo-limoneuse, peu graveleux structure massive à débit polyédrique subangulaire. Quelques racines très fines, peu poreux, dure. Activité biologique non décelée.

- ✓ **Description des horizons du profil de Ouansokou /Toucountouna**

0-20 cm : Horizon de couleur gris brun 7,5 YR 4/3, texture limoneuse peu concrétionné, structure massive à débit grumeleux très poreux, tendre, assez nombreuses racines très fins. Activité biologique intense. Transition distincte et régulière.

20-40 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 4/4 texture limono-argileuse très graveleux. Structure polyédrique subangulaire, peu dure, quelques racines très fines. Activité biologique assez intense. Transition distincte et régulière.

40-60 cm : Horizon de couleur brune 7,5 YR 5/4, nombreuse taches brun sombre, texture limono-argileuse très graveleux et induré. Extrêmement dure, Structure massive, presque pas de racines ; quelques racines très fines. Activité biologique non décelée.

Les sols de plateaux sont des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, à texture plus lourde dans les horizons de surface, hydromorphes pour la plupart mais de profondeur moyenne à élevée.

2.2.2.5 Réserves utiles des sols

Ces sols sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés peu à moyennement profonds en zone de montagne et des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés hydromorphes en zone de plateaux. En zone montagneuse, les sols sont de texture limono-sableuse avec quelques variantes de texture limoneuse à limono-argilo-sableuse. Par contre, sur les plateaux, les sols ont une texture lourde (limoneuse, limono-argileuse et argileuse) avec quelques variantes de limono-sableuse. Les réserves utiles dépendent de la texture du sol ; elles sont plus faibles quand la texture est plus légère et augmentent quand la texture est de plus en plus lourde (Ninane, 1970). Ces textures situent l'eau utile entre 5 et 14 % du poids de terre dans les sols de montagne alors que dans les sols des plateaux, ces réserves

plus élevées varient entre 7 et 18 %. Les teneurs d'eau utile de ces sols sont tout à fait en accord avec celles habituellement enregistrées dans ces types de sols dans le Département de l'Atacora (Viennot, 1969 ; Igué, 2013).

2.2.3 Types de reliefs

Le relief du secteur d'étude (Figure 5) est constitué de deux unités morphologiques suivantes différenciées par leur altitude (Tchibozo, 1981) :

- ✓ La première unité morphologique orientée nord-nord-est et sud-sud-ouest du Département de l'Atacora, a une altitude variant entre 400 et 640 m. Elle est très accidentée et caractérisée par les différents chaînons du massif atacorien, regroupe les communes de Boukombé, Tanguiéta, Natitingou, Toucountouna et Cobly. A ces chaînons s'ajoutent quelques dômes d'amphibolites et d'ortho gneiss parsemés. Les plateaux, plaines, monts, bas-fonds et des vallées dominent ces communes.
- ✓ La deuxième unité morphologique orientée sud-sud-est et nord-nord-ouest, a une altitude variant entre 150 et 300 m, moins accidentée, domine la Commune de Matéri.

Cette situation morphologique réduit les emblavures agricoles et l'effet de l'érosion est fort à cause des pentes fortes variant entre 10 et 15 % (CENAP, 1982).

La longue chaîne de l'Atacora domine l'ensemble du relief. Elle est bordée de deux régions plates : l'une à l'Ouest, la dépression de l'Oti, encore appelée plaine du Gourma et l'autre à l'Est, la pénéplaine granito-gneissique du Borgou. Ces principales formes de modelé sont directement en relation avec la nature des formations géologiques sous-jacentes. Trois grands ensembles qui se répartissent en zones allongées selon les grandes directions structurales, peuvent être distingués dans la région.

2.2.3.1 Dépression de l'Oti

Cette zone s'étend depuis les contreforts Ouest du massif de l'Atacora jusqu'à la rivière Pendjari, qui prend le nom d'Oti en passant au Togo. L'altitude y est faible et diminue progressivement de 250 m au pied des falaises de quartzite, à moins de 150 m dans le lit de la Pendjari. Trois unités de modelé se distinguent à l'intérieur de cette dépression. Une zone de petites collines à flancs raides entre Boukombé et Tanguiéta. Les rivières, qui pour la plupart, prennent leur source dans cette chaîne, ont un cours temporaire divaguant entre les collines, entaillant faiblement les glacis. Une bande de collines plus élevées barre

du Sud-Ouest au Nord-Est toute la dépression sur une largeur variant de quelques kilomètres à 15 km, en la dominant de 100 à 200 m. Cette zone accidentée constitue la source d'affluents temporaires de la Pendjari, tandis que les rivières du milieu la traversent dans des lits encaissés aux points de moindre altitude. La plaine de la Pendjari s'étend à l'ouest des affleurements précédents sur une trentaine de kilomètres. Cette zone peu accidentée est très monotone et est constituée de longs glacis en pente douce portant des sols peu profonds mais fortement concrétionnés ou indurés. Les marigots échancrent peu profondément ces surfaces, mais leurs lits majeurs, temporaires, forment de larges bas-fonds occupés par des sols hydromorphes plus ou moins colluviaux.

2.2.3.2 Massif montagneux de l'Atacora

Le massif montagneux de l'Atacora est constitué de deux bourrelets montagneux séparés par la dépression de Toucountouna. Celle-ci est empruntée dans le sens de la longueur par le cours supérieur de la Pendjari. L'altitude moyenne de la chaîne est de 550 m alors que le massif de Kotopounga culmine à 650 m (Affaton, 1990). Ces chaînons limitent des zones de hauts plateaux et une grande plaine.

Les chaînons sont constitués par la juxtaposition d'affleurements parallèles aux versants abrupts. Entre ces affleurements, de nombreuses rivières, quasi permanentes, coulent dans des gorges profondes.

Les plateaux constituent les points culminants du massif. Ils portent des sols très évolués mais souvent indurés. Le réseau hydrographique y est peu dense ; les rivières temporaires coulent en amont dans de petits bas-fonds plats, entaillent profondément les bordures des plateaux en acquérant un cours d'eau quasi permanent qui prend la direction des chaînons.

La haute plaine de la Pendjari supérieure constitue une unité particulière. Elle est bordée par deux chaînons parallèles et offre un paysage de glacis en faibles pentes. Les affluents, qui prennent leur source dans les chaînons, ont un régime permanent et entaillent fortement ces glacis (Faure, 1977).

2.2.3.3 Pénéplaine granito-gneissique

Cette troisième grande unité succède brutalement aux pieds des falaises Sud et Est du massif montagneux. Il est distingué deux zones aux réseaux hydrographiques et modelés différents:

- ✓ zone à interfluves courts : cette zone concerne la pénéplaine entre Natitingou et Birni. Elle est fortement entaillée par un réseau hydrographique dense et peu hiérarchisé dont les axes principaux sont la Perma et la Binah ;
- ✓ zone à interfluves longs : cette zone concerne la pénéplaine à l'Est du massif montagneux.

Elle est parcourue par les réseaux hydrographiques plus lâches et bien hiérarchisés des bassins versants de la Mékrou et de l'Alibori (affluents du Niger). A l'Est de la limite entre ces deux bassins, le réseau de la Mékrou crée une succession d'amples ondulations aux sommets bombés, aux versants convexes en pente douce, au bas desquels les rivières secondaires coulent dans les bas-fonds plats (Faure, 1977). Cet aperçu permet de comprendre que les formations géologiques de l'Atacora ont pu développer par endroits des grottes et abri-sous-roche pouvant avoir servi, aussi bien d'abris et d'étapes de transit pour les hommes préhistoriques, que de refuge pour les populations au cours des périodes historiques (N'dah, 2009).

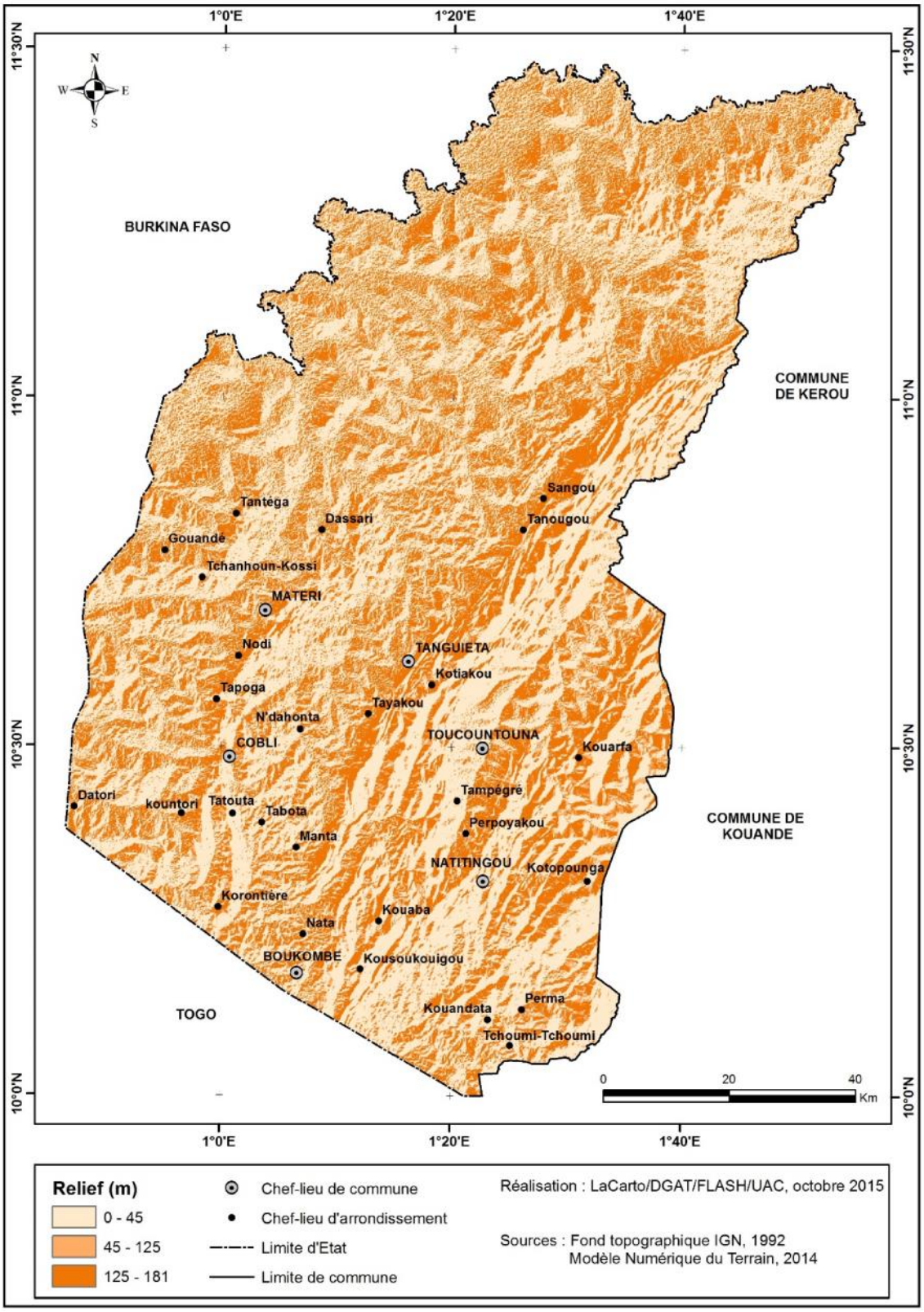


Figure 5 : Relief du nord-ouest de l'Atacora

2.2.4 Réseau hydrographique

D’une manière générale, le réseau hydrographique de l’Atacora est moyen du point de vue densité. Il est plus important à l'ouest et au sud qu'à l'est. A l'ouest et au sud, le réseau est formé par les rivières Pendjari, Koumagou et Perma, qui sont toutes trois des affluents de la rivière Oti (au Togo) et du fleuve Volta (au Ghana). A l'est, le réseau est matérialisé par la rivière Mékrou, affluent du fleuve Niger (Tchibozo, 1981).

La Pendjari, le plus long de l’Atacora (380 km), prend sa source au nord du village de Tagayé au sud-ouest de Natitingou et s'appelle alors Kumariku. Depuis sa source, elle coule dans la combe anticlinale du massif Atacorien, longe le crêt occidental jusqu'à la latitude de Batia, bifurque vers l'ouest et coupe transversalement le crêt à 40 km au nord-est de Batia (11°06' N, 1°46' E). Son cours présente de nombreux méandres dans une vallée à fond marécageux par endroits, du fait de la diminution de la compétence du cours d'eau et des dépôts d'alluvions dans le lit. Elle reçoit le Magou avant de pénétrer en territoire togolais (11 °00' N, 00°55' E).

La Koumagou et le Yéripao (ou Tchatiko) sont des affluents de l'Oti au Togo. La Koumagou prend sa source près du village de Koukouantonkou. Son cours s'oriente ensuite vers le sud-ouest et conflue avec l'Oti. Le Yéripao prend sa source au sud de Pèpèrkou dans la combe anticlinale de l'Atacora. Il reçoit la Perma (ou Ouemou) de la Tènunkonta (ou Sinaïciré).

Au nombre des cours d’eau de la région, il y a également la rivière Kounné, un des affluents de la Pendjari, qui coule d'abord du sud vers le nord, puis d'est en ouest, en coupant la ligne des interfluves là où elle est la plus basse, avant de reprendre la direction générale du relief dans le sens nord, est, sud, ouest.

La Mékrou, long de 410 km, est un affluent du Niger. Il naît sur le versant oriental de l'Atacora à 400 mètres d'altitude (10°03' N, 1°40' E). Il coule vers le Nord dans une vallée ouverte qui se resserre à la latitude de 10°35'N avec de nombreux méandres. Sur sa rive gauche, il reçoit la Tikoudarou, la Yaourou et la Kourou. A la latitude de Gbangbanga à l'ouest de Témécé (11°10' N), la vallée s'élargit et le cours d'eau présente parfois des méandres divagants (Houssou, 1998). Le régime des cours d'eau est variable. Mais à part les plus importants comme la Pendjari (et ses deux affluents la Koumagou et la Kounné) et la Perma, les autres cours d'eau n'ont qu'un écoulement temporaire (Tchibozo, 1981).

Les versants oriental et occidental de la chaîne atacorienne sont marqués par des accidents topographiques (failles et gorges d'origine tectonique, brutales ruptures de pente, topographie en escaliers) qui font que les rivières présentent sur leur cours des rapides et des cascades.

Ces dernières ont à leur tour créé des ruisseaux permanents et des marécages. Ce sont, par exemple, les cascades de Kota sur le versant est, celles de Tanguiéta et de Tanongou sur le versant ouest.

Le massif de l'Atacora constitue le château d'eau de tout le pays, voire de toute la région géographique qu'elle traverse. Les parcours des rivières sont surtout encaissés dans les zones à affleurements rocheux : les vallées ont des profils souvent irréguliers et concaves ; dans les plaines, les lits des rivières sont plutôt évasés avec des profils rectilignes convexes ou convexo-concaves (Tchibozo, 1981).

Les nombreux cours d'eau qui sillonnent la région ainsi que le climat assez pluvieux rendaient disponibles les ressources en eau dont l'homme avait besoin. Précisons que les cours d'eau ont joué un rôle important dans l'histoire de l'humanité. Il ne serait pas étonnant que l'on trouve certains des plus anciens sites d'occupation humaine le long des cours d'eau et des fleuves dans un paysage qui est aujourd'hui la savane arborée (Mabogunje, 1980).

2.2.5 Végétation et faune

Les formations végétales rencontrées sont les savanes boisées, les savanes arborées et arbustives et les forêts galeries. Selon les conditions du milieu (climat, modelé, roche-mère et sol), on peut distinguer quatre ensembles de végétation :

- la végétation de la plaine de l'Oti varie selon l'occupation humaine. Dans la zone très cultivée située au sud de la route Tanguiéta-Porga, elle est une savane-parc anthropique à *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa*. Sur les collines non cultivées du Buem, une savane arborée à *Anogeissus leiocarpa, Uapaca somon, Diospyros mespiliformis* se maintient malgré les feux de végétation. Sur les longs glacis concrétionnés ou indurés ne subsistent qu'une savane arbustive très dégradée à *Combretum collinum, Combretum glutinosum, Combretum molle, Detarium microcarpum, Parinari curatellifolia*. Au nord de cette même route, dans la réserve classée, la végétation est plus dense : savane arborée à *Gardenia ternifolia, Strychnos spinosa, Adansonia digitata* sur les zones exondées, tandis que dans les larges bas-fonds se développe une savane à *Terminalia macroptera* et

Lophira lanceolata. Dans la plaine inondable de la Pendjari, une association d'*Anogeissus leiocarpa* et de nombreux Acacia sur les sols les plus limoneux et des forêts galeries à *Borassus aethiopium et Pseudocedrela kotschyi* sur les bourrelets sableux ;

- la végétation du massif de l'Atacora est particulièrement dégradée par les feux de végétation. Sur les chaînons non cultivées où la roche affleure, se maintient une savane à *Cussonia arborea, Isoberlinia doka, Daniellia oliveri et Vitex doniana*. Sur les plateaux où la mise en culture est intense, les jachères ne sont couvertes que de jeunes repousses de : *Terminalia glaucescens, Pericopsis laxiflora, Hymenocardia acida, Parinari curatellifolia et Lophira lanceolata* ;

- la haute plaine de la Pendjari supérieure présente une savane arbustive à *Detarium senegalensis, Afzelia africana* et *Combretum collinum, Combretum glutinosum, Combretum molle* ; tandis que quelques forêts galeries à *Pseudocedrela kotschyi, Elaeis guineensis* et *Anogeissus leiocarpa* bordent les principaux axes de drainage et se maintient dans les plus profondes gorges entre les chaînons ;

- la pénéplaine granito-gneissique présente également des formations végétales très variables selon l'intensité du peuplement. Au sud de Natitingou, dans la région très cultivée de Perma et Tchoumi-Tchoumi ne se maintient qu'une savane- parc à espèces protégées : *Parkia biglobosa, Vitellaria paradoxa* et *Adansonia digitata*.

A l'est du massif de l'Atacora, dans le bassin de la Mékrou, sur les sols les plus profonds des sommets d'interfluves, se développe une savane arborée passant par endroits à de la forêt claire à *Uapaca somon, Burkea africana* et *Khaya senegalensis*. Quelques forêts galeries sont visibles le long de la Mékrou ainsi que des principaux axes de drainage où l'eau se maintient toute l'année (Faure, 1977 ; Natta, 2003; Akoègninou, 2004 ; Adomou, 2005).

En ce qui concerne la faune, elle est très riche, diversifiée et particulièrement abondante dans la région. On rencontre dans la réserve de la Pendjari, la majeure partie des espèces caractéristiques des savanes de l'Afrique de l'ouest à savoir l'hippotrague (*Hippotragus equinus*), le buffle de savane (*Syncerus caffer*), le phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*), le waterbuk (*Kobus defassa*), le céphalophe de grimm (*Sylvicarpra grimmia*), le redunca (*Redunca redunca*), l'ourébi (*Ourebia ourebi*), les babouins doguera (*Papio anubis*) et les carnivores tels que le lion (*Panthera leo*), le guépard (*Acynonix jubatus*), le léopard (*Panthera pardus*), le chacal à flancs rayés (*Canis adustus*), l'hyène tachetée (*Crocuta crocuta*) (Sokpon *et al.*, 2008).

2.3 Caractéristiques socio-économiques

2.3.1 Groupes socioculturels

Le secteur d'étude est actuellement occupé par plusieurs groupes socioculturels regroupés en cinq grands ensembles :

- ✓ les Bètammaribè et groupes apparentés qui intègrent outre les Bètammaribè, les Waaba, les Natimba, les Bèbèribè (Niendé), les Berba, les Gourmantché, les Gagamba, les Hossori, les Bètyobè. C'est le plus grand groupe socioculturel de l'Ouest de la région de l'Atacora. Il occupe actuellement les Communes de Cobly, de Matéri, de Boukombé, de Tanguiéta, de Toucountouna, de Natitingou et une partie de la Commune de Kérou ;
- ✓ les Yoa et groupes apparentés se composant de Yoa, Lokpa, Piyobè, Tanneka. Ils occupent actuellement les Communes de Djougou, de Copargo et de Ouaké ;
- ✓ les Baatombu constituent le troisième groupe socioculturel à l'Est du secteur d'étude. Ils occupent les Communes de Kouandé, de Ouassa-Péhounco, de Kérou et de Banikoara ;
- ✓ les Dendi se mélangent aux autres groupes socioculturels ;
- ✓ les Fulbé sont des éleveurs disséminés dans toute la zone de recherche, même s'ils sont concentrés dans les Communes de Kérou, de Kouandé, de Ouassa-Péhunco et de Djougou.

Ces groupes socioculturels constituent un *melting-pot* d'autochtones et d'allochtones qui entretiennent souvent de relations conflictuelles avec des logiques concurrentes qui peuvent avoir de lourds impacts sur la fertilité des sols et l'agro-biodiversité.

2.3.2 Historique du peuplement du nord-ouest de l'Atacora

L'occupation des terres de la chaîne de l'Atacora ne peut être comprise qu'en liaison avec les mouvements migratoires qui ont abouti à la mise en place des populations dont le mode d'organisation sociopolitique est l'un de leurs traits distinctifs.

2.3.2.1 Mouvement des populations de la chaîne de l'Atacora

Plusieurs migrations sont à l'origine de l'occupation des terres de la chaîne de l'Atacora. Ces migrations dont l'origine occidentale influe sur les traditions orales du peuplement de l'Atacora ont été constituées par vagues successives de peuples. Ceux-ci ont connu à travers le temps et l'espace un certain brassage culturel donnant naissance à de nouveaux

groupes socioculturels dont la parenté génétique est remarquable (Adandé, 1993). Le peuplement de la chaîne de l'Atacora s'est fait à partir de l'ouest. Les traditions orales l'attestent dans leur ensemble comme ont pu le noter la plupart des chercheurs. En effet, les Bètammaribè se donnent pour origine le ''Dinaaba'' qu'ils situent au sud du Burkina Faso et affirment que dans leurs déplacements, ils étaient précédés par les Waaba (Tiando, 1978). La mise en place de divers groupes socioculturels dans le massif de l'Atacora s'est faite en liaison avec l'histoire générale de la boucle du Niger.

2.3.2.2 Mise en place des populations en liaison avec l'histoire générale de la boucle du Niger

Selon N'Tia et Adandé (1993), de l'ensemble des opinions émises sur la chronologie de mise en place des populations de la chaîne de l'Atacora, se dégagent deux tendances. Selon les tenants de la première tendance dite de la chronologie longue, les rivalités qui opposèrent les Moosi aux royaumes de la boucle du Niger en l'occurrence l'empire du Mali puis celui de Gao entre le XIV^{ème} et le XV^{ème} siècle auraient été à l'origine des mouvements vers l'Est en direction de l'Atacora. Pour la seconde tendance dite de la chronologie courte, elle se situe à la naissance des royaumes Moosi-Dagomba-Mamprusi, dont découleront les mouvements de populations vers l'Est, à la fin du XV^{è} siècle.

L'occupation de l'espace géographique de l'Atacora s'est donc faite d'Ouest en Est. Les Bètammaribè qui occupent la région comprise entre Toucountouna au nord, Perma au Sud, Natitingou à l'Est et Boukombé à l'Ouest seraient venus de la région de Banfora (Dinaaba) au Sud du Burkina-Faso où l'on trouve des populations ayant le même système de constructions et les mêmes coutumes, mais qui parlent un dialecte différent (Koussey, 1977).

2.3.2.3 Installation des hommes et leur organisation socio-politique

Toutes les sociétés établies à l'intérieur de la chaîne de l'Atacora étaient caractérisées par la prolixité de la souveraineté. C'est cette remarque qui conduit le colonisateur à les qualifier d'anarchiques ou d'acéphaliques. Toutefois, perçues sous cette conception, ces ''anarchies'' étaient loin d'être des sociétés diffuses, sans ordre au sein desquelles baignait l'individu dans le désordre et la confusion et soumis à la loi de ses instincts (N'Tia, 1993).

2.3.3 Caractéristiques démographiques

Selon les résultats du quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation, la population de la Chaîne de l'Atacora est passée de 232.811 habitants en 1992 à 480.835 habitants en 2013, soit une augmentation de 51,58 % en 20 ans. En considérant le taux d'accroissement de la population à 3,51 % (INSAE, 2013), la population de ces Communes sera de 619.631 habitants à l'horizon 2025.

2.3.4 Principales activités économiques

Le Département de l'Atacora en général est une région essentiellement rurale, qui consacre ses efforts surtout dans les activités agricoles. Plus des 4/5ème de la population de l'Atacora est agricole (INSAE, 2003). L'agriculture est caractérisée par quatre systèmes de culture dans les Communes. Il s'agit des associations de cultures, du système de rotation/assolement, de la monoculture et de la jachère. Le Département de l'Atacora est considéré comme le grenier du pays en sorgho et riz (CERPA-Atacora Donga, 2013). L'élevage occupe une place socio-économique de choix dans les différentes Communes de l'Atacora. Il s'agit de l'élevage de bovin, caprin, ovin, porcin et du petit élevage. L'élevage de bovin est majoritairement pratiqué par les Peulh ; d'autres sont transhumants tandis que certains se sont sédentarisés. Les Communes de l'Atacora sont reconnues comme une zone de transit des transhumants venant de l'interland. L'existence des pâturages dans les formations savanicoles et les points d'abreuvage le long des cours d'eau sont les facteurs qui entretiennent l'exercice de cette activité.

En dépit de l'avancée de la déforestation, l'exploitation du bois d'œuvre, du bois de chauffe et du bois de service est bien développée dans les Communes du nord-ouest de l'Atacora. La plupart des exploitants forestiers résident dans les centres urbains des différentes villes et d'autres viennent des autres régions du Sud du Bénin pour exploiter les rares espèces de valeur restantes. Une infime partie de ces exploitants résident dans les Communes de l'Atacora. Malgré leur raréfaction, les essences de valeur comme *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus erinaceus*, *Afzelia africana*, *Diospyros mespiliformis*, *Pseudocedrela kotschyi* et *Daniellia oliveri* et *Anogeissus leiocarpa* sont exploitées dans toutes les formations végétales pourvues de ligneux de diamètre moyen même dans les forêts galeries dont l'exploitation est interdite par les textes forestiers au Bénin (RB, 1993 ; 1996).

Le commerce constitue ainsi 16 % des activités économiques du Département de l'Atacora (INSAE, 2003).

Les attraits touristiques de l'Atacora sont célèbres dans la sous-région. Le panorama et l'habitat (Tata somba, site panoramique de Koussoucoingou), le paysage montagneux (plaine de Boukombé, les cascades de Tanongou et de Kota, etc.) et les zones cynégétiques de la Pendjari et de l'Atacora, le parc national de la Pendjari offrent de pittoresques tableaux aux touristes.

Conclusion partielle

Les caractéristiques biophysiques et géomorphologiques de la chaîne de l'Atacora sont peu favorables au développement des systèmes de productions agricoles et l'agro-biodiversité. L'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière et l'artisanat sont les principales activités économiques pratiquées. La végétation des Communes du nord-ouest de l'Atacora est soumise à de fortes pressions anthropiques. Les sols sont peu évolués et ferrugineux en général, pauvres et peu propices à l'agriculture. Toutefois le climat assez pluvieux, les vallées et les plaines fertiles permettent de pallier ces insuffisances.

TROISIEME CHAPITRE: APPROCHE METHODOLOGIQUE

Dans le présent chapitre, sont exposés le fondement méthodologique de l'étude, les matériels et méthodes utilisés pour la collecte puis le traitement et l'analyse des données par objectif spécifique.

3.1 Fondement méthodologique

L'aspect multidimensionnel de l'étude a été appréhendé en utilisant l'approche DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impacts, Responses) ou en français PEIR (Pressions, Etats, Impacts, Réponses) conçue comme un schéma linéaire d'analyse causale mais qui a été améliorée en considérant les rétroactions (UNEP, 2008). Les forces motrices sont des facteurs sous-jacents des changements spatio-temporels de l'écosystème. Les indicateurs de pressions sont des activités humaines qui touchent directement l'écosystème. Quant aux indicateurs d'état, ils fournissent des informations sur les caractéristiques qualitatives et quantitatives des écosystèmes à un instant donné. Enfin, les indicateurs d'impacts et de réponses se réfèrent respectivement aux implications et aux réactions de toute nature engendrées. L'adaptation apportée à ce modèle d'analyse est la considération des réactions que peuvent avoir l'impact et les réponses sur l'état, les pressions et les forces motrices. L'opérationnalisation de ce modèle d'analyse a fait appel aux outils de la cartographie, des enquêtes socio-économiques et de la modélisation. En effet, cette approche est utilisée pour analyser les composantes environnementales dans tous les aspects et dimensions.

3.2 Critères et choix des villages et des groupes cibles

Des transects isohypses ont été réalisés, de manière à couvrir le maximum de formes morphologiques au cours de l'enquête exploratoire. Ainsi, trois transects Est-Ouest et trois transects Nord-Sud dans la zone montagneuse et deux transects Est-Ouest au sud des chaînons de l'Atacora ont été réalisés en juin 2011 (tableau I).

Tableau I: Transect de l'enquête exploratoire

Dénomination	Transects	Villages
TE1	Est-Ouest	KoumagouA-Bérécingou-Manougou
TE2	Est-Ouest	Nanèbou-Wansokou-Yimpisséri
TE3	Est-Ouest	Tchakalakou-Koussantikou-Tokibi
TE4	Est-Ouest	Pingou-Merhoun
TE5	Est-Ouest	Kounacogou-Oukouaro
TN1	Nord-Sud	KoumagouA-Nanèbou-Tchakalakou
TN2	Nord-Sud	Bérécingou-Wansokou-Koussantikou
TN3	Nord-Sud	Manougou-Yimpisséri-Tokibi

Source : Enquêtes de terrain, juin 2011

3.2.1 Choix des villages

Le choix des villages dans les quatre Communes de Natitingou, Boukombé, Tanguiéta et Toucountouna a été fait de façon raisonnée en se basant sur les critères suivants :

- ✓ l'activité principale du village ou quartier de ville, le lieu de cette activité et la distance entre les villages et le centre-ville (chef-lieu de Commune). Le village/quartier de ville le plus proche se trouvant à environ 0,5 km et le plus éloigné à 20 km ;
- ✓ l'ampleur de la production agricole : ce critère a permis d'appréhender l'influence du niveau de la production agricole sur la gestion de l'agro-biodiversité et la nature du lien qui existe entre ces deux paramètres ;
- ✓ la diversité socioculturelle des producteurs du village, qui a permis d'évaluer les liens entre la diversité culturelle et la diversité agricole des plantes cultivées ;
- ✓ les flux migratoires et la dynamique spatiale des producteurs qui ont permis d'inscrire la diversité agricole dans un double espace géographique et social ;
- ✓ l'introduction des espèces exotiques dans le pool cultural qui a permis de connaître l'influence de nouvelles techniques sur la gestion de l'agro-biodiversité.

Ainsi, Bérécingou, Kantchaga-Tamou, Koussantikou, Koumagou A, Kounacogou, Okouoro, Ouankou, Nanèbou, Manougou, Tchakalakou, Tempégré et Wansokou ont été les 12 villages ou quartiers de ville retenus à raison de trois par Commune. De même, trois sites comportant les exploitations des ménages agricoles ont été choisis par village.

3.2.2 Choix des exploitants agricoles

Concernant le choix des exploitations agricoles, la MARP (Méthode Accélérée de Recherche Participative) et l'apprentissage participatif, puis l'outil SEPO (Succès, Echec, Potentialités, Obstacles) ont été utilisés afin d'impliquer les producteurs à tous les niveaux du processus de diagnostic et d'évaluation du niveau de dégradation des sols et de l'agro-biodiversité dans le milieu. Les principales étapes du processus ont été : la reconnaissance du terroir pour les sites d'étude au niveau des différents villages ; l'identification des exploitations dans les trois sites au niveau de chaque village ; la mesure des indicateurs de performance, l'observation et l'évaluation participative de l'étude.

Les données statistiques sur l'effectif des exploitants agricoles n'étant pas disponibles, la taille de l'échantillon à enquêter a été déterminée à partir de la formule suivante (Dagnelie, 1998) :

$$\mathbf{n= 4P (1-P)/d^2}$$

P étant la proportion des exploitants agricoles obtenue à partir d'une enquête exploratoire ; d = 10 % (marge d'erreur variant de 0 à 20 %).

3.2.3 Choix des groupes cibles et des personnes enquêtées

Le critère de choix raisonné a permis d'identifier les groupes cibles suivants directement concernés par l'étude et les personnes à enquêter :

- ✓ autorités politico-administratives (Maires, Chefs de villages ou quartiers de villes et les élus locaux) ;
- ✓ agents techniques (CeRPA, CeCPA, Eaux et forêts et ONG) ;
- ✓ personnes ressources (cadres retraités du milieu et déscolarisés) ;
- ✓ chefs traditionnels et personnalités religieuses ;
- ✓ producteur agricole ayant une expérience d'au moins 20 ans ;
- ✓ producteur agricole ayant au moins une partie de son exploitation agricole sur la montagne ;
- ✓ commerçants ;
- ✓ agents des services qui traitent des questions agricoles ou environnementales.

Les champs sont choisis en fonction de leurs importances relatives (grandes et petites superficies emblavées), de leurs positions topographiques et de la nature des sols (sols

ferralitiques, sols hydromorphes, sols graveleux, etc.), des outils utilisés et des systèmes mis en œuvre afin d'évaluer les impacts sur l'environnement.

Ces groupes cibles ont été impliqués dans la réalisation de la MARP. A travers ce choix raisonné, on a pu apprécier le niveau de compréhension de l'étude par les parties prenantes.

3.3 Dispositif expérimental

Pour la réalisation du profil environnemental, les enquêtes ont pris en compte toutes les six Communes du nord-ouest de l'Atacora (Natitingou, Boukombé, Cobly, Matéri, Tanguiéta et Toucountouna) afin de mieux appréhender les questions environnementales de la chaîne. En effet, les effets ou impacts, les incidences de l'occupation des terres peuvent être ressentis hors des limites des villages d'étude. Ici, de façon spécifique, l'échantillonnage a concerné plus les flancs des montagnes et les champs de plateaux qui reflètent la réalité du terrain. Ainsi, pour les enquêtes et entretiens, les taux d'échantillonnage appliqués ont été de 10 % et ont concerné les :

- ✓ cadres techniques directement concernés ;
- ✓ élus locaux au niveau de chaque village ;
- ✓ ménages des villages d'étude.

Pour appréhender les problèmes relatifs au cadre de vie, 12 villages ont été ciblés de tout le secteur. La taille de l'échantillon a été obtenue en utilisant la formule de Dagnelie (1998).

Sur le fondement des résultats de l'enquête, le terroir de chaque village a été subdivisé en quatre systèmes d'utilisation du terroir suivants : formation naturelle ; plantations d'anacardiers, de tecks et/ou de manguiers ; jachères ; superficies d'autres cultures. Dans chaque système d'utilisation du terroir, la collecte des données a été faite à l'intérieur des parcelles géoréférencées de 20 m sur 20 m (Figure 6) suivant le dispositif ‘‘split plot’’ (Dagnelie, 2012).

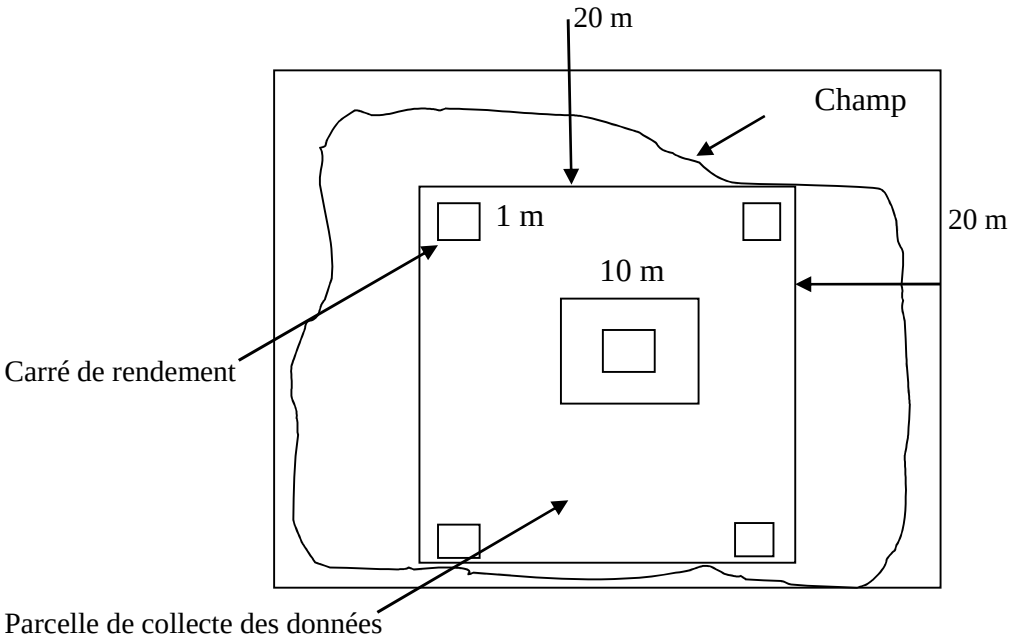


Figure 6: Représentation des parcelles de collecte des données

Les données collectées ont concerné les dates de semis et de récoltes, le type de labour, la densité des plantes, la hauteur des plantes, la répartition spatiale et temporelle des cultures, les techniques de gestion des sols, les dégâts des feux de végétation. Les mesures de la superficie de tous les champs ont été faites à l'aide d'un GPS dans chacune des 25 exploitations agricoles familiales respectivement à Koussantikou, à Bérécingou, à Tchakalakou et à Koumagou A, à Ouankou, à Kounacogou. Une enquête dans ces 25 exploitations agricoles familiales au niveau de chaque village a permis de déterminer le nombre de personnes en charge, le nombre de personnes actives, la taille des exploitations et l'évolution des systèmes de production agricoles. Dans le tableau II a été présentée la répartition des parcelles de collecte des données et d'observation dans les villages représentatifs en 2011, 2012 et 2013.

Tableau II: Répartition des parcelles de collecte des données dans les villages

SUT Villages	Forêts ou reliques de forêts (ha)	Plantations (ha)	Jachères (ha)	Superficies sous cultures (ha)	Total
Koussantikou	18,60	15,00	205,00	254,25	492,85
Tchakalakou	12,25	20,00	195,00	215,75	443,00
Bérécingou	6,00	25,00	130,00	210,00	371,00
Koumagou A	2,50	2,50	8,10	162,50	175,60
Kounacogou	3,45	3,70	16,00	175,00	198,15
Ouankou	1,25	2,00	6,00	204,00	213,25
Total	44,05	68,20	560,10	1221,50	1893,85

SUT: Système d'Utilisation du Terroir

Dans le but d'opérationnaliser le modèle d'analyse dans une optique d'adéquation avec les objectifs spécifiques, les méthodes utilisées par objectif spécifique ont été présentées.

3.4 Caractérisation des systèmes de productions agricoles

3.4.1 Outils et matériels utilisés sur le terrain

Les outils et matériels suivants ont été utilisés :

- ✓ un récepteur GPS (Global Positioning System) Garmin pour relever les coordonnées géographiques des villages et sites d'études ;
- ✓ une boussole SUUNTO pour l'orientation et la prise des coordonnées angulaires ;
- ✓ un carnet de note, des porte-fiches ;
- ✓ des questionnaires pour faire des enquêtes auprès des producteurs et autres acteurs intervenant dans le secteur agricole des Communes d'étude ;
- ✓ un guide d'entretien élaboré pour être utilisé en focus group ;
- ✓ une grille d'observation pour des observations.

3.4.2 Méthodes de collecte

3.4.2.1 Déroulement de l'enquête

Dans chaque village où étaient passés les différents transects, accompagnés des techniciens de recherches, deux à trois jours ont été consacrés aux travaux dans chaque champ et des entretiens avec les producteurs. Ces entretiens ont porté sur les calendriers culturaux, les types de cultures, les systèmes de culture (rotations/assolements et associations des cultures), l'utilisation des semences améliorées ou locales, la fertilisation

minérale ou organique, le travail du sol sur les plateaux et sur les flancs de montagnes, l'érosion, l'agroforesterie, l'agro-biodiversité ainsi que la variabilité des précipitations (Annexes 1 et 2).

Des focus group avec les producteurs (dont le nombre variait entre 10 et 15) de chaque village ont été organisés. L'importance de toutes les cultures et de toutes les associations a été établie en déterminant le pourcentage des superficies occupées. Ainsi, des cases correspondantes au nombre total de cultures pures et d'associations ont été tracées au sol pour déterminer ce pourcentage où chaque case correspondait soit à une culture pure ou à une association de cultures. Cent graines de néré ou cent graines de voandzou ont été distribuées aux producteurs, à qui, il a été demandé de les répartir dans les différentes cases en tenant compte de l'importance (des superficies) de chaque culture ou de chaque association de cultures (Planche 1).



Planche 1: Participation des producteurs dans l'estimation de l'utilisation des terres

Prise de vue : Nambi, avril 2011

Après plusieurs discussions entre les producteurs, un compromis a été trouvé sur le nombre de graines à mettre dans chaque case. La même méthode a été reprise également pour estimer le taux de déforestation et la répartition de la superficie totale du village entre les différents systèmes d'utilisation des terres (jachère, formation naturelle, plantation s'il y en a, superficies sous cultures). Il est à noter que cette méthode requiert d'abord une atmosphère de confiance et de concentration pour la fiabilité des résultats.

L'enquête a été de type hybride. D'essence structurée, elle a concentré le questionnaire autour des points ci-après : effets des principaux systèmes de production agricoles, état de l'agro-biodiversité et du sol, voire de l'environnement, la dégradation de l'écosystème, et les causes évoquées pour ces changements.

Du coup, ces quatre points ont été développés pour 12 composantes de l'environnement qui ont été prises en compte : sols, activités humaines (agriculture, élevage, artisanat, tourisme) et végétation.

Toutefois, le choix a été fait afin de laisser la liberté aux interlocuteurs d'aborder chaque point comme ils le souhaitaient à l'intérieur de ce cadre plutôt que de leur imposer (Lykke et *al*., 2004). Cette méthode a permis d'éviter de recevoir des opinions sur des sujets pour lesquels les gens n'ont pas d'avis mais auxquels ils répondent tout de même.

Un plan d'échantillonnage équilibré entre les villages et les sites d'études a été conduit au cours de la période de février à juillet 2012, auprès des acteurs locaux. Dans chaque site, un groupe rassemblant un échantillonnage représentatif des différentes activités développées localement a été interrogé sur une durée moyenne de 3 heures. Les assemblées des acteurs locaux regroupaient des représentants des structures paysannes organisées, les services techniques de l'Etat, les élus locaux et des personnes ressources ayant des expériences avérées dans des domaines précis. Les données sont le résultat de la synthèse des opinions recueillies par la méthode de l'analyse de contenu.

3.4.2.2 Techniques de collecte des données

Les techniques de collecte des données ont été les suivantes :

- ✓ les enquêtes et les entretiens auprès des groupes cibles afin d'apprécier le degré de leur implication dans l'étude. De même, des interviews ont été focalisées sur la destruction du couvert végétal auprès des agents des eaux et forêts et des agriculteurs ayant leurs champs (une partie de leur exploitation agricole) sur les montagnes. Ces enquêtes ont porté entre autres sur les espèces les plus importantes, la période d'exploitation, le degré de pression sur les ressources, l'utilité de ces espèces, etc.
- ✓ Les discussions et sondages par focus group pour apprécier de façon globale, le niveau d'informations des populations sur la dégradation du milieu. Ceci a été fait à la faveur d'un diagnostic stratégique participatif, impliquant tous les acteurs dans le milieu.
- ✓ Les visites et les observations sur le terrain ont permis de mieux appréhender les problèmes d'occupation du sol.

Des questionnaires ont été élaborés pour les catégories d'acteurs. Il s'agit des agriculteurs, des commerçants, des agents techniques, etc. (Annexe 1). Le mode d'interview privilégié

est l'interview par enquêté, car il permet d'atteindre le plus fort taux de réponses au plus grand nombre de questions (Ghiglione et Matalon, 1978 ; Combessie, 2001). Les centres d'intérêt de ces différents questionnaires sont la perception des activités qui dégradent la végétation (déterminants directs) et les facteurs qui les gouvernent (déterminants indirects). Le but poursuivi est d'avoir un regard croisé de tous les acteurs dont les activités touchent la dégradation de la végétation et les sols.

3.4.3 Méthode de traitement des données

3.4.3.1 Analyse statistique

Suite à l'Analyse en Composante Principale (ACP), la classification numérique a permis de faire le regroupement des pratiques selon les critères de conservation, à savoir la résilience, la diversité des usages et l'utilisation optimum des ressources. Sur la base des scores, une classification hiérarchique avec le logiciel SPSS et une analyse en composante principale ont permis d'identifier les différents groupes de pratiques de conservation des sols.

L'indice de Ruthenberg (R), a été utilisé pour analyser les systèmes de cultures présentement en cours et pour donner l'image de l'évolution agraire sous pression démographique. Cet indice est le ratio: la durée du cycle de culture par rapport à la durée du cycle total comprenant le temps de culture et la durée de jachère (Ruthenberg, 1971).

L'analyse des profils historiques peut se justifier par les propos de Levis- Strauss (1958) qui pensait qu'elle fournit aux sciences sociales les matériaux les plus indispensables, et les schémas explicatifs les plus fermes. Cette analyse a permis de se référer aux situations de base pour voir ce qui a changé dans le temps et comment ce changement influence la diversité des céréales par exemple.

En plus des données qualitatives, des données quantitatives sur les exploitations agricoles sont étudiées d'après leurs caractéristiques majeures. Il a été utilisé des méthodes plus spécifiques élaborées à cet effet. Lesquelles données ont servi aux différents tests statistiques.

Les questionnaires et fiches de terrain ont été manuellement et statistiquement dépouillés. Les données socio-économiques quantitatives ont été représentées sous forme de graphiques (diagrammes). Ces graphiques ont concerné notamment l'évolution des superficies emblavées et des rendements de quelques cultures de 1993 à 2013.

Pour mieux apprécier le système de culture pratiqué dans le nord-ouest de l'Atacora, le coefficient de Ruthenberg noté R a été calculé.

R= Coefficient de Ruthenberg

$$R = \frac{NC}{NC + DJ} \text{ X } 100, \text{ avec :}$$

N_C = Nombre d'années de culture et D_J = Durée de la jachère

On a les cas de figures suivants :

1. lorsque R> 66, le systèmede culture est qualifié de permanent;
2. si R < 33, alors le système de culture est dit itinérant ou jachère longue;
3. et quand 33< R< 66, le système est de jachère courte, alternant cultures et jachères.

Ce coefficient R permet dans un premier temps d'identifier le type de système cultural dominant dans une localité donnée (Tenté et Sinsin, 2002 ; Wokou, 2009).

3.4.3.2 Approche systémique

En appliquant le concept de système au secteur agricole, plusieurs niveaux de perceptions ont été identifiés et à chaque niveau de perception correspond un système. Ainsi, les quatre systèmes suivants ont été définis :

1. un système de cultures au niveau de la parcelle de culture ;
2. un système de production au niveau de l'exploitation agricole ;
3. un système agraire au niveau de la communauté villageoise ;
4. un système d'élevage qui peut, se situer aussi bien au niveau de l'exploitation agricole qu'au niveau de la communauté villageoise.

De même, ont été identifiés des systèmes de plus en plus grands au niveau du pays, allant de la région à la nation. Ces systèmes s'emboîtaient les uns dans les autres et entretenaient des relations multiformes les uns avec les autres.

3.5 Analyse des incidences environnementales et socio-économiques des activités agricoles au nord-ouest de l'Atacora

3.5.1 Outils de collecte des données

Les outils de collecte des données ci-après ont été utilisés :

- ✓ un questionnaire pour faire des enquêtes auprès des producteurs et autres acteurs intervenant dans le secteur agricole ;
- ✓ un guide d'entretien élaboré pour être utilisé en focus group ;
- ✓ une grille d'observation pour faire des observations.

Ces différents outils ont été complétés par des observations directes sur le terrain.

3.5.2 Techniques de collecte des données

Les techniques utilisées ont été les suivantes :

- ✓ le diagnostic participatif au niveau de chaque village ;
- ✓ les sondages d'opinions par tranches d'âges variant de 20 - 70 ans et supérieur à 70 ans. GERED (1993) a défini dans la zone d'étude, l'actif agricole comme étant un individu d'âge compris entre 6 et 60 ans s'occupant d'une au moins des activités agricoles ;
- ✓ les interviews structurées et semi-structurées ayant pour N = 600 agriculteurs (chefs d'exploitations) avec ni = 50 agriculteurs par village (taille de l'échantillon dans l'ensemble des villages d'étude est 600). Le nombre 600 a représenté la base de sondage qui n'est rien d'autre que la liste des agriculteurs (chefs d'exploitation) ayant une partie de leurs exploitations sur flancs de montagnes, âgés d'au moins 20 ans. Ce chiffre a été de 0,1 des producteurs de l'ensemble des villages de la zone d'étude, obtenu après épurement de la liste du recensement de la LEPI-2010 dans le Département de l'Atacora ;
- ✓ les interviews individuelles autour des variables telles que : Activités agricoles, agro-biodiversité, valeurs socio-économiques des spéculations agricoles, perceptions paysannes des situations données auprès de différents groupes socio- professionnels concernés.

Dans chaque village, un entretien a eu lieu avec des personnes ressources tels que les chefs de village. Ces chefs de village à leur tour ont convoqué une réunion en vue de sensibiliser les producteurs sur l'objet de l'étude. A l'issue de la rencontre, trois sites ont été retenus par village et 5 producteurs par site (hommes plus femmes), soit un total de

180 producteurs et 36 sites (exploitations de ménage agricole) qui ont été retenus pour abriter l'étude. Il a été aussi exploité les rapports du CeRPA-Atacora /Donga des années 1993 à 2013.

Au total, les trois types d'entretiens suivants ont été conduits (Annexe 2) :

- ✓ **Entretiens informels**

Non structurés, ouverts, accordant une marge de manœuvre à l'enquête, ce type d'entretien a été surtout privilégié lors des enquêtes sur l'historique d'occupation des terres sur la chaîne, les données sur les groupes socioculturels et sur les relations qu'ils entretiennent, la description des pratiques et des processus, le recoupement des informations, la typologie selon le niveau de prospérité, etc. Ils ont été réalisés avec différents acteurs et représentants de groupes socioculturels rencontrés sur le terrain comme des personnes ressources, des producteurs, des ONG, des chefs traditionnels, des décideurs politiques locaux, etc. Les prises de notes ou des enregistrements audio ont été faits au fur et à mesure des entretiens.

- ✓ **Entretiens semi-structurés**

Les entretiens semi-structurels ont été réalisés avec un guide d'entretien conduit auprès de 600 exploitants agricoles. Les questions posées étaient à la fois ouvertes et fermées et concernaient surtout le niveau de diversité, les systèmes de culture, l'historique d'occupation des terres, la fréquence des paramètres, les déterminants socio-économiques.

- ✓ **Entretiens de groupes**

Plusieurs entretiens ont été conduits avec des petits groupes dans le village, afin de comprendre, au niveau local, les stratégies locales de gestion, de conservation et de valorisation de l'agro-biodiversité et de l'utilisation des terroirs.

La figure 7 synthétise l'impact de la croissance démographique, des systèmes de production agricoles et de la variabilité saisonnière des pluies sur l'utilisation du terroir et l'agro-biodiversité

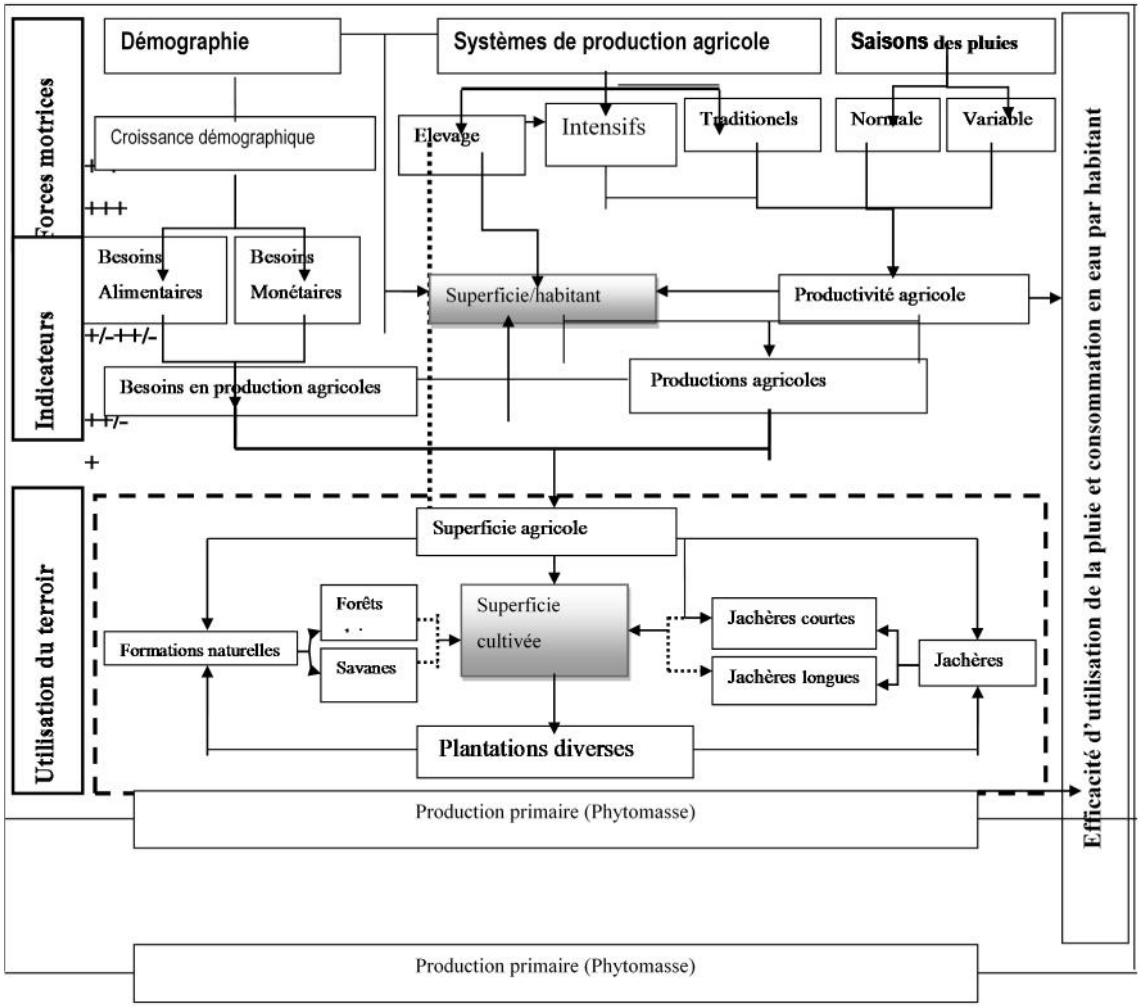


Figure 7 : Modèle d'impact de la croissance démographique, des systèmes de production agricoles et de la variabilité saisonnière des pluies sur l'utilisation du terroir et l'agro-biodiversité

Source : Travaux de terrain, 2011-2013

3.5.3 Analyse et évaluation des impacts

La matrice de Léopold *et al.* (1971), le cadre de référence de l'ABE (1999) et le cadre de référence pour l'évaluation de l'importance des impacts (Thibault, 2005), ont servi à l'évaluation des impacts des activités agricoles sur les écosystèmes et les conditions de vie des populations rurales. La Matrice de Léopold *et al.* (1971) a permis de croiser les sources d'impacts (sous activités de l'agriculture) avec les composantes du milieu pour faire ressortir les composantes du milieu affectées par les activités agricoles. L'impact des sous activités de l'agriculture a été décrit par rapport à la nature, la durée, la portée

(étendue) et l'intensité sur chaque composante du milieu affecté.

L'analyse et l'évaluation de l'importance des impacts reposent sur une approche méthodologique qui intègre les trois paramètres de l'impact à savoir la durée (courte, moyenne ou longue), l'étendue (ponctuelle, locale ou régionale) et l'intensité (faible, moyenne ou forte). Le croisement de ces paramètres conformément au cadre de référence pour l'évaluation de l'importance des impacts (Thibault, 2005), a permis de déduire l'importance de l'impact qui peut être de trois ordres : fort, moyen ou faible.

Une autre approche méthodologique qui intègre les trois paramètres de l'impact à savoir la durée (momentanée, temporaire et permanente), l'étendue (ponctuelle, locale ou régionale) et le degré de perturbation (faible, moyen, fort et très fort) est celle de l'ABE (1999).

Concernant l'impact économique des activités agricoles sur les écosystèmes et les conditions de vie des populations rurales, les valeurs économiques des différentes composantes affectées ont été évaluées.

3.5.4 Analyse des changements sociaux

L'analyse des changements sociaux, a permis de distinguer les changements qui représentent des processus et des événements sociaux qui sont des phonèmes ponctuels. Il n'a pas été question d'analyser tout ce qui est apparu comme nouveau dans l'agriculture du nord-ouest de l'Atacora. Il a été plus mis l'accent sur les processus pertinents ayant eu un impact sur la communauté rurale de la zone d'étude. Au-delà des transformations structurelles de l'ensemble social, le changement social a été analysé suivant trois dimensions (Durand et Weil, 1994). Il s'est intéressé de savoir ce qui a changé des années 1993 à 2013 et à voir si ce changement est repérable en raison de la situation de référence caractérisée par un très faible développement du marché des céréales par exemple, une faible migration et une production cotonnière plus raisonnée. Des cas où, les causes lointaines de ces changements persistent, elles ont été rappelées et analysées. Le repère des années 90 s'explique par le fait qu'elles ont été déterminantes pour le pays (renouveau démocratique, ajustement structurel, dévaluation du FCFA) comme sur le plan international (sommet de Rio, globalisation du discours communautaire et participatif, gouvernance locale). La durabilité des transformations structurelles induites a été prise en compte, ce qui pousse à ne parler de changement social qu'après avoir prouvé la durabilité des modifications étudiées. Etant entendu que le changement social est un

phénomène collectif, il a été cherché à vérifier s'il touche toute la communauté étudiée au groupe socioculturel, une organisation, un village, une institution locale donnée ou des individus pris dans leur ensemble.

A cet égard, les facteurs de changement qui ont été considérés sont les valeurs culturelles ou idéologiques (mythes, religions, mesures politiques), les progrès techniques (promotion du coton), les conflits et contradictions entre les acteurs et la démographie (accroissement de la population, migration inter-régionale et interne, etc.). Pour le dernier cas de facteurs, il est utilisé les informations statistiques des recensements généraux de la population et de l'habitation de 1992, 2002 et 2013 complétées par des enquêtes sur le terrain.

De ces données, il est décrit les mouvements de la population (natalité, mortalité, migration), la structure de la population à travers les pyramides des âges et fait des projections de population et son impact éventuel sur l'agro-biodiversité.

La préoccupation d'envisager l'agriculture du nord-ouest de l'Atacora au cours d'une période plus ou moins longue (20 ans), en vue de montrer les changements survenus, aussi conduit à adopter une approche historique tant pour l'étude des relations passées et actuelles entre les groupes étudiés que pour celle des connaissances en matières de conservation.

3.6 Influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols

3.6.1 Outils et matériels utilisés sur le terrain

Les outils et matériels suivants ont été utilisés :

- ✓ ruban de 100 mètres et la chaîne d'arpenteur pour mesurer les différents points de prélèvement d'échantillons du sol ;
- ✓ clisimètre pour mesurer les pentes sur le terrain ;
- ✓ machette pour déblayer le terrain ;
- ✓ pioche pour creuser les fosses pédologiques ;
- ✓ sonde (tarière) pour faire des prélèvements de sol;
- ✓ pelle et un seau en plastique pour prélever les différents échantillons ;
- ✓ appareil photographique numérique a permis de prendre les vues sur le terrain.
- ✓ grille d'observation a servi à faire des observations.

Ces différents outils ont été complétés par des observations directes sur le terrain.

3.6.2 Méthode de collecte des données

3.6.2.1 Diagnostic

Sur le terrain, le diagnostic s'est déroulé en deux phases : une première phase qui a consisté à explorer et réaliser la typologie des exploitations agricoles en ce qui concerne la gestion de la fertilité des sols et une seconde phase d'enquêtes complémentaires sur les caractéristiques des exploitations types selon les classes de gestion de la fertilité des sols. Ces phases ont été exécutées entre 2011 et 2013.

La typologie des exploitations a été réalisée lors des réunions villageoises au cours desquelles des « focus group » ont été effectués :

- ✓ la hiérarchisation des pratiques et facteurs déterminants de la gestion de la fertilité des sols au niveau des exploitations dans les villages ;
- ✓ la typologie des exploitations agricoles en trois (03) classes selon des critères basés sur les pratiques et facteurs déterminants.

Cette phase du diagnostic a été réalisée sur un échantillon de 300 exploitations agricoles (soit 5% des villages et des ménages ruraux) réparties dans douze (12) villages de la zone d'étude. Les résultats d'une autre étude diagnostique réalisée sur la gestion de la fertilité des sols conduite dans 10% au moins des villages de chaque Commune en 2012 (soit 3 à 5 villages) ont aussi été exploités.

Les enquêtes complémentaires ont été effectuées auprès d'exploitants représentatifs des trois (03) classes. Cette phase a permis de recueillir des informations quantitatives sur les cultures, l'élevage, les pratiques de conservation et de restauration des sols, les niveaux d'équipements y compris les flux monétaires (Annexes 2 et 3). D'autres séances de travail avec les structures d'encadrement et d'organisation des producteurs ont contribué à la compréhension de leur structuration et au diagnostic des modes de gestion de ces structures. Ces différentes phases de collecte des données ont été complétées par des entretiens informels, semi-structurés et structurés avec les personnes ressources de diverses catégories (déscolarisés, retraités, élus locaux, chefs traditionnels, agriculteurs et personnels d'encadrement).

3.6.2.2 Echantillonnage

L'échantillonnage a concerné essentiellement les flancs de montagne et sur les plateaux qui sont des espaces de plus en plus cultivés. Dans les champs, des échantillons de sols ont été prélevés dans l'horizon de surface (0 à 20 cm). Sur la montagne, les échantillons

ont été prélevés le long d'une toposéquence dans le haut-versant (Hv), le mi-versant (Mv) et dans le bas-versant (Bv). Par contre, sur les plateaux, les champs ayant presque toujours une forme rectangulaire, les prélèvements ont été faits le long de deux diagonales précisément dans l'extrême-droite (Ed), dans l'extrême gauche (Eg) et dans le milieu de la diagonale (Md).

Au total, sur chaque type de relief (montagne et plateau), 48 échantillons ont été prélevés à raison de trois prélèvements par site, de deux sites par village, de deux villages par Commune et de quatre Communes du secteur d'étude.

3.6.3 Méthode de traitement et d'analyse des échantillons prélevés

L'analyse granulométrique de ces échantillons a permis de déterminer la texture des sols. L'analyse chimique a été axée sur des paramètres chimiques des sols étudiés que sont le pH, la Capacité d'échange cationique (CEC), l'azote total N_t, le carbone organique (C_{org}) et le phosphore assimilable (P_{ass}.).

3.6.3.1 Préparation des échantillons

Les échantillons de sol prélevés au cours de la réalisation des profils pédologiques ont été analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey/INRAB). Les analyses ont porté sur la granulométrie, le taux de carbone organique (C), le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), l'azote total (N), le phosphore (P) assimilable, le potassium (K), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) échangeables. Ces échantillons de sol ont été d'abord séchés. Le séchage s'est fait à l'ombre (à l'abri du soleil pour éviter la perte d'éléments volatiles) pendant environ une semaine. Ensuite, le sol est pesé, émietté, tamisé à 2 mm pour la terre fine conservée dans un tissu approprié. Le refus ou la charge graveleuse resté dans le tamis est pesé et sa teneur est calculée avant d'être stockée.

3.6.3.2 Analyse des échantillons

Les sols qui ont abrité les sites d'étude ont été caractérisés par une analyse au laboratoire. Les échantillons de sol prélevés ont permis de déterminer les éléments suivants :

- ✓ texture par la granulométrie ;
- ✓ taux de carbone organique (C) ;
- ✓ taux de matière organique (Cx1, 724);

- ✓ taux d'azote total (N_t) ;
- ✓ taux de phosphore assimilable ($P_{ass)}$;
- ✓ teneur en bases échangeables(S) : Mg, Ca, Na, K;
- ✓ CEC (Capacité d'Echange Cationique);
- ✓ pH eau.

❖ **Analyse physique**

- **Procédure de détermination de la granulométrie**

La détermination de la granulométrie comporte les trois phases suivantes :

- une phase de destruction de la matière organique par le traitement à l'eau oxygénée ;
- une phase de dispersion qui met en œuvre l'élimination des ions floculant, l'adjonction du hexamétaphosphate de sodium et l'agitation mécanique par retournement;
- une phase de séparation et de tri des particules par sédimentation et prélèvement à la pipette de Robinson pour les fractions d'argile, de limon et de sable. La granulométrie permet de déterminer dans un échantillon de sol le pourcentage de sable, de limon, et d'argile.

- **Détermination de la texture**

La texture du sol est déterminée par la moyenne pondérale des taux de chaque élément (argile, limon et sable) suivant la formule :

$$X = \frac{Q \times Hz}{Pfr}, \text{ avec :}$$

X le taux de l'élément ;

Q la quantité de l'élément (argile, limon ou sable) ;

Hz l'épaisseur de l'Horizon ;

Pfr la profondeur totale du profil.

L'évaluation des classes texturales est faite en suivant les principes de classification et d'évaluation des terres (PAP, 1976). Six classes sont retenues pour la classification et présentées dans le tableau VIII.

- A : texture très fine, correspondant aux textures argileuse et argilo-limoneuse ;
- E : texture fine, correspondant aux textures argilo-sableuse, limono-argileuse et limono-argileuse fine ;

- M : texture moyenne, correspondant aux classes limono-argilo-sableuse, limon, limon fin et limon très fin ;
- N : texture moyenne à grossière, correspondant à la classe limono-sableuse ;
- S : texture grossière, correspondant à la classe sablo-limoneuse ;
- Z : texture très grossière, correspondant à la classe sable.

Les classes texturales et les indices des différents sols sont présentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Grille d'interprétation des indices texturaux des sols

N°	Texture	Indice	Texture fine
1	A et AL	A	Texture très fine
2	AS, LA et LAf	E	Texture fine
3	LAS, L et Lf	M	Texture moyenne
4	LS et Lf	N	Texture moyenne grossière
5	SL	S	Texture grossière
6	S	Z	Texture moyenne très grossière

Source : ORSTOM, 1976

Dans un premier temps, le pourcentage de l'argile, de limon et du sable est déterminé dans les différents horizons. La détermination du pourcentage de ces trois éléments (argile, limon et sable) est faite et permet d'apprécier le degré textural du sol (tableau IX).

Tableau IX : Grille d'interprétation du taux d'argile, de limon et de sable

Diamètre	Eléments déterminés	Somme
0 – 2 µ (microns) %	Argile	Argile en %
2 – 20 µ (microns) %	Limon fin	∑ Limon %
20 – 50 µ (microns) %	Limon grossier	
50 – 200 µ (microns) %	Sable fin	∑ Sable %
200 – 2000 µ (microns) %	Sable grossier	

Source : ORSTOM, 1976

Après avoir calculé la moyenne pondérale des différents éléments (argile, limon et sable), la classe texturale est déterminée à l'aide du triangle texturale ou diagramme texturale (Figure 8).

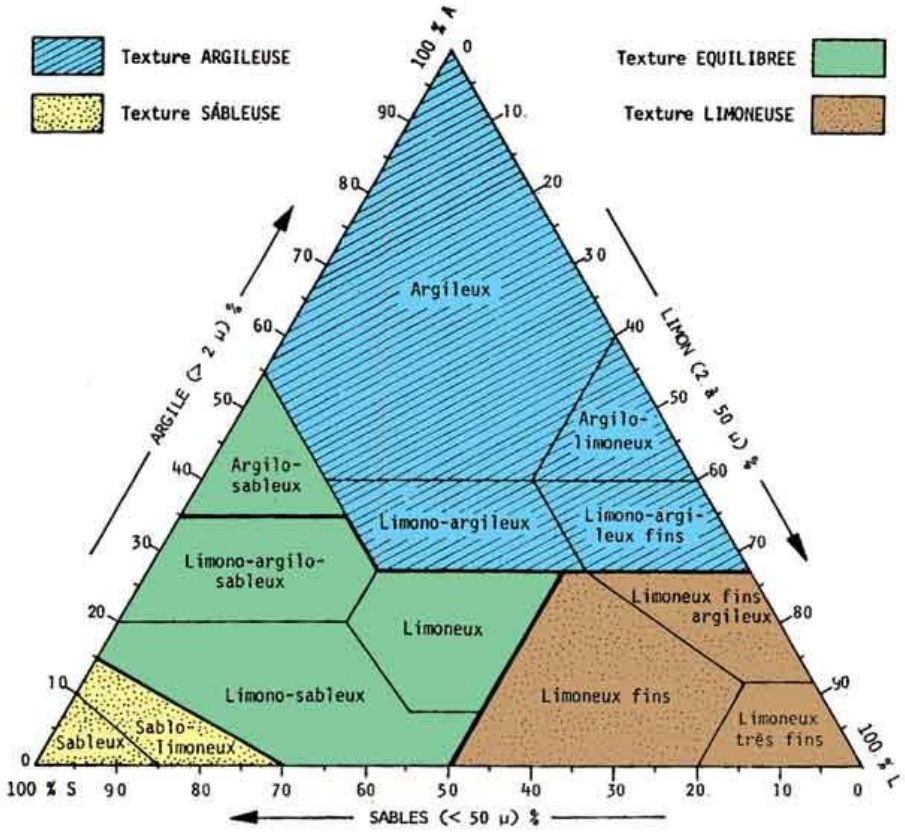


Figure 8 : Triangle texturale ou diagramme texturale

Source **:** http://scfp.ca/agriculture-et-securite

Sur l'axe de chaque élément représentant chaque côté du triangle textural est marquée la teneur de l'élément puis à partir de ce point une droite parallèle au côté précédent en considérant que l'on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. La même opération est faite sur les côtés pour les 3 éléments (argile, sable et limon). Ainsi le point d'intersection des 3 droites parallèles détermine la texture.

❖ Analyses chimiques

- **Procédure de détermination des éléments chimiques des sols**

*** pH**

La détermination du pH est faite à l'aide du pH- mètre dans un rapport sol-eau 1/ 2,5 (Mathieu et Pieltain, 2003). Les différentes interprétations sont présentées dans le tableau III.

Tableau III : Grille d'interprétation des valeurs du pH

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

Source : ORSTOM, 1976

*** Matière organique**

Le carbone organique a été déterminé par la méthode de Walkley et Black (1934). La teneur en matière organique est déterminée par le produit du pourcentage de carbone organique du sol et du facteur de conversion et de la constante 1,724 à l'aide de la formule suivante :

(% C x 1,724 = MO)

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

- ✓ teneur élevée en matière organique (>1,5 %) ;
- ✓ teneur moyenne en matière organique (entre 1 et 1,5 %) ;
- ✓ teneur faible en matière organique (< 1 %).

*** Azote total**

L'azote total est déterminé par distillation en présence de la soude (NaOH) et dosage de l'azote ammoniacal par H2SO4 à 1 N à après minéralisation avec l'acide sulfurique (H2SO4). La grille d'interprétation de la teneur en azote est présentée dans le tableau IV.

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

Valeurs de N	Interprétations
+ 3 ‰	Très riche en azote
2– 3 ‰	Riche en azote
1-2 ‰	Moyennement riche en azote
-1 ‰	Faible en azote

Source : ORSTOM, 1976

*** Capacité d'Echange Cationique (C.E.C ou T), taux de saturation (V) et somme des bases échangeables (S)**

La CEC est la quantité maximum de cations échangeables que les colloïdes peuvent retenir et qui peuvent facilement passer dans la solution du sol. Elle indique le remplissage de réservoir en éléments nutritifs capables de se libérer pour nourrir la plante (Védié, 2008). Elle varie en général de 8 (sols sableux, pauvres en M.O) à plus de 20 meq/100 g (sols argileux, riches en M.O). Elle est déterminée par la méthode d'Argent thio urée de la même manière que la somme des bases échangeables. Le taux de saturation est déterminé par le produit du rapport S/T et d'un réel 100 :

V = (S/T) x 100, où

S est la somme des bases échangeables (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}) et T la capacité d'échange cationique en méq/100g de sol. Les valeurs de CEC et du taux de saturation sont présentées dans le tableau V.

Tableau V : Grille d'interprétation du CEC et du taux de saturation

Interprétation	**Très faible**	**Faible**	**Moyenne**	**Forte**	**Très forte**
CEC	< 5	5 à 10	10 à 25	25 à 40	> 40
Interprétation	**Réserve très faible**	**Faible**	**Moyenne**	**Forte**	**Très forte**
S	< 2	2 à 5	5 à 10	10 à 15	>15
%V = S/T*100	< 15	15 à 40	40 à 60	60 à 90	90 à 100

Source : ORSTOM, 1976

Après avoir présenté la grille d'interprétation du CEC et du taux de saturation, la grille du degré de lixiviation d'un sol en bases est présentée dans le tableau IV.

Tableau VI : Grille d'interprétation de la saturation du sol en bases

Interprétations	**Valeurs**
Très faiblement lixivié	V = 70 – 100 %
Légèrement lixivié	V = 50 – 70 %
Modérément lixivié	V = 30 – 50 %
Fortement lixivié	V = 15 – 30 %
Très fortement lixivié	V = 0 – 15 %

Source : ORSTOM (1976) modifié

*** Phosphore assimilable**

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

Tableau VII: Grille d'interprétation du sol en phosphore

Valeurs de P	**Interprétations**
> 20 ppm	Valeur élevée en phosphore
10 à 20 ppm	Valeur moyenne en phosphore
≤ 10 ppm	Valeur faible en phosphore

Source : ORSTOM, 1976

- **Détermination de la moyenne pondérale des différents éléments**

L'appréciation du degré de fertilité des sols est déterminée en calculant la moyenne pondérale de la matière organique, de l'azote, du phosphore (P), du potassium (K), du pH, de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) et de la saturation en bases dans les vingt premiers centimètres du sol à travers la formule suivante :

$$\text{Moyenne pondérale de X (\%)} = \frac{Ep1 \times QXdeEp1}{PfTotale}\text{, avec :}$$

Ep1 ; Epaisseur de l'horizon 1 ;

QX ; la quantité de l'élément ;

Pf ; profondeur totale.

- **Equilibre cationique**

Il y a équilibre cationique dans un sol lorsque les rapports du calcium (Ca) et du magnésium (Mg) donnent une valeur supérieure à 1 ou inférieure ou égale à 10 et ou lorsque les rapports du magnésium (Mg) et du potassium (K) donnent une valeur supérieure à 3 ou inférieure ou égale à 20 (SYS, 1976). L'équation est la suivante :

1 <Ca/Mg< 10 et 3 <Mg/K< 20

3.6.4 Méthode d'évaluation des niveaux de fertilité chimique des sols

3.6.4.1 Critères d'évaluation des classes de limitation

Le critère d'évaluation des classes de limitation des niveaux de fertilité défini par SYS (1976) a été utilisé (tableau XI) pour étudier le niveau de fertilité des sols. Ainsi, la définition des classes ou sous-classes est basée sur des limitations imposées par les caractéristiques énumérées dans le tableau XI, ainsi que sur le degré d'intensité de ces limitations. Il a été convenu que cinq degrés d'intensité des limitations seront définis :

0 : pas de limitation : les caractéristiques chimiques du sol sont optimales ;

1 : limitations faibles, se référant à des situations qui pourraient légèrement diminuer les rendements sans cependant imposer des techniques culturales spéciales ;

2 : limitations modérées, se référant à des situations qui causent une diminution plus importante des rendements ou la mise en œuvres de techniques culturales spéciales. Ces limitations ne mettent pas la rentabilité en cause ;

3 : limitations sévères ; se référant à des situations qui causent une diminution des rendements ou la mise en œuvre de techniques culturales qui pourraient mettre la rentabilité en cause.

4 : limitations très sévères, se référant à des situations qui ne permettent plus l'utilisation de la terre pour un but précis.

Tableau XI : Critères d'évaluation des classes de limitation des niveaux de fertilité des sols

Limitations	**Faibles**	**Modérées**	**Sévères**	**Très sévères**
MO (%)	> 2	1-2	< 1	< 0,5
N (%) à pH 6	> 0,08	0,045-0,08	< 0,045	< 0,03
P. ass. Bray 1	> 20	10-20	< 10	< 5
K (méq/l00g de sol)	> 0,4	0,2-0,4	< 0,2	< 0,1
Somme (S) (méq/l00g de sol)	> 10	5-10	< 5	< 2
Saturation en base (%)	> 60	40-60	< 40	< 15
C.E.C (méq/l00g de sol)	> 25	10-25	< 10	< 5

Source : SYS, 1976

3.6.4.2 Définition des classes ou niveaux de fertilité

Les classes ou niveaux de fertilité ont été définis en fonction des limitations en cause et leur degré d'intensité (SYS, 1976). Ainsi, on distingue les classes suivantes :

Classe I : Les sols sont de la classe I (niveau de fertilité élevé) lorsque les caractéristiques ne présentent que de faibles limitations.

Classe II : Les sols sont de la classe II (niveau de fertilité moyen) de fertilité lorsque les Caractéristiques présentent au plus trois limitations modérées éventuellement associées à de faibles limitations.

Classe III : Les sols sont de la classe III (niveau de fertilité bas) de fertilité lorsque les caractéristiques présentent plus que trois limitations modérées et associées à une seule limitation sévère.

Classe IV : Les sols sont de la classe IV (niveau de fertilité très bas) de fertilité lorsque les caractéristiques présentent plus d'une limitation sévère.

3.6.5 Analyses statistiques

L'analyse de variance a été faite suivant le test de Tukey (Tukey Simultaneous Tests).

3.7 Caractérisation de l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes

3.7.1 Outils et matériel utilisé sur le terrain

Les outils et matériel suivants ont été utilisés :

- ✓ un récepteur GPS (Global Positioning System) Garmin pour relever les coordonnées géographiques des placeaux ;
- ✓ une boussole SUUNTO pour l'orientation et la prise des coordonnées angulaires ;
- ✓ un ruban de 100 mètres pour l'installation des placeaux ;
- ✓ une machette pour déblayer le terrain ;
- ✓ un appareil photographique numérique pour prendre les vues.

3.7.2 Méthode de collecte des données

3.7.2.1 Méthode de collecte des données socio-économiques

Les données socio-économiques ont été collectées suivant la même méthodologie relative à l'objectif spécifique 2.

3.7.2.2 Méthode de collecte des données sur les espèces et les cultivars

Sur la base d'une grille d'observation et des relevés floristiques, les différentes espèces et leurs cultivars ont été recencées. L'invetaire s'est fait dans des placeaux de 20 m x 20 m compte tenu des conditions topographiques. Au total, 150 placeaux ont été installés dans les agrosystèmes. Les données collectées au niveau de la flore herbacée cultivée ont concerné les espèces cultivées, les cultivars et les types d'association. Concernant la flore ligneuse para-cultivée ou spontanée, un inventaire exhaustif a été fait.

3.7.3 Méthode de traitement des données

3.7.3.1 Traitement des données socio-économiques

Les données dépouillées ont été saisies sous épi data et traitées à partir du logiciel SPSS 10.1.

- ✓ **Analyse statistique**

Elle a permis d'utiliser le test de corrélation. Ce sont des statistiques descriptives (fréquence, moyenne, écart type, etc.).

Le test de corrélation : il a été calculé des coefficients de corrélation pour savoir s'il existe des liens entre la diversité détenue par les exploitations agricoles et les déterminants socio-économiques tels que : l'âge, le sexe du chef de l'exploitation, la superficie et la taille de l'exploitation. Le coefficient de corrélation R détermine la relation entre deux propriétés. Un coefficient positif indique une relation où les éléments de x augmentent ensemble avec ceux de y, un coefficient négatif résulte d'une situation où les éléments de x baissent quand ceux de y croissent, tandis qu'un coefficient nul (zéro) témoigne d'une indépendance des deux facteurs.

L'analyse de variance : elle a été utilisée pour tester l'influence des variables telles que les groupes socioculturels, les classes d'âges, la composition des exploitations, le genre sur la diversité des espèces détenues par les exploitations. Une analyse de variance à une dimension sert à calculer le niveau de probabilité de l'hypothèse nulle selon laquelle les moyennes de deux ou plusieurs groupes d'échantillons sont égales et donc indépendantes de l'influence d'un facteur qui se présente sous différentes modalités. P est une fonction de la relation entre le carré moyen des écarts des variantes du facteur contrôlé (CMa) et celui de l'erreur aléatoire (CMe); plus le niveau de probabilité est bas, plus le facteur distinguant les groupes d'échantillons exerce une influence significative.

Le test t de Student : il a été entre autre utilisé pour comparer les niveaux de diversité en espèces entre les villages ethniquement plus diversifiés et les villages ethniquement moins diversifiés. Le test t de Student a aussi permis de comparer la diversité en espèces entre les exploitations qui épuisent leur stock pendant la période d'abondance et celles qui l'épuisent pendant la période de soudure. Ce test est parfois remplacé par celui non paramétrique, de Mann-Whitney dans les cas où l'une ou les deux distributions observées ne répondent pas à la normalité.

- ✓ **Analyse fonctionnelle**

Les fonctions de l'agro-biodiversité ont été analysées en classant les cultures et les espèces cultivées dans leurs quatre principales fonctions alimentaires, commerciales, culturelles et multi-usages. Ensuite l'analyse a été faite en tenant compte des classes, en expliquant et en recherchant l'importance de chaque classe, les logiques qui sous-tendent chacune et les implications de chaque logique sur la gestion durable de l'agro-biodiversité.

3.8 Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres à l'horizon 2050

3.8.1 Données utilisées

Deux types de données ont été utilisés pour cet objectif.

Le premier type est constitué de deux images satellitaires Landsat du secteur d'étude :

- une image satellitaire LANDSAT 5 TM de format Géotiff, du 13/01/1988, d'une résolution spatiale de 30 m, obtenue sur le site internet de GLCF/USA ;
- une image LANDSAT 8 OLI-TIRS de format Géotiff, datant du 09/12/2013, d'une résolution spatiale de 30 m, obtenue sur le site internet de EarthExplorer-USGS.GOV/USA.

Les deux images ont été prises en saison sèche durant laquelle le secteur d'étude n'est pas couvert par des nuages. Selon Jensen (1983), les images prises pendant les périodes ensoleillées présentent un très bon contraste entre les différents détails, en particulier ceux relatifs à la végétation et aux autres aspects.

La seconde catégorie de données dites données complémentaires, est constituée de carte topographique de l'Afrique de l'Ouest au 1/200.000.

3.8.2 Méthode de traitement des données

3.8.2.1 Traitement numérique des images satellites

- ✓ **Classification multispectrale par maximum de vraissemblance**

La classification par pixel est un procédé qui consiste à regrouper les pixels d'une image en un nombre limité de classes. Si le pixel satisfait à une série de critères, il est affecté à la classe qui correspond à ces critères. Il existe deux types de classifications : la classification supervisée et la classification non supervisée. Pour cette étude, le choix est porté sur la classification supervisée à cause de la connaissance du secteur d'étude. Dans ce cas, il faut choisir avant tout, des parcelles d'entraînement (AOI) qui sont des regroupements homogènes de pixels caractéristiques (échantillons) d'une occupation du sol donnée. Sur les parcelles d'entraînement, le logiciel a classifié chaque image selon l'algorithme paramétrique qu'est le Maximum de vraisemblance. C'est un algorithme très couramment utilisé car, généralement le plus performant. Son utilisation suppose que les distributions des valeurs de réflectance des parcelles d'entraînement soient normales (Wolff, 2006). Cet algorithme de classification calcule une fonction de probabilité multidimensionnelle qui permet de déterminer la probabilité de chaque pixel d'appartenir à l'une des catégories correspondant aux signatures spectrales (Collet, 1992). Il a pour avantage la fourniture d'un indice de certitude lié à ce choix pour chaque pixel, en plus de la classe à laquelle il a été affecté. Pour obtenir une classification avec moins de confusion, il est recommandé de prendre un maximum d'aires d'entraînement par classe. Par peur de tomber dans la confusion des classes lors de la constitution des parcelles d'entraînement, le nombre d'échantillons choisis a été limité à 10 pour chaque classe.

- ✓ **Evaluation de la classification**

Une classification n'est pas complète sans l'évaluation de son exactitude (Lillesand et Kiefer, 1994). En effet, on ne peut pas utiliser des données obtenues par télédétection avec certitude si on ne sait pas quel est statistiquement, le niveau de l'erreur qui lui est associé. Il ne suffit pas de présenter un pourcentage de pixels classés correctement, comme c'est souvent les cas dans de nombreuses études, parce que cette statistique ignore la précision locale, seule la quantité totale d'une classe est considérée sans tenir compte de sa localisation (Jensen, 1996). L'évaluation des résultats d'une classification se fait grâce à la comparaison de l'image classée avec des données de référence (photographies aériennes, cartes ou relevés de terrain). Ces zones d'évaluation seront relevées avec le même soin que les zones d'entraînement. On confrontera les valeurs de l'image classée à

celles du terrain dans un tableau à double entrée appelé couramment matrice de contingence ou matrice de confusion. On reporte dans les cases du tableau, le nombre de zones selon leur appartenance aux différentes classes dans l'image classée (en lignes) et sur le terrain (en colonnes). Les zones bien classées se localisent sur la diagonale de la matrice et les erreurs en dehors. On distingue deux types d'erreurs : les erreurs d'omission et de confusion (ou ''commission'' en anglais). Une erreur d'omission est une observation qui aurait dû être classée en B, mais qui a été ''oubliée'' et classée dans une autre classe. Une erreur de confusion est une observation qui est classée en B alors qu'elle aurait dû être classée dans une autre classe, il y a confusion (Wolff, 2006).

Dans la présente étude, ce sont des relevés de terrain qui ont permis cette validation. Ainsi, les matrices de confusion de la classification de 1988 et 2013 ont été calculées à partir des signatures spectrales dans IDRISI.

- ✓ **Calcul des erreurs de commission et d'omission, et des indices de pureté des classes, de validité cartographique, d'exactitude de la classification**

Ces matrices de confusion ont permis de calculer les erreurs d'omission **(EO)**, les erreurs de comission **(EC)**, les indices de pureté des classes **(IPC)** et les indices de validité cartographique **(IVC)**. Les erreurs d'omission (en colonne) ont été obtenues en faisant le rapport (du nombre de pixels bien classés dans chaque unité d'occupation du sol) et du nombre total de pixels de ladite unité. Tandis que les erreurs de commission (en ligne) ont été également obtenues par la même procédure, mais ici au niveau des lignes. Les indices de validité cartographique ont été obtenus en retranchant les erreurs d'omission de 100 %. Les indices de pureté des classes sont quant à eux obtenus, en retranchant les erreurs de commission de 100 %. L'indice d'exactitude **(I)** de la classification des images de ces trois périodes a été calculé à partir des valeurs de chaque matrice de confusion, grâce à la formule suivante (Barima *et al.,* 2009 ; Mugisha *et al.,* 2010 ; Arouna, 2012) :

$$\boldsymbol{I} = \sum_{i=1}^{k} \frac{x_i}{X}, \text{ avec :}$$

x_i : Nombre d'observations de la diagonale pour la classe i ; X : Nombre total des observations pour l'ensemble des classes.

Si I ≥ 0,9 (soit 90%), alors l'interprétation est correcte (Mugisha *et al.,* 2010).

Pour cette étude, les résultats de cet indice obtenus sont respectivement de 91 % pour 1988 et 95% pour 2013.

3.8.2.2 Analyses statistiques des changements d'état

- ✓ **Taux moyen annuel d'expansion spatiale**

Le taux moyen annuel d'expansion spatiale exprime la proportion de chaque unité de végétation naturelle qui change annuellement. Ce taux annuel Ta est calculé à partir de la formule suivante (Arouna, 2012) :

$$Ta = \frac{S2-S1}{S1x\,(t2-t1)} \text{ x } 100, \text{ avec}$$

S_1 la superficie d'une unité de végétation à la date t_1, S_2 la superficie de la même unité de végétation à la date t_2 et t le nombre d'années entre t_1 et t_2.

- ✓ **Matrice de transition**

Elle permet de mettre en évidence les différentes formes de conversion qu'ont subies les formations végétales entre deux instantanées. Elle est constituée de X lignes et de Y colonnes. Le nombre de lignes de la matrice indique le nombre de formations végétales au temps t_0 ; le nombre Y de colonnes de la matrice est le nombre de classes de végétation converties au temps t_1 et la diagonale contient les superficies des formations végétales restées inchangées. Les transformations se font donc des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces différentes classes de végétation ont été calculées à partir du croisement des cartes de végétation de deux dates à l'aide de la fonction *Intersect* de la boîte à outils Arctoolbox du logiciel ArcGIS 9.3.

- ✓ **Taux de conversion**

Le taux de conversion d'une classe de végétation correspond au degré de transformation subie par cette classe de végétation en se convertissant vers d'autres classes. C'est alors la quantité de changements observés au niveau d'une formation végétale entre deux dates t_0 et t_1. Il permet ainsi de mesurer le degré de conversion d'une formation végétale en d'autres unités d'occupation du sol. Il s'obtient à partir de la matrice de transition suivant la formule (Arouna, 2012) :

$$TC = \frac{\sum ST - Ss}{\sum ST}, avec$$

TC le taux de conversion, ST les superficies des unités d'occupation du sol issues de la conversion d'une formation végétale, Ss la superficie de la même formation végétale demeurée stable à la date t_1.

- ✓ **Analyse de l'intensité et de la vitesse des changements entre 1988 et 2013**

Dans la présente étude deux programmes d'analyse (Pontius Matrix 22 et intensity analysis 02.xlms) de Aldwailk et Pontius (2012), ont permis de mesurer (%) les intensités des changements selon les intervalles de temps, les catégories et les transitions entre catégorie d'occupation de sol.

Le premier programme s'est basé sur la matrice de transition de 1988 à 2013 pour générer un graphique montrant lesdites intensités selon les intervalles de temps. Le graphique présente l'intensité et la vitesse de changement des unités d'occupation du sol entre 1988 et 2013. A ce niveau, l'état de rapidité des changements est déterminé grâce à la ligne verticale en tireté bleue, appelée ligne de zone uniforme. Si le graphique est à gauche de cette ligne ou les changements devraient s'arrêter si les perturbations ne continuaient plus, le changement est dit lent (ou dormant). Mais si celle-ci est à droite de cette ligne, le changement est rapide (ou actif).

Le second programme grâce à la matrice de transition a aussi permis de générer les statistiques pour les changements selon les intervalles de temps, entre chaque catégorie d'occupation de sol et les autres. Il est de même pour les pertes et gains survenus lors des transitions entre unités.

3.8.2.3 Méthode liée à la modélisation prédictive

La modélisation spatiale de l'évolution de la végétation requiert l'utilisation d'un logiciel capable de prendre en compte l'analyse des tendances évolutives non linéaires en y intégrant les facteurs de changement. Elle vise à déterminer comment les formations seront sur le plan physionomique.

- ✓ **Principe de la modélisation prédictive**

Il existe plusieurs méthodes de modélisation, parmi les plus utilisées et/ou diffusées on a : CA_MARKOV sur IDRISI (Eastman, 2009), CLUE-S (Verburg et *al.*, 2002 ; Orekan, 2007 ; Verburg et Overmars, 2009), Dinamica EGO (Soares-Filho *et al.*, 2002, 2006, 2009), Land Change Modeler utilisé sous ArcGIS (Arouna, 2012) et Land Change Modeler disponible sur IDRISI (Vigneau, 2013). Dans le cadre de la présente étude, c'est le Land Change Modeler (LCM) d'IDRISI Selva qui a été utilisé.

L'analyse bibliographique des travaux reposant sur des outils de simulation (Briassoulis, 2000 ; Kanevski et Maignan, 2004 ; Mas *et al.*, 2004 ; Wainwright et Mulligan, 2004 ; Houet et Hubert-Moy, 2006 ; Paegelow et Olmedo, 2005, 2008 ; Pontius *et al.*, 2007 ;

Camacho Olmedo et *al.*, 2010) indique qu'ils reposent tous sur un processus commun de modélisation des changements des modes d'occupation et d'utilisation des sols. Ce processus se décline en quatre étapes relatives au fonctionnement des modèles :

- une procédure non spatiale qui estime les quantités de chaque transition ;
- une procédure spatiale qui détermine la probabilité de changements ;
- une composante spatiale qui distribue les changements dans l'espace ;
- éventuellement un module spatial chargé de reproduire les caractéristiques du paysage.

✓ **Présentation et fonctionnement du modèle**

Le modèle prédictif travaille avec deux cartes d'occupation du sol, une carte actuelle et une carte antérieure. Dans le cas de la présente étude, il s'agit des cartes d'occupation du sol de 1988 et de 2013. Une étude comparative de ces deux dates a permis de déterminer les transitions, quantifier les surfaces concernées par chaque type de transition et localiser ces changements. Les matrices de transition ainsi calculées seront utilisées pour calculer les changements potentiels futurs. Chaque type de transition peut être expliqué par des facteurs connus, quantifiables et cartographiables. Le modèle va ensuite combiner les différents facteurs en leur assignant des poids plus ou moins forts afin d'expliquer les transitions qu'il a détectées entre les deux cartes d'occupation du sol fournies au début. Grâce à la mise en relation et la combinaison des facteurs explicatifs et des changements survenus entre les deux cartes d'occupation du sol d'origine, le modèle va réaliser via une méthode statistique des cartes de probabilité aux changements. Ces cartes de probabilité correspondent aux transitions retenues. Le nombre de carte de probabilité est fonction du nombre de transition isolé. Ce sont alors les premières cartes fournies par le modèle. Ensuite, le modèle va produire une carte d'occupation du sol prospective pour une date t_n en se basant sur les cartes de probabilité précédemment réalisées (Figure 9). Cette étape réalisée grâce à un automate cellulaire simule les changements précédemment identifiés et les allouent dans l'espace.

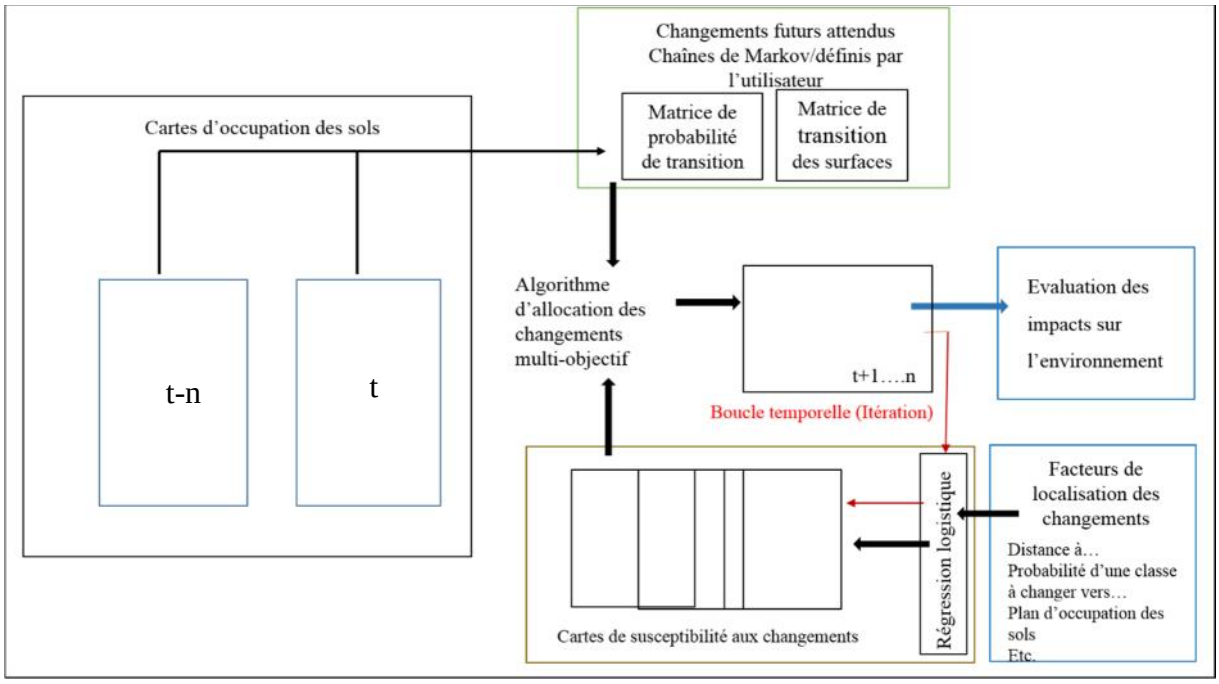


Figure 9: Fonctionnement du modèle LCM (Aguejdad et Houet, 2008)

- ✓ **Inputs de la modélisation**

La carte de végétation de 1988 et celle de 2013 sont les inputs fondamentaux pris en compte pour modéliser l'évolution de la végétation des parcours naturels. Les variables utilisées sont : distance par rapport aux aires protégées, distance par rapport aux cours et points d'eau.

- ✓ **Estimation de la quantité de changement**

Avec Land Change Modeler (LCM), la quantité de changement est calculée à l'aide de la chaîne de Markov, synthétisée sous forme d'une matrice de transition, généralement obtenue par la comparaison de cartes d'occupation et d'utilisation des sols à deux dates différentes. La matrice de transition entre 1988 et 2013 obtenue en superposant les deux cartes d'occupation des sols, indique la surface (ou le nombre de pixels) pour chaque transition. Cette matrice a été transformée en une matrice de probabilité de transition qui a permis de réaliser les projections sur 2050. Le nombre d'itérations obtenu est de 10000 avec une précision 89 %. Les probabilités de transition annuelle sont obtenues par une simple correction linéaire des probabilités de transition. Cette correction consiste à réduire les probabilités les plus élevées (probabilités supérieures ou égales à celles des

transitions de permanence) proportionnellement à l'erreur et à modifier les autres valeurs de probabilités afin que la somme des colonnes soit égale à 1.

- ✓ **Evaluation de la probabilité de changement**

La probabilité de changement dépend de la distribution des variables biophysiques et socio-économiques qui influencent les LULCC. Les variables les plus couramment utilisés sont la pente, la distance aux voies de communication et aux agglomérations, les types de sols (Pontius et *al.*, 2008). La probabilité d'occurrence d'un type de transition donnée ($LULC_X$ vers $LULC_Y$) peut être définie à travers deux approches légèrement différentes : la détermination de l'aptitude d'un site pour un type d'occupation et d'utilisation du sol ou le calcul de la probabilité des types de transitions. Le modèle LCM calcule la probabilité de chaque transition. Ces données restituées sous forme de cartes sont produites à partir de la relation entre les variables explicatives et les transitions observées entre 1988 et 2013. Cette carte illustre l'importance et la localisation de ces transitions. Ainsi, elle servira à l'élaboration de la carte prédictive.

- ✓ **Procédures d'allocation spatiale des changements**

L'attribution du changement est un processus de décision qui sélectionne les pixels qui connaîtront un changement à partir des cartes de probabilité de changement ou cartes d'aptitude. Considérant que ce sont les sites les plus susceptibles de changer qui changent effectivement, LCM sélectionne les pixels qui présentent les valeurs de probabilité les plus fortes. Comme il y a généralement une concurrence entre les différentes transitions (le même site peut être un candidat à différentes transitions), LCM utilise une procédure d'affectation multi-objective basée sur les probabilités des différents types d'occupation du sol et la quantité de changement calculée précédemment.

- ✓ **Simulation des dynamiques spatiales et temporelles des changements d'occupation et d'utilisation des sols**

La simple sélection des pixels avec une probabilité de changement plus élevée (sans automate cellulaire) ne conduit pas à la reproduction de patrons spatiaux vraisemblables. LCM tend à favoriser les zones à proximité directe de la route pour le LULC 2 et celles étant à la même altitude pour le LULC 3. Pour la classe LULC 2, on observe très nettement l'effet issu de l'utilisation de variables continues pour caractériser l'influence de la distance à la route. CLUE présente un résultat semblable mais favorise les LULCC

à LULC 3 en altitude due à la régression logistique. L'utilisation de zones de restriction ou d'incitation permet d'ajuster la probabilité de changement à certaines politiques de gestion qui ne peuvent être dérivés à partir des variables explicatives. LCM permet l'utilisation de zones de restriction ou d'incitation à un ou plusieurs pas de temps défini (s) par l'utilisateur durant la simulation.

- ✓ **Evaluation des simulations**

En général, l'évaluation des modèles est basée sur la comparaison entre la carte simulée et une carte de la situation réelle observée (carte réelle). L'évaluation peut concerner la ou les carte(s) de probabilité de changement (appelée aussi « soft classification ») ou les cartes des futures occupations et utilisations des sols. Dans le premier cas, la carte des probabilités de changement (valeurs continues) est comparée avec la carte réelle (valeurs catégorielles). Dans le second cas, les cartes simulée et réelle sont comparées. IDRISI offre un moyen d'évaluer les résultats de la simulation pour chaque cas : 1) la méthode ROC (Relative Operating Characteristics) (Pontius, 2000 ; Pontius & Schneider, 2001) ; 2) l'indice Kappa (Ponce, 2000). Mais l'évaluation de l'analyse de régression logistique est généralement basée sur une analyse ROC réalisée dans un autre logiciel.

Il faut remarquer que les méthodes d'évaluation sont toutes orientées sur l'évaluation de la coïncidence spatiale entre les changements simulés et les changements observés. Cette approche peut biaiser les évaluations vers une surévaluation des méthodes qui affectent les changements aux pixels qui présentent les valeurs plus élevées de probabilités de changements. En effet, la reproduction des patrons spatiaux du paysage se fait aux dépens de la coïncidence spatiale. Pour les applications dans lesquelles la simulation des patrons spatiaux des paysages est importante, il est recommandé d'évaluer cet aspect, par exemple à l'aide d'indices de fragmentation (Mas *et al.*, 2010).

Conclusion partielle

Les méthodes de caractérisation des systèmes de productions agricoles, d'analyse de la fertilité des sols, de caractérisation de l'agro-biodiversité, de cartographie des changements spatio-temporels de la végétation, de modélisation prédictive de la végétation sont les principales méthodes utilisées. Ces méthodes ont permis d'obtenir des résultats présentés suivant les objectifs spécifiques.

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS

Les résultats de l'étude sont présentés en cinq chapitres axés sur la caractérisation des systèmes de production agricoles dans la zone montagneuse au nord-ouest du Bénin, les incidences socio-environnementales et socio-économiques des activités agricoles, l'influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols, la caractérisation de l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes et la modélisation de la dynamique de l'occupation des terres à l'horizon 2050.

QUATRIEME CHAPITRE: CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES EN ZONE MONTAGNEUSE AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

4.1 Caractérisation des ménages des Communes du nord-ouest de l'Atacora

Un ménage agricole au nord-ouest de l'Atacora est constitué en moyenne de 6 membres dont 4 actifs agricoles. Néanmoins, une différence existe entre les ménages de petites tailles (2 ou 3 personnes), souvent dirigés par les femmes veuves et ceux de très grandes tailles (plus de 8 membres) rencontrés surtout chez les musulmans. Les ménages de grande taille sont composés des familles polygames ou de regroupement de jeunes ménages dont l'organisation de l'essentiel de la production du ménage est sous la responsabilité d'un principal chef de ménage. Chacun des ménages dépendant peut parfois avoir des parcelles séparées. Cette variabilité permet de donner une structure à la population en trois classes : ménages de petite taille ; ménages de taille moyenne ; ménages de grande taille. L'évolution de l'effectif des ménages agricoles dans le Nord-Ouest de l'Atacora tous les 10 ans indique une augmentation de l'effectif des ménages agricoles en fonction du temps dans les Communes de Cobly, Matéri, Natitingou, Tanguiéta et Toucountouna (Figure 10). Par contre, cette évolution baisse au fil des années dans la Commune de Boukombé.

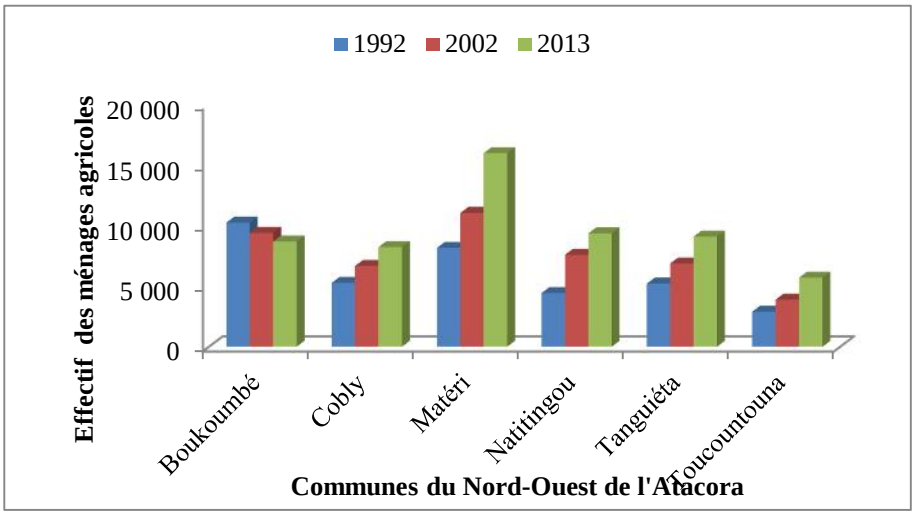


Figure 10 : Evolution de l'effectif des ménages agricoles dans le Nord-Ouest de l'Atacora

L'effectif des actifs agricoles a connu en 20 ans un accroissement de 36 % à Cobly, contre 49 % à Matéri, 53 % à Natitingou, 43 % à Tanguiéta et 49 % à Toucountouna.

L'augmentation de plus de la moitié (53 %) du nombre d'actifs agricoles de Natitingou dans la zone est en partie liée au faible taux d'exode rural. Toutefois, une tendance à la baisse est observée au niveau de la Commune de Boukombé où le nombre d'actifs agricoles a connu une régression de 11%, dans la même période.

4.2 Plantes cultivées

Les plantes cultivées inventoriées dans les exploitations agricoles installées au nord-ouest de l'Atacora sont des céréales comme le sorgho (*Sorghum bicolor*), le mil (*Pennisetum glaucum*), le maïs (*Zea mays*), le fonio (*Digitaria exilis*) et le riz (*Oryza sativa*), des légumineuses comme le voandzou (*Voadzea subterrana*), l'arachide (*Arachis hypogea*), le sésame (*Sesamum indica*), le soja (*Glycine max*) et le niébé (*Vigna unguiculata*), des racines et tubercules comme le manioc (*Manihot esculenta*), l'igname (*Dioscorea* spp), la patate douce (*Ipomoea batatas*) et le taro (*Colocasia esculenta*), puis le coton (*Gossypium hirsutum*, *Gossypium barbadense*), quelques cultures maraîchères comme le gombo (*Abelmoschus esculentus*), la tomate (*Lycopersicum solanum*) et le piment (*Capsicum annum*). La figure 11 présente la proportion des superficies emblavées par types de cultures.

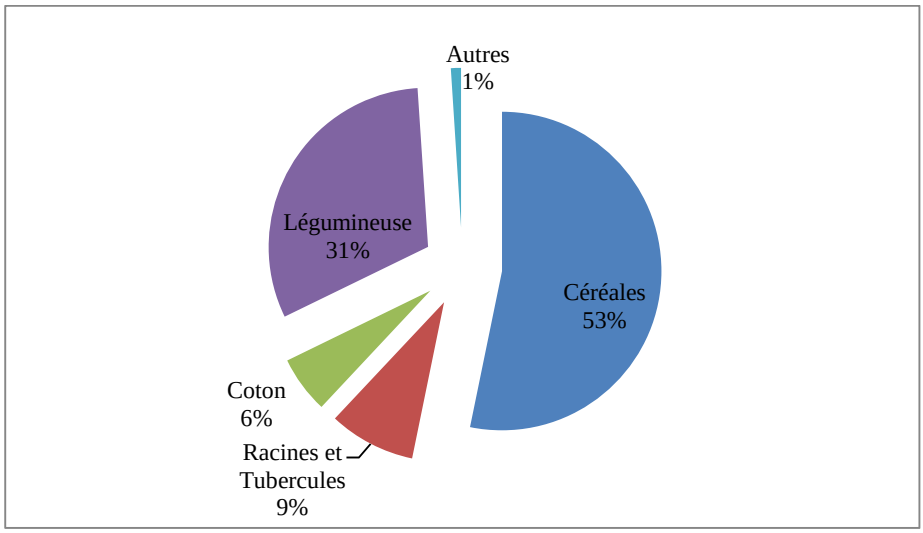


Figure 11 : Proportion des superficies emblavées par types de cultures

Les céréales occupent un peu plus du tiers des parcelles cultivées en production vivrière, suivi des légumineuses avec 1/5ème des superficies emblavées, des racines et tubercules avec 1/10ème et puis autres cultures avec un peu plus de 1/20ème des superficies emblavées (Figure 11).

4.3 Systèmes d'élevage en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora

Dans le nord-ouest de l'Atacora, l'élevage extensif traditionnel domine par les deux systèmes d'exploitation des pâturages naturels suivants : le système transhumant, caractérisé par une grande mobilité et un très faible lien avec l'agriculture ; le système sédentaire dans lequel, à différentes cultures (de subsistance et de rente) est associé l'élevage effectué dans les zones se trouvant aux alentours des villages. La volaille est élevée dans presque 80 % des exploitations agricoles dans le nord-ouest de l'Atacora et représente plus de la moitié du cheptel animal des six Communes (Figures 12 et 13). La volaille et notamment les poulets et les pintades avec un effectif moyen par ménage de 30 têtes, occupe 55,90 % du cheptel de la zone d'étude au cours des cinq dernières années. Les canards sont moins présents dans le milieu et les autres volailles (oies, dindon, pigeons, etc.) sont presque inexistantes. Les petits ruminants (caprins et ovins) sont moins élevés dans le milieu et représentent 30,27 % du cheptel des ménages et dont l'effectif moyen varie entre cinq et sept têtes. Les porcins sont aussi rencontrés dans quelques exploitations avec un effectif moyen par ménage de quatre têtes.

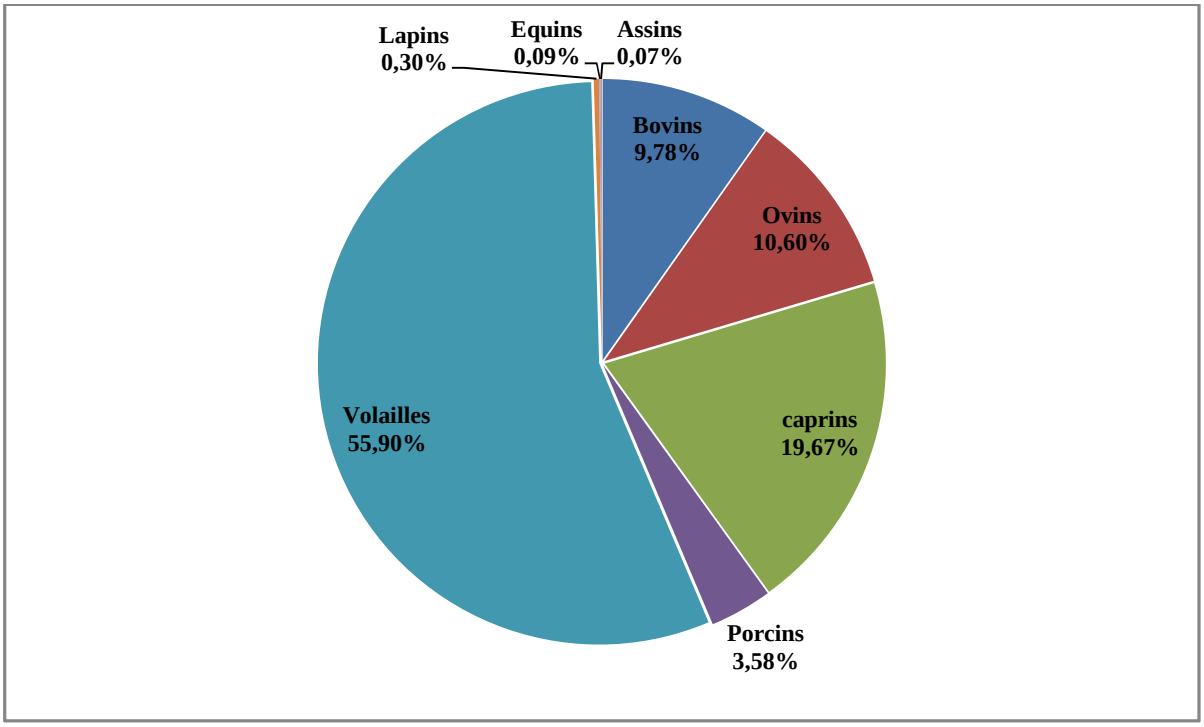


Figure 12 : Répartition du cheptel au nord-ouest de l'Atacora

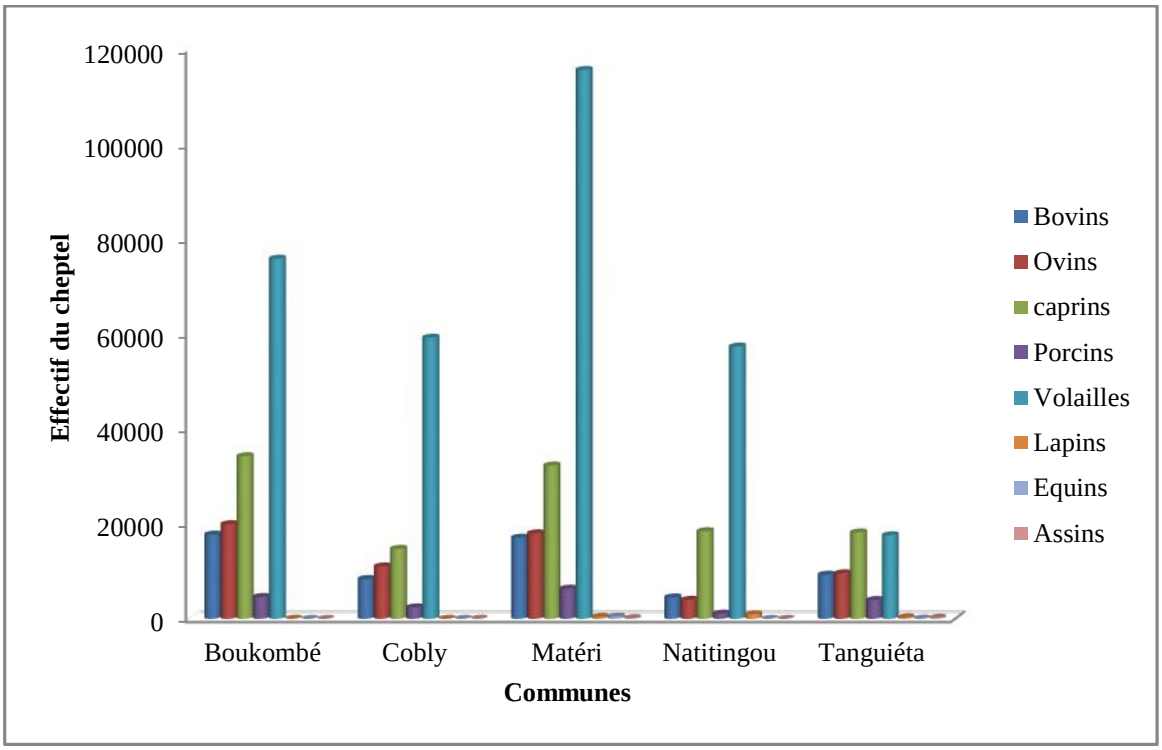


Figure 13 : Effectif du cheptel au nord-ouest de l'Atacora

Les espèces animales les plus présentes par ordre d'importance sont les volailles, les caprins, les ovins, les bovins et les porcins (Figure 12). Par contre, les espèces comme les lapins, les équins et les asins sont faiblement représentées (Figure 13). La conduite de l'élevage est très diversifiée dans le nord-ouest de l'Atacora (Planche 2).



Abreuvoir taillé dans le bois à Sangou (Matéri, mai 2011)



Cabri au piquet en saison pluvieuse à Kounacogou (Boukombé, juin 2012)



Moutons en divagation dans un champ de coton récolté à Ouankou (Tanguiéta, février 2012)



Culture attelée à Tchakalakou (Toucountouna, juin 2012)



Pâturage des bœufs dans une jachère à Ouansokou (Toucountouna, juillet 2012)



Parcage des bœufs transhumants dans un champ pour la fumure organique à Manougou (Tanguiéta, mai 2012)

Planche 2 : Quelques aspects de la conduite des animaux dans le nord-ouest de l'Atacora
Prise de vue : Kombienou, 2011-2012

4.4 Techniques culturales

4.4.1 Techniques culturales endogènes

Neuf techniques culturales endogènes sont en cours dans le milieu (Figure 14). Le billonnage cloisonné et la jachère sont adoptés par tous les agriculteurs du nord-ouest de l'Atacora. Toutefois, la jachère cultivée (Planche 3) est en vogue en raison de la pénurie des terres.

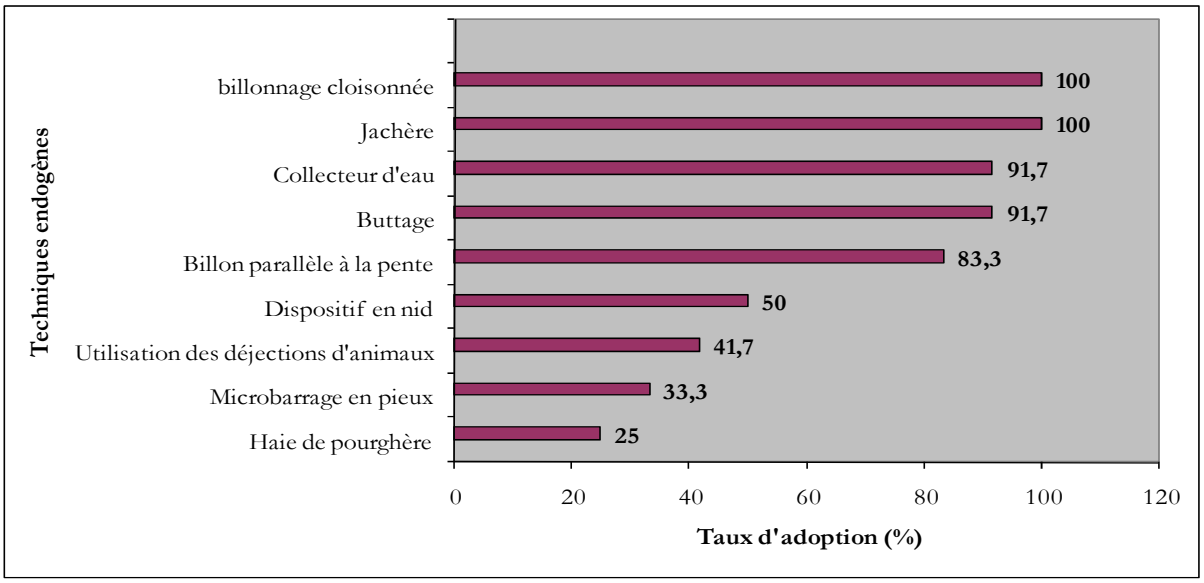


Figure 14 : Fréquence des enquêtés utilisant des techniques culturales endogènes



Planche 3 : Champs de fonio (gauche en maturité et à droite un mois après la montaison) à Koumagou A

Prise de vue : Kombienou, septembre 2012

Les techniques du brûlis et d'écobuage sont encore pratiquées (Planche 4).



Brûlis après écobuage



Ecobuage avant brûlis



Brûlis après écobuage



Ecobuage avant brûlis

Planche 4 : Techniques de la pratique de brûlis et de l'écobuage

Prise de vue : Kombienou, mai 2012

Les billons en essaim d'abeilles, les buttes d'igname, les cordons pierreux, les labours à plat et les billons parallèles à la pente sont les techniques endogènes de labour pratiquées par les agriculteurs au nord-ouest de l'Atacora (Planche 5).



Billons en essaim d'abeilles



Confection des buttes de champ d'igname





Billons en essaim d'abeilles et cordons pierreux pour lutter contre l'érosion à Koumagou A



Labour à plat d'un champ du riz à Kounacogou



Billons parallèles à la pente à Koumagou A

Planche 1: Quelques techniques traditionnelles de labour
Prise de vue : Kombienou, mai 2012

Les semis en poquets à même le sol sont les techniques endogènes de semis pratiquées par les agriculteurs au nord-ouest de l'Atacora (Planche 6).



Planche 6 : Quelques techniques endogènes de semis en poquets à même le sol
Prise de vue : Kombienou, mai 2012

4.4.2 Techniques améliorées et/ou introduites de cultures

La fréquence des enquêtés utilisant des techniques agricoles exogènes est présentée sur la figure 15.

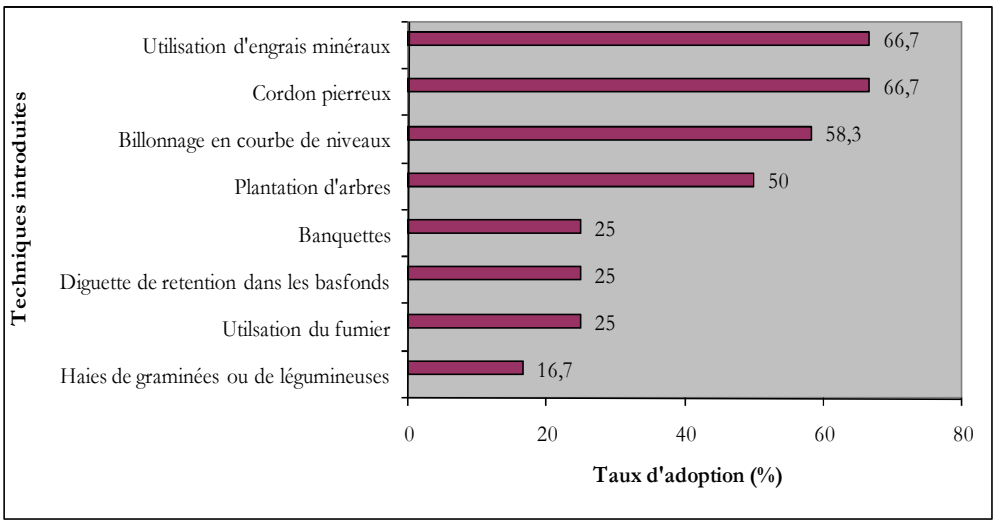
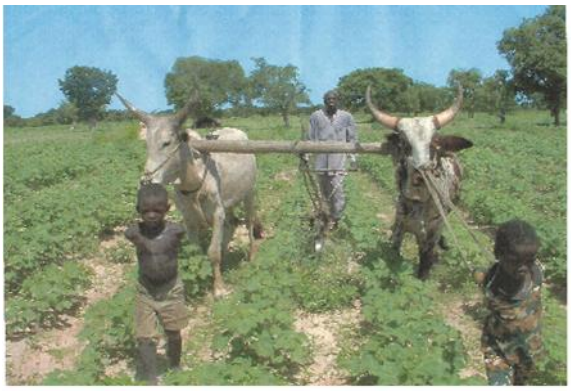


Figure 15 : Fréquence des enquêtés utilisant des techniques agricoles exogènes

Huit techniques culturales ou pratiques introduites sont inventoriées parmi lesquelles l'utilisation des engrais minéraux, les cordons pierreux et le billonnage suivant les courbes de niveaux sont les plus adoptés (figure 15). En outre, la moitié des producteurs a adopté les plantations d'arbres, surtout les fruitiers et les Eucalyptus.

4.4.2.1 Culture attelée

L'existence d'attelages et de paires de bœufs dans les différentes Communes d'étude au nord-ouest de l'Atacora (Annexe 4.1) permet de constater que la culture attelée n'est pas pratiquée dans la Commune de Natitingou (Planche 7).

Labour à l'aide de la culture attelée (a) Sarclo-buttage à la culture attelée (b)

Planche 7 : Pratiques de labour et de sarclage à l'aide de la culture attelée dans le nord Bénin

Prise de vue : Kombienou, juin 2011 (a) et septembre 2012 (b)

4.4.2.2 Utilisation des engins motorisés

Le point de tracteurs existant (base de la mécanisation agricole) dans le nord-ouest de l'Atacora est mentionné en annexe 4.2. Dans le secteur d'étude, la mécanisation agricole connaît un développement avec l'introduction de la culture du coton et la réforme du secteur agricole en 1993. La planche 8 montre des charrues et un tracteur dans un garage au nord-ouest de l'Atacora.




Matériel agricole non fonctionnel Un tracteur dans un garage de machines agricoles

Planche 8 : Charrues et tracteur dans un garage de machines agricoles au nord-ouest Atacora

Prise de vue : Kombienou, juillet 2012

4.5 Cycles de productions agricoles en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora

4.5.1 Durée de la jachère en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora

Dans le nord-ouest de l'Atacora, la pratique de la jachère a évolué dans le temps et sa durée est fonction de la disponibilité en terre (Tableau XIII).

Tableau XIII: Caractérisation des systèmes de cultures du nord-ouest de l'Atacora

Communes	Durée du cycle de		Indice de Ruthenberg %	Indice d'Allan	Système de cultures
	Cultures	Jachère			
Natitingou	6	3	66,67	1,50	Permanent
Boukombé	10	1	90,91	1,10	Permanent
Cobly	8	2	80,00	1,25	Permanent
Matéri	10	1	90,00	1,10	Permanent
Tanguiéta	8	2	80,00	1,25	Permanent
Toucountouna	6	3	66,67	1,50	Permanent
Nord-ouest de l'Atacora	**8,00**	**2,00**	**78,89**	**1,28**	**Permanent**

Source : Enquêtes de terrain, 2011-2013

La longue jachère de 14 ans en moyenne est en voie de disparition totale dans les Communes du nord-ouest de l'Atacora au Bénin pour laisser leur place aux jachères de courte durée de l'ordre de deux ans en moyenne. Sa durée varie diversement selon les Communes au cours de ces trente dernières années. Elle est de 1 an à Boukombé et Matéri, 2 ans à Cobly et Tanguiéta et de 3 ans à Natitingou et Toucountouna.

En se basant sur les indices d'Allan (1965) et de Ruthenberg (1980), les Communes de Natitingou et de Toucountouna sont les seules à avoir un système de culture à « jachère courte, alternant cultures et jachères ». Ces indices varient de 1,10 à 1,50 pour Allan et de 66,67% à 90% pour Ruthenberg.

4.5.2 Calendrier agricole en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora

Les différentes spéculations sont cultivées pendant une courte période de cinq à six mois par an (saison pluvieuse) (Tableau XIV). Le calendrier agricole débute avec la spéculation mixte maïs-sorgho ou sorgho-mil/haricot-niébé ou sorgho-haricot/niébé, maïs-mil-haricot/niébé en culture relais sorgho-tabac ou maïs-tabac pour quelques rares cas. L'accès à la nourriture dans la zone se subdivise en trois périodes comme suit (Tableau XIV) :

- ✓ la période de relative abondance, découlant de mi-octobre au mois d'avril ;
- ✓ la période de pré-soudure, qui commençe globalement du mois de mai à juillet de chaque année ;
- ✓ la période de soudure qui s'installe du mois d'août à octobre et correspond à la rareté de la nourriture dans plus de la moitié des ménages.

Tableau XIV: Calendrier agricole et de la période de soudure dans le nord-ouest de l'Atacora

Mois		**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**Ju**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Calendrier climatique													
Légende		Grande saison sèche						Grande saison de pluies					
Calendrier agricole	Sorgho												
	Maïs												
	Petit mil												
	Gombo												
	Igname												
	Manioc												
	Taro												
	Voandzou												
	Haricot blanc												
	Harict précoce												
	Riz												
	Arachide												
	Fonio												
	Sésame												
	Goussi												
	Tomate												
	Soja												
	Coton												
	Tabac												
	Patate douce												
	Souchet												
	Maraîchage												
Périodes de soudure													
Légende		Période de relative abondance					Période de pré-soudure			Période de soudure			

4.6 Systèmes de culture

4.6.1 Monoculture

Les producteurs pratiquent la monoculture surtout pour la culture de coton et du riz dans les bas-fonds (Planche 9) à la première année sur les terres arables et couramment sur les montagnes. La monoculture est faite sur les terres arables par les grands producteurs emblavant des superficies des terres cultivables de 2 ha, ayant des moyens financiers et recourant à la main-d'œuvre familiale et/ou salariée.



a : Champ de coton b : Champ de riz

Planche 9 : Champs en monoculture
Prise de vue : Kombienou, septembre 2011

Le coton et le riz sont généralement pratiqués en monoculture par les producteurs en raison de leurs exigences technologiques (traitements phytosanitaires, agencement des plants dans les champs) et des recommandations de l'encadrement technique des agents du CARDER. Toutefois, le sorgho est plus semé sur les montagnes en monoculture à cause des singes, des oiseaux granivores (francolins, pintades, oiseaux gendarmes), des rongeurs (aulacodes, écureuils fouisseurs) des lagomorphes (lièvres) et caviomorphes (damans des rochers).

4.6.2 Associations des cultures

Dans le nord-ouest de l'Atacora, deux à trois voire quatre cultures sont produites sur une même parcelle. Ainsi, 98 % des exploitants agricoles pratiquent l'association de cultures. Les types d'associations de cultures rencontrés sont les suivants : céréale + céréale (34 %) ; céréale + légumineuse (30 %) ; légumineuse + légumineuse (7 %) ; tubercule / racine + céréale (6 %) ; tubercule + légumineuse (4 %) ; agroforesterie (3 %) ; tubercule + tubercule /racine (1 %) ; autres associations à base du gombo (15 %) (Figure 16).

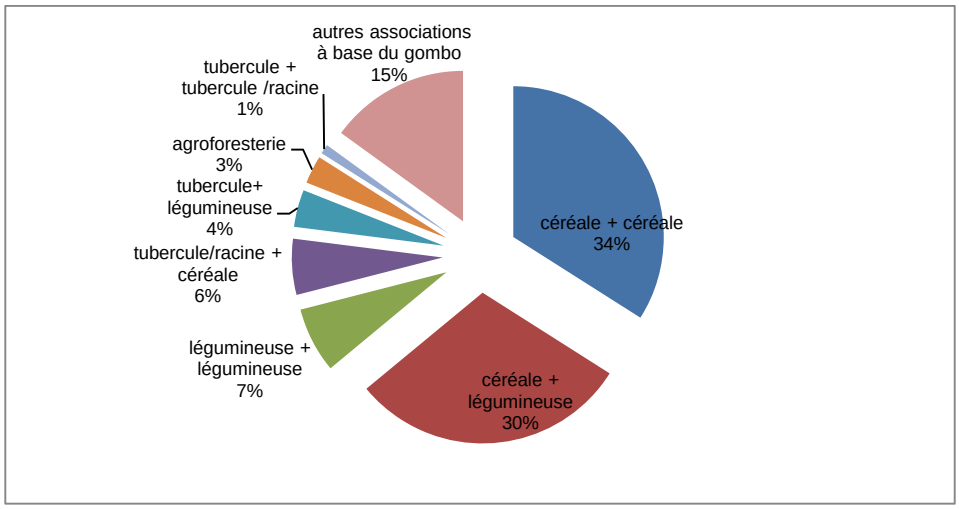


Figure 16 : Types d'associations de cultures au nord-ouest de l'Atacora

4.6.3 Rotation des cultures

Le tableau XV présente le système de rotation des cultures dans les Communes d'étude.

Tableau XV : Système de rotation de cultures

Années	Cultures
Première année	Igname ou coton ou Sorgho+ haricot/niébé
Deuxième année	Sorgho+haricot/niébé ou Maïs ou Sorgho+maïs ou Sorgho+mil+haricot/niébé
Troisième année	Mil+haricot/niébéou Sorgho + haricot/niébé
Quatrième année	Fonio ou Jachère
Cinquième année	Voandzou ou Arachide ou Igname ou Coton

La rotation des cultures utilisée par 98 % des producteurs enquêtés a permis de réaliser une succession des cultures sur une même parcelle d'une année à l'autre (Tableau XV). La répartition des cultures se fait dans le temps. Ainsi par exemple, les producteurs pratiquent la première année les variétés tardives ou précoces.

4.6.4 Assolement

Dans le nord-ouest de l'Atacora, les assolements sont des pratiques courantes de tous les producteurs sur des superficies très réduites de l'ordre de 1/8 ou 1/16 de l'hectare. Ce système permet aux producteurs de pratiquer une diversité de cultures (sorgho, mil, maïs, gombo, voandzou, niébé, fonio) la même année et d'éviter la compétitivité entre plusieurs cultures dans l'association. Les cultures sont réalisées en adoptant les techniques endogènes (billonnage cloisonné, jachère, collecteur d'eau, buttage, billon parallèle à la pente, dispositif en essaim d'abeille) et exogènes (utilisation d'engrais minéraux, cordons

pierreux, billonnage en courbe de niveau, plantation d'arbre) permettant la conservation des sols sur la zone montagneuse de l'Atacora.

4.6.5 Interactions et fonctionnements entre les productions végétales et animales en zone montagneuse du Bénin

Différentes interactions prévalent actuellement entre les principales composantes des systèmes de productions agricoles dans le nord-ouest de l'Atacora (Figure 17). Ainsi, de fortes potentialités existent au niveau de chacun des systèmes d'élevage et de culture, dont la transformation dans un mouvement d'ensemble a pu entraîner d'importantes améliorations de chaque système. Ces potentialités varient d'une Commune à une autre, voire d'un village de chaque Commune à un autre en fonction de l'importance et des formes de pratique d'élevage.

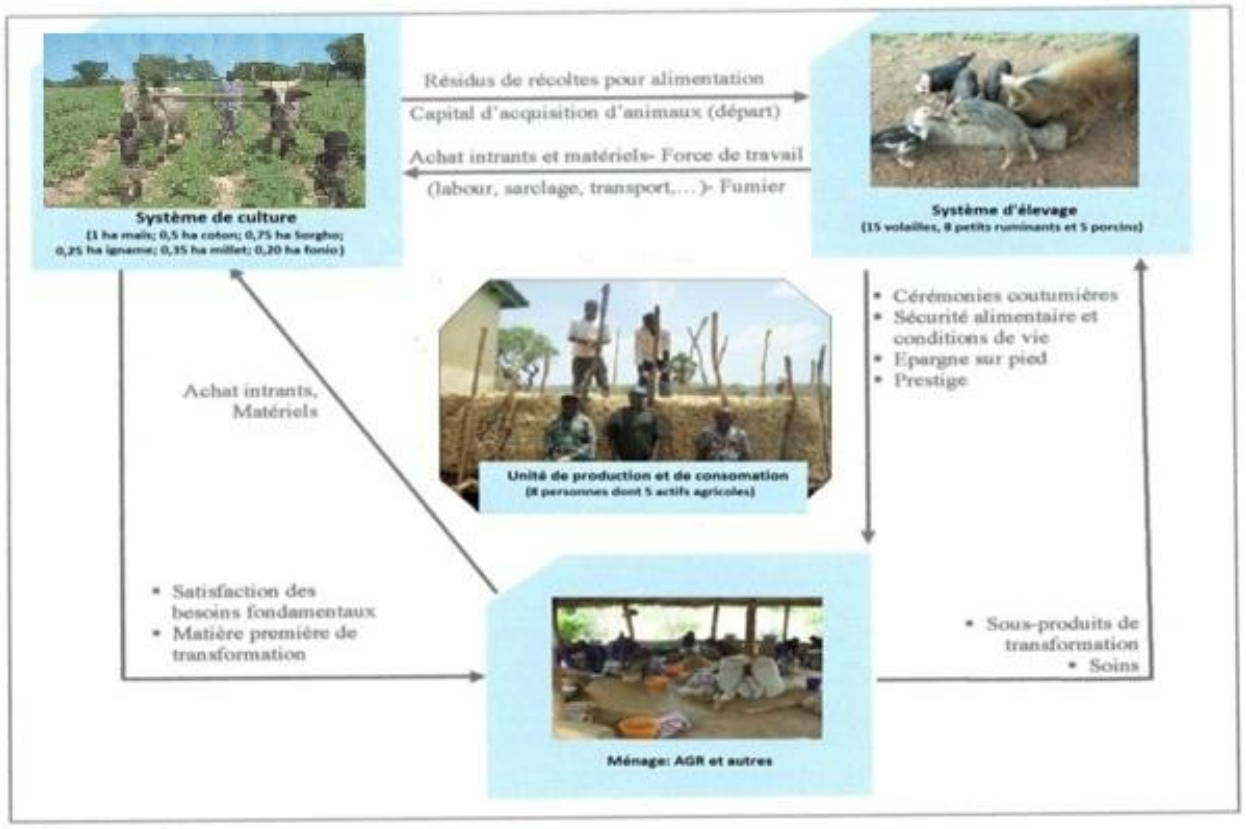


Figure 17 : Quelques aspects mémorables de l'élevage dans le nord-ouest de l'Atacora

La valorisation actuelle de ces atouts a commencé à voir le jour grâce à des conventions implicites entre les agriculteurs et les éleveurs (Tableau XVI). L'amélioration de la fertilité des sols occupe une place de choix dans cette évolution au même titre que la valorisation des résidus de récolte dans les exploitations (Tableau XVII).

Tableau XVI: Types de collaborations entre acteurs selon les dominances de production animale

Prépondérance et collaboration Communes	Production animale	Mesures de collaboration entre acteurs
Toucountouna, Tanguiéta, Cobly et Matéri	Transhumance	-Le transhumant installe son troupeau sur les parcelles de l'agriculteur. -La stabulation de nuit du troupeau est faite sur les différentes parcelles de l'exploitation. -Le troc (vivres-lait).
Cobly, Tanguiéta, Natitingou, Toucountouna et Matéri	Bovin	-Le producteur confie ses bœufs au pasteur (Peuls). -Le peul après le pâturage fait le parcage de nuit sur ses parcelles. -L'agriculteur peut collecter les bouses de vaches gratuitement ou moyennant quelque chose.
Boukombé	Bovin	-Le producteur ne confie pas ses bœufs au pasteur (Peuls), mais plutôt aux enfants et aux vieillards. -L'agro-éleveur collecte les bouses de vaches pour les épandre sur les parcelles de cultures autour des maisons (cases).
Matéri, Toucountouna et Boukombé	Petits ruminants	-Le recueil des poudrettes et épandage sur les parcelles de cultures de cases par l'agro-éleveur.

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013 et enquêtes de terrain, 2013

Tableau XVII : Production fourragère disponible à partir des résidus des récoltes

Cultures	Superficies (ha)	Rendement récolté (kg/ha)	Productions (T)		
			Denrées (kg)	Fourrage Produit (MS)	Disponible
Maïs	0,50	2200	100	49,20	49,20
Sorgho	0,55	1000	130	18,06	18,06
Mil	0,40	800	90	15,00	15,00
Coton	0,50	1200	-	2,50	2,50
Igname	0,34	14000	600	0,60	0,60
Taro	0,10	750	75	0,20	0,20
Fonio	0,25	500	80	17,33	17,33
Haricot/Niébé	0,30	1000	750	40,00	40,00
Voandzou	0,25	1000	1200	36,36	36,36
Arachide	0,20	750	1500	40,00	40,00
			Total	**219,25**	**219,25**

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013 et enquêtes de terrain, 2013

Les quantités de fourrages fournies par chaque type de culture varient de 0,2 à 49,2 tonnes (Tableau XVII). Les plus importantes quantités sont produites par le maïs, le niébé, l'arachide, le voandzou, le sorgho, le fonio et le mil.

Conclusion partielle

L'effectif des actifs agricoles a connu en 20 ans un accroissement substantiel dans le secteur d'étude à cause du faible taux d'exode rural. Les plantes cultivées inventoriées dans les exploitations agricoles sont des céréales, des légumineuses, des racines et tubercules et du coton. Les céréales occupent un peu plus du tiers des parcelles cultivées en production vivrière. Dans le nord-ouest de l'Atacora, l'élevage extensif traditionnel domine par les deux systèmes d'exploitation des pâturages naturels que sont le système transhumant et le système sédentaire. Les espèces animales les plus présentes par ordre d'importance sont les volailles, les caprins, les ovins, les bovins et les porcins. Neuf techniques culturales endogènes et huit techniques culturales ou pratiques introduites sont en cours dans le milieu. La mécanisation agricole connaît un développement avec l'introduction de la culture du coton et la réforme du secteur agricole en 1993. La durée de la jachère varie diversement selon les Communes au cours de ces trente dernières années. Le coton et le riz sont généralement pratiqués en monoculture par les producteurs en raison de leurs exigences technologiques. En revanche, deux à trois voire quatre cultures sont produites sur une même parcelle.

CINQUIEME CHAPITRE : INCIDENCES SOCIO-ENVIRONNEMENTALES ET SOCIO-ECONOMIQUES DES ACTIVITES AGRICOLES AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

Ce chapitre aborde la dynamique de l'utilisation des terres à travers l'évolution des emblavures et de la production des principales cultures, puis l'incidence des activités agricoles sur l'environnement et les conditions de vie des populations.

5.1 Evolution de la production des principales spéculations entre 1993 et 2013

L'évolution de la production des principales spéculations du secteur d'étude est présentée en annexe 5.1.

5.1.1 Evolution de la production des céréales entre 1993 et 2013

L'évolution des productions céréalières dans le secteur d'étude entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 18.

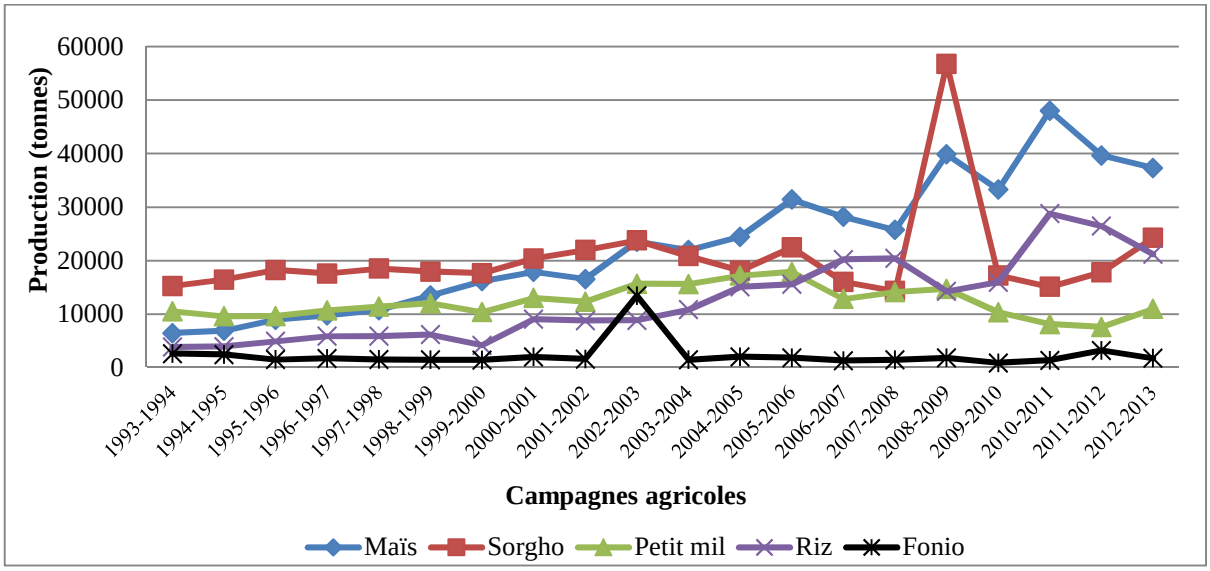


Figure 18 : Evolution des productions céréalières entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

Les productions des différentes céréales ont globalement connu une augmentation entre 1993 et 2013 (Figure 18). Cependant, quelques spécificités sont à signaler d'une spéculation à une autre. Le sorgho est la principale spéculation des populations du nord-ouest de l'Atacora de 1993 (15.294 tonnes) à 2003 (23.800 tonnes). Avec la baisse de sa production, elle est progressivement devenue la deuxième spéculation de 2004 (20.869 tonnes) à 2006 (22.478 tonnes) et au cours des campagnes 2009-2010 (15.996 tonnes) et 2012-2013 (24.278,8 tonnes). De 2007 à 2012, le sorgho est devenu la troisième

spéculation en termes de production à l'exception de la campagne 2008-2009 où cette production a connu une augmentation exponentielle avec plus de 56.784 tonnes reprenant du coup la première place. La production du maïs est passée de la troisième place entre 1993 (6.488 tonnes) et 1998 (11.437 tonnes) à la deuxième place entre 1999 (13.526 tonnes) et 2003 (23.800 tonnes). De 2003 à 2013, hormis la campagne 2008-2009, la production du maïs est devenue la première spéculation avec une production maximale de 48.061 tonnes au cours de la campagne 2010-2011. Cette évolution de la production s'est faite en dents de scie durant la période considérée (figure 18). La production du petit mil a connu une régulière augmentation de 1993 à 2006. Au cours de cette période, elle est passée de la deuxième place entre 1993 (10.572 tonnes) et 1998 (11.437 tonnes) à la troisième place de 1999 (12.045 tonnes) à 2006 (17.914 tonnes). De 2007 (12.874 tonnes) à 2013 (11.019 tonnes), la production de cette céréale a baissé, l'entraînant de ce fait à la quatrième place (figure 16). La production du riz a connu une augmentation régulière de 1993 (3.885 tonnes) à 2008 (20.455 tonnes) avant de chuter (14.311 tonnes) au cours de la campagne agricole 2008-2009. Une reprise est notée à partir de la campagne 2009-2010 avec un pic (28.840 tonnes) en 2010-2011. Enfin, la production du fonio est demeurée stable durant toute la période à l'exception de la campagne 2002-2003 où la production est atteint 13.498 tonnes.

5.1.2 Evolution de la production des légumineuses entre 1993 et 2013

L'évolution de la production des légumineuses est présentée sur la figure 19.

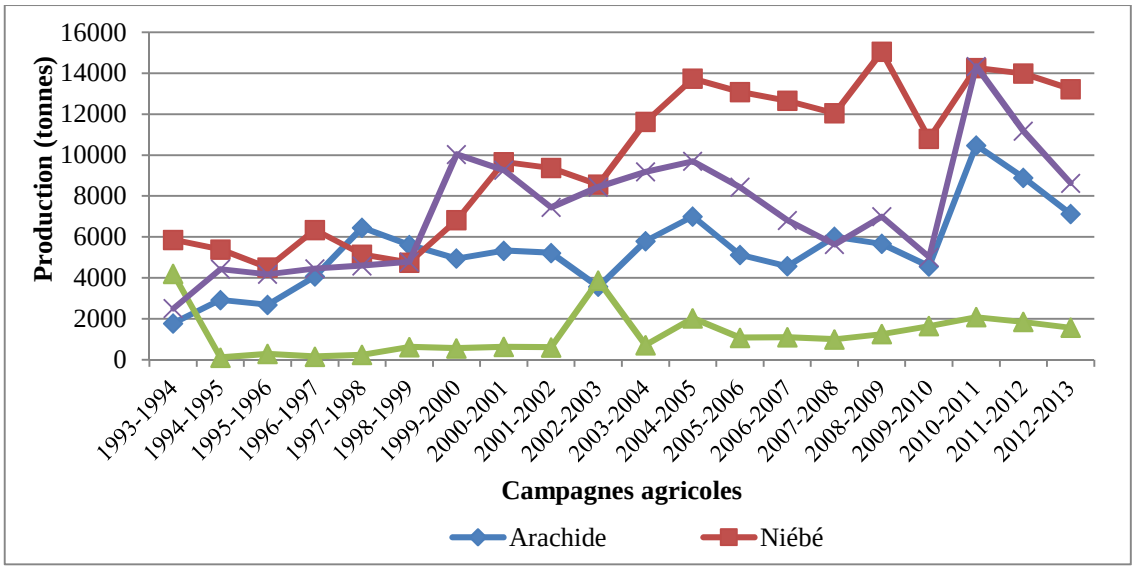


Figure 19 : Evolution de la production des légumineuses entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

La production des légumineuses a globalement connu une augmentation entre 1993 et 2013 (Figure 19). Cependant, quelques spécificités sont à signaler d'une culture à une autre. La production du niébé a connu une évolution en dents de scie de 1993 à 2013. Le niébé est la principale spéculation des populations du nord-ouest de l'Atacora de 1993 (5.862 tonnes) à 2013 (13.238,6 tonnes) en dehors des campagnes 1997-1998 et 1998-1999 où il est supplanté par l'arachide et de la campagne 1999-2000 qui est dominée par le voandzou. La production maximale (15.060 tonnes) de cette spéculation est obtenue au cours de la campagne 2008-2009. Le taux d'accroissement de cette spéculation est de 55,72 % durant la période d'étude. L'augmentation de la production du voandzou n'est pas régulière. Elle a connu des pics et des chutes durant la période d'étude. Elle est passée de 2.510 tonnes en 1993 à 8.635,6 tonnes en 2013 soit un taux d'accroissement de 70,93 %. La production record de 14.343 tonnes est réalisée au cours de la campagne 2010-2011. Cette spéculation est passée de la troisième place au cours des campagnes 1993-1994 et 1997-1998 à la première place entre 1999 et 2000 avant de rechuter à la deuxième place dans la production des légumineuses. La production d'arachide est passée de 1.782 tonnes en 1993 à 7.125,6 tonnes en 2013 soit un accroissement de près de 75 %. La production record de 10.480 tonnes est obtenue au cours de la campagne 2010-2011. Cette spéculation est passée de la quatrième place en 1993 à la première place en 1998 avant de rechuter à la troisième place. Enfin, la production du soja a chuté de la deuxième place en 1993 (4.201 tonnes) à la quatrième place de 1995 à 2013 (1.567,2 tonnes). Soit une régression de 62,69 %. Cette production est demeurée stable durant toute la période (1995-2013) à l'exception de la campagne 2002-2003 où la production a atteint 3.873 tonnes (Figure 19).

5.1.3 Evolution de la production des racines et tubercules entre 1993 et 2013

La production réalisée par les principales cultures des racines et tubercules entre 1993 et 2013 est passée de 91.126 tonnes à 207.426 tonnes, soit une augmentation de 56,06 % en 20 ans. La production de l'igname et du manioc entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 20.

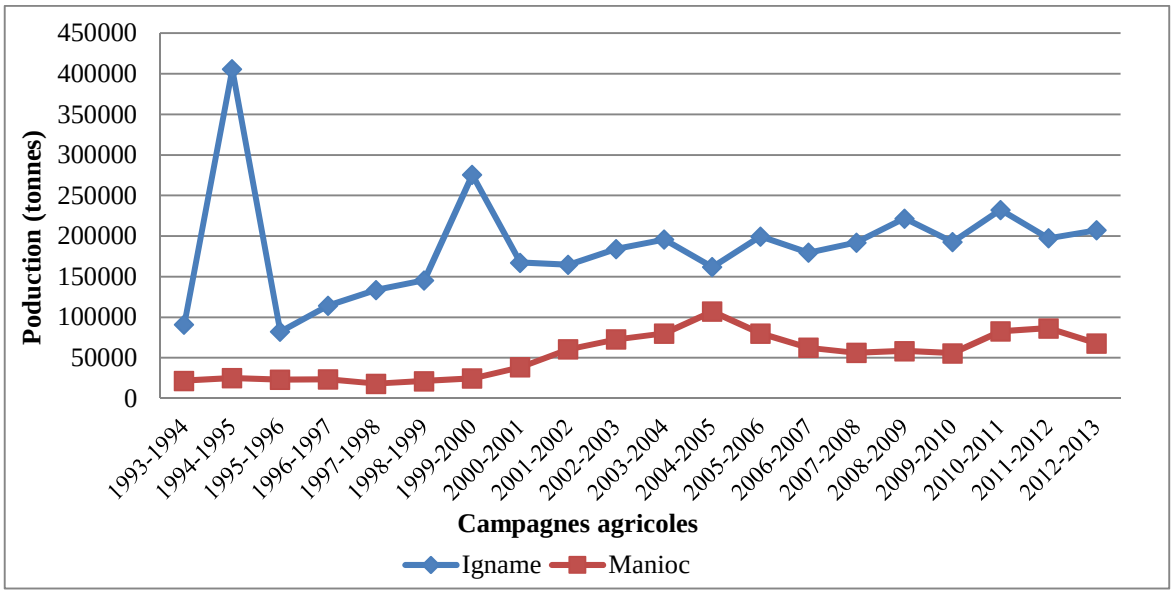


Figure 20 : Evolution de la production des racines et tubercules entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

La production de l'igname est plus importante que celle du manioc au nord-ouest de l'Atacora entre 1993 et 2013. L'igname a connu une production record de 405.774 tonnes en 1995. Le deuxième pic de la production au cours de la période 1993-2013 est de 275.648 tonnes en 2000. La production du manioc n'a jamais atteint les 100.000 tonnes à l'exception de la campagne 2004-2005 où elle était de 107.287 tonnes (Figure 20).

5.1.4 Evolution de la production du coton entre 1993 et 2013

L'évolution de la production cotonnière entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 21.

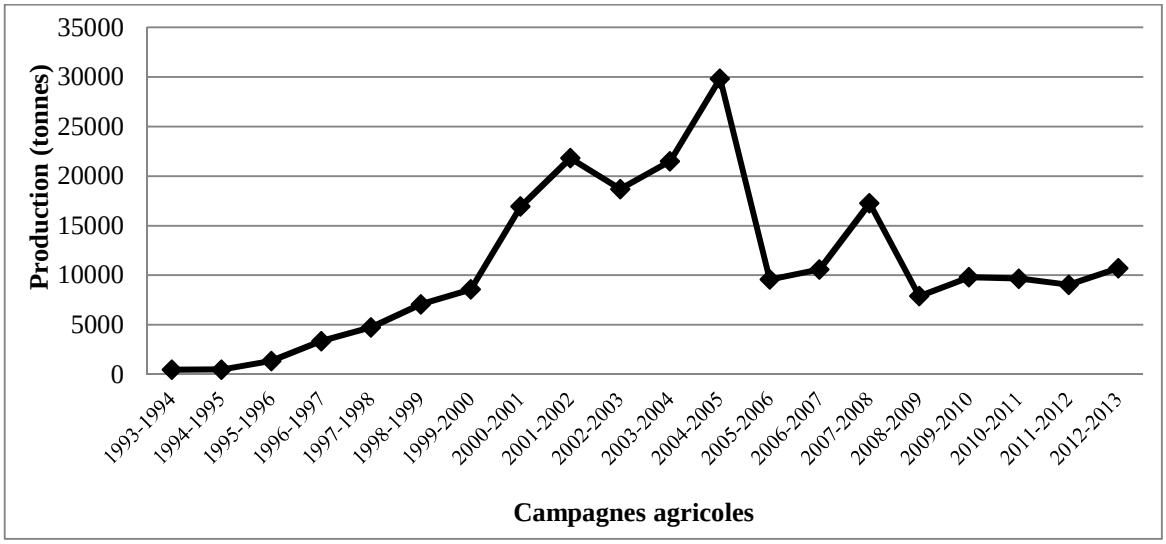


Figure 21 : Evolution de la production du coton entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

La production du coton a évolué de 473 tonnes en 1993 à 10.738 en 2012 (Figure 21). Ce qui correspondait à une augmentation de la production de 95,59 %. Elle a évolué de façon progressive entre 1993 et 2001. Après des pics au cours des campagnes agricoles 2001-2002 et 2004-2005, elle a connu une chute importante au cours des campagnes agricoles 2002-2003 et 2005-2006 même si un léger pic est constaté au cours de la campagne agricole de 2007-2008.

5.2 Evolution des emblavures des principales spéculations entre 1993 et 2013

Les principales spéculations du secteur d'étude sont regroupées en les quatre catégories suivantes (Annexe 5.2) : les céréales ; les légumineuses ; les racines et tubercules ; le coton.

5.2.1 Evolution des superficies emblavées pour les céréales entre 1993 et 2013

L'évolution des superficies emblavées pour les principales cultures céréalières au nord-ouest de l'Atacora entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 22.

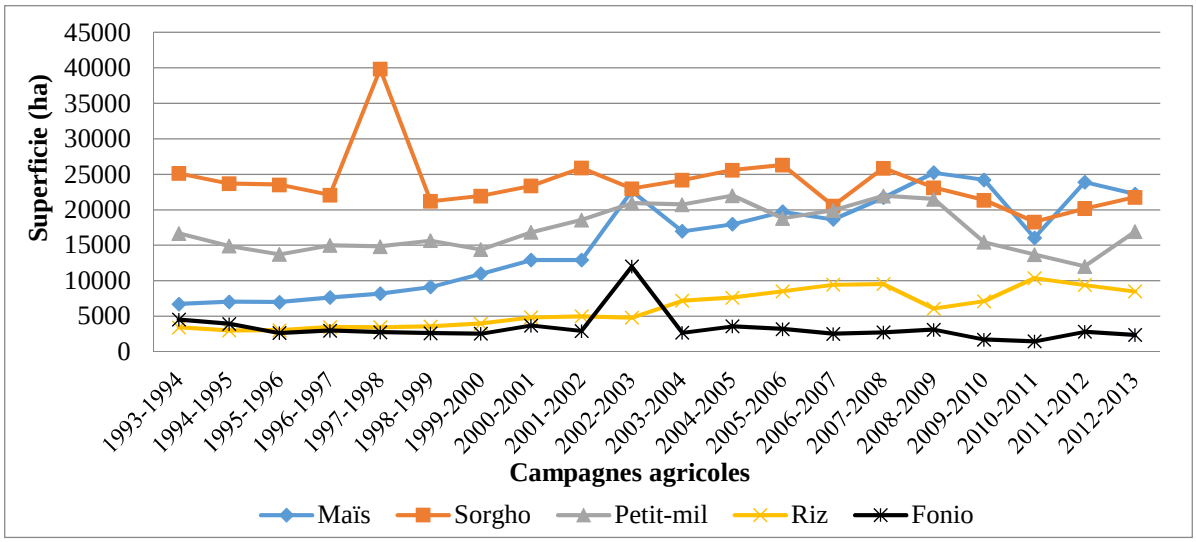


Figure 22 : Superficies emblavées pour les céréales entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

Le maïs, le sorgho, le petit mil, le riz et le fonio sont les cultures céréalières les plus importantes inventoriées entre 1993 et 2013 au nord-ouest de l'Atacora (Figure 22). Les superficies emblavées pour les différentes spéculations varient dans le temps. Ainsi, le sorgho qui était la principale spéculation des populations du nord-ouest de l'Atacora de 1993 (25.153 ha) à 2008 (25.895 ha) est progressivement devenu la deuxième spéculation en termes d'emblavures de 2009 (23.146 ha) à 2013 (21.788,8 ha). Au cours de la période 1993-2013, la variation des superficies emblavées pour le sorgho a connu une évolution

en dents de scie avec un important pic (39.853 ha) au cours de la campagne 1997-1998. Par ailleurs, le maïs qui occupait la troisième place en termes d'utilisation des terres de 1993 (6.736 ha) à 2007 (18.666 ha) est devenu la première spéculation de 2009 (25.254 ha) à 2013 (21.788,8 ha). Au cours de la période 1993-2013, l'augmentation des superficies emblavées pour le maïs n'a pas été régulière. Elle a connu un pic (23.022 ha) et une chute (16.073 ha) respectivement au cours des campagnes 2002-2003 et 2010-2011. Le petit mil est passé de la deuxième place entre 1993 (16.689 ha) et 2008 (21.967 ha) à la troisième place à partir de 2009 (21.516 ha). Les superficies emblavées pour le petit mil ont connu une régulière augmentation jusqu'en 2009 avant de chuter (Figure 22). Les superficies emblavées pour le riz ont connu une régulière augmentation de 1993 (4.544 ha) à 2013 (8.513,4 ha). De 1996 à 2013, hormis la campagne 2002-2003, le riz est devenu la quatrième spéculation la plus importante en termes d'utilisation des terres. Par contre, les superficies emblavées pour le fonio sont restées stables de 1993 à 2013 à l'exception de la campagne 2002-2003 où une emblavure record de 12.021 ha était obtenue. Les emblavures du fonio sont les plus faibles parmi les spéculations céréalières les plus importantes dans le nord-ouest de l'Atacora entre 1993 et 2013 (Figure 22).

5.2.2 Evolution des superficies emblavées pour les légumineuses entre 1993 et 2013

L'évolution des superficies emblavées pour les légumineuses entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 23.

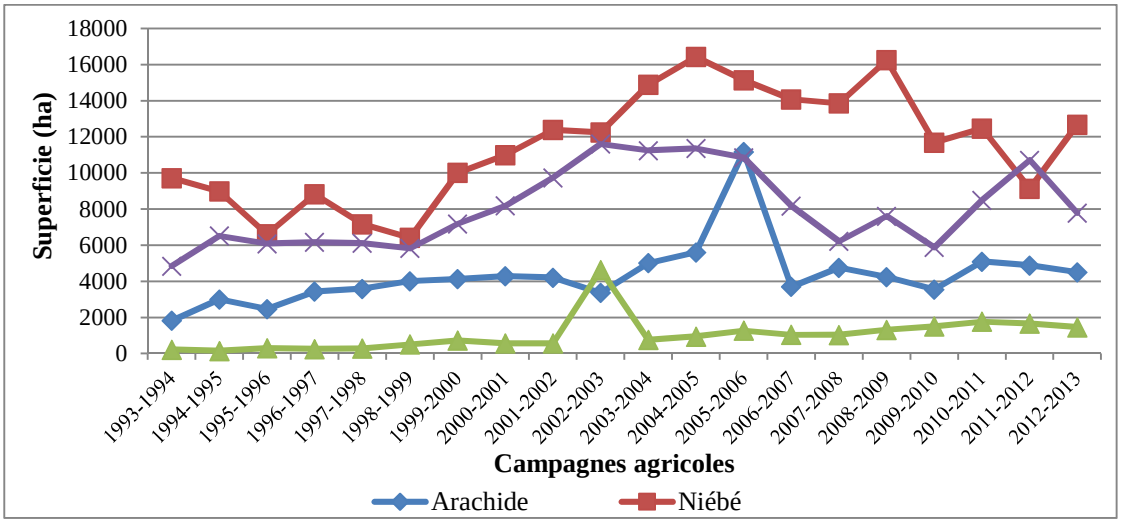


Figure 23 : Superficies emblavées pour les légumineuses entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

Le niébé, le voandzou, l'arachide et le soja sont les légumineuses les plus importantes inventoriées au nord-ouest de l'Atacora entre 1993 et 2013. Les superficies emblavées pour le niébé et le voandzou ont varié en dents de scie (Figure 23). Par contre, celles de l'arachide et du soja ont connu une certaine régularité en dehors d'un pic qui est obtenu respectivement au cours de la campagne 2002-2003 pour le soja et de la campagne 2005-2006 pour l'arachide. Durant toute la période considérée, à l'exception de la campagne 2011-2012, le niébé est la principale spéculation de légumineuses des populations du nord-ouest de l'Atacora. Les superficies emblavées pour cette spéculation évoluent en dents de scie avec le maximum d'emblavure (16.254 ha) au cours des campagnes 2004-2005 et 2008-2009. Le voandzou est la deuxième spéculation de légumineuses du secteur d'étude. Les superficies emblavées pour cette spéculation évoluent en dents de scie avec le maximum d'emblavure au cours de la campagne 2002-2003 (11.615 ha). Cette courbe des superficies emblavées pour le voandzou a présenté de 1993 à 2006, deux phases ascendantes (1993-1995 ; 1999-2003) et deux phases de stabilisation (1995-1999 ; 2003-2006). De 2006 à 2013, les superficies emblavées ont drastiquement chuté avec une légère reprise (10.720 ha) au cours de la campagne 2010-2011 puis une rechute (7.792 ha) au cours de la campagne 2012-2013. L'arachide est la troisième spéculation en termes de superficies emblavées dans le secteur d'étude. Toutefois, elle est supplantée par l'emblavure du soja au cours de la campagne 2005-2006 (3.371 ha). Par ailleurs, c'est au cours de la campagne 2005-2006 que le maximum d'emblavure (11.177 ha) est réalisé pour l'arachide en léguant de ce fait le voandzou à la troisième place. Enfin, les superficies emblavées pour le soja ont régulièrement augmenté en passant de 224 ha en 1993 à 1.462,6 ha en 2013. Durant cette période, les superficies ont connu une augmentation brutale (4.636 ha) au cours de la campagne 2002-2003.

5.2.3 Evolution des superficies emblavées pour les racines et tubercules entre 1993 et 2013

L'évolution des superficies emblavées pour les racines et tubercules entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 24.

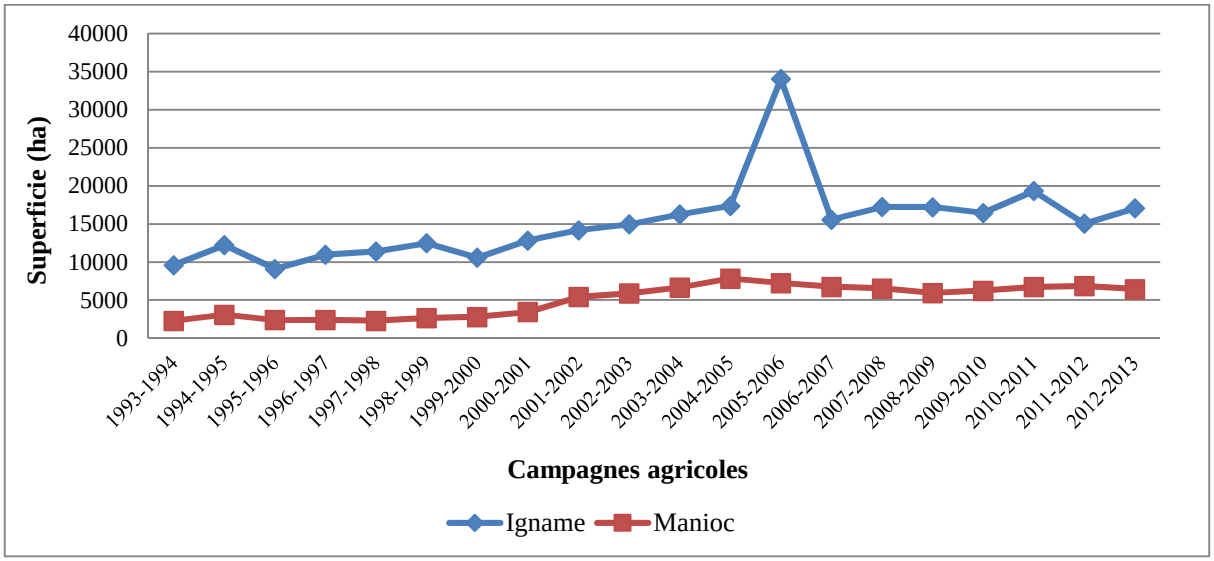


Figure 24 : Superficies emblavées pour les racines et tubercules entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

Le manioc et l'igname sont respectivement les principales racines et tubercules des populations du nord-ouest de l'Atacora. Les superficies emblavées pour l'igname sont plus importantes que pour le manioc. Les superficies emblavées pour l'igname sont passées de 9.626 ha au cours de la campagne 1993-1994 à 17.071,8 ha pour la campagne 2012-2013 avec un pic de 34.067 ha au cours de la campagne 2005-2006 (Figure 24). Par ailleurs, les superficies emblavées pour le manioc sont passées de 2.304 ha au cours de la campagne 1993-1994 à 6.470,8 ha pour la campagne 2012-2013. Durant la période d'étude, les plus grandes superficies emblavées pour le manioc (7847 ha) sont réalisées au cours de la campagne 2004-2005.

5.2.4 Evolution des superficies emblavées pour le coton entre 1993 et 2013

L'évolution des superficies emblavées pour le coton entre 1993 et 2013 est présentée sur la figure 25.

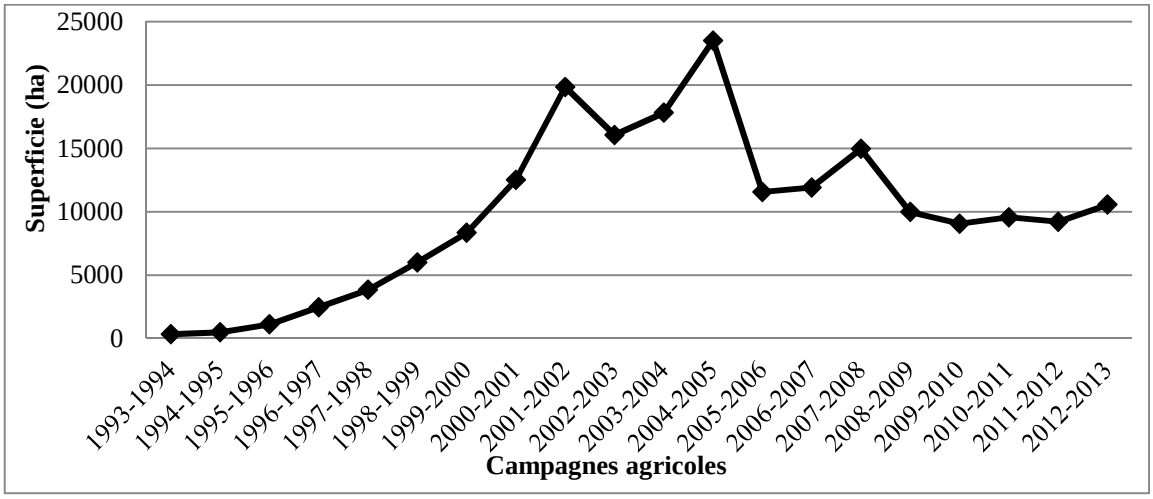


Figure 25 : Superficies emblavées pour le coton entre 1993 et 2013

Source : CERPA-Atacora-Donga, 2013

Les superficies emblavées pour le coton évoluent de façon régulière entre 1993 (340 ha) et 2002 (19.848 ha) avec un premier pic au cours de la campagne 2001-2002. De 2002 à 2010, les superficies emblavées évoluent en dents de scie avec deux pics au cours des campagnes 2004-2005 (23.500 ha) et 2007-2008 (14.961 ha). De 2010 à 2012, une phase de stabilité est observée avant une timide reprise en 2013 (10.562,2 ha) (Figure 25).

5.3 Incidences socio-environnementales des activités agricoles

Le nord-ouest de l'Atacora est une zone dont le milieu naturel a été soumis à une forte pression de ses habitants qui tirent l'essentiel de leurs revenus des activités agricoles. Les impacts de la production agricole se traduisaient surtout entre autres, par la disparition du couvert végétal, la baisse de la fertilité des sols et la pollution de certains cours d'eau aux bords desquels se réalisaient des activités à dominance agricole. L'évaluation des impacts s'est reposée sur l'approche méthodologique de l'ABE dont la synthèse a été mentionnée dans les tableaux XVIII et XIX. De façon pratique, il est identifié d'abord l'état (situation de base existant avant l'intervention des facteurs de pressions) ensuite les pressions (forces agissantes et ayant induit des changements dans un état habituel), les impacts (dommages et risques dus aux changements intervenus) et leurs réponses (mesures correctrices pour atténuer les impacts négatifs et maximiser ceux positifs).

Ce modèle permet de caractériser à partir d'un état initial les impacts des forces motrices qui ont exercé une certaine pression sur les composantes de l'environnement au nord-ouest de l'Atacora (Figure 26).

Tableau XVIII : Matrice d'évaluation des impacts liés à l'exploitation agricole sur le milieu physique

Sources d'impacts **Activités**	**Composantes du milieu affectées**	**Impacts**	**Nature**	**Durée**	**Etendue**	**Degré de perturbation**	**Importance**
Défrichement	Sol	Dégradation	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
Ecobuage	Sol	Dégagé pour les semis	Positive	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
		Destruction des éléments nutritifs	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
Utilisation des intrants chimiques	Végétaux	Accumulation de métaux lourds	Négative	Permanente	Locale	Moyen	Forte
	Sol	Accumulation de métaux lourds	Négative	Permanente	Locale	Faible	Faible

Tableau XIX: Matrice d'évaluation des impacts liés à l'exploitation agricole sur le milieu biologique et les producteurs

Sources d'impacts **Activités**	**Composantes du milieu affectées**	**Impacts**	**Nature**	**Durées**	**Etendue**	**Degré de perturbation**	**Importance**
Défrichement/ Feux de végétation et chasse à la battue	Couvert végétal et rochers	Destruction du couvert végétal	Négative	Temporaire	Locale	Moyen	Moyenne
	Faune	Risque de disparition des animaux ayant pour abris les végétaux détruits	Négative	Temporaire	Locale	Moyen	Moyenne
	Acteurs de l'exploitation agricole et habitants	Augmentation des revenus	Positive	Temporaire	Locale	Moyen	Moyenne
Utilisation des engrais chimiques	Acteurs de l'exploitation agricole	Amélioration des rendements	Positive	Temporaire	Locale	Moyen	Moyenne
		Augmentation précaire des revenus	Positive/ Négative	Permanente	Locale	Moyen	Moyenne
Fabrication de charbon	Fabriquants et populations environnantes	Risque de pollution de l'environnement	Négative	Temporaire	Régionale	Moyen	Moyenne

La nature des impacts négatifs a prédominé ceux positifs (tableaux XVIII et XIX). Certaines activités telles que l'utilisation des engrais chimiques et les feux de végétation ont résolu d'une manière ponctuelle certains problèmes comme l'amélioration des rendements agricoles et l'augmentation des revenus, mais elles n'ont pas duré dans le temps. Au fil des années, ces activités ont impacté négativement le milieu et les conditions de vie des populations. Il est important de trouver des alternatives sûres, car les impacts négatifs semblent devenir permanents dans le secteur d'étude.

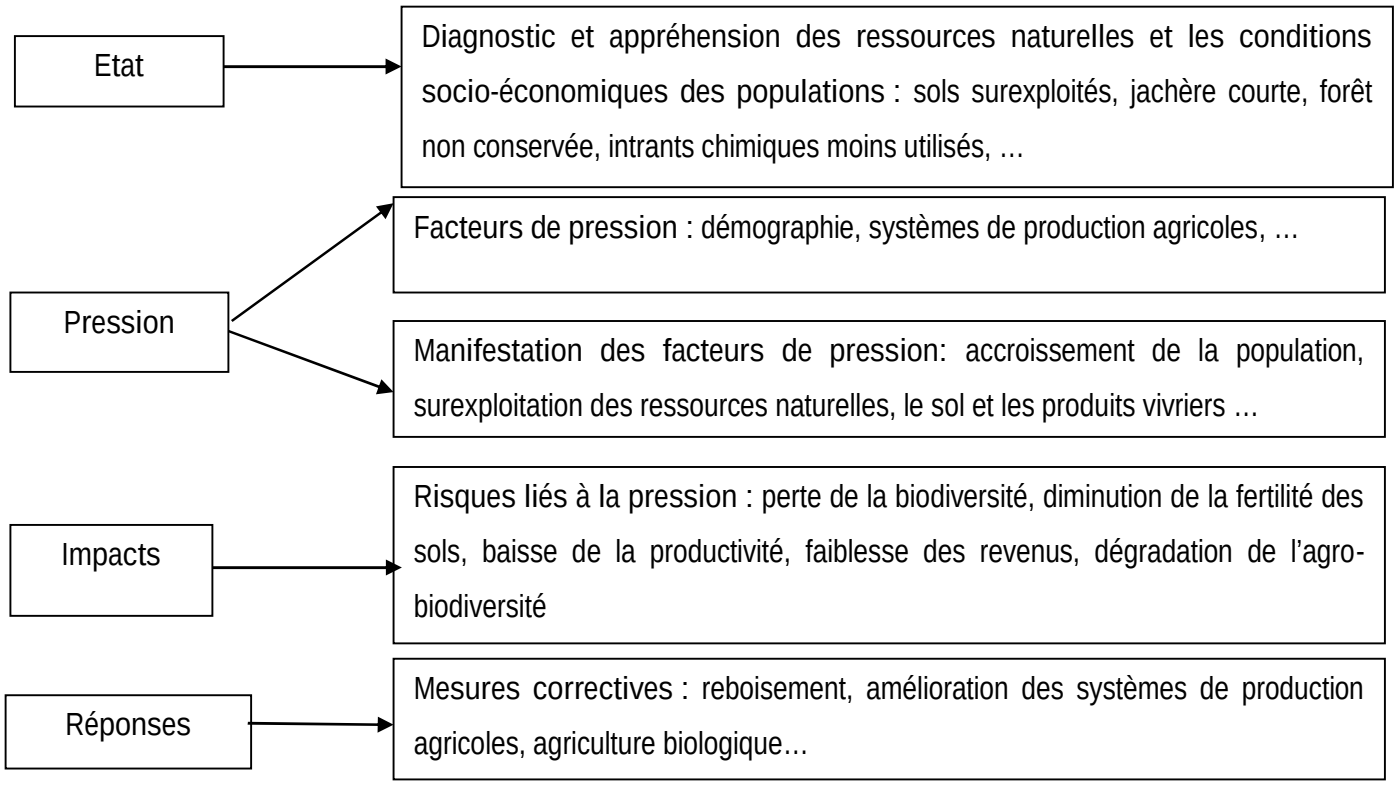


Figure 26 : Analyse des résultats à l'aide du PEIR

5.4 Incidences socio-économiques des activités agricoles

La principale activité économique des ménages du nord-ouest de l'Atacora est la production végétale. L'agriculture occupe la grande partie de la population et se pratique de diverses manières dont les impacts sont négatifs sur les sols et par ricochet sur le rendement et la marge bénéficiaire des populations. La figure 27 présente la contribution des spéculations produites au nord-ouest de l'Atacora aux revenus des ménages.

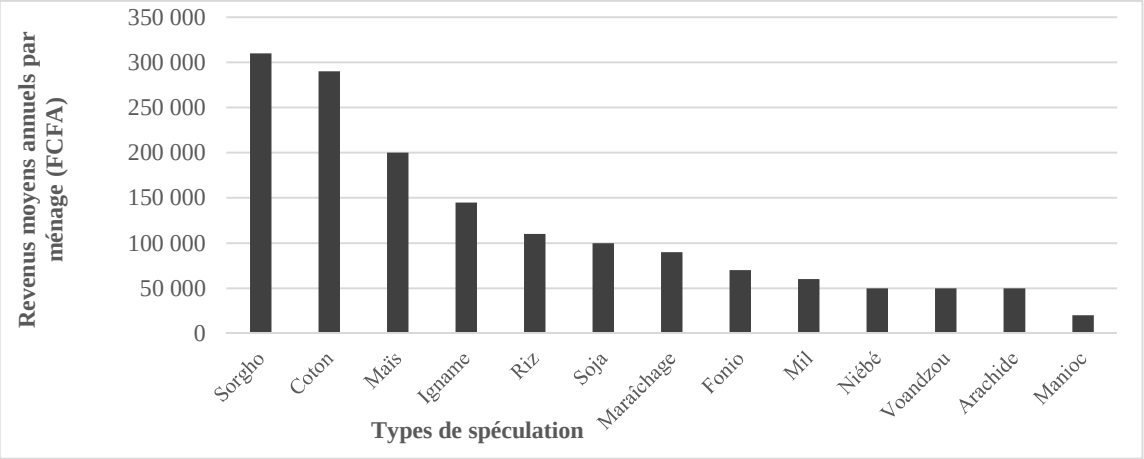


Figure 27 : Contribution des spéculations produites aux revenus des ménages

Source : Enquêtes de terrain, 2013

Les principales cultures qui contribuent aux revenus annuels des ménages au nord-ouest de l'Atacora sont le sorgho (310.000 FCFA), le coton (290.000 FCFA), le maïs (200.000 FCFA), l'igname (145.000 FCFA), le riz (110.000 FCFA) et le soja (100.000 FCFA). Le maraîchage, le fonio, le mil, le niébé, le voandzou et l'arachide contribuent entre 50.000 FCFA et 90.000 FCFA. Enfin, le manioc est le moins contributeur aux revenus des ménages (figure 26). La variation spatiale des revenus issus des spéculations produites au nord-ouest de l'Atacora montre une disparité entre les régions. Ainsi, les agriculteurs qui sont installés autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) sur des sols fertiles, ont des revenus atteignant le double voire le triple de ceux qui sont installés sur les flancs de montagne.

Par ailleurs, la variation interannuelle des revenus issus des spéculations produites au nord-ouest de l'Atacora au cours des dernières décennies n'est pas linéaire. Cette variation des revenus est fonction de certains facteurs endogènes et exogènes. Ainsi, la variation des revenus est fonction du rendement qui à son tour est tributaire de la bonne répartition des pluies, de la fertilité des sols et de l'application des paquets techniques proposées par la recherche et les services de vulgarisation. Ces incidences ont mis au cours de certaines années culturales les agriculteurs dans un appauvrissement social très critique.

Conclusion partielle

Les productions des différentes céréales et des légumineuses ont globalement connu une augmentation entre 1993 et 2013. Le maïs, le sorgho, le petit mil, le riz et le fonio sont les cultures céréalières les plus importantes inventoriées au nord-ouest de l'Atacora. Le manioc et l'igname sont les principales racines et tubercules des populations du nord-ouest de l'Atacora. L'accroissement des superficies emblavées n'est pas corrélé avec la production agricole et la conséquence directe est la pauvreté des peuplements végétaux qui se réduisent à quelques rares espèces (néré, karité, baobab, fromager). Une relation de causalité existe entre les rendements agricoles et le revenu des agriculteurs. Les principales cultures contribuent de diverses manières aux revenus des ménages au nord-ouest de l'Atacora. La variation spatiale des revenus issus des spéculations produites au nord-ouest de l'Atacora montre une disparité entre les régions. Les Communes de Boukombé et Matéri sont plus défavorisés que celles de Cobly et Tanguiéta.

SIXIEME CHAPITRE: INFLUENCE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES SUR LA FERTILITE DES SOLS AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

Dans le but d'apprécier la dégradation des sols du nord-ouest de l'Atacora due aux activités agricoles, 48 échantillons des sols de plateaux et 48 échantillons des sols des montagnes sont analysés au laboratoire.

6.1 Dégradation physique des sols du nord-ouest de l'Atacora

La dégradation physique des sols de plateaux et de montagnes affectés par les systèmes culturaux est déterminée à travers la texture et les caractéristiques physiques des échantillons de sols analysés.

La texture est un paramètre de la fertilité des sols dont les caractéristiques se présentent comme suit :

- ✓ LA, L, LAS : bonne rétention en eau et en cations ;
- ✓ AS, AL, A : capacité de rétention en eau et en cations modérée ;
- ✓ LS, SL, S : faible capacité de rétention en eau et en cations.

Les résultats de l'analyse granulométrique des échantillons de sols de plateaux et de montagnes prélevés sont mentionnés sur les figures 28 et 29 ci-après et sur les tableaux en annexe 6.

6.1.1 Dynamique des fractions granulométriques dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013

La dynamique des différentes fractions granulométriques dans les sols de plateaux au nord-ouest de l'Atacora entre 2011 et 2013 est présentée sur la figure 28.

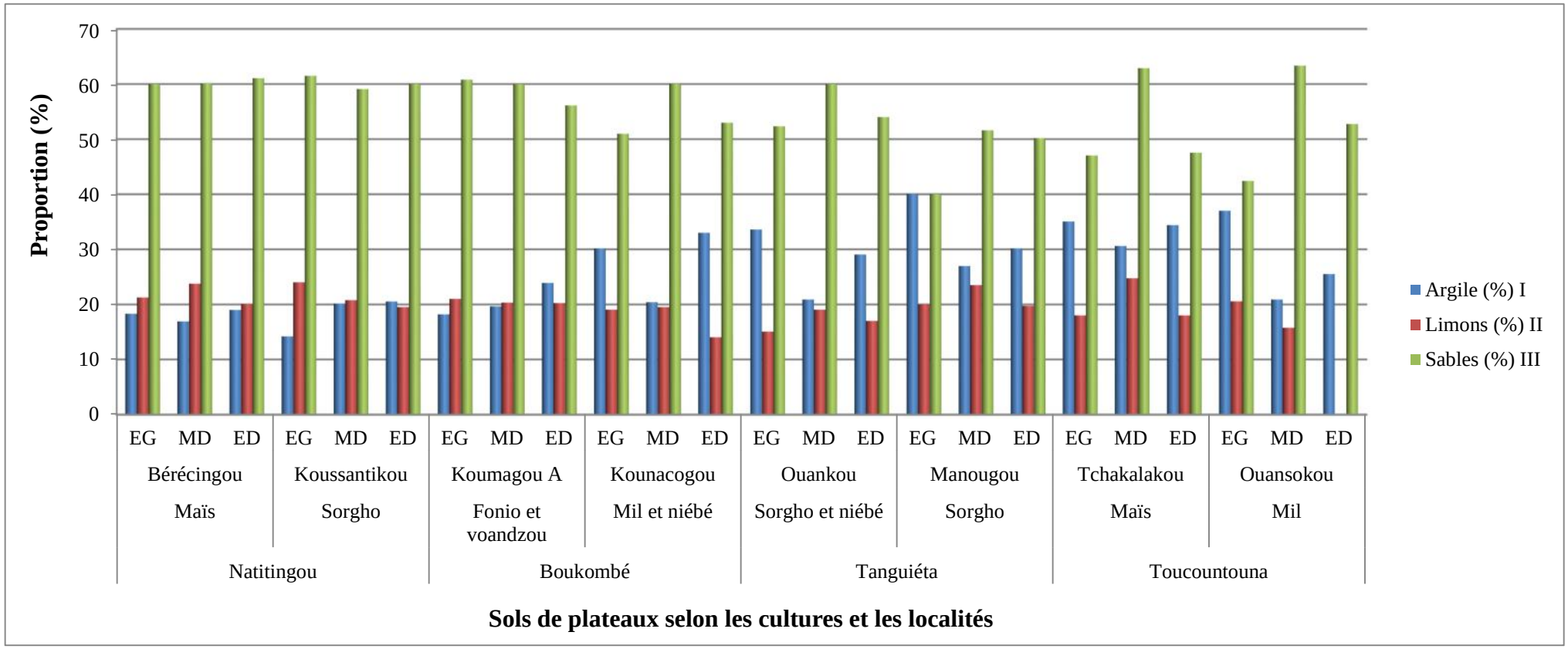


Figure 28 : Dynamique des différentes fractions granulométriques dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

Le taux en limons des sols varie de 14,05 à 24,75 %. Toutefois, 25 % des sols sont de textures limono-sableuses (LS) dans l'ensemble de la zone d'étude (Figure 28). Ainsi, ces sols ont une faible capacité de rétention en eau et en cations. Le taux d'argile varie de 14,20 à 40,06 %. Touefois, 16,67 % de l'ensemble des échantillons de sols étudiés sont de textures limono-argileuses (LA). Les proportions du sable sont comprises entre 40 et 61,50 %. La majorité (58 %) des échantillons de sols étudiés au nord-ouest de l'Atacora sont de textures limono-argilo-sableuses (LAS) avec une bonne rétention en eau et en cations. Le taux d'argile est plus élevé en haut de chaîne à l'extrême gauche (EG) au site I à Manougou sous sorgho et plus bas en haut de chaîne à l'extrême droite (ED) à Koussantikou dans le site II sous sorgho. Ainsi, le taux d'argile n'est ni fonction de l'altitude ni du type de culture. La dominance des éléments grossiers (sable) indique que les sols de plateaux sont de mauvais réservoirs d'eau à la portée des plantes. D'où le risque élevé d'érosion. Les résultats (Figure 28) ont montré en hauteur (au niveau des extrêmes) les proportions en argile les plus élevées et les plus faibles mais dans des villages différents.

6.1.2 Dynamique des fractions granulométriques dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013

La dynamique des différentes fractions granulométriques dans les sols de montagnes au nord-ouest de l'Atacora entre 2011 et 2013 est présentée sur la figure 29.

Les résultats d'analyse des échantillons de sols de montagne révèle que 58,33 % des sols sont limono-argilo-sableux, 25 % sont limono-sableux, 12,5 % sont limono-argilo-argileux et 4,16 % sont limono-argileux (Figure 29). La grande partie (58,33 %) des sols étudiés dispose d'une bonne rétention en eau et en cation, malgré leur degré de pauvreté. En conséquence, ils emmagasinent assez d'eau et peu de bases échangeables pour la croissance des plantes.

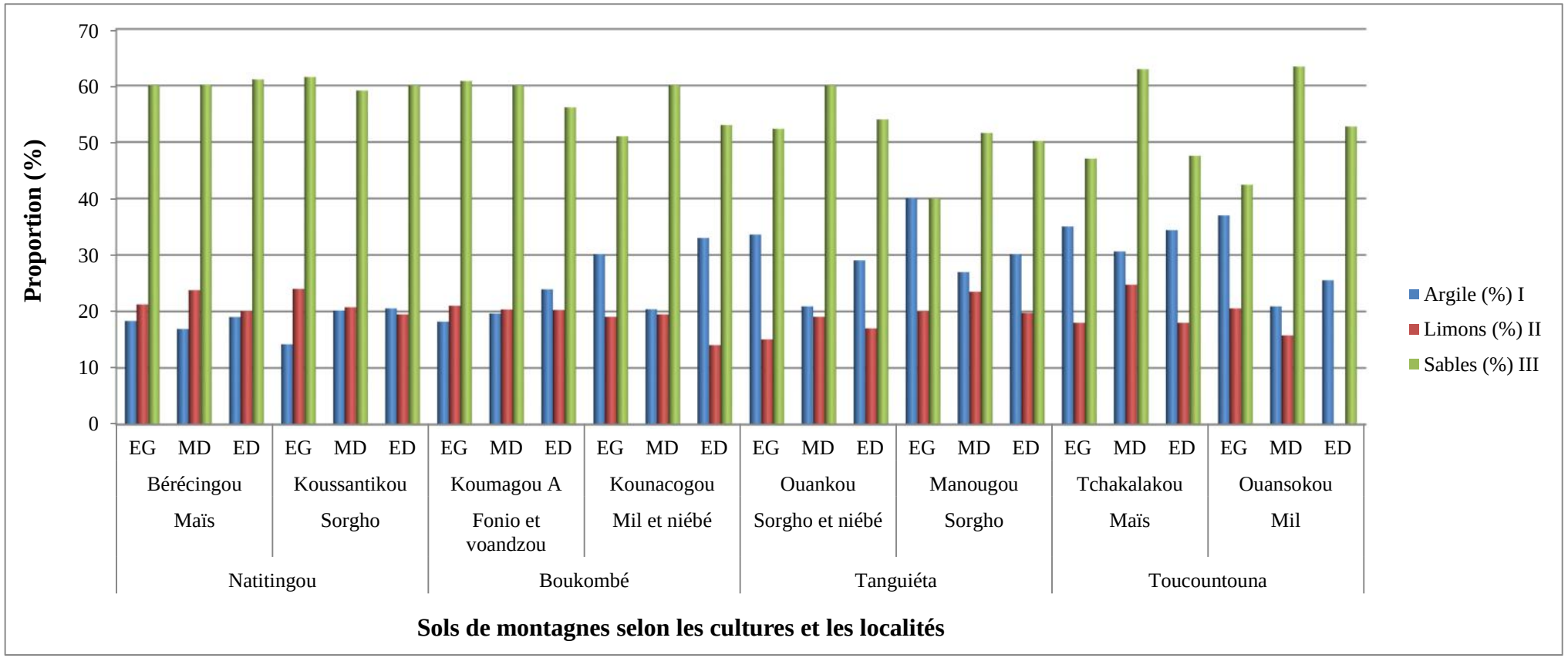


Figure 29 : Dynamique des différentes fractions granulométriques dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

6.2 Dégradation chimique des sols du nord-ouest de l'Atacora

La dégradation chimique des sols de plateaux et de montagnes affectés par les systèmes culturaux est déterminée dans les villages d'études.

6.2.1 Teneur en phosphore assimilable des sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013

La teneur en phosphore assimilable P (ppm) dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013 au nord-ouest de l'Atacora est plus élevée (7,48 %) en milieu de périmètre (MD) à Tchakalakou (Toucountoua) au site I (Figure 30). Cette teneur est plus faible (1,40 %) en altitude au site II à Koussantikou (Natitingou). Le phosphore a une teneur faible, inférieure à 20 % dans le milieu. Ces différentes données montrent que le phosphore a un faible pouvoir fixateur, témoignant ainsi la pauvreté des sols en azote dans le milieu. Le fonio et la jachère ont une forte capacité de rétention ou de régénérescence du Phosphore.

La teneur en phosphore assimilable P (ppm) dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013 au nord-ouest de l'Atacora varie entre 11,05 et 27,81 ppm et est plus élevée en milieu de diagonale (MD) à Tchakalakou (Toucountouna) au site I et à Ouansokou (Toucountouna) au site I, à mi ou bas de versants (Figure 31). Cette teneur est plus faible à l'extrême gauche (EG) à Bérécingou (Natitingou), au sommet des versants du site III.

Les 45,83 % des échantillons des sols étudiés ont une teneur supérieure à 20, donc bonne pour les cultures tandis que 54,17 % ont une teneur en phosphore inférieure à 20 %, de ce fait ces sols ne sont plus fertiles.

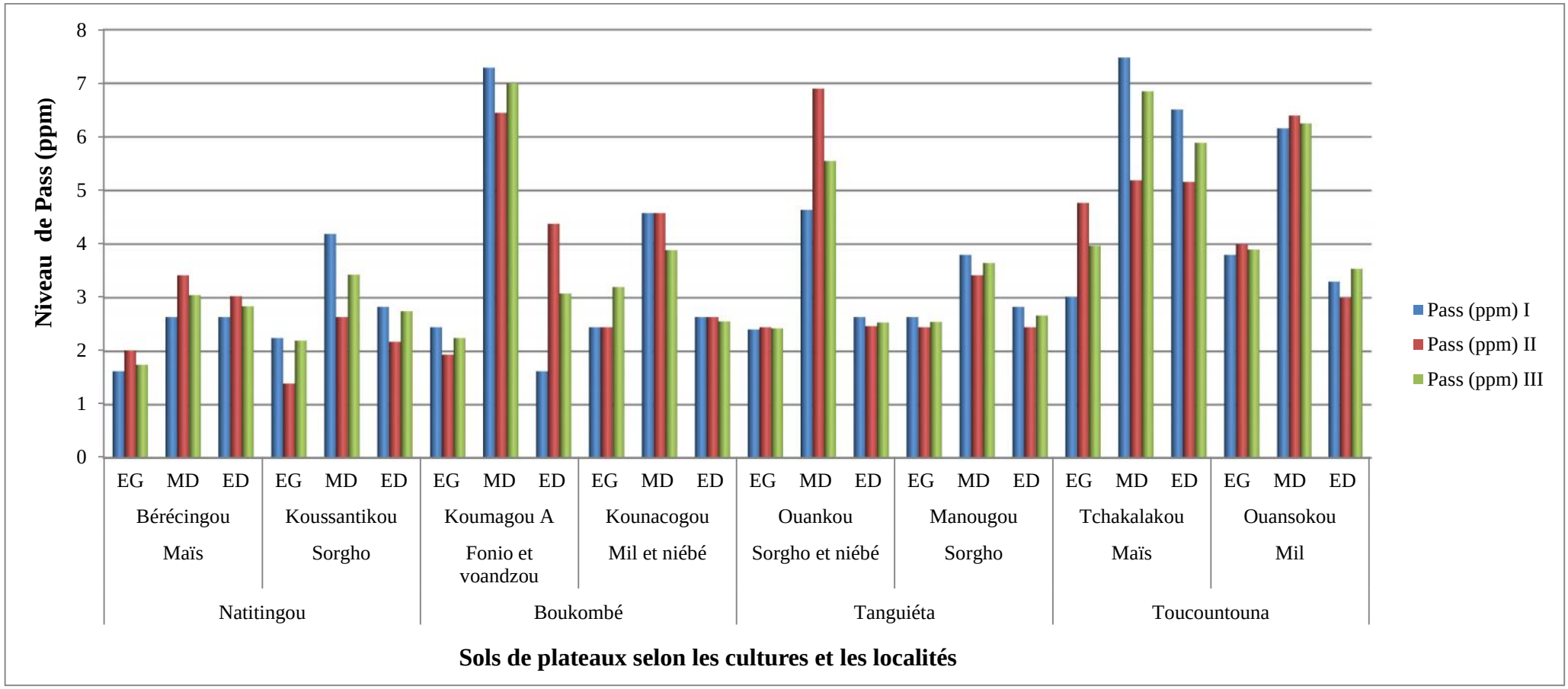


Figure 30 : Teneur en phosphore assimilable dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

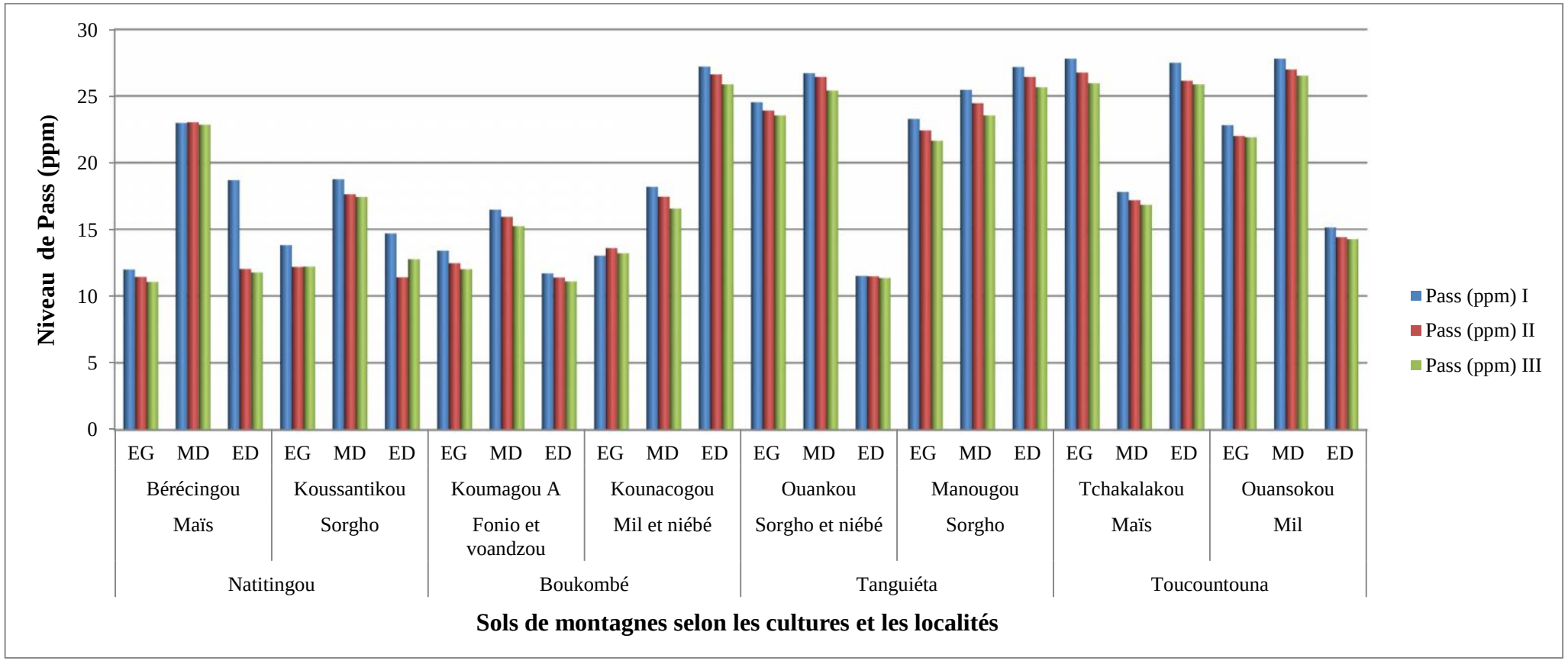


Figure 31: Teneur en Phosphore assimilable dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

6.2.2 Taux de carbone organique (Corg) dans les sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013

Le taux du Carbone Organique (C_{org}) des sols de plateaux varie de 0,29 à 3,84 % et est plus élevé à Manougou (Tanguiéta) au milieu du périmètre (MD) sur le site I et plus faible à l'extrême gauche (EG) au sommet du plateau dans le village de Koussantikou (Nattingou) sur le site II (Figure 32). Ainsi, les sols de plateaux sont donc très appauvris au niveau des sommets et des zones extrêmes, mais plus fertiles leur milieu (MD).

Les résultats des analyses chimiques des échantillons de sols des montagnes réalisées entre 2011 et 2013 montrent que le taux de carbone organique varie entre 1,10 et 4,33 % (Figure 33). Ce taux est plus élevé en milieu de périmètre (MD) ou au bas des versants (B-v) à Tchakalakou (Toucountouna) sur le site II et plus faible à l'extrême droite (ED) ou en haut de versants (H-v) à Koussantikou (Natitingou) sur le site I. Les taux les plus élevés de carbone organique ou de matière organique (MO) sont observés au niveau des échantillons de sols prélevés au bas de versants ou au milieu du périmètre et les plus faibles en haut de versants ou aux sommets. Ce constat peut s'expliquer par l'entrainement des débris végétaux des flancs des montagnes vers les bas de versants. Ce faible taux de Carbone organique (C_{org}) est dû à la pauvreté des sols en humus et à son lessivage en saison pluvieuse.

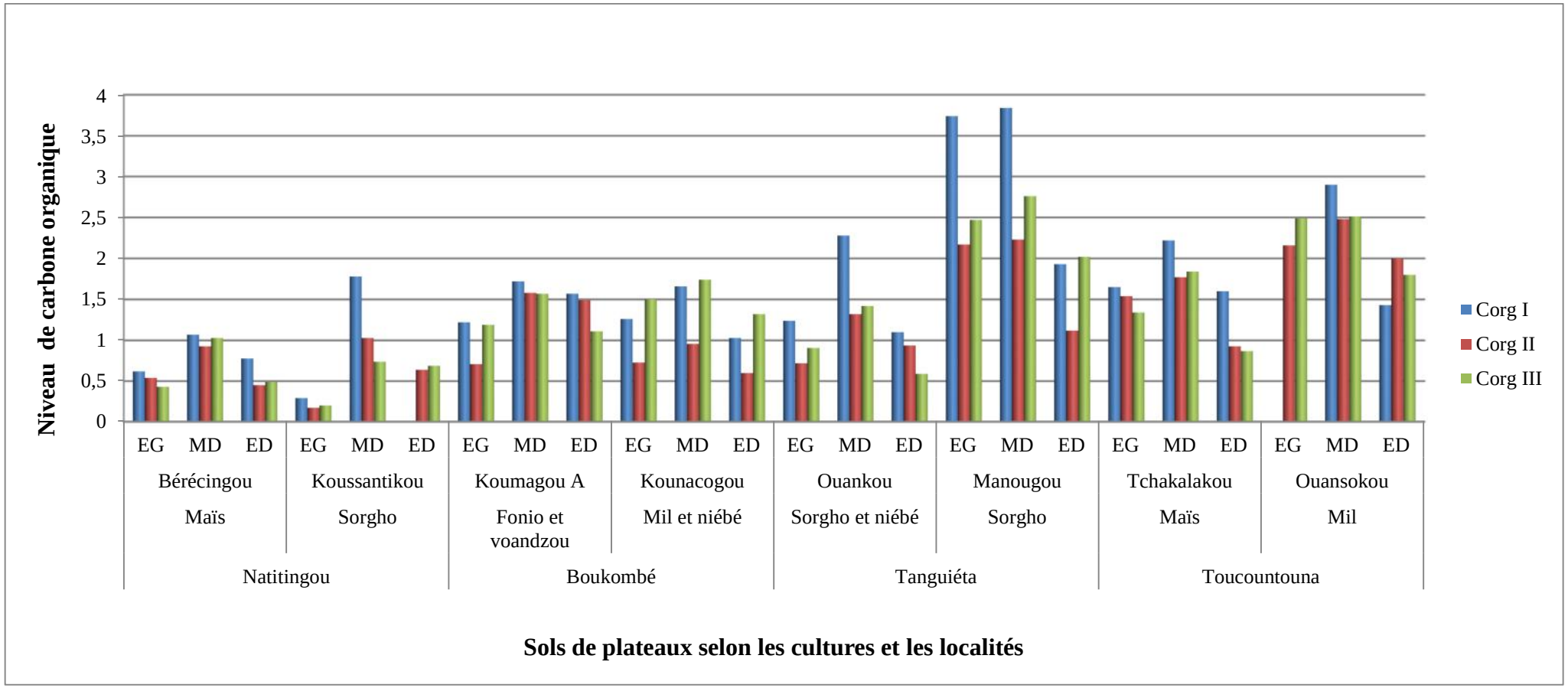


Figure 32 : Taux de carbone organique (C_{org}) dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

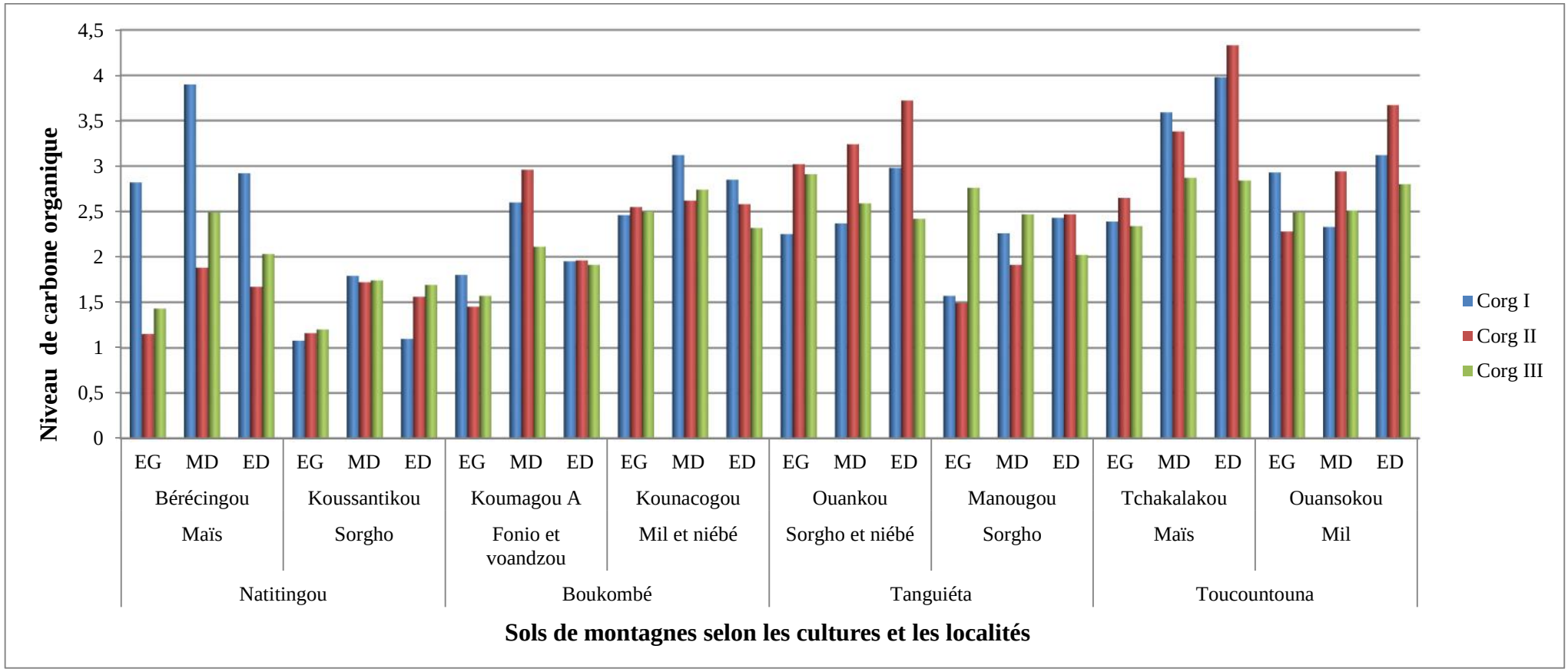


Figure 33 : Taux de carbone organique dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

6.2.3 Taux d’azote total (Nt) dans les sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013

Le taux d’azote total dans les sols de plateaux varie de 0,02 à 0,10 % (Figure 34). Ce taux est plus élevé à Manougou (Tanguiéta) en milieu de périmètre et plus faible en altitude à Koussantikou (Natitingou) à l’extrême gauche sur le site I. L’azote a une teneur inférieure à 0,2 dans les sols de plateaux.

Le taux d’azote total dans les sols de montagnes varie de 0,04 à 0,37 % (Figure 35). Ce taux est plus élevé à Kounacogou (Boukombé) en milieu de périmètre et plus faible en altitude à Manougou (Tanguiéta) à l’extrême gauche du périmètre sur le site I. Ce faible taux d’azote total (Nt) peut être dû à la pauvreté des sols en humus et à son lixiviation en saison pluvieuse.

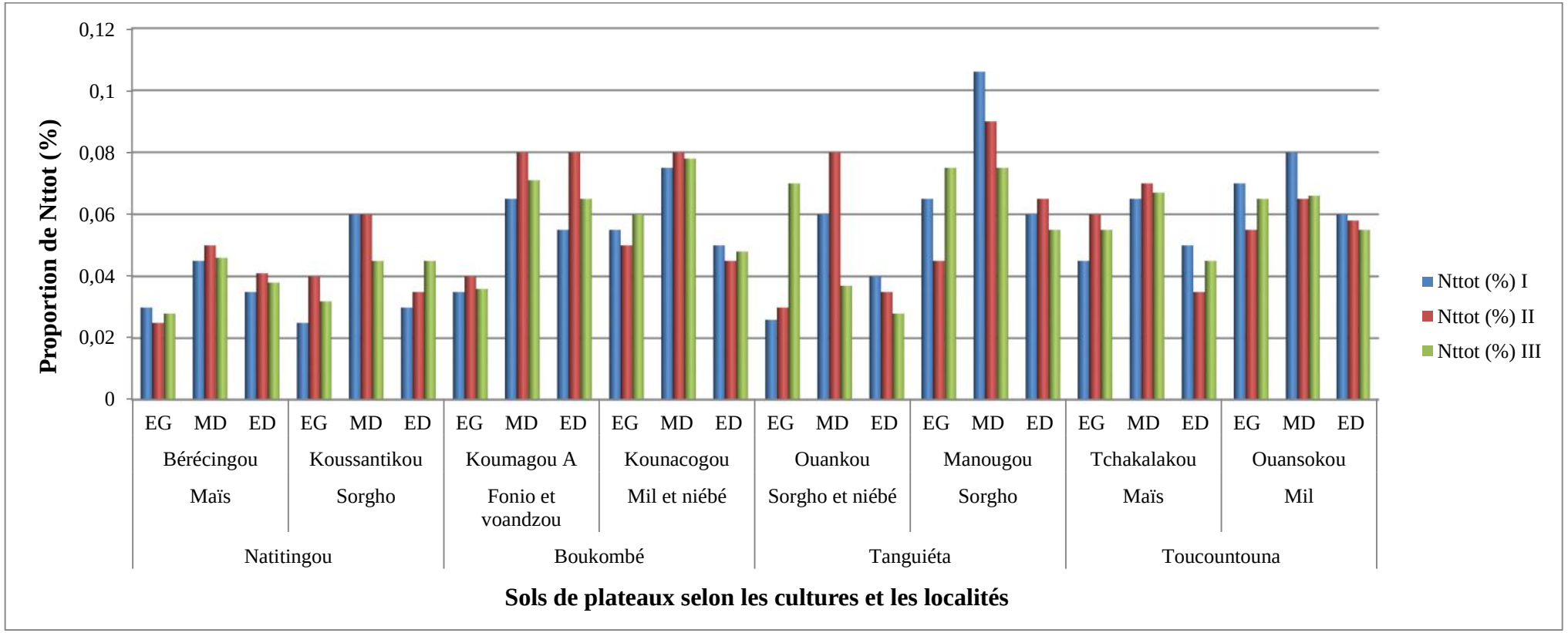


Figure 34 : Taux d'azote total (N_t) dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

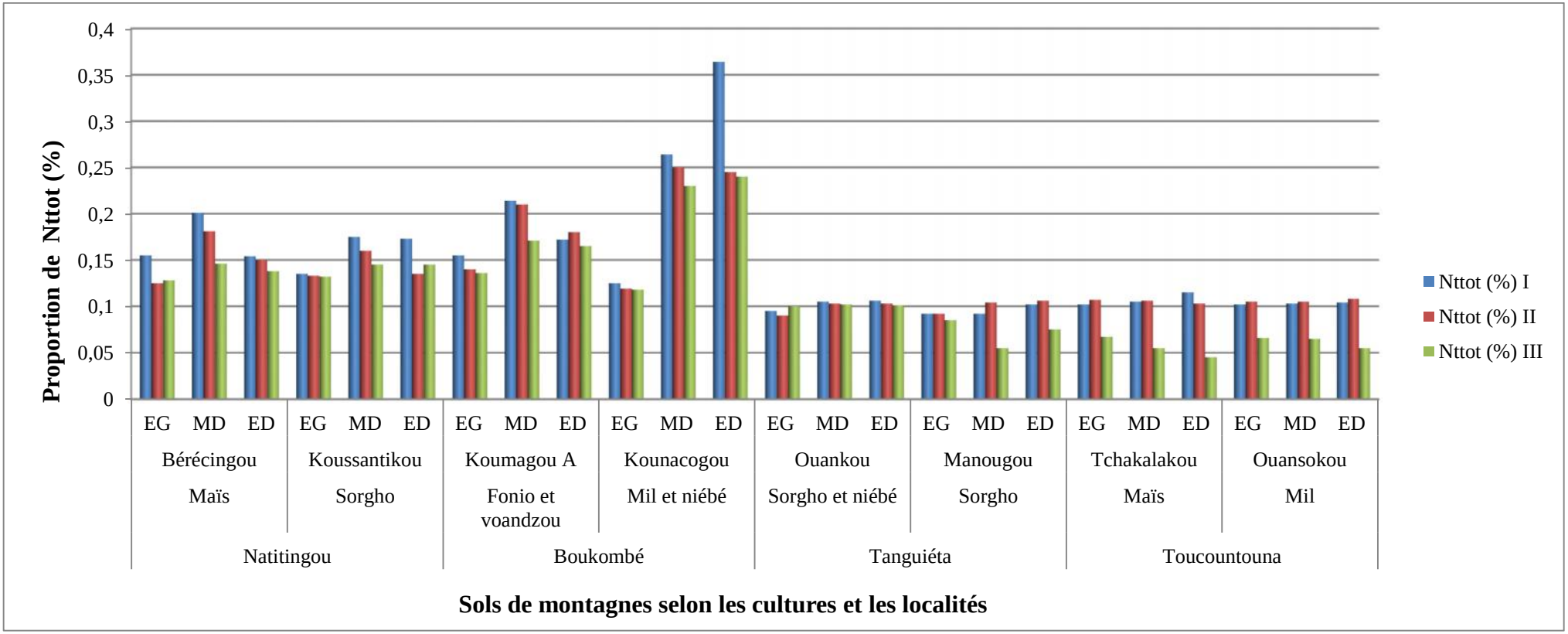


Figure 35 : Taux du rapport du carbone sur l'azote total dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

6.2.4 Valeurs du pHeau des sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013

Les valeurs du pHeau des sols de plateaux et des montagnes au nord-ouest de l'Atacora entre 2011 et 2013 (Figures 36 et 37) ont révélé qu'environ 98 % des échantillons de sols analysés ont des pH compris entre 3,76 et 6,61 témoignant ainsi d'une acidité forte à faible avec une teneur en azote en général faible à moyenne (0,09 et 0,11 %) pour la plupart des horizons des sols étudiés. Les autres échantillons (2 %) ont des valeurs de pH comprises entre 7,05 et 7,35 et des teneurs en azote inférieures à 0,1 % et témoignent que ces sols légèrement alcalins ont une faible teneur en azote.

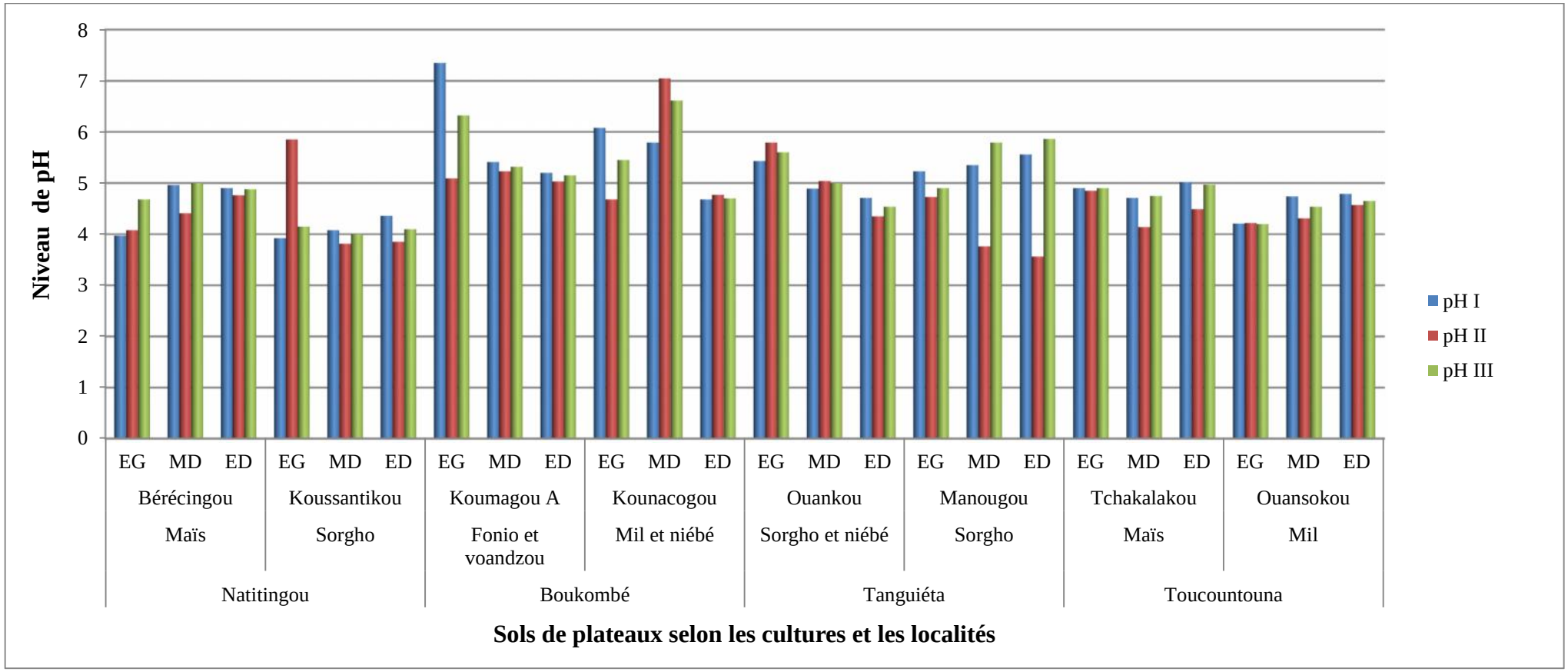


Figure 36 : Valeurs du pH eau au niveau des différents sites de placeaux entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

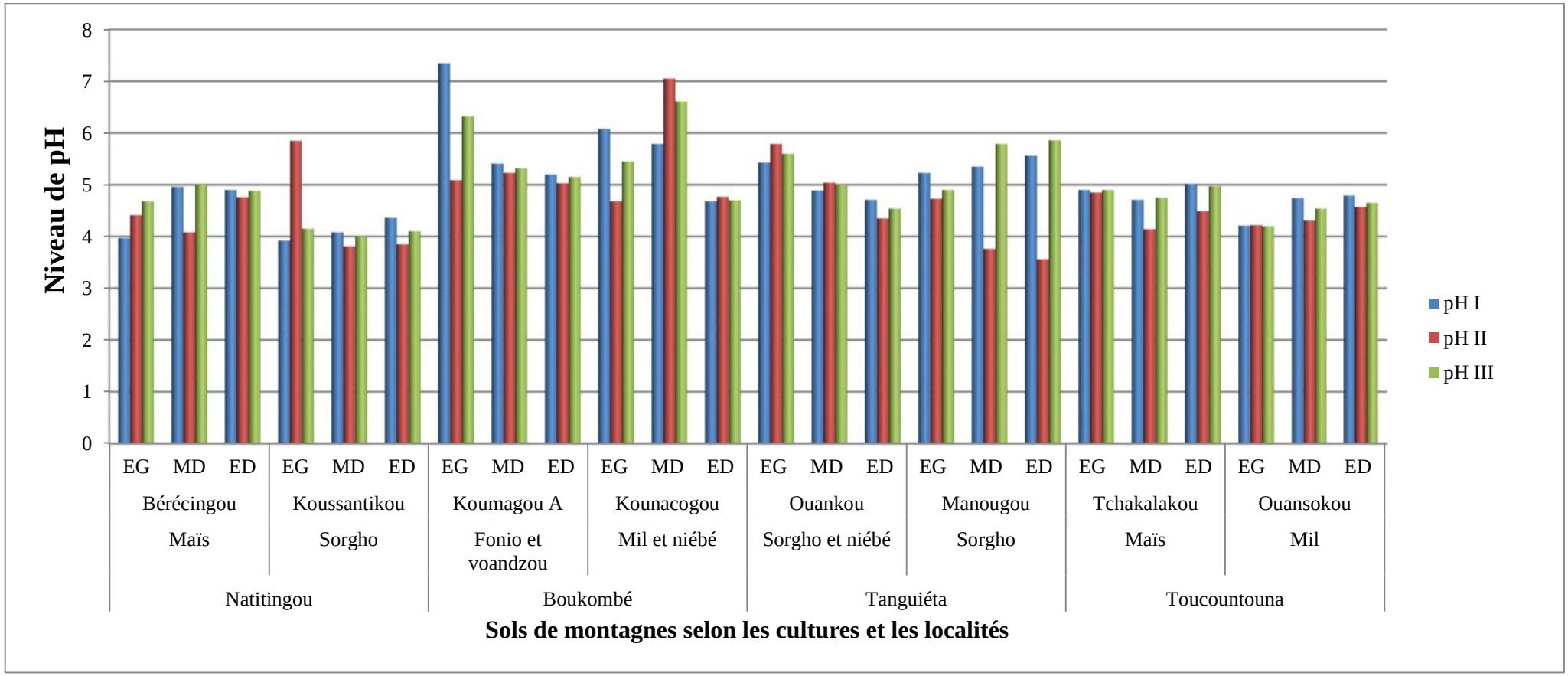


Figure 37 : Valeurs du pH eau au niveau des différents sites de montagnes entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

6.2.5 Valeurs de la capacité d'échange cationique (CEC) au niveau des différents sites d'étude

La capacité d'échange cationique, la saturation en base et la somme des bases sont en général faibles dans les sols étudiés au niveau des Communes du nord-ouest de l'Atacora (Figures 38 et 39).

La plupart des sols surtout ceux des plateaux ont une teneur faible en matière organique et une teneur moyenne en azote. Par contre, ces sols de plateaux présentent une déficience en phosphore à l'exception des sols hydromorphes et de montagnes. Ici l'explication peut être les nombreux bas-fonds dont regorgent les vallées la chaîne de l'Atacora.

La teneur en potassium de 70,83 % des échantillons de sols étudiés au nord-ouest de l'Atacora est élevée car supérieure à 0,4 méq/100g de sol (en annexe 7) qui est la teneur moyenne des sols. Ceci montre que ces sols ont une limitation faible pour les cultures. Cette teneur en potassium est moyenne (0,2 et 0,4 méq/100g de sol) pour 29,17 % des échantillons de sols étudiés. Ceci peut induire une limitation moyenne pour les cultures. La majorité des sols est faiblement pourvue en potassium (surtout les sols de plateaux), par contre, les sols de montagnes disposent encore de bonne teneur en potassium variant respectivement entre 0,94 et 1,53 entre 2011 et 2013.

La capacité d'échange cationique (CEC) assez élevée dans les sols de montagne varie de 10 à 30 méq/100g de sol. Par contre, elle est faible (6 à 0,4 méq/100g de sol) à moyenne (10 à 16 méq/100g de sol) dans les sols de plateaux.

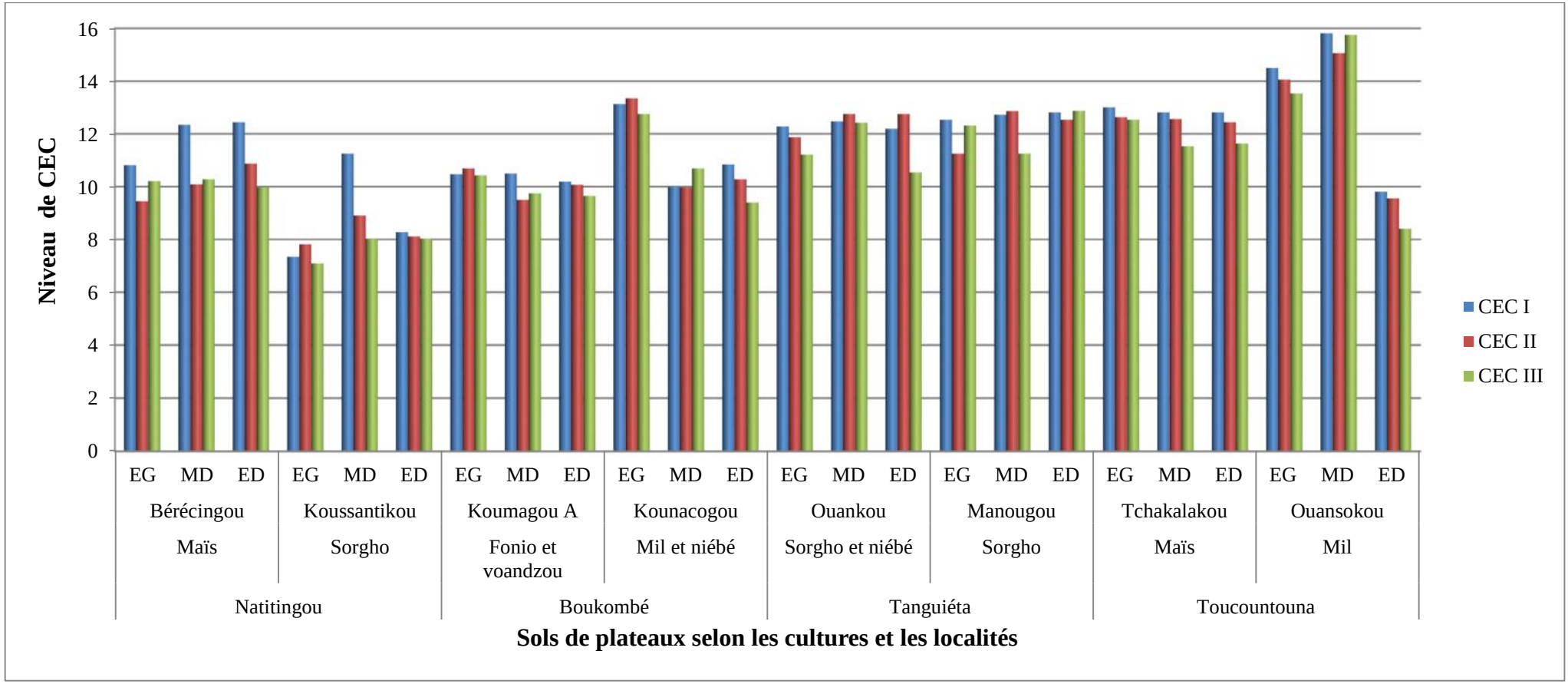


Figure 38: Valeurs de la CEC au niveau des différents sites de plateaux entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

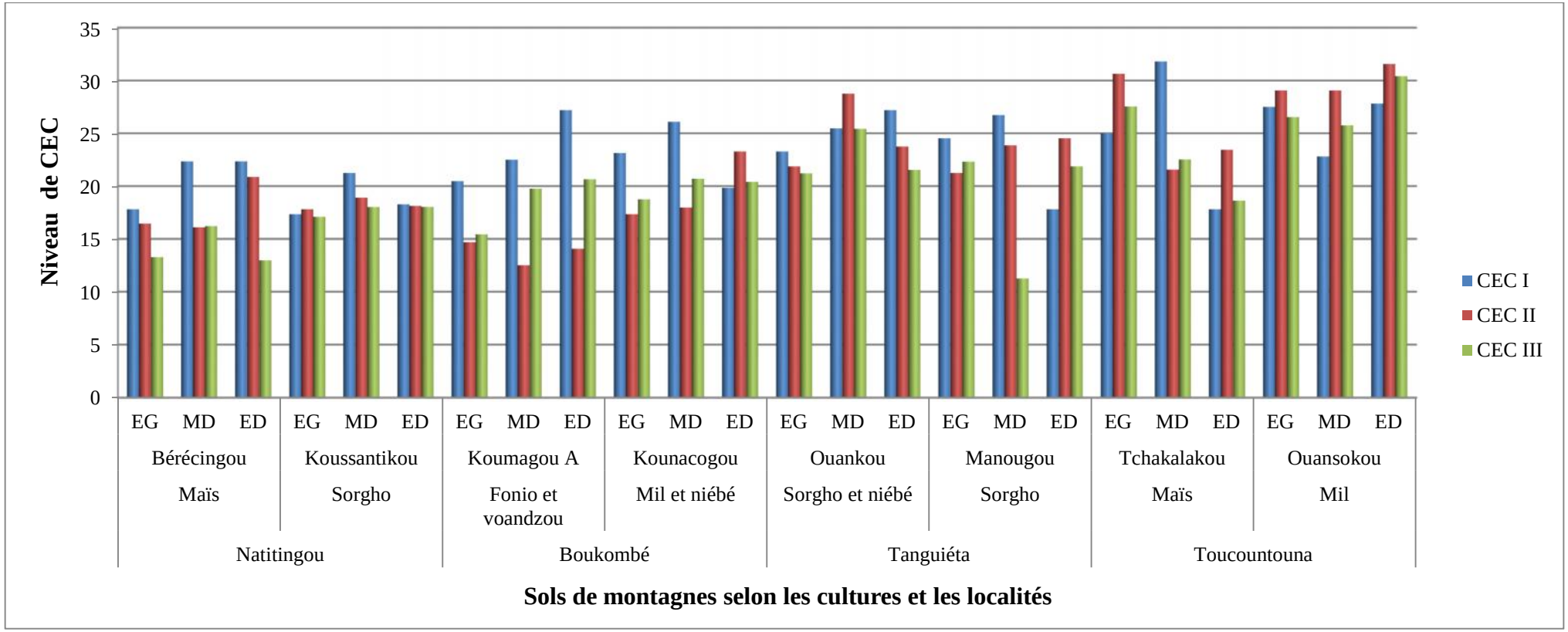


Figure 39 : Valeurs de la CEC au niveau des différents sites de montagnes entre 2011 et 2013

Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre

6.3 Dégradation chimique et niveaux de fertilité des sols

Les différents sols de plateaux et de montagnes sont relativement peu pourvus en matière organique. Les sols qui abritent les cultures sont chimiquement dégradés à cause d'une surexploitation de plusieurs années. Ces sols sont donc astreints faute de colloïde organique à un lessivage qui cause de préjudice aux productions agricoles, leurs niveaux de fertilité étant en général moyen à bas.

Les niveaux de fertilité chimique des sols au nord-ouest de l'Atacora sont en général (annexe 7) : moyen à bas, moyen, élevé-moyen et élevé. Entre 2011 et 2013, 41,66 % des sols étudiés appartiennent à la classe de niveau de fertilité moyen et de niveau de fertilité élevé-moyen, 16,67 % des sols appartiennent à la classe de niveau de fertilité moyen-bas et 0,02 % des sols appartient au niveau de fertilité élevé.

Le niveau de fertilité élevé-moyen peut être expliqué par l'effet d'accumulation de la matière organique, suite à la décomposition des débris végétaux qui sont entraînés vers le bas des versants par les eaux de ruissellement. Cependant, la grande partie (42 %) des échantillons de sols étudiés a un niveau de fertilité moyen. Toutefois, 42 % des sols de plateaux sont de niveau moyen-bas.

6.4 Comparaison de l'état des sols de plateaux et de montagnes

L'analyse pédologique des différents échantillons de sols de plateaux et de montagnes a suscité des comparaisons surtout sur l'effet du type de sol et des sites d'exploitation, les taux moyens des différents éléments chimiques (C, N et P) au niveau des sols de plateaux et de montagnes (valeurs moyennes et erreurs standards) et les taux moyens des différents éléments chimiques des sols de montagnes en fonction de l'année (valeurs moyennes et erreurs standards).

6.4.1 Taux de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique (CEC) en fonction des types de reliefs et du temps

L'analyse de variance entre le taux de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique (CEC) et les types de reliefs, de sols et du temps est présentée dans le tableau XXII.

Tableau XXII : Analyse de variance entre le taux de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique (CEC) et les types de reliefs, de sols et du temps

Facteurs		Taux de carbone	Taux d'azote	Taux de phosphore	CEC
Source	ddl	F	F	F	F
Types de relief (plateau et montagne)	1	62,97***	131,97***	447,54***	299,86***
Année	2	2,29ns	1,82ns	0,31ns	3,34*
Type * Année	2	0,89ns	1,75ns	0,35ns	0,97ns

*** : différence significative au seuil de 0,1% ;* : différence significative au seuil de 5% ; ns : non significative.

Les taux de carbone, d'azote, de phosphore et la capacité d'échange cationique au niveau de ces sols varient très significativement en fonction du type de reliefs et de sols ($P < 0,0001$) (Tableau XXII). Toutefois, ces taux n'ont pas varié significativement dans le temps ($P > 0,05$) à l'exception de la CEC qui a varié légèrement ($P < 0,05$).

6.4.2 Taux moyen de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique des sols de plateaux et de montagnes

Les valeurs moyennes des taux de carbone (C), d'azote (N), de phosphore (P) et de capacité d'échange cationique (CEC) des types de sols de plateaux et de montagnes sont présentées dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII : Taux moyen de carbone (C), d'azote (N), de phosphore (P) et de CEC des sols de plateaux et des montagnes

Taux / **Facteurs**		**Carbone**			**Azote**			**Phosphore**			**CEC**		
Source	N	Moy	StDev	SE	Moy	StDev	SE	Moy	StDev	SE	Moy	StDev	SE
Type de relief													
Montagne	72	2,413	0,782	0,092	0,132	0,056	0,007	19,12	5,96	0,70	21,67	4,81	0,23
Plateau	72	1,428	0,717	0,717	0,054	0,018	0,002	3,61	1,57	0,19	11,26	1,92	0,57
Probabilité			0,000***			0,000***			0,000***			0,000***	

*** : différence significative au seuil de 0,1 % ; Moy : moyenne ; SE : erreurs standards ; N : Taille de l'échantillon StDev : Standards de déviation ou écarts types ; CEC : capacité d'échange cationique ;

Les éléments nutritifs (C, N et P) et la capacité d'échange cationique sont plus représentés dans les sols des montagnes que ceux des plateaux. Ainsi, sur les montagnes, ces valeurs sont de 2,41 % pour le carbone ; 0,13 % pour l'azote ; 19,12 ppm pour le phosphore ; 21,67 méq pour la CEC. Sur les plateaux, ces valeurs sont de 1,43 % ; 0,05 % ; 3,61 ppm et 11,26 méq (tableau XXIII).

6.4.3 Teneur moyenne en CEC, N, C et P et texture complète des sols de plateaux et de montagnes

La valeur moyenne des différents paramètres étudiés (carbone, azote, phosphore et CEC) en fonction de l'année est présentée dans le tableau XXIV.

Tableau XXIV : Taux moyen de carbone (C), d'azote (N), de phosphore (P) et de CEC des sols de montagnes et de plateaux en fonction de l'année

Taux / **Facteurs**		**Texture**	**C**(%)			**Ntotal** (%)			**P** (ppm)			**CEC** (méq/100g de sol)		
Source	**N**	Moy.	Moy	StDev	SE	Moy	StDev	SE	Moy	StDev	SE	Moy	StDev	SE
Année														
2011	48	LS-LAS	2,108	0,972	0,13	0,099	0,066	0,009	11,77	9,32	1,3	17,45	6,53	0,94
2012	48	LS-LAS	1,824	0,930	0,14	0,095	0,053	0,008	11,24	8,93	1,3	16,39	6,59	0,95
2013	48	LS-LAS	1,829	0,760	0,11	0,084	0,049	0,007	11,09	8,65	1,2	15,55	5,95	0,86
Probabilité				0,105ns			0,165ns			0,731ns			0,038*	

*** : différence significative au seuil de 0,1 % ; * : différence significative au seuil de 5 % ; ns : non significative ; Moy : moyenne ; SE : erreurs standards ; StDev : Standards de déviation ou écarts types ; CEC : capacité d'échange cationique ; N : Taille de l'échantillon

Les taux de carbone, d'azote et de phosphore ne varient pas significativement en fonction de l'année ($P > 0,05$) tandis que la CEC varie significativement en fonction de l'année ($P < 0,05$) (Tableau XXIV). Toutefois, les taux de tous ces divers éléments ont baissé en fonction de l'année. Une nette différence est observée entre les taux de carbone, d'azote, de phosphore et la CEC des sols de plateaux et de montagnes. Ces taux sont plus élevés au niveau des sols de montagnes contrairement aux sols des plateaux où ils sont plus faibles. Ainsi, les sols de montagnes sont plus fertiles que ceux des plateaux. Une diminution progressive des taux de carbone (C), d'azote (N), de phosphore (P) et de CEC est notée dans le temps.

6.4.4 Analyse comparative des caractéristiques chimiques des sols de montagnes et de plateaux

L'exploitation continue des terres sans l'utilisation des techniques de restauration et de conservation adaptée conduit indubitablement à la dégradation des sols au nord-ouest de l'Atacora. Ceci explique l'état actuel des sols des plateaux de la zone montagneuse de l'Atacora dont les caractéristiques chimiques sont très faibles quelles que soient les localités considérées. En effet, la prise en compte des taux de carbone organique et de l'azote qui sont deux paramètres majeurs de la fertilité chimique des sols montre que les teneurs en carbone organique, donc en matière organique et en azote des sols des plateaux varient respectivement entre 0,20 % et 3,84 % puis entre 0,02 et 0,10 % sur les plateaux alors que dans les sols des versants des montagnes des mêmes localités, ces teneurs sont beaucoup plus élevées variant entre 1,10 % et 4,33 % pour les teneurs en carbone organique et entre 0,04 % et 0,36 % pour le taux d'azote (Annexes 7 et 8).

Ce phénomène peut être expliqué par la forte pression sur les sols de plateaux en termes de durée et de pratiques peu adaptées (cultures sur brûlis ou cultures avec exportation totale des résidus de récolte) qui sont la cause des dégradations physiques, chimiques et biologiques pendant que les sols de montagne plus difficiles à exploiter à cause de l'accès très pénible sont restés inexploités et très riches en matière organique. Les sols des montagnes du nord-ouest de l'Atacora ont de forte capacité d'échange cationique (teneur supérieur à 10 dans une large majorité) pour presque tous les sites. Les sols des montagnes contrairement aux sols des plateaux ne sont pas totalement lessivés. Ces sols moins lessivés donnent un rendement moyen. Ainsi, les producteurs ne font pas usage des produits chimiques sur les champs de montagnes qui constituent d'ailleurs une source de pollution chimique. Ceci contraste bien avec la réalité,

car des produits de rente (coton et tabac) sont plus cultivés sur des terres fermes et les bas-fonds, mais l'étude s'est beaucoup plus basée sur des terres des montagnes qui restent un dernier recours pour les habitants.

Conclusion partielle

La majorité des sols est caractérisée par un niveau élevé-moyen de fertilité et un état actuel des caractéristiques physico-chimiques très faible. Ainsi, les sols de plateaux analysés restent infertiles et sont biologiquement et chimiquement dégradés suite à l'exploitation sur de longues années (10 ans). Les sols de montagnes moins exploités témoignent que l'ensemble des sols de la zone d'étude perdent leur potentiel agronomique à cause du relief et des actions anthropiques. En somme les sols du nord-ouest de l'Atacora sont caractérisés par un niveau moyen, élevé-moyen et moyen à bas de fertilité.

SEPTIEME CHAPITRE : CARACTERISATION DE L'AGRO-BIODIVERSITE DES PLANTES DANS LES AGROSYSTEMES AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

Ce chapitre aborde la diversité spécifique des agrosystèmes et la relation entre le genre et l'agro-biodiversité. Dans le secteur d'étude, l'agro-biodiversité végétale est subdivisée en trois catégories : plantes cultivées, plantes para-cultivées et plantes spontanées (Annexe 9).

7.1 Agro-biodiversité des plantes cultivées

Une trentaine d'espèces inventoriées dans la flore cultivée du nord-ouest de l'Atacora est répartie en sept groupes : céréales, légumineuses, racines et tubercules, cultures de rente, légumes (fruits et feuilles), ligneux cultivés (alimentaires, énergétique, service) et plantes fourragères.

7.1.1 Agro-biodiversité des céréales

Les céréales présentées dans le tableau XXV sont constituées du sorgho (*Sorghum bicolor),* du mil (*Pennisetum glaucum),* du maïs (*Zea mays*), du riz (*Oryza sativa*) et du fonio (*Digitaria exilis*).

Tableau XXV: Variétés des céréales cultivées au nord-ouest de l'Atacora

Cultures	Noms scientifiques	Nombre de variétés (cultivars)	Nombre moyen de variétés (cultivars) / exploitation
Fonio	*Digitaria exilis*	4	2
Maïs	*Zea mays*	8	4
Mil	*Pennisetum glaucum*	4	3
Riz	*Oriza sativa*	7	3
Sorgho	*Sorghum bicolor*	9	5
Nombre total moyen de cultivars/ exploitation		-	3,4
Nombre total de cultivars de céréales		32	-

Le nombre moyen de cultivars de céréales par exploitation est plus important pour le sorgho (5 cultivars) et le maïs (4 cultivars) mais faible pour le fonio (2 cultivars) (tableau XXV). Le riz et le mil ont chacun 3 cultivars par exploitation. Au total, 32 cultivars sont identifiés au cours des travaux de terrain pour les cinq céréales les plus importantes au nord-ouest de l'Atacora. Le sorgho (9 cultivars), le maïs (8 cultivars) et le riz (7 cultivars) ont le plus grand nombre de cultivars.

7.1.2 Agro-biodiversité des légumineuses

Le niébé (*Kerstingella geocarpa, Phaseolus vulgaris, Sphenostylis stenocarpa, Vigna unguculata*), le voandzou (*Voandzea subterranea*), l'arachide (*Arachis hypogea*) et le soja (*Glycine max*) sont les légumineuses les plus importantes au nord-ouest de l'Atacora. En outre, le sésame (*Sesamum indica*) et le pois d'angole (*Cajanus cajan*) sont accessoirement cultivés. Les variétés (cultivars) des différentes espèces de légumineuses cultivées au nord-ouest de l'Atacora sont présentées dans le tableau XXVI.

Tableau XXVI : Variétés des légumineuses cultivées au nord-ouest de l'Atacora

Cultures	Noms scientifiques	Nombre de cultivars	Nombre moyen de cultivars/ exploitation
Niébé	*Kerstingella geocarpa, Phaseolus vulgaris, Sphonostylis stenocarpa, Vigna ungulata*	17	5
Arachide	*Arachis pentois*	12	3
Voandzou	*Voandzeia subterranea*	5	3
Soja	*Glycine max*	3	3
Sésame	*Sesamum indicum*	3	3
Pois d'angole	*Canjanus cajan*	2	2
Nombre total moyen de cultivars/ exploitation		-	3,17
Nombre total de cultivars de légumineuses		42	-

La diversité des cultivars de légumineuses cultivées au nord-ouest de l'Atacora est de 42 cultivars (tableau XXVI). Le niébé et l'arachide ont les plus grands nombres de cultivars. Ces deux légumineuses totalisent 29 cultivars, soit 69 % des cultivars de légumineuses du secteur d'étude (tableau XXVI). Par ailleurs, le nombre moyen de cultivars de légumineuses par exploitation est de 3,17. Le niébé a le plus grand nombre de cultivars (5) par exploitation. Par contre, dans chaque exploitation de pois d'angole, on retrouve ses deux cultivars (tableau XXVI).

7.1.3 Agro-biodiversité des racines et tubercules

Dans les agrosystèmes du nord-ouest de l'Atacora, les deux principales racines et tubercules les plus cultivés sont les suivants (tableau XXVII) : manioc ; ignames. En termes de diversité spécifique, une seule espèce de manioc (*Manihot esculenta*) et une dizaine d'espèces d'ignames

(*Dioscorea spp.*) sont cultivées. En outre, la patate douce (*Ipomea batatas*) et le taro (*Colocasia esculenta*) sont accessoirement cultivés.

Tableau XXVII : Variétés des racines et tubercules cultivées au nord-ouest de l'Atacora

Cultures	Noms scientifiques	Nombre de cultivars	Nombre moyen de cultivars / exploitation
Igname	*Dioscorea spp.*	175	12
Manioc	*Manihot esculanta*	18	2
Patate douce	*Ipomoea batata L.*	4	3
Taro	*Colocasia esculenta (L.)*	3	2
Nombre total moyen de cultivars/ exploitation		-	4,75
Nombre total de cultivars de racines et tubercules		200	-

Dans le nord-ouest de l'Atacora, l'igname prédomine avec 87,5 % de cultivars, soit 175 cultivars sur les 200 cultivars recensés (tableau XXVII). Elle est suivie du manioc avec 9 % de cultivars, soit 18 cultivars. Par ailleurs, le nombre moyen de cultivars de racines et tubercules par exploitation est de 4,75. L'igname a le plus grand nombre (12) de cultivars par exploitation. Elle est suivie de la patate douce avec 3 cultivars par exploitation. Nonobstant les 18 cultivars de manioc recensés, 2 cultivars sont dénombrés par exploitation. Dans le secteur d'étude, 3 cultivars de taro sont recensés avec en moyenne 2 cultivars par exploitation.

7.1.4 Agro-biodiversité du coton et du tabac

Le coton est la principale culture de rente au nord-ouest de l'Atacora. Il occupe 94 % des superficies emblavées pour les cultures de rente. Trois espèces de coton (*Gossypium arboreum, Gossypium barbadense* et *Gossypium hirsutum*) sont cultivées. Le tabac avec 6 % des emblavures est la deuxième culture de rente. Dans les différentes exploitations, seule l'espèce *Nicotiana tabacum* est cultivée.

7.1.5 Agro-biodiversité des légumes (fruits et feuilles)

La production du gombo (*Abelmoschus esculentus*) est la plus importante des légumes cultivés (Tableau XXVIII). Le gombo est généralement cultivé dans les champs ordinaires, dans les interstices des autres cultures (maïs, sorgho, mil, etc.) ou dans les jardins de case. Par contre, les autres légumes sont exclusivement cultivés dans les espaces maraîchers, proches des habitations dans les écosystèmes spécifiques tels que les bas-fonds, les abords des marigots et des points d'eau. Les autres légumes régulièrement rencontrés dans le nord-ouest de l'Atacora

sont les suivants : la tomate (*Lycopersicum esculentum*) ; le piment (*Capsicum frutescens*) ; les amarantes (*Amaranthus spp.*) ; l'oseille de guinée (*Hybiscus sabdariffa*) ; le vernonia (*Vernonia amygdalina*) ; le basilic (*Ocimum gratissimum et Ocimum basilicum*) ; les courges (*Citrullus sp., Cucumeropsis mannii* et *Lagenaria siceraria*) (Tableau XXVIII).

Tableau XXVIII : Cultivars de légumes cultivées au nord-ouest de l'Atacora

Cultures	Noms scientifiques	Nombre de cultivars	Nombre moyen de cultivars / exploitation
Gombo	*Abelmoschus esculentus*	*7*	7
Tomate	*Lycopersicum esculentum*	*6*	4
Piment	*Capsicum frutescens*	*6*	6
Amarantes	*Amaranthus spp.*	*6*	3
Oseille	*Hybiscus sabdariffa*	*5*	5
Vernonia	*Vernonia amygdalina* (L.)	*2*	2
Basilic	*Ocimum gratissimum et O. basilicum*	*2*	2
Courges	*Citrullus sp., Cucumeropsis mannii* *Lagenaria Siceraria*	*3*	3
Nombre total moyen de cultivars/ exploitation		-	**4**
Nombre total de cultivars de légumes		**37**	-

Les agriculteurs cultivent 37 cultivars de légumes dans le secteur d'étude (Tableau XXVIII). Le gombo, la tomate, le piment, les amarantes et l'oseille ont les plus grands nombres de cultivars. Le nombre moyen de cultivars par exploitation est de 4. Les cultivars du gombo ou des autres légumes sont retrouvés dans chaque exploitation à l'exception de la tomate et des amarantes.

7.1.6 Agro-biodiversité des ligneux et des espèces fourragères cultivés

Dans le nord-ouest de l'Atacora, les ligneux sont cultivés à des fins alimentaires, commerciales ou pour l'enrichissement du sol. Ainsi, les principales espèces cultivées à des fins alimentaires ou commerciales sont le manguier (*Mangifera indica*) et l'anacardier (*Anacardium occidentale*). Ces plantations sont en très faibles superficies en raison du manque de terres qui est la caractéristique de la zone d'étude. Le teck *(Tectona grandis*) et le gmélina (*Gmelina arborea*) sont les ligneux cultivés à des fins commerciales. Ils sont des espèces agroforestières qui participent à l'enrichissement des sols. Ces deux espèces ont en moyenne une densité de 200 individus par hectare dans le secteur d'étude.

Enfin, les espèces fourragères cultivées destinées à l'alimentation du bétail sont les suivantes : le mucuna (*Mucuna pruriens*) ; le panicum (*Panicum maximum*). Ces plantes sont cultivées sur de très petites superficies et occupent une minorité (10 %) des agro-éleveurs.

7.2 Agro-biodiversité des plantes para-cultivées

Lors des défrichements, les producteurs du nord-ouest de l'Atacora épargnent les espèces para-cultivées qu'ils entretiennent d'année en année dans leurs agrosystèmes et qui leur donnent l'image d'un type particulier d'agroforesterie. Les espèces qui, poussant dans l'espace agricole et bénéficiant de traitements particuliers à cause de leurs importances socio-économiques représentent la flore para-cultivée. Dans le secteur d'étude, on en dénombre principalement cinq espèces pérennes : le néré (*Parkia biglobosa),* le karité (*Vitellaria paradoxa),* le baobab (*Adansonia* d*igitata*), le fisanier (*Blighia sapida*) et le rônier (*Borassus aethiopum*).

7.2.1 Néré (*Parkia biglobosa*)

Le néré (*Parkia biglobosa*) est l'une des essences sauvages les plus valorisées par les populations locales (99 %) du nord-ouest de l'Atacora à cause de son intérêt socio-économique. La diversité des noms en langues locales a reflété les connaissances traditionnelles anciennes connues sur l'espèce. Les femmes, mieux informées sur les arbres, sont les dépositaires des connaissances concernant les fruits et les graines. Elles manipulent les graines, les transforment et les incorporent aux aliments. Pour de multiples fonctions, les agriculteurs protégent la plante lors des défrichements culturaux. Le fruit entre dans l'alimentation humaine et animale. Les graines fermentées (moutarde) constituent le produit le plus apprécié et le plus utilisé. Différentes parties sont utilisées. Le bois devient bois de chauffe, l'écorce entre dans la préparation de plusieurs médicaments traditionnels. Les parcs à néré ne sont pas courants dans le secteur d'étude. Cependant, dans les exploitations agricoles, la densité du néré varie en moyenne entre 4 et 28 individus par hectare selon qu'on est dans un champ de coton ou dans les champs de céréales.

7.2.2 Karité (*Vitellaria paradoxa*)

Le karité (*Vitellaria paradoxa)* pousse à l'état naturel au nord-ouest de l'Atacora. Ses premiers fruits n'apparaissent qu'après environ 10 ans. Beaucoup de communautés céréalières du nord-ouest de l'Atacora, voire du nord du Bénin interdisent de couper les arbres de karité, ce qui eut pour résultat le développement de parcs à karité. Il appartient souvent à des agrosystèmes

incluant la jachère car même jeune, cet arbre pyrophyte supporte les feux incontrôlés. Le fruit comestible du karité contient une amande dont on tire le beurre de karité ayant des propriétés apaisantes et protectrices pour la peau. D'après les populations locales, le karité contribue à la croissance économique du nord-ouest de l'Atacora, car elle participe à 95 % dans l'alimentation des populations locales. Sa production, sa commercialisation et sa transformation sont des activités qui occupent essentiellement les femmes rurales du nord-ouest de l'Atacora. Dans les parcs à karité, la densité de cette espèce est en moyenne de 60 individus par hectare. Par contre, dans les exploitations agricoles, cette densité varie en moyenne entre 8 et 28 individus par hectare selon qu'on est dans un champ de coton ou dans les champs de céréales.

7.2.3 Fisanier (*Blighia sapida*)

Les producteurs accordent une protection particulière au fisanier ou faux acajou (*Blighia sapida*) du fait de son intérêt alimentaire et économique. Cette protection a contribué au développement d'une agroforesterie par 92 % des agriculteurs interrogés. Elle est préservée au nord-ouest de l'Atacora surtout pour son fruit. Elle donne des fruits deux fois par an, la première pendant la pénurie alimentaire (mars-avril) et la seconde pendant les pics de récoltes (septembre-octobre). Le fruit de cet arbre est largement utilisé comme condiment. Les arilles peuvent être consommés sans danger pour la santé lorsque le fruit devient rouge et s'ouvre sous les effets des rayons solaires. Le fruit est habituellement préparé bouilli ou est consommé cru dans certains villages. Lorsqu'il est consommé vert, il entraîne des vomissements et dans certains cas la mort par empoisonnement. En dehors de sa fonction alimentaire, le tégument du fruit est utilisé comme détergent (savon) pour laver les vêtements. Le fisanier se retrouve parfois dans les champs (mil, sorgho, maïs et coton) ou dans les habitations. Contrairement au karité et au néré, la densité du fisanier baisse au fur et à mesure que l'on s'éloigne des habitations. Sa densité à l'hectare varie en moyenne entre 4 et 12 individus.

7.2.4 Baobab (*Adansonia digitata*)

On retrouve le baobab dans tout le nord-ouest de l'Atacora mais avec une concentration plus forte dans les Communes de Boukombé et de Tanguiéta. Toutes les parties de l'arbre sont utilisées par plus de 93 % des communautés locales. Les feuilles sont les plus consommées aussi bien par l'homme que par le bétail. Les feuilles sont utilisées comme anti-diarrhéique et anti-inflammatoire. La poudre de feuille desséchée est antianémique, antirachitique, antiasthmatique et antirhumatismale. La pulpe du fruit est à usages médicinal et alimentaire.

Ainsi, cette pulpe lutte contre la variole et la rougeole. Sur le plan alimentaire, la pulpe sert à fabriquer du jus. L'écorce sert à la fabrication de cordes tandis que les autres principaux usages sont médicinaux. L'écorce est fébrifuge et anti-inflammatoire pour le tube digestif. Dans les exploitations agricoles, la densité du baobab varie en moyenne entre 4 et 12 individus par hectare.

7.2.5 Rônier (*Borassus aethiopum*)

Dans le nord-ouest de l'Atacora, les principales populations de rôniers sont localisées dans les Communes de Matéri, Boukombé et Tanguiéta. La plantation de rônier n'est pas intégrée dans les pratiques culturales des populations et pourtant ses sous-produits font l'objet d'un commerce florissant pouvant générer des revenus importants surtout pour les femmes. Les organes du rônier (hypocotyles, fruits, amandes, feuilles, pétioles, limbe, stipes) sont obtenus par cueillette directe dans les agrosystèmes. Les racines du rônier ont des propriétés antiasthmatiques. Les feuilles sont utilisées pour la fabrication de nombreux produits en artisanat (natte, éventail, panier). Les pétioles sont utilisés comme palissade et bois de feu. Les hypocotyles sont consommées comme légume et les fruits mûrs sont comestibles. Le stipe est utilisé comme bois de charpente (construction de tatas), pour la fabrication des ponts, de nattes (stipes éclatés) et des gouttières. Ce bois est très résistant aux conditions climatiques, aux termites et aux champignons. La population de rôniers a baissé dans le nord-ouest de l'Atacora, du fait de l'extension des activités agricoles. La densité du rônier varie en moyenne de 2 à 8 individus par hectare.

7.3 Agro-biodiversité des plantes spontanées

L'ensemble des espèces poussant naturellement dans les agrosystèmes constitue la flore sauvage ou la flore spontanée. Ces espèces sont conservées pour leurs importances socio-économiques, notamment alimentaires et médicinales. Bien que l'inventaire de ces dernières ne soit pas exhaustif, on observe dans les agrosystèmes du nord-ouest de l'Atacora des espèces de champignons comestibles, de légumes-feuilles (*Corchorus spp.*, *Amanranthus spp*.), d'ignames sauvages (*Dioscorea abyssinica*, *Dioscorea dumetorum*, *Dioscorea bulbifera*, *Dioscorea sansibarensis, Smilax anceps, Dioscorea smilacifolia, Dioscorea togoensis*) et des espèces ligneuses. Les espèces ligneuses spontanées les plus courantes sont :

- le tamarinier (*Tamarindus indica*) dont les fruits sont comestibles et les branches sont utilisées comme fouet lors des cérémonies d'initiation ;

- le kapokier ou fromager blanc (*Ceiba pentandra*) dont les feuilles sont comestibles, le tronc sert de bois d'œuvre et la gousse sert à fabriquer les matelas traditionnels ;
- le kapokier ou fromager rouge (*Bombax costatum*) dont les fleurs sont comestibles, le tronc sert de bois d'œuvre et la gousse sert à fabriquer les matelas traditionnels ;
- l'ébène d'Afrique (*Diospyros mespiliformis*), dont les fruits sont comestibles et le tronc sert de bois d'œuvre ;
- le prunier noir (*Vitex doniana*) dont les feuilles et les fruits sont comestibles ;
- le lingué (*Afzelia africana*) dont les feuilles sont utilisées comme fourrage pour le bétail et le tronc exploité comme bois d'œuvre ;
- le caïlcédrat (*Khaya senegalensis*) dont le tronc est exploité comme bois d'œuvre et de service et l'écorce et les racines dans la pharmacopée.

La richesse spécifique des espèces ligneuses spontanées est de 4 ± 2 espèces. Au total, 15 espèces ligneuses spontanées, réparties en 14 genres et 8 familles sont recensées dans les agrosystèmes.

7.4 Genre et agro-biodiversité

7.4.1 Diversité spécifique des agrosystèmes selon l'âge

Les adolescents (15 à 25 ans), les adultes (25 à 50 ans) et les vieux (50 et plus) constituent respectivement 60,20 % ; 26,50 % et 13,30 % des actifs agricoles. Le nombre moyen de cultures par classe d'âge est d'environ 4,65 pour les jeunes (adolescents), 4,38 pour les adultes et 4,34 pour les vieux. Le nombre de cultures communes est de 4 pour les trois tranches d'âge. Le nombre de cultures communes par couple est de 9 pour le couple adultes/adolescents, de 5 pour adultes/vieux et de 4 pour vieux/adolescents. En conséquence, les adultes et les jeunes ont un éventail de cultures voire d'espèces plus large que l'ensemble du couple vieux/adolescents. Les classes cultivant plus les cultures de rente ont plus d'espèces dans leurs exploitations. Tout se passe comme si la production des cultures vivrières est liée à celle des cultures de rente, notamment le coton, quand bien même la force de travail y corrobore. Ceci peut s'expliquer par le fait que, les adolescents et les adultes constituent d'une part la principale force de travail et d'autre part s'adonnent aux cultures pouvant leur procurer de l'argent et non pour l'autosuffisance alimentaire. Par contre, les vieux constituent d'une part une faible force de travail et conservent d'autre part les principales cultures traditionnelles pour leur subsistance.

7.4.2 Diversité spécifique des agrosystèmes selon le sexe

Dans le nord-ouest de l'Atacora, l'approche genre a permis de diagnostiquer les responsabilités et les activités dans la vie de chaque maillon d'une communauté, en considérant les relations existant entre les hommes et les femmes. Cette prise en compte a pour but d'examiner la manière dont ces relations affectent ou impactent l'environnement et les ressources agricoles dans le milieu. En moyenne, on compte deux femmes par exploitation agricole. Le tableau XXIX montre qu'il existe une corrélation entre le nombre d'espèces cultivées et le nombre de femmes par exploitation.

Tableau XXIX : Corrélation entre le nombre de femmes par exploitation et la diversité cultivée

Paramètres	**Femmes**	**Nombre de cultures (espèces)**
Moyenne /exploitation	1,35	4,35
Ecart-type	1,542	1,566
Corrélation de Pearson	1	0,035
Signification (p)		0,041

Une parfaite corrélation existe entre le nombre de femmes par exploitation et la diversité cultivée (tableau XXIX). La justification peut être que certaines cultures ou espèces sont pratiquées uniquement par les femmes. C'est le cas des cultures maraîchères et certaines légumineuses comme le voandzou, le haricot/niébé et le soja. Dans le nord-ouest de l'Atacora, la diversité des cultures est fonction du sexe. Plus il y a mélange entre hommes et femmes, plus le nombre de cultures ou espèces est plus grand. L'analyse a montré que la corrélation est hautement significative au seuil de 0,01.

7.5.3 Diversité spécifique des agrosystèmes selon les groupes socioculturels

Le test de corrélation de Spearman n'a montré aucune différence significative (au seuil de 5 %) entre la diversité spécifique des agrosystèmes et les groupes socioculturels. Cependant, chaque groupe socioculturel exploite les agrosystèmes selon les caractéristiques écologiques stationnelles et leurs besoins. Par ailleurs, certains groupes socioculturels se singularisent dans la production de certaines céréales telles que le fonio (les Bétammaribè de Boukombé) ou la préservation de certaines espèces ligneuses d'intérêts socio-économiques et culturels telles que le baobab (les Bétammaribè de Boukombé, les Berba de Matéri, les Natimba et les Boulba de Tanguiéta) et le tamarinier (les Bétammaribè, les Natimba, les Waba, les Hosoli et certains Yindé).

Conclusion partielle

La flore cultivée, la flore para-cultivée et la flore spontanée constituent l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes. La flore cultivée regroupe les céréales (sorgho, petit-mil, maïs, riz et fonio), les légumineuses (niébé, voandzou, arachide, soja, sésame et pois d'angole), les racines et tubercules (igname, manioc, patate-douce et taro), les cultures de rente (coton), les fruitiers (manguier et anacardier), les légumes fruits (tomate, piment et gombo) et les légumes feuilles (amarante, oseille de guinée, vernonia et basilic). Les plantes para-cultivées sont le néré, le karité, le baobab, le faux acajou (fisanier) et le rônier. La flore spontannée est composée de champignons comestibles, de certains légumes feuilles et d'ignames sauvages. La diversité des cultures dans les agrosystèmes est fonction de l'âge et du sexe des producteurs.

HUITIEME CHAPITRE : MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES A L'HORIZON 2050 AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

8.1 Dynamique de l'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora entre 1988 et 2013

Les changements spatio-temporels des unités d'occupation des terres dans le nord-ouest de l'Atacora sont évalués à travers les cartes d'occupation des terres de 1988 (Figure 40) et de 2013 (Figure 41).

L'examen de la carte d'occupation des terres en 1988 au nord-ouest de l'Atacora a permis de distinguer 8 classes d'occupation des terres (Figure 40) composées -i- des galeries forestières observées le long des principaux cours d'eau et de leurs affluents, -ii- des forêts claires et savanes boisées retrouvées principalement dans le Parc National de la Pendjari, -iii- des savanes saxicoles rencontrées sur les collines du secteur d'étude, et -iv- des savanes arborées et arbustives constituant la matrice paysagère du milieu du point de vue de leur étendue. Les mosaïques de cultures et jachères sont faiblement représentées, ainsi que les plantations retrouvées uniquement dans les terroirs de Matéri. Les agglomérations sont dispersées le long des routes et autour des points d'eau (Figure 40).

L'analyse de la carte d'occupation des terres de 2013 au nord-ouest de l'Atacora a permis de constater une émergence des mosaïques de champs et jachères (Figure 41). Les galeries forestières s'observent en lambeaux le long des principaux cours d'eau et de leurs affluents. Les forêts claires et savanes boisées sont fragmentées. Ainsi, le paysage est dominé par les savanes arborées et arbustives qui sont fortement fragmentées par les cultures et jachères. Les savanes saxicoles sont davanage dégradées. Les surfaces rocheuses sont de plus en plus importantes du fait de la dégradation des savanes saxicoles. Les plantations sont observées dans les terroirs de Matéri, Tanguiéta, Kotiakou et Natitingou. Les agglomérations sont dispersées le long des routes et autour des points d'eau (Figure 41).

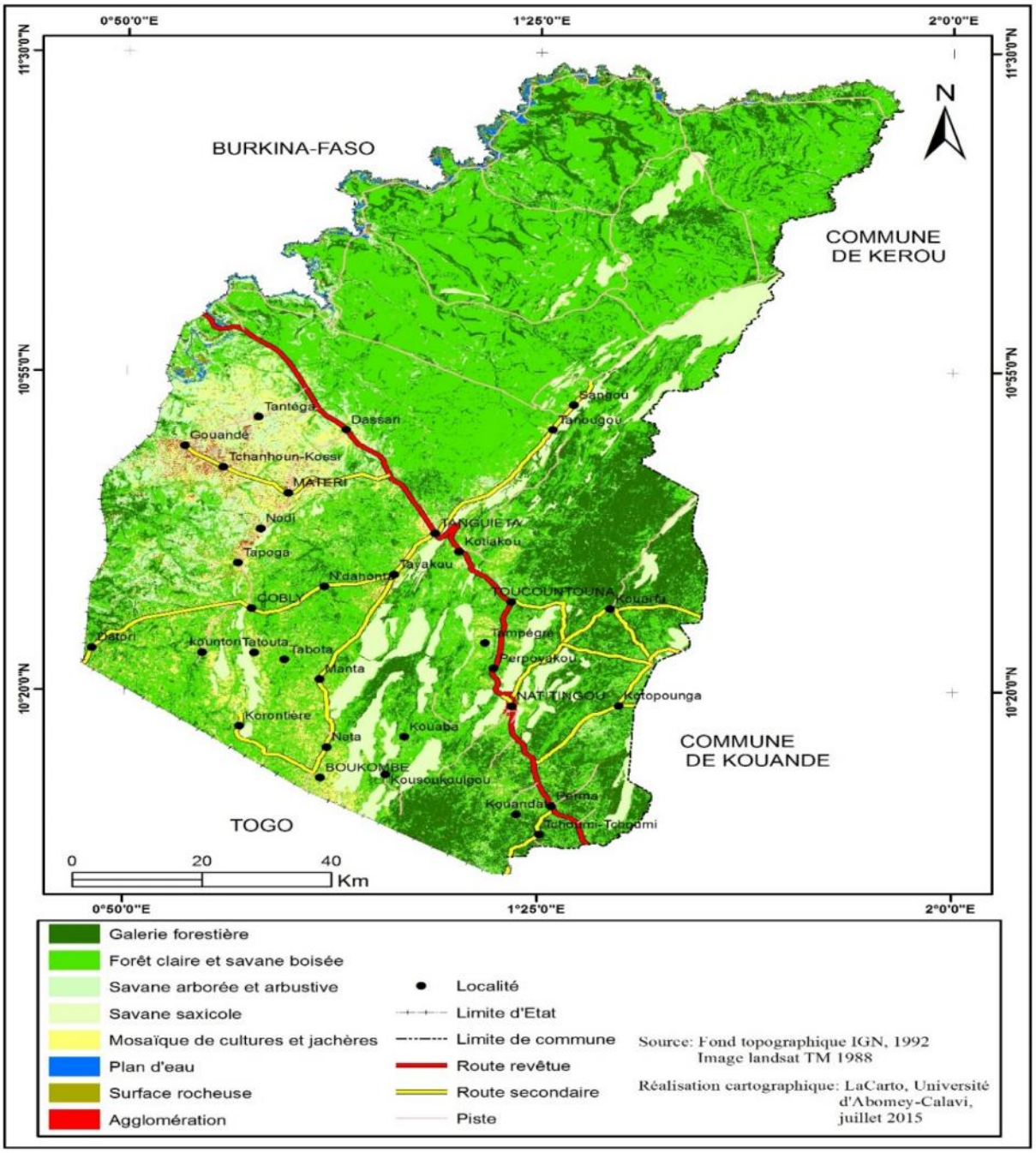


Figure 40 : Occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora en 1988

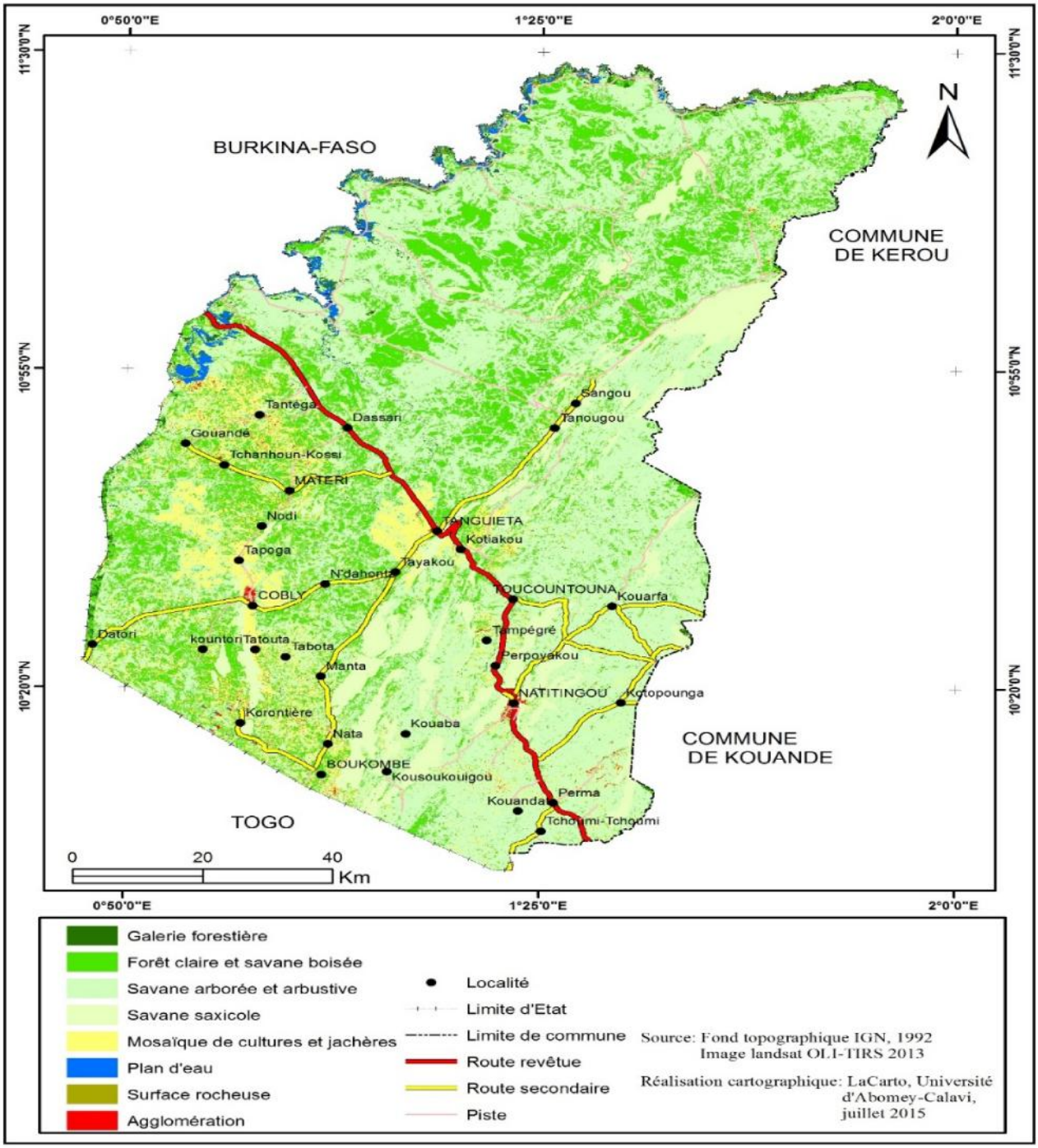


Figure 41 : Occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora en 2013

La dynamique de l'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora entre 1988 et 2013 montre une forte anthropisation des écosystèmes naturels. La conversion des formations végétales et des autres unités d'occupation des terres entre 1988 et 2013 est synthétisée par la matrice de transition (tableau XXX).

Tableau XXX : Matrice de transition des formations végétales et autres unités d'occupation des terres entre 1988 et 2013

Unités de 1988	Unités de 2013								Sup totale en 1988 (km²)
	FG	FCSB	SAA	MCJ	PE	SR	SS	AGG	
FG	111,13	0	0	2326,11	0	0	0	0	2437,24
FCSB	0	1944,71	3743,38	444,53	0	0	0	16,43	6149,05
SAA	0	227,91	578,25	263,59	0	0	0	10,01	1079,77
MCJ	0	0	332,12	515,12	0	0	0	16,43	863,66
PE	0	0	0	0	65,96	0	0	0	65,96
SR	0	0	0	0	0	34,65	0	0	34,65
SS	0	0	0	0	0	0	950,67	0	950,67
AGG	0	0	0	24,13	0	0	0	5,90	30,03
Sup totale en 2013 (km²)	**111,13**	**2172,62**	**4653,75**	**3573,47**	**65,96**	**34,65**	**950,67**	**48,77**	**11611,03**

Sources : *Images Landsat TM de 1988 ; Landsat OLI-TIRS de 2013*

Légende : FG : Forêts galeries ; FCSB : forêts claires et savanes boisées ; SAA : Savanes arborées et arbustives ; SS : Savanes saxicoles ; SR : Surface Rocheuse ; MCJ : Mosaïque de champs et jachères ; PE : Plan d'Eau ; AGG : Agglomération ; Sup : superficies ; 578,25 : superficies restées stables.

Les superficies des formations forestières naturelles (forêts galeries, forêts claires et savanes boisées) ont connu une nette régression, passant de 8.586,29 km^2 en 1988 à 2.283,75 km^2 en 2013 (tableau XXX). Une partie importante de ces formations forestières s'est transformée en mosaïques de champs et de jachères (2.770,64 km^2) et en savanes arborées et arbustives (3.743,38 km^2) en 2013. Les forêts claires et savanes boisées ne sont présentes dans les terroirs villageois que sur les terres marginales.

8.1.1 Dynamique des forêts galeries

De 1988 à 2013, la superficie des forêts galeries a été réduite de 95,44 % de leur superficie initiale. L'analyse de la matrice de transition a montré que 2.326,11 km^2 des forêts galeries ont été converties en mosaïques de champs et de jachères (Tableau XXX). Le reste (120,12 km^2) est demeuré inchangé entre 1988 et 2013.

8.1.2 Dynamique des forêts claires et savanes boisées

De 1988 à 2013, la superficie des forêts claires et savanes boisées est passée de 6.149,05 km^2 à 2.172,62 km^2. Le taux de conversion est de 64,67 %. L'analyse de la matrice de transition indique que 1.944,71 km^2 de la superficie de cette formation végétale est restée

stable (tableau XXX). En revanche, le reste s'est transformé en savanes arborées et arbustives (3.743,38 km^2), en agglomération (16,43 km^2) et en mosaïques de cultures et de jachères (444,53 km^2). Ainsi, les forêts claires et savanes boisées ne sont présentes dans les terroirs villageois que sur les terres marginales. Par contre, dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari, ces formations végétales sont encore présentes.

8.1.3 Dynamique des savanes arborées et arbustives

Le taux de conversion des savanes arborées et arbustives entre 1988 et 2013 est de 313,76 %. L'examen de la matrice de transition (tableau XXX) a montré que 263,59 km^2 des savanes arborées et arbustives ont été converties en mosaïques de champs et de jachères et en agglomérations (10,01 km^2). Par ailleurs, 227,91 km^2 des savanes arborées et arbustives ont progressé vers les forêts claires et savanes boisées.

8.2 Taux, intensité et vitesse de transformation des formations végétales de 1988 à 2013

8.2.1 Taux moyen annuel d'expansion spatiale et taux de conversion des unités d'occupation des terres de 1988 à 2013

Les variations du taux moyen annuel d'expansion spatiale et du taux de conversion des unités d'occupation des terres sont consignées sur le tableau XXXI.

Tableau XXXI : Taux moyen annuel d'expansion spatiale et taux de conversion des unités d'occupation des terres de 1988 à 2013

	Années			
	t_1 (1988)	**t_2 (2013)**		
Unités d'occupation	**Superficie (S_1) en km^2**	**Superficie (S_2) en km^2**	**Ta (%)**	**Tc (%)**
FG	2437,24	111,13	-3,82	-95,44
FCSB	6149,05	2172,62	-2,59	-64,67
SAA	1079,77	4653,75	13,24	331,00
MCJ	863,66	3573,47	12,55	313,76
PE	65,96	65,96	0	0
SR	34,65	34,65	0	0
SS	950,67	950,67	0	0
AGG	30,03	48,77	2,50	62,39

FG : Forêts galeries ; FCSB : forêts claires et savanes boisées ; SAA : Savanes arborées et arbustives ; SS : Savanes saxicoles ; SR : Surface Rocheuse ; MCJ : Mosaïque de champs et jachères ; PE : Plan d'Eau ; AGG : Agglomération ; Ta : Taux moyen annuel d'expansion spatiale ; Tc : Taux de conversion.

Les savanes arborées et arbustives ont connu la plus forte expansion avec 13,24 % et une conversion de l'ordre de 331 % de 1988 à 2013 (Tableau XXXI). Les mosaïques de champs et jachères ont connu 12,55 % d'expansion et une conversion de 313,76 %. Les agglomérations ont connu une expansion de 2,50 % avec une conversion de 62,39 %. Les forêts galeries (-3,82 % d'expansion spatiale et -95,73 % de conversion) et les forêts claires et savanes boisées (-2,59 % d'expansion spatiale et -64,67 % de conversion) constituent les seules formations végétales naturelles qui ont connu une réduction de leurs superficies. Toutes les unités d'occupation des terres ont connu une modification de leurs superficies selon qu'elles aient été des formations naturelles ou des formations anthropiques. La plus grande réduction est observée au niveau des forêts galeries et des forêts claires et savanes boisées.

8.2.2 Intensité de changement des formations végétales de 1988 à 2013

L'intensité de changement par unité d'occupation des terres entre 1988 et 2013 est présentée sur la figure 42.

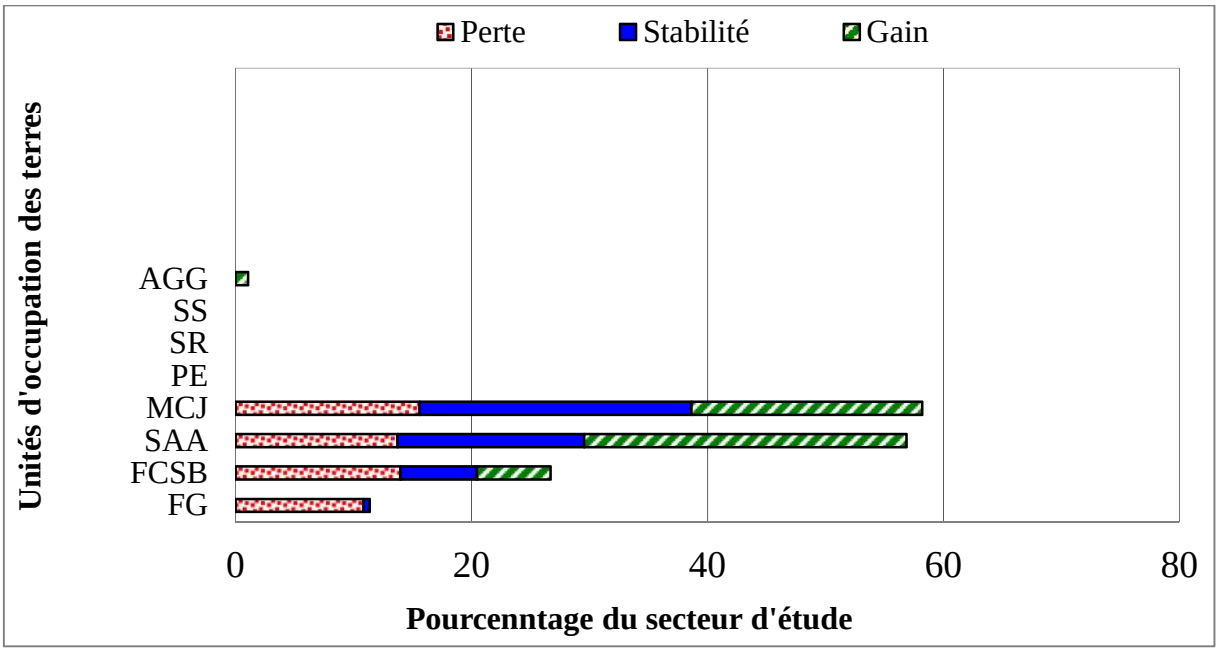


Figure 42 : Intensité de changement par unité d'occupation des terres entre 1988 et 2013

FG : Forêts galeries ; FCSB : forêts claires et savanes boisées ; SAA : Savanes arborées et arbustives ; SS : Savanes saxicoles ; SR : Surface Rocheuse ; MCJ : Mosaïque de champs et jachères ; PE : Plan d'Eau ; AGG : Agglomération.

L'intensité de changement par unité d'occupation des terres n'est pas proportionnelle entre 1988 et 2013 (Figure 42). Les mosaïques de cultures et de jachères ont connu le plus important changement sur 59 % de la superficie du secteur d'étude avec 20 % de gain, 23 % de stabilité et 16 % de perte. Ensuite, les savanes arborées et arbustives ont connu 27 % de gain, contre 16

% de stabilité et 14 % de perte et les forêts claires et savanes boisées ont connu 6 % de gain, contre 6 % de stabilité et 14 % de perte, soit 26 % de la superficie du secteur d'étude. Par ailleurs, les forêts galeries ont connu exclusivement de perte sur respectivement 12 % de la superficie du secteur d'étude. Enfin, la superficie des agglomérations a été augmentée de 1 %.

8.2.3 Intensité et vitesse de changement des unités d'occupation du sol entre 1988 et 2013

L'intensité et la vitesse de changement des unités d'occupation des terres entre 1988 et 2013 sont présentées sur la figure 43.

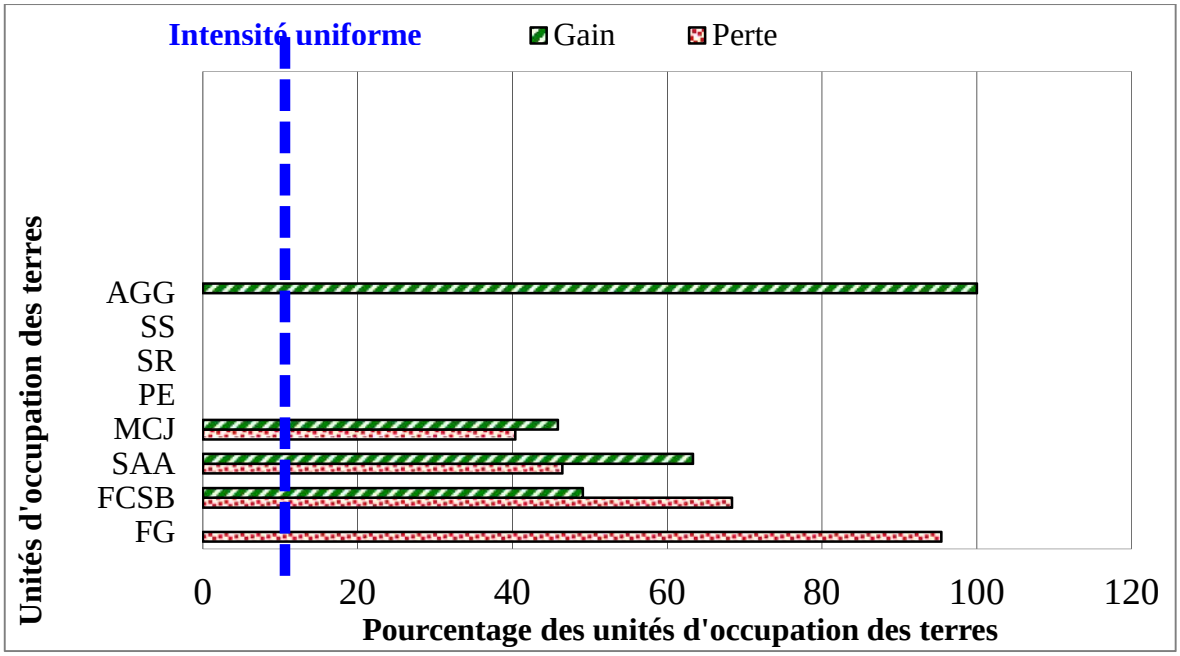


Figure 43 : Intensité et vitesse de changement des unités d'occupation des terres entre 1988 et 2013

FG : Forêts galeries ; FCSB : forêts claires et savanes boisées ; SAA : Savanes arborées et arbustives ; SS : Savanes saxicoles ; SR : Surface Rocheuse ; MCJ : Mosaïque de champs et jachères ; PE : Plan d'Eau ; AGG : Agglomération.

Les changements opérés au niveau des agglomérations ont été rapides avec les plus grandes vitesses de changement en termes de gain sur 100 % du secteur d'étude (Figure 43). Ensuite, les mosaïques de champs et de jachères et les savanes arborées et arbustives ont obtenu des gains respectivement sur 46 % et 63 % du secteur d'étude. Les changements notés en terme de perte de superficie sont observés au niveau des formations forestières telles que les forêts galeries et les forêts claires et savanes boisées. Ces changements sont tous rapides avec des vitesses respectives de 95 % et 68 %.

8.3 Tendance évolutive des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050

Les probabilités de transition déduites à partir des cartes d'occupation des terres de 1988 et de 2013 ont permis d'obtenir l'état probable de la végétation à l'horizon 2050 (Figures 44 et 45).

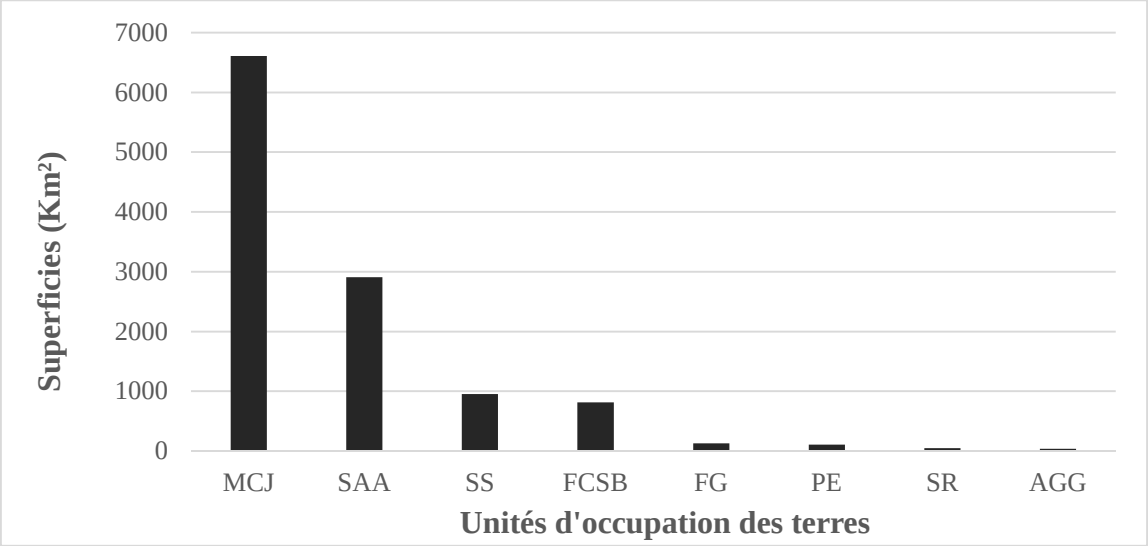


Figure 44: Superficie des unités d'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora

FG : Forêts galeries ; FCSB : forêts claires et savanes boisées ; SAA : Savanes arborées et arbustives ; SS : Savanes saxicoles ; SR : Surface Rocheuse ; MCJ : Mosaïque de champs et jachères ; PE : Plan d'Eau ; AGG : Agglomération.

En 2050, le paysage végétal du nord-ouest de l'Atacora sera probablement dominé par les formations anthropiques au détriment des formations naturelles à condition qu'aucune action ne soit entreprise pour limiter cette dégradation. Plus spécifiquement, les mosaïques de champs et de jachères seront les unités les plus importantes avec une superficie de 6.606,68 km² (56,90 %), soit un taux moyen annuel d'expansion spatiale de 2,29 %. Les savanes arborées et arbustives vont suivre avec une superficie de 2.905,98 km² (25,03 %), soit un taux moyen annuel de régression de 1,01 %. La disparition totale des forêts denses sèches et la réduction sensible des superficies des forêts galeries et des forêts claires et savanes boisées seront assez perceptibles. L'analyse des tendances évolutives en considérant les formations végétales naturelles et les formations anthropiques a permis de mieux cerner les spécificités (taux de conversion, vitesse et intensité des changements) de ces différentes unités.

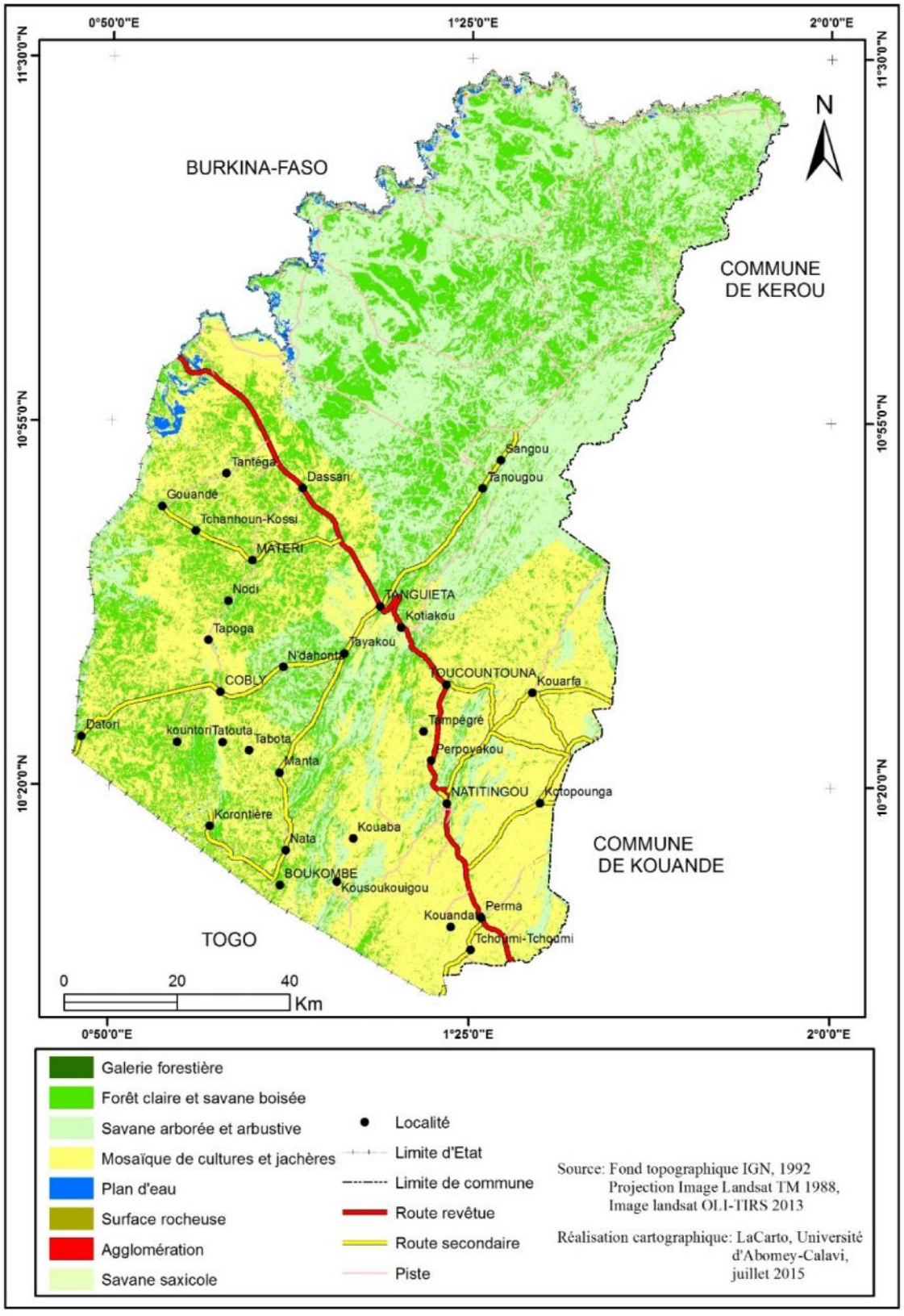


Figure 45 : Carte prédictive des unités d'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora à l'horizon 2050

8.3.1 Tendance évolutive des formations végétales naturelles à l'horizon 2050

La modélisation prédictive du secteur d'étude à l'horizon 2050 à partir des cartes de 1988 et de 2013 et des probabilités de transition, présage que, les savanes arborées et arbustives connaîtront une progression au détriment des formations forestières telles que les galeries forestières, les forêts denses sèches et les forêts claires si les pratiques actuelles d'exploitation des ressources naturelles sont toujours maintenues. En effet, les savanes arborées et arbustives occuperont 25,23 % de la superficie totale du secteur d'étude en 2050 contre 40,08 % en 2013. Les savanes saxicoles représenteront 8,23 % des unités d'occupation des terres. Les forêts claires et savanes boisées couvriront 7,01 % de la superficie totale du secteur d'étude. Les galeries forestières représenteront 1,11 % des unités d'occupation des terres et se localiseront par endroits le long de la rivière Pendjari et de ses affluents (Figures 44 et 45).

8.3.2 Tendance évolutive des formations anthropiques à l'horizon 2050

Les formations anthropiques à l'horizon 2050 devront être par ordre d'importance les suivantes (Figures 44 et 45) : les mosaïques de champs et de jachères ; les agglomérations. Les mosaïques de champs et de jachères seront les unités qui domineront le paysage végétal avec 56,03 % de la superficie totale du secteur d'étude contre 0,34 % pour les agglomérations.

Conclusion partielle

La dynamique de l'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora entre 1988 et 2013 permet de dégager au bout de 25 ans trois changements majeurs caractérisés par la dégradation des formations forestières (forêts galeries, forêts denses sèches et forêts claires), l'extension des savanes arborées et arbustives comme matrice paysagère dominante en 2013 et l'extension des formations anthropiques, notamment les mosaïques de champs et jachères et les agglomérations. La modélisation prédictive de l'occupation des terres à l'horizon 2050 à partir des cartes d'occupation des terres de 1988 et 2013 et des probabilités de transition présage d'une forte progression des mosaïques de champs et de jachères au détriment des formations végétales naturelles si les pratiques actuelles d'exploitation des ressources naturelles sont toujours maintenues. Les savanes arborées et arbustives seront probablement les formations végétales naturelles les plus importantes. Les forêts galeries et les forêts claires et savanes boisées occuperont de très petites superficies. Les forêts denses sèches disparaîtront du paysage végétal.

TROISIEME PARTIE: DISCUSSION

La discussion porte sur les résultats relatifs à la caractérisation des systèmes de productions agricoles et leurs impacts, puis à la dynamique de la flore et de la végétation au nord-ouest de l'atacora. Ainsi, la discussion est axée sur la dynamique des systèmes de productions agricoles, les incidences socio-économiques des activités agricoles et l'influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols au nord-ouest de l'Atacora. De même, les aspects méthodologiques pour l'analyse de la dynamique du couvert végétal, la dynamique de l'agro-biodiversité au nord-ouest de l'Atacora et la dynamique de la végétation au nord-ouest de l'Atacora sont discutés.

NEUVIEME CHAPITRE : CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES ET LEURS IMPACTS AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

9.1 Dynamique des systèmes de productions agricoles

Les techniques endogènes ou traditionnelles et les techniques exogènes ou introduites ont été utilisées en fonction de leurs caractéristiques pour deux buts : la lutte antiérosive et la restauration de la fertilité des sols dans le milieu. Ainsi, les techniques endogènes utilisent les ressources naturelles en place sur les sites, emploient les équipements disponibles, s'installent concomitamment lors de la préparation des champs, restent en place durant une saison ou plusieurs années, s'appliquent différemment selon les pentes et sont relativement efficaces pour la lutte antiérosive, alors que les techniques exogènes ne le sont pas.

Au nord-ouest de l'Atacora, 99 % des producteurs Bètammaribè, Waaba, Berba, Natemba, Gourmaceba, Gangamba et Bèbèribè (Bètammaribè et apparentés) ont adopté le billonnage cloisonné et 91,7% le buttage, le collecteur d'eau et le dispositif en essaims d'abeilles pour la lutte antiérosive. Les autres stratégies (utilisation des déjections d'animaux, micro-barrages en pieux et l'enfouissement des résidus de récoltes) sont utilisées par moins de 50% des producteurs. En revanche, pour la restauration de la fertilité des sols, les techniques exogènes ont une application aisée voire rapide en montrant leur efficacité, mais nécessitent l'emploi des ressources extérieures avec un fort financement, tandis que les techniques endogènes en sont le contraire. Ces mêmes constats ont été faits par plusieurs auteurs (Azontondé, 1993 ; Boli *et al.*, 1993; Tiffen *et al.*, 1994; Kodjo *et al.*, 1995 ; Roose et Barthès, 2001 ; Bationo *et al.*, 2007 et Toko *et al.*, 2013) pour qui, la lutte contre l'érosion et la restauration de la fertilité des sols passent par des stratégies endogènes peu coûteuses.

L'association des cultures est un système qui consiste à pratiquer différentes cultures sur une même parcelle (Fangnon, 2012). Cette pratique est courante au nord-ouest de l'Atacora. Elle répond à la fois à une exigence stratégique et à une contrainte pratique. Elle a pour avantage de maximiser et de diversifier la production familiale, prémunissant ainsi l'exploitant du recours au marché local ; de profiter au maximum d'une saison de pluie courte et aléatoire ; de limiter le développement des mauvaises herbes ; d'optimiser le rendement de la main-d'œuvre réduite qui doit satisfaire les besoins vitaux des ménages dont elle est membre. L'importance d'une culture ou d'une association de cultures est appréciée par la superficie occupée et son rôle socio-économique et culturel dans le milieu. Cette superficie tient d'abord compte du rôle joué par la production agricole dans le besoin alimentaire des ménages et/ou de son impact positif au niveau des revenus agricoles. Selon Wélé (2001), l'avantage de ce système est de maximiser et de diversifier la production. Il permet également de limiter le développement des mauvaises herbes. Ceci confirme les résultats de plusieurs auteurs (Sebillote,

1974 ; van den Akker et Dansou, 1997; Toko et da Matha Sant'Anna, 1999; Jouve, 2000 ; Wokou, 2009) qui ont estimé que ce système permet l'exploitation au maximum des terres.

Les superficies réalisées pour des systèmes de cultures à base de sorgho ont connu de façon globale de légères variations entre 1993 et 2013. Cela a entraîné une régression tendancielle de l'ordre de 15,43 % au cours de ces vingt dernières années. Ceci a été confirmé par plusieurs auteurs, notamment UNB (1994) et van den Akker (2000). En effet, selon ces auteurs, les anciens Départements du Borgou et de l'Atacora constituaient le grenier du sorgho (*Sorghum bicolor*) et du mil (*Pennisetum glaucum*), principales céréales cultivées au nord du Bénin. Le sorgho et le mil sont très cultivés dans toutes les exploitations agricoles à l'exception des champs établis sur les montagnes où la culture du mil était absente. Dans l'ensemble, les systèmes de cultures à base de sorgho atteignent un rendement de 600 kg /ha, en dépit des poches de sécheresse observées souvent en saison pluvieuse en raison des changements climatiques. En effet, au cours de cette étude, il a été constaté que les plants de sorgho résistent mieux à la sécheresse que le maïs. Mais dans le nord-ouest de l'Atacora, entre 1993 et 2013, les superficies totales du sorgho et du mil ont régressé de 8,04% alors que celle du maïs a augmenté de 69,71%. Ceci peut se justifier par les changements d'habitudes alimentaires et par le fait que, contrairement au sorgho, le maïs constitue de plus en plus une culture de rente, car rarement utilisé dans les différentes cérémonies coutumières. De sorte que le producteur préfère vendre une partie de son maïs pour régler les problèmes les plus urgents, en attendant l'argent du coton.

Le maïs était contrairement au sorgho, beaucoup plus cultivé dans le sud du Bénin (UNB, 1994 ; van den Akker, 2000). Actuellement, il occupe de plus en plus une place importante dans les systèmes de productions agricoles de tout le nord du Bénin en général et du nord-ouest de l'Atacora en particulier. Sans compter la superficie des systèmes culturaux basés sur l'association du maïs et du sorgho (6%), les systèmes culturaux à base de maïs occupaient en 2010-2011 dans l'Atacora 14, 43% de la superficie totale cultivée. Cette importance n'est pas uniquement motivée par le rôle du maïs dans les ratios alimentaires (particulièrement pendant la période de soudure) mais également par sa demande toujours croissante sur le marché béninois. En considérant une période de cinq à six mois, le prix du maïs peut fluctuer de 1 à 1,6 fois (le prix d'un sac de maïs de 80 à 100 kg qui était d'environ 8.000 FCFA en novembre 2011 avait facilement atteint 17.000 FCFA en mars 2012 à Koussantikou d'après les populations locales). Les systèmes culturaux à base de maïs sont principalement constitués de systèmes culturaux où le maïs est cultivé en pur ainsi que des systèmes où le maïs est associé à d'autres cultures. Plusieurs auteurs, notamment Pfeiffer (1988), Aho et Kossou (1997) et Adomou (1999) sont parvenus à la même conclusion.

L'association du maïs avec le niébé ou d'autres céréales reste l'une des plus dominantes (8,94 % de la superficie totale cultivée). Cependant, dans ce genre d'association, la production du niébé reste très faible **(**2,60 % de la production totale obtenue), surtout quand les deux cultures (céréale et niébé) ont été semées en même temps. Le faible rendement dans l'association avec le maïs est dû à l'insuffisance de la lumière que reçoivent les feuilles de niébé situées au ras du sol sous l'ombre des feuilles de maïs. En termes de production, les systèmes de production à base de maïs atteignent 2,5 tonnes à l'hectare. Sur une production totale moyenne de 0,86 tonnes à l'hectare en vingt ans sur la chaîne de l'Atacora, 95% proviennent des systèmes de cultures à base de céréales (maïs, sorgho et mil), mais la production diffère d'un village à un autre. Cette différence de production entre le village de Koumagou A et celui de Koussantikou par exemple confirme à la fois la tendance de l'intensification agricole dans les villages sans assez de terres et l'intensification du maïs en particulier. Alors que les villages de Koumagou A, Kounacogou et Ouankou utilisent de plus en plus des semences améliorées et les engrais minéraux, ceux de Koussantikou, Bérécingou et Tchakalakou utilisent plus les semences traditionnelles tardives et n'appliquent que rarement les engrais minéraux.

Les systèmes de cultures à base de légumineuses représentent environ 20 % de la superficie totale moyenne cultivée. La prééminence des emblavures du niébé serait due à l'association de cette spéculation avec presque toutes les autres cultures d'une part, et, d'autre part, au fait que c'est la légumineuse la plus consommée au nord-ouest de l'Atacora. La région présente des atouts indéniables pour le développement des légumineuses. L'écologie s'y prête et les producteurs ont une certaine expérience dans la conduite de ces cultures.

L'arachide produite au nord-ouest de l'Atacora est particulièrement utilisée pour la production de l'huile d'arachide (Yebé, 1996, cité par van den Akker, 2000), ce qui, par conséquent, la positionne comme une culture de rente. L'arachide jadis considérée comme l'unique filière organisée, connaît aujourd'hui une régression à cause de la chute des cours mondiaux d'huile végétale et de l'apparition de nouvelles sources d'huiles végétales (tournesol, soja, ricin, etc.).

La raréfaction des terres et les habitudes alimentaires obligent les agriculteurs à faire intervenir les légumineuses dans leurs systèmes d'assolement et de rotation afin de restaurer la fertilité des parcelles. La part des légumineuses contribuant à la production totale moyenne est de 6,39 % en vingt ans (CERPA-Atacora-Donga, 2013). Elles sont, par conséquent, pour la plupart, la principale source de lipides et de protéines végétales. Elles constituent aussi les principaux aliments en période de soudure et la source protéique.

Dans le nord-ouest de l'Atacora, sauf dans certains cas où le riz (*Oryza glaberrina* et *Oryza sativa*) est associé à d'autres cultures comme le maïs et l'igname, les systèmes culturaux à base de riz sont

constitués de riz pur. Dans le nord-ouest de l'Atacora, à l'origine, le riz était principalement cultivé par les immigrants dans les bas-fonds inondés. Les systèmes culturaux à base de riz occupaient en moyenne 5,75% de la superficie totale cultivée en vingt ans. Le fait que la production rizicole soit moins élevée s'explique par un taux d'infertilité des épillets qui était apparemment plus important dans la zone. De plus, les variétés cultivées étaient à cycles courts compte tenu de l'objectif de la recherche internationale sur le riz visant à atteindre un indice de récolte de 0,60 (Bienvenido, 1994). Malheureusement, la production obtenue dans la zone d'étude est en-deçà des rendements souhaités et se situent dans la fourchette des valeurs d'indice de récolte (0,30-0,40) qui caractérisent les variétés traditionnelles à haute tige (Bienvenido, 1994). Quant à la production agricole annuelle, elle est en moyenne de 0,125 millions de tonnes en moyenne par hectare. Sur un total moyen de 3,06 millions de tonnes produites par différents systèmes culturaux sur un hectare cultivé dans la chaîne de l'Atacora, la culture du riz y contribue en moyenne uniquement à 3,3%. Compte tenu de la pression croissante des immigrants dans cette zone et de la présence des bas-fonds qui étaient jusque là sous exploités, les superficies emblavées pour le riz pourraient accroître dans l'avenir. La culture du riz pluvial constitue par conséquent un des systèmes de productions agricoles qui dans l'avenir jouera un important rôle dans la sécurité alimentaire au nord-ouest de l'Atacora. Principalement, par l'utilisation de l'eau, les systèmes actuels de production du riz sont caractérisés par de fortes pertes d'eau au niveau de la parcelle et par les variétés tardives (six mois). De plus, des variétés de riz hâtives (4 mois), qui existent déjà, devraient être mises à la disposition des agriculteurs. Ces variétés constituent un grand atout dans l'assurance de la sécurité alimentaire, particulièrement en cas de variabilité saisonnière des précipitations (Mulindabigwi, 2005).

Dans les agrosystèmes du nord-ouest de l'Atacora, l'igname occupe 72 % de la superficie relative des racines et tubercules et 12 % de la superficie moyenne occupée par les systèmes de cultures à base d'igname, soit en 4^{e} position après le sorgho, le petit-mil et le maïs en termes d'importance au cours de ces vingt dernières années (CERPA-Atacora-Donga, 2013). La première place occupée par l'igname dans la catégorie des racines et tubercules s'explique par le fait qu'elle a une aire de distribution plus étendue que celle du taro et de la patate douce qui ne sont localisées que dans certains villages du nord-ouest de l'Atacora. Quant au manioc, sa récente généralisation quoiqu'encore faible, dans le nord-ouest est liée à l'intervention au cours de ces dix dernières années de deux grands projets de développement : le Programme de Développement des Plantes à Racines et Tubercules (PDRT) et le Projet de Développement de la Filière Manioc (PDFM).

Le Bénin vient en quatrième rang mondial des pays producteurs d'igname (Vernier et Dossou, 2002). Avec 17 % de la superficie totale cultivée dans le bassin supérieur de l'Ouémé, les systèmes culturaux

à base d'igname sont les plus importants de tous les systèmes culturaux vivriers. Ils englobent les systèmes culturaux d'igname pure ainsi que les systèmes culturaux où l'igname est associée à d'autres cultures, notamment le manioc, le mil, le haricot, le voandzou (Mulindabigwi, 2005). Au paravent, le rôle de l'igname dans la sécurité alimentaire était fortement lié aux variétés cultivées. Une étude conduite en Nouvelle Guinée (Mueller *et al*., 2000) a montré que la croissance des enfants était en corrélation avec la culture du manioc, mais que pour le cas de l'igname, elle dépendait surtout des variétés cultivées. Par ailleurs, certains auteurs (Acquah et Nganje, 1994 ; Dumont, 1997 ; Touré, 2003 et Scarcelli *et al.*, 2006) estiment que la production d'igname était non seulement liée à la diversité variétale, mais aussi à l'existence des marchés d'écoulements.

Pour les producteurs de la chaîne de l'Atacora, la superficie occupée par le coton (*Gossypium hirsutum*) dépend du prix qui leur a été proposé avant le démarrage de la campagne agricole et celui de celle précédente. Indépendamment des villages, cette superficie dépend également fortement de la disponibilité des terres. Dans les conditions de prix satisfaisant, la proportion des superficies occupées par le coton tend à diminuer avec la raréfaction des terres. C'est le cas des villages de Koumagou A, Kounacogou et Wansokou en 2011 ou de l'Atacora nord-ouest par rapport à l'Atacora est. La densité des plants oscille autour de 35.000 plants par hectare et varie entre 19.000 et 50.000 plants par hectare. La durée de la jachère en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora a varié selon les Communes au cours de ces trente dernières années. Elle est de 1 an à Boukombé et Matéri, de 2 ans à Cobly et Tanguiéta et de 3 ans à Natitingou et Toucountouna. En se basant sur les indices d'Allan (1965) et de Ruthenberg (1980), les Communes de Natitingou et de Toucountouna sont les seules à avoir un système de culture à « jachère courte, alternant cultures et jachères » dans certains de leurs villages, notamment à Koussantikou, Bérécingou et Tchakalakou. Ces indices varient de 1,10 à 1,50 pour Allan et de 66,67 % à 90 pour Ruthenberg. Cependant, toutes les six Communes (Boukombé, Matéri, Cobly, Natitingou, Toucountouna et Tanguiéta) ont des systèmes de cultures permanents caractérisés par des «cultures en continu ». D'une manière générale, le système caractéristique du nord-ouest de l'Atacora est le système de cultures permanent avec un temps moyen d'exploitation des terres de huit ans pour un cycle total d'environ au moins dix ans. Néanmoins, la jachère courte prédomine dans certains villages, avec une alternance de cultures et de jachères d'au plus quatre ans. Ces résultats peuvent s'expliquer par la croissance de la densité de population dans le nord- ouest de l'Atacora. En effet, la densité moyenne qui était de 24 habitants/km^2 en 1992 est passée à 42 habitants/km^2 en 2013 (INSAE, 2013), soit une augmentation de 43%. Par ailleurs certains auteurs (Jouve, 1991 ; Roose, 1994 ; Serpentié et Floret, 1994 ; Kilahama, 1997 ; Bonneti et Jouve, 1999 ; Adégbidi *et al.*, 1999;

Jouve, 2001 et Anago, 2005) estiment que la durée de la jachère est non seulement liée aux contraintes foncières, mais aussi aux connaissances écologiques des populations autochtones.

Le calendrier agricole en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora peut s'expliquer par l'appauvrissement des sols qui ne permet plus d'obtenir de bons rendements, le bradage précoce des produits récoltés pour résoudre un certain nombre de problèmes et l'abandon de certaines cultures traditionnelles au profit du coton.

Au nord-ouest de l'Atacora, huit techniques ou pratiques culturales introduites ont été inventoriées parmi lesquelles l'utilisation des engrais minéraux, les cordons pierreux et le billonnage suivant les courbes de niveaux étaient les plus importants. En outre, la moitié des producteurs avait adopté les plantations d'arbres, surtout les fruitiers et les Eucalyptus. Ces résultats semblent contredire la réalité, vu le niveau de déforestation dans le milieu. Il serait certainement dû au fait que beaucoup de producteurs connaissent l'importance des plantations d'arbres mais ne les réalisent pas.

L'état très caillouteux des sols au nord-ouest de l'Atacora ne facilite pas la culture attelée qui est pratiquée par un nombre infime de producteurs (3%), à cause du manque de moyens financiers, voire de bœufs de traits. En effet, l'utilisation de charrues n'est pas à la portée de tous les agriculteurs. Cette situation est due aux coûts très élevés des matériels agricoles. Cette technique offre plusieurs avantages, notamment le gain de temps (billonnage : 4 à 5 jours / ha contre 20 à 25 jours, voire un mois si le travail est manuel. Le sarclage : 2 à 3 jours / ha contre 8 à 10 jours de travail manuel). Les Communes de Matéri, Cobly, Boukombé et Tanguiéta ont le plus adopté la culture attelée à cause de leur proximité avec le Burkina-Faso et le Togo où la pratique est non seulement très ancienne, mais aussi très courante. Ceci, montre que ces peuples adoptent les pratiques culturales en fonction de leur position géographique. Les engins motorisés sont surtout utilisés par les grands exploitants agricoles qui interviennent dans les périmètres rizicoles et les champs de coton. L'existence de nombreux tracteurs dans certaines localités est liée à l'activité florissante de location à cause de la forte demande des producteurs. Par exemple, dans la Commune de Natitingou, le nombre de tracteurs est plus élevé que celui de cultures attelées. L'usage des engins motorisés permet aux agriculteurs du nord-ouest de l'Atacora de faire de grandes emblavures en peu de temps. Cette technique permet un labour moins harassant et plus profond, une meilleure préparation du lit des semis, une conservation de l'humidité, un accroissement des revenus agricoles grâce à l'augmentation des superficies et des productions. Selon les utilisateurs des machines agricoles, plusieurs avantages sont liés à cette pratique. Elle favorise des gains de temps, d'énergie physique, l'exploitation de vastes superficies emblavées (Le Thiec, 1996 et Gibigaye, 2004). Elle permet également un meilleur ameublissement des sols (labour profond de 15 à 20 cm), une profonde pénétration des racines des cultures, une meilleure exploitation

des ressources nutritives et contribue à une amélioration des rendements des différentes cultures sur les sols de plateaux. Mais, ces outils modernes sont seulement à la portée des détenteurs de vastes domaines et de moyens financiers, mais ne permettent pas de travailler sur les flancs des montagnes de l'Atacora.

L'élevage occupe la seconde place dans la vie économique des populations du nord-ouest de l'Atacora après la production végétale. Cependant, ce sous-secteur est resté extensif et sédentaire malgré ses nombreuses potentialités. Les effectifs du cheptel ne reflètent pas la réalité, puisqu'ils sont basés sur des estimations. En effet, depuis juillet 1990, il n'y a plus eu de recensement du cheptel. Les chiffres utilisés émanent des estimations du CERPA-Atacora-Donga (2013) qui prennent en compte les taux de croissance ci-après: bovin: 2,6% ; ovin : 2,1% ; caprin : 2,3% ; porcin : 4% ; volailles : 3%. Dans la plupart des Communes, l'élevage des bovins reste l'apanage des pasteurs Peul, qui en assurent la garde de près de 95% du cheptel. La production animale occupe une position prépondérante et l'agriculture d'autoconsommation des vivriers est pratiquée par ces derniers ou très rarement le coton. L'élevage des bovins est rencontré dans le nord-ouest de l'Atacora en fonction souvent des objectifs de production. Considéré comme de l'épargne sur place, l'élevage des bovins se rencontre dans les Communes du nord-ouest de l'Atacora où les producteurs (non-spécialistes de l'élevage des bovins) et quelques fonctionnaires confient leurs animaux aux pasteurs professionnels (Peul) (sauf dans certaines localités à Boukombé) selon des clauses bien définies. Cette forme concerne presque 80% des ménages. D'autres ménages élèvent des bovins pour la culture attelée et le transport (traction). Cette forme est très réduite et ne concerne qu'une minorité des ménages (quelques ménages moyens et grands). Les animaux reçoivent plus de soins (alimentation et suivi vétérinaire) que les autres espèces élevées dans chacune des formes d'élevage de ces bovins. Le mode de conduite de l'élevage le plus dominant est la divagation qui détermine d'ailleurs l'accès de ces animaux à l'alimentation. La transhumance est d'une importance capitale dans l'ensemble de ces Communes. Elle se manifeste par la présence de bovins en provenance surtout des territoires des pays de l'hinterland (Burkina Faso et Niger). Les Communes reçoivent aussi un flux de troupeaux transhumants (25%) venant des Communes de Kouandé, Kérou et Péhunco. Le pâturage de jour et la stabulation de nuit caractérisent ce type d'élevage. Pendant le pâturage, les troupeaux se déplacent dans les savanes et les champs récoltés et se nourrissent de pâturages aériens, de repousses de graminées et de résidus de récoltes. Cette activité s'accompagne de feux de végétation, stimulateurs de la repousse des graminées, parfois de conflits entre agriculteurs et éleveurs, consécutifs à des dégâts occasionnés dans des champs non encore récoltés et d'autres comportements très peu orthodoxes (vols, viols de femmes et mineures, etc.).

Au nord-ouest de l'Atacora dans les Communes de Cobly, Tanguiéta, Natitingou, Toucountouna et Matéri, les bœufs sont confiés aux pasteurs Peul à qui on donne des vivres ou une petite somme qui varie entre 2000 et 10000 FCFA en guise de « salaire ». Dans la Commune de Boukombé, il est courant de voir les enfants conduire les bœufs au pâturage. Ceci peut s'expliquer par la mauvaise collaboration entre les différents acteurs du système. En effet, vu le fait que les bœufs sont souvent volés par les pasteurs Peul, les agriculteurs préfèrent les garder eux-mêmes. Ainsi, il est observé encore dans cette commune le phénomène d'enfants bouviers, même si le phénomène tend à disparaître.

Les quantités de fourrages fournies par chaque type de culture ont varié de 0,2 à 49,2 tonnes. Les plus importantes quantités ont été produites par le maïs, le niébé, l'arachide, le voandzou, le sorgho, le fonio et le mil. Cette disparité peut s'expliquer par la disponibilité de ces produits dans le milieu et surtout par la préférence dans l'alimentation des animaux.

9.2 Incidences socio-économiques des activités agricoles au nord-ouest de l'Atacora

Les populations des Communes du nord-ouest de l'Atacora exercent plusieurs activités économiques dont les principales demeurent l'agriculture, l'élevage, le commerce et les petites transformations.

Les principales cultures qui y contribuent aux revenus des ménages sont par ordre d'importance le sorgho, le coton, le maïs, l'igname, le riz et le soja. Ces spéculations ont une contribution qui varie entre 100 000 FCFA et 310 000 FCFA. Par ailleurs, le maraîchage, le fonio, le mil, le niébé, le voandzou et l'arachide contribuent entre 50 000 FCFA et 90 000 FCFA. Le même constat est fait autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) par Sabi Lolo Ilou (2015). Mais les résultats obtenus par cet auteur en ce qui concerne les revenus sont le double voire le triple de ceux obtenus dans la présente étude. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les agriculteurs installés dans la zone d'occupation contrôlée (ZOC) de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) bénéficient des arrières-effets de cette réserve en termes de fertilité des sols, de micro-climat, etc. Par contre, ceux installés sur les flancs des collines qui sont d'ailleurs les plus nombreux, sont soumis aux conditions topo-édaphiques très difficiles (forte pente, faible épaisseur des sols, sols rocailleux) et font des emblavures sur de petites parcelles.

Dans la présente étude, des disparités spatiales sont observées entre les régions en ce qui concerne les revenus issus des spéculations produites. Les causes de ces disparités sont énumérées *supra*.

Par ailleurs, la variation interannuelle des revenus issus des spéculations produites au nord-ouest de l'Atacora au cours des dernières décennies n'est pas linéaire. Cette variation des revenus est fonction de certains facteurs endogènes et exogènes. Ainsi, la variation des revenus est fonction du rendement

qui à son tour est tributaire de la bonne répartition des pluies, de la fertilité des sols et de l'application des paquets techniques proposées par la recherche et les services de vulgarisation. Les différentes spéculations cultivées subissent des influences qui rendent vulnérables la production agricole aux différentes phases phénologiques ; ce qui est confirmé par les travaux de Houndénou et Hernandez (1998), qui ont fait les mêmes constats dans le secteur d'étude. Cette variation des hauteurs pluviométriques aux phases phénologiques est observée au Togo et surtout au Nord (Adéwi, 2012). Ces incidences mettent au cours de certaines années culturales les agriculteurs dans un appauvrissement social très critique. Ce déséquilibre du tissu social est également observé sur les agriculteurs du plateau de Babembé au Congo (Mankessi, 2013).

L'alimentation dans le milieu est plus basée sur les céréales (sorgho, petit mil, riz, maïs et fonio), les tubercules (ignames et taro) et les légumineuses (niébé et voandzou) qui constituent les spéculations agricoles les plus courantes et les plus anciennement cultivées dans la région (Tiando, 1978). En effet, les cultures traditionnelles sont celles du fonio, du sorgho et du mil. La prééminence de ces cultures est liée aux habitudes alimentaires et socioculturelles dans le milieu. Les céréales sont non seulement la base de l'alimentation des Bètammaribè (groupe socio-culturel majoritaire) mais aussi sont utilisées dans toutes les cérémonies coutumières. En outre, les céréales et les légumineuses sont plus facilement cultivables sur les flancs des montagnes.

Le maïs est l'une des denrées agricoles suivies par l'Office National de la Sécurité Alimentaire (ONASA) et le Réseau des Systèmes d'Information de Marchés de l'Afrique de l'Ouest (RESIMAO) dont les objectifs sont entre autres, de contribuer à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté. D'après les statistiques de ces institutions, le prix du maïs fluctue entre 100 et 150 F CFA/kg avec les prix les plus élevés en avril et juin qui correspondent à la période de pré-soudure où il est observé de façon régulière des pénuries alimentaires dans les ménages. Cette période, habituellement désignée par l'appelllation de ‘‘période de soudure’’ a une durée qui varie d'une commune à une autre, et est l'un des critères de détermination de la vulnérabilité alimentaire d'une communauté. Les mêmes tendances de variation de prix du maïs sont observées sur les autres marchés du Bénin, notamment ceux d'Azèkè à Parakou et de Dantokpa à Cotonou, mais dans les gammes de prix plus élevées (Wartena, 1997 ; Adégbidi *et al.*, 2003 et Anago, 2007). En outre, le prix moyen du maïs aux consommateurs au Bénin est assez proche de la moyenne sous-régionale. La production du maïs, du nord-ouest de l'Atacora dispose donc d'un potentiel marché d'écoulement au niveau national comme dans certains pays de la sous-région, notamment le Burkina-Faso, le Mali, le Niger, le Nigéria et le Togo.

Le coton est la principale culture de rente au nord-ouest de l'Atacora. Son influence sur les producteurs s'explique par les recettes qu'il leur procure pour résoudre de nombreux problèmes de construction de maisons, de funérailles, de maladies, d'obtention de l'engrais à crédit profitant aux autres cultures, d'achat de moyens de déplacement. Le coton apparaît donc comme un facteur de modernisation agricole en termes de mobilisation des revenus (Tefft *et al.*, 1998; Ater et Hmimsa, 2006 et Hauchart, 2006). Selon Fangnon (2012), après la vente du coton, les revenus servent à l'achat du matériel roulant (vélos, motos) et des matériaux de construction (feuilles de tôle pour les toitures des habitations autrefois couvertes de paille). Ces revenus permettent aussi de préparer facilement la dot et le mariage des futures épouses ou de celles des enfants de sexe masculin en âge de se mettre en couple selon la coutume (Kombienou, 2010 ; Kombienou *et al.*, 2014). Mais, au milieu des années 1980, la filière coton a connu des difficultés de divers ordres. Au niveau national, il y a eu des difficultés liées à l'insuffisance des infrastructures d'égrenage et de stockage, à la gestion peu orthodoxe de ladite filière. Les différentes difficultés sont intervenues pendant la conjoncture économique internationale : fluctuation du taux de change du dollar et accroissement du niveau mondial de la production (Kissira, 2010). Selon l'étude réalisée par Fangnon (2012), dans le Département du Couffo, 50 % des producteurs enquêtés affirment que, la caution solidaire, la cherté des intrants agricoles, et le retard accusé par les structures chargées de la commercialisation du coton-graine dans le paiement des frais de coton aux producteurs ne sont pas de nature à améliorer leurs conditions de vie. Cette réaction des producteurs s'explique par le fait qu'ils s'endettent sans cesse au point qu'il leur est difficile de sortir de cette situation dégradante. La baisse de revenus des producteurs est l'un des facteurs qui influent négativement sur le développement de l'agriculture et par conséquent sur le bien-être des producteurs. La culture cotonnière est donc moins satisfaisante pour le producteur. Le phénomène le plus remarquable est la baisse du rendement au fil des années. Dans ces conditions, les producteurs ne peuvent plus assurer convenablement leurs besoins vitaux, et c'est la pauvreté continue malgré les mesures prises par l'Etat pour subventionner les intrants coton. Toutes ces kyrielles de problèmes n'ont fait qu'accroître le retard dans le paiement après vente. Les différentes réformes entreprises par le gouvernement avec de lourds investissements jusqu'à ce jour semblent n'avoir pas pu encore trouver de solutions adéquates. Car les plaintes et les conséquences au niveau des producteurs sont énormes.

9.3 Influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols

La dégradation des ressources naturelles (sols, végétation) est en grande partie la conséquence du système agricole. En effet, l'agriculture itinérante sur brûlis liée surtout à la culture de l'igname

constitue la cause essentielle des défrichements sur de vastes étendues. En plus, le non respect des doses d'engrais chimiques ou la non utilisation de fertilisants conduit à un appauvrissement prolongé des terres à cause des manques d'éléments nutritifs (Boli *et al.*, 1993; Azontondé, 2000 ; Mulder, 2000; Akissoé *et al*., 2001 et Kombienou *et al.*, 2015). De plus, l'exploitation prolongée des mêmes terres entraîne une dégradation poussée des sols. Cette production agricole, conduit à une surexploitation des sols qui perdent leur état de fertilité et entraîne une diminution rapide de la matière organique et des éléments nutritifs (Agbola, 1991). Les pratiques culturales inappropriées dégradent les sols et les systèmes de culture sans amendement réduisent considérablement les teneurs en matière organique et de l'azote (Azontondé *et al*., 1998 ; Koundé, 1998 et Yiner et *al.*, 2007). De même, la capacité d'échange cationique apparaît comme une limitation sévère dans l'ensemble des sols. Cette situation pourrait s'expliquer par une exploitation intensive des sols sur plusieurs années, entraînant une diminution de 56 % de la capacité d'échange cationique après 25 ans de culture (Brabant *et al.*, 1996 et Igué, 1998). En outre, cette tendance de la capacité d'échange cationique a été confirmée à N'Dali (Attolou, 2007) et dans le bassin de Lotho à Dassa-Zoumè (Bello, 2006). Par ailleurs, après les cultures de l'igname et du cotonnier, suivent généralement celles des céréales (sorgho, mil, fonio, etc.) très exigeantes en nutriments et moins protectrices des sols et pour lesquelles les agriculteurs n'utilisent pas d'engrais. Cette agriculture épuise les sols sans une possibilité de restauration de fertilité. Aussi, la mise à nu des sols au cours de la préparation des champs et après les récoltes à l'aide du feu expose-t-elle les terres aux effets érosifs des premières pluies orageuses. C'est pourquoi Demon (1991), affirme que certaines techniques culturales telles que le billonnage orienté dans le sens de la pente, le buttage dans le cadre de la culture de l'igname et du manioc et le labour favorisent l'érosion des sols. La non utilisation d'intrants à des doses recommandées conduit à la baisse de la fertilité du sol par la disparition de la jachère. En outre, le manque de terres cultivables conduit également au raccourcissement de la durée de la jachère, car la terre est plus rapidement remise en culture. Ce qui empêche la régénération des arbres et arbustes, appauvrit le stock de matières organiques du sol et favorise l'érosion. De même, l'exploitation des flancs des montagnes en déterrant certaines pierres fait exposer le sol à l'érosion hydrique et éolienne. Les sols sont graveleux et rocailleux. L'eau y ruisselle et érode les sols encore cultivables qui se réduisent peu à peu. Il faut noter que les feux de végétation appauvrissent les sols en humus comme l'a prouvé une étude réalisée au Kenya pendant dix ans sur plusieurs parcelles (Ramade, 1991). La première parcelle protégée a enregistré un taux d'accroissement de matière humique, contrairement aux autres parcelles, annuellement parcourues par les feux. La conséquence, le sol est mis à nu et exposé à l'action

destructrice des gouttes de pluie et des eaux de ruissellement. Les sols sont privés d'une grande partie de la végétation pouvant leur fournir de la matière organique suite à leur décomposition.

Selon Arouna (2005 et 2012) et Kombienou *et al.* (2014b), la pratique des défrichements culturaux dénude le sol et le prive durant une période de l'année de son couvert végétal protecteur. Le sol mis à nu est décapé par les gouttelettes de pluies qui dissocient les particules de sols en les entrainant par l'eau qui les dévale (Djaouga, 2003). Les fortes pressions sur les terres par la réduction de la période de jachères dégradent davantage les sols qui sont soumis à l'érosion et à l'appauvrissement. Dans le même ordre d'idées, Démon (1991) affirme que la perte de la couverture végétale et l'appauvrissement des sols relèvent des activités humaines. Tientcheunintcheu (2001) estime que les techniques et les modes d'exploitations utilisés pour mener les activités à Makénéné (Cameroun) ne tiennent pas compte de la préservation de l'environnement. Du fait des pratiques agricoles et de la pression démographique, le sol, principal support de cette agriculture connaît des dégradations qui affectent sa fertilité (Natta, 1999). Dans ce contexte de dégradation du potentiel productif des sols vient s'ajouter celle de la variabilité climatique qui a des conséquences négatives sur la production agricole (Ouorou Baré, 2014). Avec une population mondiale qui devrait atteindre 9 milliards d'ici 2050, le sol est devenu une ressource fondamentale à protéger de toute urgence (FAO, 2003 ; ISRIC, 2007). En somme, la dégradation des sols est préoccupante, les érosions éoliennes et pluviales éliminent la mince couche d'humus. Elles déchaussent les arbustes et les arbres qui n'ont pas de profondes racines. La plupart de ces sols ont besoin aujourd'hui d'être protégés contre l'érosion par des plantations d'arbres et la mise en place de petits ouvrages antiérosifs. Ces sols ont aussi besoin d'importants apports en matières organiques pour la reconstruction de la couche humifère sur les parcelles mises en culture (Zinzindohoue, 2012). Les problèmes liés à l'exploitation de ces sols, leur surexploitation (due aux associations complexes des cultures, au manque et à l'insuffisance des jachères, à la pression démographique), l'érosion et la baisse de fertilité nécessitent l'adoption de pratiques culturales performantes et adaptées pour la promotion de l'agriculture. Ce qui amène les chercheurs à proposer des solutions dans le cadre de l'amélioration du taux de la matière organique par une jachère de Mucuna qui améliore de 4 à 5 fois la productivité que l'engrais chimique (Honlonkou, 1999). De même, l'enlèvement de la matière organique que constitue le départ de la couche fertile entraîne une diminution de la capacité de rétention des eaux de pluie et une augmentation du ruissellement. Dans les conditions pluviométriques actuelles, il faut, pour optimiser la production agricole, favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol et sa rétention maximale grâce aux apports de matières organiques tels que : le fumier, le compost et l'engrais vert (Adewi, 2012).

Conclusion partielle

L'association des cultures est le système de cultures le plus utilisé dans les agrosystèmes du nord-ouest de l'Atacora. En effet, il est pratiqué dans presque toutes les exploitations et concerne surtout céréales-céréales (34 %) et céréales-légumineuses (30 %). L'association, sorgho-mil est une pratique courante chez les Bètammaribè et les Waaba qui pratiquent, en plus, l'association céréales-niébé (haricot). L'association sorgho-niébé à port étalé par exemple permet de lutter contre les mauvaises herbes et améliore la qualité du sol. Pourtant, l'association de certaines cultures présente des inconvénients, c'est le cas par exemple de l'association céréales-céréales et tubercules-céréales qui augmentent la compétitivité entre les plantes de même famille, surtout sur des sols déjà très pauvres. Les céréales (sorgho, petit mil, fonio, riz et maïs), les tubercules (ignames et taro) et les légumineuses (niébé, voandzou et arachide) constituent les spéculations les plus courantes et les plus couramment cultivées dans le milieu d'étude. Ces différentes plantes sont non seulement consommatrices de l'espace, mais contribuent à l'appauvrissementet et à la dégradation des sols. Les pratiques culturales inappropriées dégradent les sols, et les systèmes de culture sans amendement réduisent considérablement les teneurs en matière organique et en azote. Le sorgho, le coton, le maïs, l'igname, le riz, le soja, le maraîchage, le fonio, le mil, le niébé, le voandzou et l'arachide sont les principales cultures qui contribuent aux revenus des ménages au nord-ouest de l'Atacora.

DIXIEME CHAPITRE : DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION AU NORD-OUEST DE L'ATACORA

10.1 Dynamique de l'agro-biodiversité au nord-ouest de l'Atacora

Dans les milieux tropicaux en général et au nord-ouest de l'Atacora en particulier, les pratiques culturales s'effectuent par des méthodes traditionnelles, à savoir, la culture itinérante sur brûlis. En effet, la mise en valeur d'une terre agricole passe le plus souvent par des défrichements suivis d'abattage des arbres et puis du brûlis, entraînant ainsi la disparition de la flore, de la faune et des écosystèmes. Selon Kombienou (2015), la pratique des champs sur les montagnes et l'extraction de l'argile provoquent systématiquement la destruction du couvert végétal et des rochers, menaçant *de facto* l'habitat de certains animaux comme le daman des rochers (*Hyrax sinacus*) et le pangolin des rochers *(Manis gigantea*).

Aujourd'hui, face à l'évolution démographique, la biodiversité est sous menace permanente des activités anthropiques (Picouet, 2001 et Sokpon et Agbo, 2010). Au Centre du Bénin, l'intensification des espaces agricoles n'épargne plus les bois sacrés qui étaient considérés comme les sanctuaires de la biodiversité, et, très protégés par ses dignitaires. Certains chercheurs (Juhé-Beaulaton, 2010 ; Hamberger, 2010 ; Kokou et Kokutse, 2010 ; Liberski-Bougnoud *et al.*, 2010 ; Kaboré, 2010; Boukpessi, 2010) pensent que leur sauvegarde peut représenter une solution alternative pour la conservation de la biodiversité.

La présente étude révèle que le nombre total d'espèces et de cultivars des racines et tubercules est plus important que celui des autres catégories. Ceci peut s'expliquer par le fait que, la diversité intra-spécifique des racines et tubercules serait d'une part très développée dans le milieu en vue de faire face aux besoins alimentaires et d'autre part à cause des faibles rendements. En effet, les agriculteurs dans le souci de survenir à leurs besoins alimentaires, sont obligés de cultiver assez d'espèces pour l'effet de sommation consécutive aux faibles rendements dus à l'appauvrissement des sols.

Dansi *et al*. (2003) ont montré que, la culture de l'igname au niveau de l'Ouémé supérieur regroupe deux principales espèces à savoir *Dioscorea cayenensis* et *Dioscorea rotundata*. *Dioscorea cayenensis* est principalement caractérisée par des tiges rondes et épineuses, des feuilles larges cordées, une seule récolte tardive, des tubercules courts assez nombreux et jaunâtres. Quant à *Dioscorea rotundata*, elle diffère du *Dioscorea cayenensis* par le fait qu'elle a deux récoltes, des tubercules longs peu nombreux et blancs (Ministère de la Coopération, 1993). La diversité variétale au sein de ces espèces est énorme et atteint environ 313 variétés pour les anciens départements de Zou, Atacora et Borgou avec une moyenne de 19,3 et 36,8 variétés par village respectivement dans l'Atacora et dans le Borgou (Dansi *et al*., 2003). Le nord-ouest de l'Atacora regroupe 175 cultivars

dont en moyenne 12 cultivars par exploitation. Cette région regorge une importante diversité spécifique. Récemment, les travaux de Baco (2007) indiquent qu'environ 350 cultivars se rencontrent dans le nord-Bénin. Ces résultats corroborent ceux de plusieurs auteurs (Zoundjihèkpon *et al*., 1997 ; Zoudjihèkpon *et al*., 1998 ; Dumont et Vernier, 2000; Baco, 2003 ; Adjadjo, 2004 ; Baco *et al*., 2004) qui ont également noté une grande diversité variétale de l'igname. Après les racines et tubercules, les céréales détiennent la grande partie de la diversité variétale. Cette diversité non négligeable semble être loin de combler les attentes des populations, car étant insuffisante et suscitant de nombreuses inquiétudes face aux enjeux des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD).

La flore sauvage est constituée de l'ensemble des espèces qui colonisent naturellement l'espace agricole dont une partie fait l'objet de cueillette. Malgré la non exhaustivité de l'inventaire de ces dernières, il existe des espèces de champignons comestibles, de céréales (mil et fonio), de légumes-feuilles (Crincrin et Amanrantes), d'ignames sauvages dans les agrosystèmes. Par exemple, de ces six espèces d'ignames sauvages, observées dans le nord Bénin, *Dioscorea. abyssinica* présente le plus grand intérêt, car des pratiques de domestication lui sont appliquées pour créer de nouveaux cultivars (Hamon *et al.,* 1995 ; Vernier *et al.,* 2003 ; Baco *et al.*, 2004 ; Scarcelli *et al.*, 2006). Elle est retrouvée dans les forêts-galeries, dans les savanes arborées, dans les jachères, dans les milieux perturbés, notamment les bords de pistes et de champs. Les études de Codjia *et al*. (2003) ont montré que le Bénin présente dans ses écosystèmes forestiers et agro-écosystèmes plus de 162 espèces végétales forestières alimentaires utilisées à des fins domestiques ou commerciales ou dotées d'une signification sociale, religieuse, ou culturelle spécifique. Elles se retrouvent de plus en plus dans les espaces agricoles du fait de l'extension ininterrompue des cultures. Elles sont conservées pour leur valeur alimentaire, mais surtout pour leur utilisation dans la pharmacopée (Baco, 2007).

La flore *para-cultivée* représente les espèces qui, poussant naturellement dans l'espace agricole, bénéficient de traitements particuliers du fait des intérêts socio-économiques qu'elles présentent. Elles sont donc récoltées dans les champs et les jachères plutôt que dans les savanes et les forêts (Schreckenberg, 1996). Lors des défrichements, les agriculteurs du nord-Bénin épargnent les espèces para-cultivées et les entretiennent d'année en année, ce qui confère à l'agrosystème l'image d'une agroforesterie d'un type particulier. Cette pratique a été également citée par nombre d'auteurs (Agbahungba et Depommier, 1989 ; Bahuchet, 1989 ; Campell, 1989 ; Kokwaro, 1991 Kater *et al.*, 1992 ; Sperling *et al.*, 1993; Tomlinson *et al.*, 1995; Qualset *et al.*, 1995 ; Schreckenberg, 1996; Sidibé et Sene, 1997 ; Wood et Lenné, 1997; Tomlinson *et al.*, 1998; Sperling *et al.*, 2001; Pinton, 2002 ; Stocking, 2002; Codjia *et al.*, 2003 ; Witcombe *et al.*, 2003; Emperaire, 2004 ; Jarvis *et al.*, 2004 ; Traoré *et al.*, 2004; Gnanglè, 2005 ; Baco *et al.*, 2007 ; Baco *et al.*, 2008). Parmi les espèces

para-cultivées, il est distingué cinq espèces pérennes particulièrement importantes : le karité (*Vitellaria paradoxa)*, le néré (*Parkia biglobosa*), le fisanier (*Blighia sapida*), le baobab (*Adansonia digitata*) et le rônier (*Borassus aethiopum*). Selon Seignobos (1999), rarement monospécifiques, les flores para-cultivées sont dominées par une essence, voire l'association de deux ou trois essences arborées.

Contrairement au karité et au néré, la densité du fisanier baisse au fur et à mesure qu'on s'éloigne des lieux d'habitation. En moyenne, sa densité à l'hectare est faible, comparée à celle du karité et du néré. Les agriculteurs, du fait de son intérêt alimentaire et économique, lui accordent une protection particulière, ce qui contribue au développement d'une agroforesterie d'un genre particulier.

La présence de baobab est souvent liée à l'occupation humaine (Maydell, 1983). En brousse, elle signale notamment les villages disparus (Arbonnier, 2002). Toutes les parties de l'arbre s'utilisent.

Au nord-ouest de l'Atacora, la population des rôniers baisse du fait de l'accroissement des actions anthropiques (extension de l'agriculture). Il en compte en moyenne 2 à 8 pieds par hectare dans les zones où ils sont encore présents. Gutierrez (2000), en étudiant les enjeux de la valorisation des ressources agroalimentaires locales au Bénin, a abouti à la conclusion que les peuplements de rônier ainsi que d'autres espèces comme le néré, le baobab, le tamarinier et le karité deviennent de plus en plus rares à cause des nouvelles pratiques agricoles.

L'état des différentes espèces végétales au nord-ouest de l'Atacora est lié aux facteurs anthropiques et topo-édaphiques. Ce point de vue semble avoir acquis l'unanimité des chercheurs sur la végétation au Bénin et dans la sous région. Il obtiendrait une meilleure discrimination des groupements végétaux avec les caractéristiques des sols (Huntley, 1997, cité par Oumorou, 2003). La profondeur exploitable des sols est le facteur le plus discriminant des différents groupements identifiés sur les chaînons étudiés (Tenté, 2005). Ainsi, il y a une similarité de points de vue à travers les résultats obtenus par *Wittig et al.* (2002) et Toko (2008) qui soulignent que les différents groupements de savanes identifiés dans le domaine soudanien sont liés à la profondeur du sol et à la structure des cuirasses latéritiques. Aux endroits où le sol est peu profond et la cuirasse sans fissure, il y a les savanes herbeuses relativement pauvres en espèces, dominées par différentes espèces annuelles (Tenté *et al.,* 2005). Ces différents résultats se confirment sur le territoire du nord-ouest de la chaîne de l'Atacora où les sols sont peu profonds. C'est pourquoi Tenté (2005) affirme que, même en absence de l'action de l'homme, les formations végétales du secteur d'étude connaîtront une évolution régressive en raison d'une part du caractère squelettique des sols, et d'autre part du relief accidenté par endroits.

En moyenne, les céréales occupent une place prépondérante dans les cultures inventoriées dans les agrosystèmes. Il en est de même pour les légumineuses et les cultures maraîchères qui sont en très

faible proportion en termes de superficies emblavées après les cultures de rente au cours de ces vingt dernières années dans le nord-ouest de l'Atacora. Ce résultat est révélateur de la base de l'alimentation du peuple « Somba » (Otammari, Waaba, Berba, Natimba, Bèbèribè, etc.) vivant dans le milieu. Ce faible taux des cultures maraîchères est un témoignage que les bas-fonds de l'Ouest de l'Atacora, bien que les terres cultivables se fassent de plus en plus rares, restent sans grande exploitation du fait d'une absence de politique nationale de leur exploitation (Kodjo *et al.,* 1995).

10.2 Dynamique de la végétation au nord-ouest de l'Atacora

Les résultats de la présente étude montrent la pertinence des différentes méthodes utilisées pour l'étude de la dynamique du couvert végétal. Ces résultats confirment ceux de certains chercheurs, parmi lesquels Achard *et al.* (1996) et Toko Mouhamadou (2014) qui ont utilisé la télédétection et les données géospatiales pour la cartographie de la végétation et de l'occupation du sol. Il en est de même des travaux de Maman *et al.* (2011) sur la caractérisation et l'aménagement des écosystèmes. Ainsi que les nombreuses études sur la dynamique du Parc National du W du Niger (PNWN) de Couteron et Kokou (1992), Benoît (1998), De Wispelaere (2002), Barbier *et al.* (2006), Clerici *et al.* (2007).

Avec l'affinement progressif de la résolution spatiale des images (de 80 m en 1972 pour Landsat MSS, 10 m aujourd'hui pour Spot 5 en mode multispectral et jusqu'à 2,5 m en mode panchromatique), les études sur la déforestation au niveau local dans la zone intertropicale se multiplient (Toko Mouhamadou, 2014). Ce qui a conduit à des analyses diachroniques pour expliquer l'évolution de la déforestation. En plus des enregistrements satellites, les photographies aériennes sont aussi utilisées par ces études. Tout ceci a permis une plus grande précision dans le suivi de la déforestation (Tsayem *et al*., 2001 ; Dibi N'Da *et al*., 2008). Pour montrer l'importance de la Télédétection dans l'analyse des modifications et l'évaluation de la dégradation du couvert végétal, Hountondji (2008) souligne que le postulat fondamental de l'utilisation de la Télédétection Spatiale pour la détection du changement dans la couverture du sol résulte en fait d'un changement dans les valeurs spectrales.

Dans le secteur d'étude, le recul du couvert végétal est perceptible à travers l'expansion des superficies agricoles et le développement des habitations spontanées. Selon Sinsin (1985), l'accroissement de la population et l'introduction des cultures industrielles, notamment le coton, ont fait que les formations végétales naturelles ont cédé leur place aux champs et jachères. Plusieurs auteurs notamment, Samba (2011), Toko *et al.* (2010 ; 2013), Toko et da Matha Sant'Anna (1999) sont parvenus à la même conclusion en désignant la part des activités agricoles dans la dégradation des ressources naturelles. Ces auteurs ont estimé que la culture itinérante sur brûlis liée au

développement de la culture du coton est responsable de la dispersion des agriculteurs et de la multiplicité des fermes agricoles.

Les divers changements observés au niveau de l'espace naturel témoignent de l'importance de l'agriculture et des différentes extensions des villages. Le recul des formations naturelles est dû à la pression de l'agriculture. En effet, de 1988 à 2013, on a noté une réduction des superficies des espaces pastoraux, notamment les forêts claires et les savanes boisées. Cette situation interpelle les populations, les ONG et les autorités sur la viabilité des activités agropastorales dans le secteur d'étude.

Le secteur d'étude connaît une dégradation poussée des formations végétales. Les facteurs de cette dégradation sont d'ordres naturels et anthropiques. Toko et da Matha Sant'Anna (1999), Toko Imorou (2008), Arouna *et al.* (2010 ; 2011) et Arouna (2012) ont désigné la part des activités anthropiques dans la dégradation des écosystèmes. Selon ces auteurs, l'agriculture est en partie responsable de la dégradation des ressources naturelles. Par ailleurs, le déboisement lors des cultures a des effets à plusieurs niveaux. Le recul du couvert végétal est le premier impact négatif des défrichements culturaux. L'agriculture pratiquée dans le secteur d'étude est dominée par la culture de l'igname et le coton. La mise en culture après défrichement et le déboisement a pour impacts négatifs le recul du couvert végétal, la mise à nu des sols et l'accélération de l'érosion. Toutes ces observations rejoignent celles de plusieurs auteurs (Arouna, 2002 ; Vodounou, 2002 ; Tenté, 2005 ; Oloukoi *et al.*, 2006 ; Gnele et Houndagba, 2007 ; Orékan, 2007 ; Sounon Bouko et *al.*, 2007 ; Toko Imorou, 2008 ; Sounon Bouko, 2011 ; Toko *et al.*, 2013) pour qui, l'agriculture est la principale cause de régression du couvert végétal au Bénin.

D'après les projections et simulations, si la tendance de dégradation se maintenait en 2050, les forêts denses sèches disparaîtront dans le secteur d'étude et la matrice paysagère sera dominée par les mosaïques de champs et de jachères. Cette situation aura pour conséquence la disparition des habitats qui occasionnera la perte de la biodiversité, la surexploitation des réserves forestières, l'érosion et la baisse de la fertilité des sols et en corollaire la baisse des rendements agricoles. Cela entraînera la paupérisation de la zone et l'exode rural des jeunes vers d'autres régions. La prise en compte du devenir de la région montagneuse du nord-ouest de l'Atacora doit être une priorité dans les actions de conservation des ressources naturelles au Bénin.

Conclusion partielle

Dans le nord-ouest de l'Atacora, le nombre total d'espèces et de cultivars des racines et tubercules est plus important que celui des autres catégories. Après les racines et tubercules, les céréales détiennent la grande partie de la diversité variétale. L'état des différentes espèces végétales au nord-ouest de l'Atacora est lié aux facteurs anthropiques et topo-édaphiques. Le recul du couvert végétal est le premier impact négatif des défrichements culturaux. L'agriculture pratiquée dans le secteur d'étude est dominée par la culture de l'igname et le coton. La mise en culture après défrichement et le déboisement a pour impacts négatifs le recul du couvert végétal, la mise à nu des sols, l'accélération de l'érosion et l'appauvrissement des sols. Les différentes méthodes de SIG, de cartographie et de télédétection ont permis de cerner l'état actuel du couvert végétal et de prédire la dynamique de la végétation à l'horizon 2050 au nord-ouest de l'Atacora.

CONCLUSION GENERALE

Dans le nord-ouest de l'Atacora au Bénin, la principale activité, source de revenus occupant les populations, demeure l'agriculture. Des liens sont établis entre les systèmes de productions agricoles et l'occupation des terres, leurs interactions avec la fertilité des sols et l'agro-biodiversité. La dégradation des ressources naturelles est évaluée afin de faire une analyse socio-économique des activités agricoles. Ainsi, l'élément physique fondamental des spéculations agricoles qu'est le sol présente un faciès très dégradé sur un relief très accidenté. La présence des cours d'eau qui drainent les vallées des montagnes et la saison pluvieuse (avril à novembre) constituent un atout pour la diversification des activités agricoles, au nombre desquelles figurent en bonne place les activités de contre saison. L'intensification agricole se fait autour de la culture du coton. La culture du maïs se limite à l'utilisation des semences améliorées, au respect du calendrier cultural, à la fertilisation minérale et à l'utilisation des produits phytosanitaires. Le sorgho, le mil, l'igname, le haricot, le voandzou sont généralement cultivées en différentes associations. Les systèmes de productions agricoles sont caractérisés par la présence d'arbres naturels et plus exclusivement le néré et le karité. L'augmentation croissante de la population a pour corollaire l'extension des emblavures, soumet l'environnement à une forte dégradation. Cette manifestation se remarque par la régression, voire la raréfaction du couvert végétal due aux systèmes de cultures sans jachère et la mise en valeur même des terres des flancs des montagnes. Pour toutes ces raisons, les formations végétales naturelles ont régressé. La raréfaction des terres agricoles connue et la diminution des superficies par actif agricole expliquent l'occupation des flancs de montagnes et des aires protégées pour les cultures par les populations, car les terres traditionnellement cultivées sont devenues très pauvres et insuffisantes pour couvrir les besoins alimentaires sans cesse croissants. L'épuisement et la dégradation physique des sols sont dus à la déforestation, l'essouchage et à la pratique des labours. L'utilisation abusive des engrais et des pesticides engendrent l'acidité et la salinité des sols de plateaux. La caractéristique première de la dégradation physique est la réduction de la couche humifère et l'instabilité physique des agrégats des horizons superficiels. La dégradation biochimique et chimique des sols se rapporte à la réduction de leur teneur en matière organique, la lixiviation des principaux éléments, notamment l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). La dégradation des sols souvent due à l'exploitation continue des terres agricoles pendant plusieurs années sans jachère, a pour conséquence la baisse drastique des rendements. Dans les villages où la dégradation des sols est beaucoup plus prononcée, les producteurs développent des innovations comme des billons en nids d'abeilles, leur permettant à la fois de retenir le plus longtemps l'eau dans les parcelles, mais aussi de l'utiliser rationnellement. Dans une agriculture de subsistance comme celle du nord-ouest de l'Atacora, l'extension des

superficies agricoles évolue exclusivement en fonction de l'accroissement de l'effectif de la population. L'extension des superficies agricoles s'accompagne d'une dégradation des ressources naturelles. Les pratiques agricoles liées à l'épandage d'engrais chimiques et aux traitements phytosanitaires ont des impacts négatifs sur les sols et sur la santé des populations. Face à ces problèmes, le besoin pressant est de sensibiliser les populations sur la protection de l'environnement par les autorités locales et les agents de l'encadrement à travers les mass médias. Aujourd'hui, les recherches appliquées dans les exploitations des producteurs doivent être encouragées avec les moyens nécessaires, plutôt que de continuer de s'aventurer uniquement sur des essais à petites échelles. Seule la prise de conscience collective et individuelle peut amener les populations à améliorer les systèmes culturaux qui peuvent protéger l'environnement et améliorer leurs revenus. En effet, l'accroissement sans précédent de la population dans la région doit entraîner sans nul doute la disparition des îlots de forêts galeries, de forêts denses sèches et de forêts claires. Les superficies des terres agricoles seront non seulement réduites mais aussi la détérioration des conditions socio-économiques conduiront à la disparition de certains villages, au profit des émigrations interne et externe. Les influences des activités agricoles et occupations des terres étant responsables des incidences sur la production agricole, il est impérieux de promouvoir l'utilisation des fertilisants organiques, d'encourager l'agroforesterie et d'élaborer des plans d'aménagement pour la restauration des terres agricoles. De telles propositions doivent freiner la destruction de l'environnement indispensable pour le bien-vivre, le bien-être et le prestige social des générations actuelles et futures. Les perspectives d'une agriculture respectueuse de l'environnement passent par l'élaboration des plans cohérents d'aménagement des terroirs, de la maîtrise d'eau, de la restauration de la fertilité des sols et d'exploitation rationnelle de l'agro-biodiversité qui sont des facteurs déterminants pour des activités agricoles et pour l'amélioration de l'état des sols étudiés pour la mécanisation de l'agriculture à moyen et long termes. De tels plans doivent être soutenus par un développement économique et social effectif afin de freiner la paupérisation de la population rurale vivant principalement de l'agriculture.

Les futurs axes de recherche sont les suivants :

1- Développement des modèles adaptés à la diversité des systèmes de cultures ;
2- Promotion des technologies efficientes d'intensification agricoles, d'aménagement des terroirs et de lutte contre l'érosion ;
3- Développement de l'agroforesterie autour du néré, du karité et autres essences traditionnelles à fonctions multiformes (écologique, économique et sociale).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abadié M., 1928. Nos richesses soudanaises et le chemin de fer transsaharien. Société d'éditions Géographiques, maritimes et coloniales, Paris, France, 78 p.

ABE, 2003. Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique ABE/MEHU, République du Bénin, Cotonou, 187 p.

Abebe D., 1990. Biodiversity conservation and medicinal plants: Proceeding of AETFAT, Zomba, Malawi, 2-11 April 1991, 1: 191-196.

Achard F., Ansseau C., Beaubien J., Defourny P., Jaton A., Lemieux G., Royer A. & Thomson K., 1996. La télédétection des forêts. In: AUPELF *et al*. (Editor). *Précis de Télédétection* Volume II. AUF, Québec, pp. 227-265.

Acquah E. T. & Nganje N. W., 1994. The economics of yam (*Dioscorea* spp.) production in Cameroon: the case of Fako division. *Acta Horticulturea;* 380 : 373-377.

Adam S. K. & Boko M., 1993. Le Bénin. Edicef/Flamboyant, Paris, 2e éd, 96 p.

Adams M. E., 1982. Agricultural Extension in Developing Countries. Longman Harlow

Adandé E. C., 1984. Les sièges des rois d'Agbomè et le siège akan, Thèse de Doctorat de 3ème cycle, 402 p.

Adanguidi J., 2000. Réseaux, Marchés et courtage : la filière igname au Bénin (1990-1997). LIT Verlag Münster, Hamburg.

Adanguidi J., 2006. La personnalisation de l'impersonnel. Réflexion autour du commerce de l'igname à Cotonou, Bénin, *Le bulletin de l'APAD*, n° 19. Les interactions rural-urbain : circulation et mobilisation des ressources, [En ligne], mis en ligne le : 24 juillet 2006. URL : http://apad.revues.org/document438.html. Consulté le 22 mars 2007.

Adégbidi A., Dedehouanou H., Kpenavoun S. & Lutz C., 1999. Farmer's Perceptions and Sustainable Land Use in the Atacora, Benin. Working Paper N° 22. International Institute for Environment and Développement: London. 45 p.

Adégbidi A., Dedehouanou H., Kpenavoun S. & Lutz C., 2003. Dix ans de libéralisation du marché de maïs au Bénin. CDS Research Report No. 20. 107 p.

Adepoju A., 1982. Issues in the study of migration and urbanization in Africa. *In* Morrison P. A. (Ed.) Population movement: Its form and functions in urbanization and development; Ordina, 115-149.

Adewi E., 2012. Les stratégies agricoles de gestion de la péjoration pluviométrique au Togo. Thèse de Doctorat unique de géographie, UL, Lomé, 320 p.

Adjadjo J., 2004. Impact de l'agroforesterie avec *Gliricidia sepium* sur le rendement de l'igname à Ouaké, Département de l'Atacora. In AOE. 2004. Rapport trimestriel d'activités du site de Ouaké. 65-72

Adjovi N. & Vikey E. K., 2003. Pauvreté et genre dans l'Atacora. In : Atelier de partage et de réflexion sur les interactions entre les acteurs et les partenaires au développement dans l'Atacora. Cellule d'Analyse de Politique Economique : Natitingou, Bénin, 25 p.

Adomou C. A., 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation. Ph.D. of the Wageningen University, 136 p.

Adomou M., 1999. Evaluation des systèmes de production, de multiplication et de distribution de semences améliorées d'arachide en Afrique de l'ouest et en Afrique centrale. Projet TCP/ RAF – 7823. Rapport du Bénin. 54 p.

Agani O. A., 2000. Etude des déterminants de l'utilisation d'intrants dans la production agricole au Bénin : cas de la culture cotonnière (Mémoire de Master, l'Université Catholique agricoles sur les petits agriculteurs au Bénin (Coopération Technique Allemande, alimentaire du Bénin, Cotonou, 2000).

Agbahungba G. & Depommier D., 1989. Aspects du parc à karités- nérés (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. *Parkia biglobosa* Jacq. Benth.) dans le sud du Borgou (Bénin). *Bois et Forêts des Tropiques*, 222 : 41-54.

Agbo V., Sokpon N., Hough J. & West C.P., 1993. Population-environment in a constrained ecosystem in Northern Benin. *In* Ness, G., Drake, W. and Brechin, S. (eds.). Environment dynamics : Ideas and observations ; Ann Arbor, MI: University of Michigan Press ; Population, 283-300

Agbola A. A., 1991. The effect of different soil tillage and management pratrices on the physical and chemical properties of soil and maize yield in a rain forest zone of westen Nigeria. Agronomy journal, 73, 247-251.

Agonyissa D. & Sinsin B., 1998. Productivité et capacité de charge des pâturages naturels au Bénin. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. 51 (3) 239-246.

Agossou V. & Baltissen G., 1997. Approche participative au niveau village pour des actions de développement rural. Documents de Base et Guides méthodologiques pour le formateur, Ministère de Développement Rural, Direction de la Formation Opérationnelle et de la Vulgarisation (DIFOV), Institut de Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).

Agossou V., Wennink B. & Baco N., 2003. Expériences d'apprentissage de prévention de conflits entre agriculteurs et éleveurs dans les villages de Birni-Lafia et Kokey. Acte Atelier Scientifique Nord.Parakou 13-14 mars 2001: 297-306.

Ahadzi-Nonou K., 2008. Cours introductif sur la politique de l'environnement au DEA en environnement à l'EDP/FLASH, UAC-Bénin, 20 p.

Aho N. & Kossou D. K., 1997. Précis d'Agriculture Tropicale. Bases et Eléments d'application. Les Editions Flamboyant. Cotonou, 215 p.

Ahoyo N., 2000. L'analyse des déterminants de la pauvreté en milieu rural, document de travail n°2, Cellule d'Analyse de Politique Economique (CAPE), 45 p.

Akissoé N., Hounhouigan D.J., Bricas N., Vernier P., Nago M.C. & Olorunda O.A., 2001. Physical, chemical and sensory evaluation of dried yam (*Dioscorea rotundata*) tubers, flour and amala, a flourdrived product. *Tropical science*, 41 (3) 151-155

Akker van den E, Boussari D. & Dansou R., 1997. Promotion de la production végétale au Bénin : adoption et effets des innovations, évolution prévisionnelle des superficies et rendements de cultures et mesures urgentes à prendre. Université Hohenheim, INRAB. 55 p.

Akker van den E. & Dansou, R., 1997. Perspectives du développement rural au Bénin dans les quinze années à venir. Enquête auprès des institutions de développement rural, pp 45-57. *In* Bierschenk, T., Le Meur P.-Y. & von Oppen, M. (eds.). Institutions and Technologies for Rural Development in West Africa.Proceedings of an International Symposium, University of Hohenheim, 16-22 February 1996, Cotonou, Benin.Margraf Verlag, Weikersheim, Germany.

Akker van den E., 1999. Major crops and their regional distribution in Benin. Atlas of natural and agronomic resources of Niger and Benin. Herrmann L., Vennemann K., Stahr K, Oppen von M. eds. http://www.uni-hohenheim.de/atlas 308

Akoegninou, A., 2004. Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin. Thèse d'Etat. Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 326 pp.-+Annexes.

Alber E., 1997. Le pouvoir local face aux mutations au niveau de l'Etat. Le cas d'un village Bariba. Cahiers d'études africaines 145 : 137-156.

Albert I., 1993. Des femmes, une terre, une nouvelle dynamique sociale au Bénin. Collection Alternatives paysannes, L'Harmattan, Paris, 264 p.

Aldwaik S. Z. & Pontius Jr. R. G., 2012. Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. *Landscape and Urban Planning*, **106** : 103-114.

Allan W., 1965. The African husbandman. Oliver and Boyd, Edinburgh, UK. 503 p.

Allohou E. & Hounyovi A. ,1999. Etude sur la vulgarisation et l'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols 37 p.

Almekinders C.J.M., N.P. Louwaars & G.H. de Bruijn., 1994. Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica* 78 : 207-216.

Alpha et Omega-environnement/ONG., 2005. Diagnostic du système de gestion des ressources naturelles de la Commune de Boukombé. Rapport de synthèse ProCGRN. Natitingou, Bénin.

Althusser L. ,1976 : Positions, Éditions sociales, coll. Essentiel, 185 p.

Altieri M. A. & Montecinos C., 1993. Conserving crop genetic resources in Latin America Through farmers' participation. *In* : C.S. Potter, J.I. Cohen & D. Janczewski (eds.), Perspectives on biodiversity : case studies of genetic resource conservation and development, Washington, USA, AAAS Publication : 47-64. American Sociological Review, 1936 : Sociological research in adolescence, Vol. XLII, 1 : 81-94.

Altieri M.A. & Merrick L.C., 1987. *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany*, **41** (1) : 86-96.

Amadji G. L., 2001. Utilisation du compost sous l'arachide sur un sol ferrugineux tropical dégradé. In : Recherche agricole pour le développement : Actes de l'atelier scientifique. Niaouli, Bénin, 11-12 janvier 2001. 193-197.

Amadji G. L., 2002. Valorisation des ordures ménagères par la production du chou pommé sur sol sableux du littoral. FSA/UAC. 10 p. URL : http://www.agricultures-urbaines.com/IMG/Amadji.pdf consulté le 12/04/2007

Anago C., 2005. Rapport de diagnostics participatifs centré sur la gestion de la fertilité des sols dans 5 villages de la commune de Toucountouna, IDP- Toucountouna. 67 p.

Anago C., 2007. Promotion de la Filière Maïs dans la Commune de Toucountouna (Nord-Ouest du Bénin) : Enjeux et défis pour la gestion durable de la fertilité des sols. Mémoire de Diplôme d'Etudes Spécialisées (D.E.S.), Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Université de Liège, Belgique. 108 p.

Andé A. S., 1984. Le maïs et ses usages au Bénin méridional. Agence de coopération culturelle et technique, Les nouvelles éditions africaines, 100 p.

Arbonnier M., 2002. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD et MNHN, Paris, France, 573 p.

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, DGAT/FLASH/UAC, 115 p.

Arouna O., 2005. Carte phytoécologique de la forêt classée de Wari-Maro au Bénin. Mémoire de DEA/GEN/EDP/FLASH/UAC, Bénin, 99 p.

Arouna O., 2012. Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 246 p.

Arouna O., Toko Imorou I., Djogbenou C. P. & Sinsin B., 2010. Impact de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol sur la végétation en zone soudano-guinéenne au Bénin. Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo), no 006, p. 161-186.

Arouna O., Toko I., Djogbenou C. P. & Sinsin B., 2011. Comparative analysis of local populations' perceptions of socio-economic determinants of vegetation degradation in sudano-guinean area in Benin (West Africa). International Journal of Biodiversity and Conservation, vol. 3, no 7, p. 327-337.

Ater M. & Hmimsa Y., 2006. Importance des agrosystèmes traditionnels de montagne pour une dimension humaine et culturelle du projet de la réserve de biosphère transfrontalière Maroc-Andalousie. Rapport d'étude financée par le programme UNESCO/MAB. Laboratoire de diversité et conservation des systèmes biologiques (LDICOSYB). Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaadi (Maroc), 42 p. + Annexes.

Atlas Monographique des Communes du Bénin, 2001. Projet tripartite bénino-franco-allémand d'appui à la Décentralisation/Déconcentration, CIDCL, Bénin, Cotonou, 18 p.

Atlin G., Berg T. & Almekinders C., 2000. Synthesis: towards integrated plant breeding, In C. Almekinders & W. de Boef (Eds), Encouraging diversity. The conservation and development of plant genetic resources, Londres : 362 : 213-217.

Attolou L. J. S. O., 2007. Fertilités des sols de la commune de N'Dali au nord-est du Bénin et leur évaluation pour la culture du coton. Mémoire d'ingénieur, EPAC/UAC, 91 p.

Aubertin C. & Boisvert V., 1998. Les droits de propriété intellectuelle au service de la biodiversité. Une mise en œuvre bien de conflictuelle. Nature Science et Société, 6 (2) : 7-16

Aubertin C. & Filoche G., 2007. La valorisation des connaissances, innovations et pratiques autochtones relatives à la biodiversité : tâtonnements juridiques et malentendus culturels. Simposio ET/DH-8 : Pueblos indigenas, plantas y Mercados : Nuevos Enfoques Antropologicos y Etnobotanicos. Congrès du CEISAL- Bruxelles, 12 avril 2007, 10 p.

Azontondé H. A., 1993. Dégradation et restauration des Terres de barre (sols ferralitiques faiblement désaltérés argilo-sableux) au Bénin. La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES), Cahiers Orstom, Série. Pedologie, 28 (2) : 217-226.

Azontondé H. A., Feller C., Ganry F. & Remy J. C., 1998. Le Mucuna et la restauration des propriétés d'un sol ferralitique au sud du Bénin. Agriculture et Développement n°18, CIRAD- Montpellier, France, 14-21.

Azontondé H.A., 2000. Dynamique de la matière organique et de l'azote dans le système Mucuna-maïs sur un sol ferralitique (terre de barre) au Sud-Bénin. Thèse de doctorat. ENSA-Montpellier, France, 241 p.

Baco M. N., 2003. Etude de faisabilité d'une gestion et d'une conservation *in situ* de l'agrobiodiversité : le modèle igname dans le nord du Bénin. Mémoire de DEA Développement et Environnement. Université Orléans-IRD, 106 p.

Baco M. N., 2007. Gestion locale de la diversité cultivée au Nord-Bénin : élément pour une politique publique de conservation de l'agrobiodiversité de l'igname (Dioscorea spp.). Thèse doctorale, Université d'Orléans, France, 337p. + Annexes.

Baco M. N., Ahanchedé A., Bello S., Dansi A., Vodouhè R., Gauthier B. & Lescure J-P., 2008. Evaluation des pratiques de Gestion de la diversité variétale du niébé (*Vigna unguiculata* : une tentative méthodologique expérimentée dans le village de Sori au Bénin. Cahier d'études et de recherches francophones/ Agriculture, pp 183-188. En ligne : http://wwws.cahiers. agriculture.fr

Baco M. N., Tostain S., Mongbo R.L., Dainou O. & Agbangla C., 2004. Gestion dynamique de la diversité variétale des ignames (Dioscorea cayenensis-D. rotundata) dans la commune de Sinendé au nord Bénin. *Plant. Gen. Res. News l*, **139** : 18-24.

Baco M.N., Pinton F. & Lescure J.P., 2007. Les savoirs paysans traditionnels conservent-ils encore l'agrobiodiversité au Bénin ? *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **2** : 201-210.

BAD/OCDE, 2006. Perspectives économiques en Afrique. 2005-2006 : Bénin. Adresse web : www.Oecd.org/dev/publications/perspectives africaines consulté le 10/12/2012.

Bahuchet S., 1989. Histoire des plantes cultivées en Afrique centrale. In Hladik C. M., S. Bahuchet et I. de Garine (eds.). Se nourrir en forêt équatoriale: anthropologie alimentaire des populations des régions forestières humides d'Afrique. UNESCO-MAB, Paris, 28-30.

Bahuchet S., Bley D., Pagezy H. & Vernazza-Litch N., 1999. L'homme de la forêt tropicale. Travaux de la société d'Ecologie Humaine, Chateauneuf-de-Grasse, Editions de Bergier.

Baize D., 2000. Guide des analyses en pédologie, 2e édition revue, choix expression-présentation-interprétation, institut national de la recherche Agronomique, 147, Rue de l'Université, Paris, CEDEX 07France, 38-120.

Barbault R, 1997. Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Masson, Paris, 286 p.

Barbier B., Weber J. & Dury S., 2002. Les enjeux du développement agricole dans le Grand Nord du Cameroun, In Jamin J. Y., Seiny Bokar I. (eds), Savanes africaines : des espèces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002. Maroua, Cameroun. N'Djamena, Tchad, Prasac.

Barbier N., Couteron P., Lejoly J., Deblauwe V. & Lejeune O., 2006. Self-organised vegetation patterning as fingerprint of climate and human impact on semiarid ecosystems. *J. Ecol.* 94 : 537- 47.

Barima Y. S. S., Barbier N., Bamba I., Traoré D., Lejoly J. & Bogaert J., 2009. Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. Bois et forêts des tropiques, **299** (1) : 15-25.

Barreau J. et Liset B., 1994. Diversité culturelle, diversité biologique. *Journ.d'Agric.Trad.et de Bot.Appl.*, 36 (2), 304 p.

Barth F. (ed.), 1969. Ethnic groups and boundaries, the social organisation of culture difference, Bergen-Oslo, Universitet Forlaget, London, George Allen & Unwin.

Basilio C. & Razon M., 2000. The use of rice genetic resources by farmers in Nueva Ejica, The Philippines, In C. Almekinders et W. De Boef (eds.), Encouraging diversity. The conservation and development of plant genetic resources, Londres, Intermediate Technology Publications: 89-94.

Bationo A., Ntare B.R., Tarawalis A. & Tabo R., 2007. Soil fertility management and cowpea production in the semiarid tropics. [En ligne] Adresse URL : http://www.iita.org/info/cowpea_pdf/cowpea_4-6.pdf Consulté le 09/06/15.

Batz F-J. & Dresusse G., 1999. Increased user orientation in agricultural research : are successful researchers always farmers ? Présenté au colloque regional sur "Farmers and Scientists in a changing Environment: assessing research in West Africa", Benin, 22-26 February 1999.

Baudoin J.P. & Marechal R., 1985. La culture associée céréales- légumineuses : systèmes traditionnels et possibilités d'amélioration en milieu tropical. Communication présentée lors du colloque International sur les légumineuses alimentaires en Afrique. Niamey, Niger, 13 p.

Baudricourt A G. & Hédin L., 1988. L'homme et les plantes cultivées, éd. A.M. Métailié.

Baumer M., 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale. Wageningen (Pays-Bas): CTA, 260 p.

Bello M. A., 2006. Dégradation des terres du bassin versant de Lotho dans la Commune de Dassa-Zoumè. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des travaux, EPAC/UAC, 77 p.

Benoît M., 1998. Statut et usages du sol en périphérie du parc national du « W » du Niger : Contribution à l'étude du milieu naturel et des ressources végétales du canton de Tamou et du Parc du « W ». Niamey : ORSTOM.

Bezpaly I., 1989, Les plantes cultivées en Afrique Occidentale. Eds. Mir, Moscou, URSS, 280 p.

Biaou G. & Sokpon N., 2003 : Aménagement des forêts denses sèches au Nord-Bénin : Bases techniques pour une gestion durable. (PGRN), Cotonou, 140-158.

Bijaber N., Gay M., Yessef M., Bouhaloua M., Tikert A. & Ahlafi Z., 2005. Utilisation des méthodes avancées de classification pour la cartographie forestière par télédétection. Worshop International. Télédétection et Systèmes d'Information Géographique. « Information Spatiale et développement durable ». 14 au 16 Novembre 2005, Rabat, Maroc. Session Technique ST1. Ressources forestières-Biodiversité.

Bio Sabi Tannon C., 1999. Analyse de la place de la forêt et des produits forestiers dans l'économie des ménages ruraux : cas du village Pikiré, riveraine de la forêt classée de l'Alibori Supérieur dans la Sous-préfecture de Kérou (Département de l'Atacora). Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB/ Abomey-Calavi, Bénin, 161 p. + Annexes.

Blaise D. & Girard M.C., 2005. Référentiel Pédologique. AFES et INRA éditeurs. 332 p.

Boli Z., Roose E., Bep Aziem B., Sanon K. & Waechter F., 1993. Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux du Nord Cameroun (M'bissiri, 1991-1992), Cah Orstom Sér Pédol ; 28 : 309-26.

Bondomenepa T K-F. 2000. Rôle et place de l'agroforesterie dans la gestion durable des forêts aujourd'hui. Séminaire FORAFRI de Libreville – Session 4 : exploitation, aménagement, gestion. 9. En ligne à l'adresse URL : http://www.pefac.net/pdf/Bondom.pdf, consulté le 10/07/12

Bonneti C. & Jouve P., 1999. Jachères et systèmes agraires en Afrique subsaharienne. Synthèse bibliographique. Coraf-Union Européenne, 73 p.

Bonneval P., 1999. L'igname, locomotive de Tchatchou. Cirad info 93 : 9-12.

Boserup E., 1970. Evolution agraire et pression démographique, Flammarion, Paris, 224 p.

Boserup, E., 1983. La femme face au développement économique. PUF, Paris, 315 p.

Boukar L. (éds.), Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002, Maroua, Cameroun. N'Djamena, Tchad, Prasac.

Boukpessi T., 2010. Les pratiques endogènes de conservation de la biodiversité au Centre-Togo. Université de Lomé et de Franche-Comté, thèse de doctorat en Géographie, 230 p.

Brabant P., Darraq S., Egue K. & Simonneaux V., 1996. La dégradation des terres en Afrique. Afrique contemporaines n°161 spécial, 90-108.

Brédiff H., 2001. Quelles forêts pour demain? Paris, L'Harmattan, Paris, 246 p.

Breman H. & Kesler J.J., 1995. Woody Plants in Agro-Ecosystems of Semi-Arid regions with an Emphasis on the sahelian Countries. [en ligne] Adresse URL : http://library.wur.nl/way/catalogue/documents/Sahel/ LIGNEUX/INDEX.HTM, consulté le 111/07/12

Bulgen A. & Dieng A., 1997. Andropogon gayanus var. bisquamulatus. Une culture fourragère pour les régions tropicales. Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 171 p.

Burgos-L W., 1979. Phytotoxicité induite par les résidus de récolte de Sorghum vulgare dans les sols sableux de l'Ouest Africain. Thèse de doctorat, université de Nancy, France, 123 p.

Burgos-Leon W., Gaury F., Nicou R., Chopart J.L. & Domergue *Y.*, 1980 a. Etude et travaux : un cas de fatigue des sols induite par la culture de sorgho. *Agr Trop.*, 35 : 319-34.

Burgos-Leon W., Gaury F., Nicou R., Chopart J.L. & Domergue Y., 1980 b. Un cas de fatigue des sols induite par la culture de sorgho. *Agron. Trop*., 35 (4) 319-334.

Cabannes Y. & Chantry G., 1987. Le rônier et le palmier à sucre : production et mise en oeuvre dans l'habitat. Edition GRET (France). 90 p.

Caillon S. & Lanouguere-Bruneau V., 2005. Gestion de l'agrobiodiversité dans un village de Vanua Lava (Vanuatu) : Stratégies de sélection et enjeux sociaux. *J. Océanistes*, 1: 120-121.

Camacho Olmedo M. T., Molero Melgarejo E. Y. & Paegelow M., 2010. Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo. Evaluación del potencial de cambio. In: Ojeda J., Pita M.F. y Vallejo I. (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica: La información geográfica al servicio de los ciudadadanos, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 658-678.

Campell D.G., 1989. Quantitative inventory of tropical forests. In Campell D. G. et Hammond H. D. (eds.). Floristic inventory of tropical contries.New York Botanic Garden, 524-533.

CARDER., 2003. Rapport de l'enquête sur la typologie des exploitations d'élevage et le disponible en bétail dans les départements de l'Atacora et de la Donga. CeRPA- Atacora Donga. Natitingou. 69 p

CeCPA., 2005. Rapport annuel d'activités, Sous-secteur de Toucountouna. CeRPA Atacora Donga, Natitingou. 33 p.

CeCPA., 2006. Rapport annuel d'activités, Sous-secteur de Toucountouna. CeRPA Atacora Donga, Natitingou. 42 p.

CeCPA., 2007. Rapport annuel d'activités, Sous-secteur de Toucountouna. CeRPA Atacora Donga, Natitingou. 35 p.

CENAP., 1982. Centre National d'Agropédologie : Notice explicative sur les cartes d'aptitudes culturales du Bénin. Etude Nº 251 - Cotonou.

CeRPA-Atacora Donga, 2004. Rapport annuel d'activités : Campagne agricole 2003-2004. Natitingou, Bénin, 106 p.

CeRPA-Atacora Donga, 2005. Rapport annuel d'activités : Campagne agricole 2004-2005. Natitingou, Bénin, 145 p.

CeRPA- Atacora Donga, 2013. Rapport annuel d'activités : Campagne agricole 2012-2013. Natitingou, Bénin, 133 p.

CIRAD., 2001. Malherbologie tropicale : Coûts de l'enherbement en culture tropicale [En ligne] URL: http://malherbologie.cirad.fr/Fr/generalites/index_generalites.php? Pageid=cout, consulté le 20/02/14

CIRAD, 2006. L'élevage Ouest-Africain : Déficit d'organisation. L'information Agricole n°801, pp 28 – 29.

Clerici N., Bodini A., Eva H., Grégoire J. M., Dulieu D. & Paolini C., 2007. Increased Isolation of Two Biosphere Reserves and Surrounding Protected Areas (WAP: W-Arly-Pendjari, Ecological Complex, West Africa). *J Nat Conserv*, 15 : 26-40.

Codjia J-C., Assogbadjo A. E. & Ategbo E.A.D., 2003. Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, 12 : 321-331.

Collet C., 1992. Systèmes d'information géographique en mode image. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, *Col. Gérer l'environnement*, n°7, 186 p.

Cornier-Salem M.C. & Roussel B., 2002. Patrimoines et savoirs naturalistes locaux. In Martin J.Y. (éd.). Développement durable? Doctrines, pratiques, évaluation. Paris : IRD, 125-142.

Counihan C. & Van Esterik P., 1997. Food and Culture: A Reader. New York : Routledge.

Couteron P. & Kokou K., 1992. Parc National du W (Niger) : typologie et cartographie de la Végétation du Parc National et de la réserve de faune de Tamou. Montpellier : Engref-Unesco.

CTA., 1997. Mécanisation des travaux agricoles en Afriques subsaharienne : Proposition d'intégration de la mécanisation dans les stratégies durables de développement rural. ACP-UE, Wageningen, 74 p.

Daane J., 1997. Conclusions: dynamique, contraintes et perspective. In J. Daane, M. Breusers et E. Frederiks (éds.), Dynamique paysanne sur le plateau Adja du Bénin. Karthala, Paris, 315-327.

Daane J., Breusers M. & Frederiks E., 1997. Dynamique paysanne sur le plateau Adja du Bénin. Karthala, Paris. 348 p.

Dagbenonbakin G., Sokpon N., Igue M. & Ouinsavi C., 2003. Aptitudes des sols et leur répartition au Bénin : état des lieux et perspectives d'aménagement à l'horizon 2025. Etude n°12. Rapport final. Direction de l'Aménagement du Territoire/ Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme/République du Bénin.

Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Bordas, Paris, France, 504 p.

De Raissac M., Marnette P. & Alphonse *S.*, 1998. Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et culture : quelle est l'importance de l'allélopathie ? *Agric Dév* : 17 : 40-9.

De Schutter O., 2009. Rapport de mission au Bénin du Rapporteur Spécial sur le droit à l'alimentation (Genève, Nations Unies, 22 décembre 2009).

De Wispelaere G., 2002. Cartographie de la végétation du complexe du «W». Montpellier : *Cirad* _éd.

Demon A., 1991. Activités humaines et dégradation de l'environnement dans la Circonscription Urbaine de Kandi. Mémoire de Maîtrise de Géographie, FLASH /UNB, 101 p.

Desclaux D., 2005. Sélection participative : spécificités et enjeux pour les agricultures paysannes et durables. Dossier de l'environnement de l'INRA; 30 (119).

Diatta M. & Faye E. H., 1997. Effets de quelques années de protection sur la jachère en zone sahélo-soudanienne du Sénégal : structure et production primaire. Dans : C. Floret (ed), La jachère, lieu de production, 33-CORAF/ORSTOM/ Union Européenne, Dakar.

Dibi N'Da H., Kouakou N'Geussan E., EgnankouWadja M. & Affian K., 2008. Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire), *Revue Télédétection*, pp.17-34.

Dixon J., Gulliver A. & Gibon D., 2001. Farming systems and poverty: improving farmers livelihoods in a changing world. Rome, Washington, FAO et Banque mondiale.

Djagni K. K., 2002. L'agriculture togolaise face à des mutations environnementales multiples : nécessité d'un ensemble d'innovations techniques et organisationnelles cohérent. In Jamin J.Y., Seiny

Djaouga M., 2003. Dynamique urbaine et son impact sur l'évolution des espaces agropastoraux : cas de la ville de Nikki .Mémoire de Maîtrise, DGAT/FLASH/UAC, 116 p.

Djenontin A.J., Amidou M., Baco M. N. & Wennink *B.*, 2000. Diagnostic gestion de troupeau dans les terroirs villageois au nord du Bénin. Rapport technique, RD Borgou/CRA-Nord/INRAB.

Djenontin A.J., Amidou M., Baco M. N. & Wennink B., 2003. Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole au nord du Bénin : production de fumier dans le parc de stabulation des boeufs. In Jamin J. Y., Seiny Boukar L., Floret C., (éditeur scientifique). Savanes africaines : des

espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, Garoua, Cameroun (Mai 2002) 8 p. [en ligne] Adresse URL : http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00137951/en/

Djenontin A. J., Amidou M. & Baco M. N., 2004. Diagnostic gestion du troupeau : Gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au nord Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **43** : 30-45.

Doevenspeck M., 2004. Migrations rurales, accès au foncier et rapports interethniques au sud du Borgou (Bénin). Une approche méthodologique plurielle. Africa spectrum 39 (3) : 359-380.

Dommergues Y., 1978. Mise au point d'une méthode biologique : de détoxication des sols sableux cultivés en sorgho. Compte rendu de fin d'étude. CNRS/ORSTOM, CNRA Bambey, Sénégal.16 p.

Doppler W. & Floquet A., 1996. Adoption of soil improving and agroforestry innovations in family farms in S. Benin, Univ. of Hohenheim SRP, 308 : 571-610.

Dore T. & Tourdonnet S., 2004. Approche agronomique de l'allélopathie. Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures. Volume 13, Numéro 3, 249-56, Synthèse en ligne : http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/agro_biotech/agr/e-docs/00/04/04/74/article.md?fichier = images.htm consulté le 31/03/12

Dossou-Houessou A. & Mongbo R.L., 2000. Le secteur rural, la libéralisation depuis 1990. Dans P.Hountondji (éd.), Economie et société, le Bénin, d'hier à demain. L'Harmattan, Paris, 101-141.

Dumont R., 1997. La production d'ignames dans un village bariba du Bénin septentrional. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, **43** : 35-51.

Dumont R. & Vernier P., 2000. Domestication of yams (Dioscorea cayenensis-rotundata) within the Bariba ethnic group in Benin. *Outlook Agri*., **29** : 137-142.

Durgue P., Kone R. F. & Kone G., 2002. Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricole des savanes de Côte-d'Ivoire. Conséquence pour l'élaboration des politiques agricoles. Seiny Bokar I. (eds), Savanes africaines : des espèces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002. Maroua, Cameroun. N'Djamena, Tchad, Prasac.

Eastman R., 2009. Idrisi Taiga, Guide to GIS and Image Processing, manual version 16.02, Clark University.

Emperaire L., 2004. La biodiversité agricole en Amazonie Brésilienne : ressources et patrimoine Jatba. E*thnobiologie*., 42 : 113-126.

Fangnon B., 2008. Impacts des activités agricoles et de concassage de pierre sur l'environnement et la santé des populations dans la Commune de Bembéréké (Borgou). Mémoire de DEA en Environnement, FLASH/ UAC, Bénin, 81 p.

Fangnon B., 2012. Qualité des sols, systèmes de production agricole et impacts environnementaux et socioéconomiques dans le Département du Couffo au Sud-Ouest du Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH/UAC, 308 p.

FAO., 1981. Les Espèces Forestières à Produits Comestibles dans la République Populaire du Bénin. Projet FAO/PNUD BEN/81/003, Développement des Ressources Forestières.

FAO., 1996. *Food for all.* Fao, *Rome,* 64 p.

FAO., 1996. The State of World's Plant Genetic Resources: Diversity and Erosion. Third WorldResurgence. Farmers Right and the Battle for Agrobiodiversity. Issue 72/73 KDN PP66738/1/96. Anexcerpt from the Report on the State of the World's Plant Genetic Resources prepared by the FAO Secretariat for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources at Leipzig, Germany, 17-23 June 1996.

FAO/Smiar., 1997. Base de données statistiques sur la production agricole au Sénégal. Faostat. Food and Agriculture Organization (Fao), Rome, Italy.

Faure P., 1977. Notice explicative, carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin, feuille de Natitingou (6). Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) : Paris, 68 p.

FAO, 2003. Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. Rome, Italie, 63 p. En ligne: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/x9681f00.pdf, consulté le 15/04/13.

FAO, 2008. Right to Food – Making it Happen, progress and lessons learned through implementation, FAO Right to Food Forum summary, 1st to 3rd October 2008, on linehttp://www.fao.org/righttofood/publi11/ FORUM% 20 REPORT_web.pdf, accessed june, 07.

Floquet A. & Mongbo R. L., 1998. Les paysans en mal d'alternatives. Dégradation des terres, restructuration de l'espace agraire et urbanisation au bas Bénin, Gaimersheim: Margraf, 189 p.

Floquet A., Mongbo R. & Yorou G., 2005. Propositions pour un système durable d'approvisionnement en intrants agricoles des producteurs de filières agricoles autres que le coton. Rapport d'études commanditées par CeRPA Atacora Donga- PAMRAD - LISA- Iles de PAIX. 242 p.

Floquet A. & Mongbo R., 2009. Etude de référence sur les ménages agricoles des Communes de l'Atacora et de la Donga au Bénin. Editions du Flamboyant, Emeraud Editions, Cotonou, Bénin. 172 p. + Annexes.

Fortier A., 2005. Des savoirs locaux insaisissables ? L'exemple de la tenderie aux grives en Ardenne. Vertigo-La revue en science de l'environnement, 6 (3)1-10

Frankenberger T. R., 1991. The importance of household cropping strategies to Famine Mitigation, Office of Arid Lands Studies : 15-24.

Franquin, P. ; 1969. Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. Cah. ORSTOM, sér. Biol. **9** : 65-95.

Fremont A., 2005. Géographie et action.L'aménagementdu territoire ; Editions Arguments, Paris, France, 230 p.

Gandebagni C., Nourou J., Mehour R. & Kakaï R., 2005. Monographie du village de TORA. Etude socio-économique de référence du projet PAMRAD. Natitingou, Bénin.

Garde X., 2005. Evaluation rapide de la situation alimentaire du Nord Bénin. Rapport de consultation FAO-PAM-Ambassade de France. 38 p.

Garine I., 1995. Sociocultural Aspects of The Male Fattening Sessions Among The Massa of Northern Cameroon, In Garine I. De et N. J. Pollock (Eds.). Social Aspects of Obesity. Wellington: Gordon And Breach Publisher : 45-70.

Gass T., 1998. La Conservation des Ressources Phytogénétiques. In Préoccupations Internationales, Biotechnology Agronomy Sociology Environment n° 2 : 7-14

Gbedolo Y. M., 1987. Factors limiting yam production in Benin. In E.R. Terry, M.O. Akoroda, O.B. Arene (eds.) Tropical root crop and the Africa food crisis. Proc. 3 th symposium ISTRC-AB, 15-23 August 1986.Nigeria, IRDC, Ottawa, Canada : 57-60.

Gbèhounou G., Pieterse A. H. & Verkleij J. A C., 2000. Endogenously induced secondary dormancy in seeds of Striga hermonthica. Weed Science, 48 (5) 561-566.

Gendreau F., Meillassoux C., Schlemmer B. & Verlet M., 1991. Les spectres de Malthus. Déséquilibres Alimentaires, Déséquilibres Démographiques; Paris, EDI-ORSTOM-CEPED, Montpellier, pp 425-432.

George P. & Verger F. 1996. Dictionnaire de la Géographie. Paris : PUF, 158 p.

Gessain M., 1971. Les classes d'âge chez les Bassari d'Etyolo (Sénégal oriental), in D. Paulme (éd.), Classes et associations d'âge en Afrique de l'ouest, Plon, Paris, 157-184.

Gessain M., 2002. Age et classe d'âge chez les Bassari du Sénégal oriental. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. Tome 14, Fascicule 1 (2) : 115-119

Ghartey A. B., 1995. Export of yams from Ghana. Report to the post harvest project.MOFA-GTZ. Technical cooperation, 53 p.

Ghiglione R. & Matalon B., 1978. Les enquêtes sociologiques : théories et pratiques. Armand Colin, Paris, France, 296 p.

Gibigaye M., 2004. Impacts socio-économiques et environnementaux de l'introduction des nouvelles technologies dans le monde rural au Bénin. Cas des CUMA de Bembéréké. Mémoire de DEA/UAC/FLASH/EDP. 74 p. + Annexes.

Gnanglè C. P., 2005. Parcs à karité (*Vitellaria Paradoxa Gaertner. f.*) (Sapotaceae) au Bénin : Importance socio-économique, caractérisations morphologique et structurale, et régénération naturelle. DEA. Option Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. Orientation Foresterie. 134 p. FSA/UAC/LERF/FA

Gnélé J. E. & Houndagba C. J., 2007. Bas-fonds entre aménagement et conservation de la biodiversité

Gouthon H. J-C., 1998. Collecte de données complémentaires sur le développement de la filière coton au Bénin. CNEX/INSAH.

Greenland D. J., 1996. Choyez la terre: Aménagement des sols pour une agriculture durable et la protection de l'environnement sous les tropiques, FAO, Rome.

Gruenais M. E. 1981. Famille et monographie de la Famille en Afrique. Document de Travail 1 Orstom, France.

GTZ., 2000. Gestion de l'agrobiodiversité dans les zones rurales. 10 p.

Guingnido Gaye K. J. ,1992. Croissance urbaine, migrations et population au Bénin. Les études du Ceped. n° 5, Paris, France. 114 p.

Hallaire A. 1992. Les montagnards du Nord du Cameroun et leur environnement. L'environnement en Afrique Contemporaine, 161 : 144-155.

Hamberger K., 2010. Perspectives de la brousse, la fonction symbolique des forêts sacrées en pays Ouachi (Sud-est Togo), dans Forêts sacrées et sanctuaires boisés des créations culturelles et biologiques : 125-158.

Hammer K. & Heller J., 1998. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Schriften zu Genetischen Ressourcen, **8** : 223–227.

Hammer K., Heller J & Engels J., 2001. Monographs on underutilized and neglected crops. Genetic Resources and Crop Evolution **48** : 3–5

Hamon P., Dumont R., Zoundjihèkpon J., Tio-Touré B. & Hamon S., 1995. Les Ignames Sauvages d'Afrique de l'Ouest. Editions ORSTOM, Paris.

Hanyani-Mlambo B., Poulton C. & Larsen M. N., 2002. An Overview Report of the Cotton Subsector in Zimbabwe.DFID funded project Competition and Coordination in Liberalized African Cotton Market Systems. **http://www.wye.ic.ac.uk/AgEcon/ADU/research/projects/cottonE/compcord**, Consulté le 09/08/14.

Hauchart V., 2006. Le coton dans le Mouhoun (Burkina Faso) un facteur de modernisation agricole perspectives et développement ? *Cahiers d'Agricultures*, 15 (3) : 285-291.

Hilary C., 1992. Environnement et développement. La politique et l'action de la Communauté Européenne. Catalogue : CC-AM-92-073-FR-C., Bruxelles, Belgique, 23 p.

Hinrichsen D., 1998. People and planet. FAO, 7(1).

Hinsou C., 2005. Champ infecté de striga : Lutte contre le striga, consulté sur le web : http://test.runetwork.de/html/fr/index.html?article_id=2792

Hinvi C. J. & Nonfon C. R., 2000 : La fertilité des terres dans les départements de l'Atacora et la Donga : Problématique, zonage, acquis et quelques axes de recherche. Rapport d'étude.INRAB/URD-Atacora, Bénin, 13 p.

Hodgkin T., 2000. A traning guide for in situ conservation on farm. IPGRI, 161 p.

Honlonkou N. A., 1999. Impact économique des techniques de fertilisation des sols : cas de la jachère Mucuna au sud du Bénin. Thèse de Doctorat de 3è cycle. Côte d'ivoire : CIRES, 187 p.

Houet T. et Hubert-Moy L., 2006. Modelling and projecting land-use and land-cover changes with a cellular automaton considering landscape trajectories: an improvement for simulation of plausible future states‖, EARSeLe Proceedings, n° 5, p. 63-76.

Hougni A., 2004. Contribution à l'analyse des problèmes de qualité dans la filière coton au Bénin. Le sous-système semence : les acteurs et leur rôle. Mémoire de DEA : Analyse et Politique Economique. Soutenu le 13 septembre 2004. Dijon. Université de Bourgogne. 96 p.

Houndenou C. & Hernandez K., 1998 : Modification de la saison pluviométrique dans l'Atacora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin (Afrique occidentale). *Sécheresse*, 1 (9) : 23-34 .

Hountondji Y. C. H., 2008. Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement Faculté des Sciences. Université de Liège, Liège, Belgique. 131 p.

http://www.fao.org/docrep/T1765F/t1765f00.htm#Contents consulté le 11/02/12.

http://www.ird.fr/fr/actualites/dossiers/jardin/parcs.htm, Consulté le 12/06/2007

http://www.izf.net/izf/EE/pro/benin/5020_ReseauxTransp.asp. Consulté le 11/02/12.

http://www.runetwork.de/html/de/index.html?article_id=2794 Consulté le 12/06/2007

Ickowicz A., Richard D. & Manlay R., 2000. Etude de la valorisation des ressources fourragères par les éleveurs sur les terroirs agro-sylvo-pastoraux soudaniens : pratiques d'élevage et utilisation de l'espace. *In* Dugué P. (Ed.), Fertilité et relations agriculture–*élevage en zone de savane*. Acte de

l’atelier sur les flux de biomasse et la gestion de la fertilité à l’échelle des terroirs. Cirad, 5-6 mai 1998, Montpellier, France.

IDP., 2004. Etude de situation de référence dans le terroir de Toucountouna sur la sécurité alimentaire et l’économie rurale. Consortium ORPIDE/AOE. 2004. 167 p.

IFDC, 2004. Technical and Business Training for Agricultural Input Dealers and Importers in Ghah. Ghana Agricultural Inputs Markets Development Project (GAIMs). Project completion report submitted to USAID. Muscle Shoals, Alabama, IFDC

IFDC, 2005a. Developing Agricultural Input Markets in Nigeria (DAIMINA). End of Project Report submitted to USAID. Muscle Shoals, Alabama. Muscle Shoals, Alabama, IFDC.

IFDC., 2005b. L’état du marché des intrants agricoles au Bénin. Fiche d’information du projet MIR. N° 004-2005. 2 p.

INSAE (Institut National de la Statistique et de l’Analyse Économique), 2013. Quatrième Recensement Général de la Population et de l’Habitation, Mai-Juin 2013, Dynamique de la population, Résultats provisoires, Cotonou, Bénin, 8 p.

INSAE, 1986. Recensement général de la population et de l’habitation, volume national tome 1, tableaux statistiques, principaux résultats, Cotonou, 20-21.

INSAE. 1994. Recensement de la population et de l'habitat du Bénin (1992), volume I, Résultats définitifs, 1994.

INSAE., 2002. Recensement Général de la Population et de l’Habitation (RGPH 3), Tome 1, cotonou, Bénin, 159-230.

INSAE, 2003. Troisième Recensement Général de la Population et de l’Habitation, Février, 2002, Tome 2 : Dynamique de la population, Cotonou, Bénin, 42 p.

INSAE, 2008. Monographie de la Commune de Natitingou, DED, MPDEAP, Cotonou, Bénin, 117 p.

INSAE, 2014. Quatrième Recensement Général de la Population et de l’Habitation, Février, 2013, Dynamique de la population, Cotonou, Bénin.

ISRA., 1998. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles : Plan stratégique de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (1998–2003). Synthèse des activités scientifiques et chiffrage. Editions ISRA, 169 p.

ISRIC., 2007. Programme des Nations Unies sur l'évaluation scientifique sur l'état de la dégradation des sols causée par les activités humaines (GLASOD) 9 p.

Jarvis D. I., Zoes V., Nares D. & Hodgkin T., 2004. On-farm management of crop genetic diversity and the Convention on Biological Diversity programme of work on agricultural biodiversity. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 138 : 5-17.

Jazairy I., Alamgir M. & Panuccio T., 1992. The State of World Rural Poverty: An Inquiry into its Causes and Consequences.FIDA, New York University Press, New York, Etats-Unis.

Jensen J. R., 1983. Chapter 30 – Urban kuburban land use analysis. In Colwell, R. N. (éd.), Manual of Remote Sensing 2éd. American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Falls Church, Virginia, **2** : 1571-1666.

Jensen J. R., 1986. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. Prentice - Hall, Englwood Cliffs, New Jersey, 379 p.

Jensen J. R., 1996. Introductory digital image processing : a remote sensing perspective, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 316 p.

Jonsson K., 1995. Agroforestry in dry savanna areas in Africa: Interactions between trees, soils and crops (Ph.D. Thesis). Swedish University of Agricultural Sciences: Umea, Sweden

Joshi K. D., Subedi M., Kadayat K B., & Sthapit B R., 1998. Factors and process behind the erosion of crop genetic diversity in Nepal. *In* T. Pratap, B. R. Sthapit (eds.). Managing agrobiodiversity : Farmers hanging perspectives and Institutional responses in the Hindu Kush-Himalayan region. ICIMOD and IPGRI.

Jouve P., 1991. Usages et fonctions de la jachère en Afrique de l'Ouest et au Magreb. La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier International, Montpellier 2-5 dec 1991, Colloques et seminaires, ORSTOM ed., Paris, pp. 5-16.

Jouve P., 1992. Le diagnostic du milieu rural de la région à la parcelle : approche systémique des modes d'exploitation du milieu. In Mercoiret M. R. (Ed.) L'appui aux producteurs : démarches, outils, domaines d'intervention. Paris: Ministère de la coopération et du développement.

Jouve P., 2000. Dynamiques agraires et développement rural. Pour une analyse en termes de transition agraire. In Jouve P. et Cassé M. C. (eds.) Dynamiques agraires et construction sociale du territoire. Études et travaux du Cnearc, 18 : 23-28

Jouve P., 2001. Jachères et systèmes agraires en Afrique subsaharienne. In Floret C. et Pontanier R. (eds.). La jachère en Afrique tropicale, John Libbey Eurotext, Paris, 1-20.

Jouve P., 2004. La croissance démographique, frein ou opportunité pour une intensification durable en Afrique subsaharienne? Transition agraire et résilience des sociétés rurales. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 52 : 101-106.

Jué-Beaulaton D., 2010. Forêts sacrées et sanctuaires boisées, Des créations culturelles et botaniques (Burkina Faso, Togo, Bénin) : 207-232.

Kaboré A., 2010. Les stratégies communautaires d'adaptation au changement climatique : Cas des bois sacrés dans l'aire socioculturelle Moaaga du Burkina Faso. Thèse de doctorat unique en géographie de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin, 214 p.

Kanevski M. & Maignan M., 2004. Analysis and modelling of spatial environmental data, EPEL Press.

Kater L.J.M., Kante S. & Budelman A., 1992. Karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) associated with crops in South Mali. *Agroforestry Systems*, 18 : 89-105

Kébé, D., 1994. Relations agro-sylvo-pastorales dans le contexte d'agriculture durable au Sahel. Communication présentée lors du séminaire sur "La Promotion de Systèmes Agricoles Durables dans les Pays d'Afrique Soudano-Sahélien". Dakar, Sénégal, 10–14 Janvier 1994.

Kiansi Y., 2011. Cogestion de la Réserve de Biosphère de la Pendjari : Approche concertée pour la conservation de la biodiversité et le développement économique local. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, 275p.

Kilahama F. B., 1997. Connaissances écologiques des populations autochtones : outil essentiel des stratégies de vulgarisation rurale. Etude de cas dans la région de Shinyanga en Tanzanie. *Bulletin arbres, forêts et communautés rurales*, 9 : 36-43.

Kodjo M., Kohoue A., Gnagna P., Gansou S. & N'tcha T., 1995. La Lutte anti-érosive et la Restauration de la fertilité des sols dans le bassin versant de Koumagou, sous-préfecture de Boukombé. Etude et Analyse des différentes techniques mises en œuvre. PGRN, volet aménagement des bassins versants. Site de Boukombé, Bénin, 53 p.

Kokou K, Adjossou K. & Hamberger K., 2005. Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières, Vertigo 6,3./vertigo.revues.org/8661 ; DOI : 10.4000/vertigo, 866 p.

Kokou K. & Sokpon N., 2006 : Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. Bois et forêts des tropiques n°288 (2) : 15-23.

Kokou K., & Kokutse A., 2010. Des forêts sacrées, dans la région du littorale très anthropisée du sud Togo, dans Forêts sacrées et sanctuaires boisés des créations culturelles et biologiques (Burkina-Faso, Togo, Bénin Edition Karthala, 91-122.

Kokoye S. J., 1990. Impact socio-économique de la traction animale dans la province de l'Atacora, Bénin. In Starkey P. H. and Faye A. (eds.). Effets dynamiques de la traction animale dans les systèmesde production. Animal traction for agricultural development. Proceedings of the Third Workshop of the West Africa Animal Traction Network held 7-12 July 1988, Saly, Senegal. WAATN-CTA, Ede- Wageningen, Netherlands. 479 p.

Kombienou P. D., 2015. Contribution à l'étude de l'agrobiodiversité à Boukombé au Bénin. *Editions Universitaires Européennes*, 53 p.

Kombienou P.D., 2010. Systèmes agricoles et conséquences des pratiques culturales sur les terres de la chaîne de l'Atacora : cas des terroirs de Boukombé. Mémoire de DEA/EDP/FLASH/UAC, Cotonou, Bénin, 107 p. + Annexes.

Kombienou P.D., Arouna O., Azontondé A. H., Mensah G. A. & Sinsin B. A., 2014. Conservation de l'agro-biodiversité dans les agrosystèmes de la chaîne de l'Atakora à Boukombé au nord-ouest du Bénin. *Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo)*, 11(2) : 669-690.

Kombienou P.D., Arouna O., Azontondé A. H., Mensah G. A. & Sinsin B. A., 2015. Caractérisation du niveau de fertilité des sols de la chaîne de l'Atakora au nord-ouest du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **25**(2) : 3836-3856.

Kombienou P.D., Arouna O., Azontondé H. A., Mensah G. A. & Sinsin A.B., 2014. Influences des activités agricoles sur la fertilité des sols de la chaîne de l'Atakora au nord-ouest du Bénin. *Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo),* **11**(1) : 381-404.

Kondo A., 2003. Nouveau Larousse Encyclopédique, Tome 1, imprimé en Italie septembre, 21 Rue du Mont parnasse, Paris, CEDEX 06 France, 193 p.

Koné M., Ibo G. J. & Kouamé N., 2005. Le tutorat en Côte d'Ivoire. Débats, courrier de l'Afrique de l'Ouest : 15-20.

Koudougou O., 2006. Analyse socio-économique des données sur les stocks de fourrages constitués en 2006. Iles de Paix-Yamba, Burkina Faso. 3 p.

Koundé C.Z., 1998. Etude de l'impact du compost à base d'ordures ménagères sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical à Djougou. Thèse d'ingénieur agronome. Cotonou, Bénin, FSA-UNB, 96 p.

Kpagbin G., 2007. Rapport sur le Diagnostic participatif de la fertilité des sols dans les départements de la Donga et les Collines, Cotonou, Bénin.

Kpanou M., 2005. Champ de céréales infesté de Striga !. Adresse URL : Laboratoire d'analyse régionale et d'expertises sociales (LARES), Atlas de sécurité le 21 mai 2012. URL : http://poldev.revues.org/133.

Laboratoire d'analyse régionale et d'expertises sociales (LARES), Atlas de sécurité le 21 mai 2012. URL :http://poldev.revues.org/133.

Lal R., 1976. Soil erosion on alfisol in Western Nigeria. Geoderma, **16** : 363-441.

Le Thiec G., 1996. Agriculture africaine et traction animale. CIRAD, 355 p

Lejoly J., 2003. Jachères, produits de cueillette et biodiversité. In : Seiny Boukar L., Floret C., Jouve P., Duponnois R., Salle P., Lejoly J. et Broutin C. Rapport de l'expertise collégiale du "projet jachère". Coraf, Dakar, 37-56.

Léopold L. B., Charke F. E., Hanshaw B. B. et Bashley J. R., 1971. A procedure for evaluation environmental impacts. US Geological Survey Ciralar, Washington, D.C, 645 P.

Lhoste, P., 1986. L'association agriculture- élevage. Evolution du système agro-pastoral au Sine Saloum (Sénégal). Thèse en sciences agronomiques de l'Inapg, 314 p.

Liberski- Bougnoud D. Fourie A. & Nigna S., 2010. Les "bois sacrés" faits et illusions à propos des sanctuaires boisés des Kasena (Burkina Faso, in Forêts sacrées et sanctuaires boisés des créations culturelles et biologiques (Burkina-Faso, Togo, Bénin Edition Karthala, 59-90.

Lillesand T., and Kiefer R., 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.

Ma (Ministère de l'Agriculture), 1997. L'élevage au Sénégal. Communication du Ministre d'Etat, Ministre de l'Agriculture à la réunion plénière du Conseil Economique et Social. Ministère de l'Agriculture, Dakar, Sénégal.

Maalouf A., 1998. Les identités meurtrières. Paris : Éditions Grasset et Fasquelle. MAEP, DANIDA-PNUD., 2001. Enquête sur les conditions de vie en milieu rural, Edition 1999-2000, Cotonou, 84 p.

MAEP., 2001. Schéma directeur du développement agricole et rural du Bénin. Plan stratégique opérationnel. Cotonou, Bénin.

MAEP., 2013. Statistiques annuelles de production agricole. Cotonou, Bénin.

Malthus T. R., 1803. Essai sur le principe de population, traduction française, Flammarion, Paris, 1992

Malthus T., 1798. An essay on the principle of population, Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard, Londres.

Maman M.I., Mahamane A., Mbow C., Saadou M. & Bachmann Y., 2011. Dynamique spatio-temporelle des forêts claires dans le Parc national du W du Niger (Afrique de l'Ouest). *Sécheresse*, **22** : 108-16.

Mankessi J., 2013. Les contraintes climatiques et bioclimatiques et leurs incidences en agriculture pluviale sur le plateau Babembé (Congo Brazaville). Thèse de doctorat 288 p.

Mas J. F., Puig H., Palacio J. L. & Sosa A. A., 2004. Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks‖, Environmental Modelling and Software, **19**, (5), p. 461-471.

Mathieu C. & Pieltain F., 2003. Analyse chimique des sols – Méthodes choisies. Lavoisier, Tec et Doc, Paris, 575 p.

MEHU, 2002. Rapport Intégré sur l'Etat de l'Environnement au Bénin, Version Initiale, Cotonou, Bénin, 187 p.

MEHU-PNUD., 2002. Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique. Cotonou, 144 p.

Mercier P., 1968. Tradition, changement, histoire, les "somba" du dahomey septentrional, Antrhropos, Paris.

Mergeai G., 2007. Notes de cours : Synergie de productions animales et végétales. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.

Mianze T., Follin J-C., Klassou C., Ekorong J., Nibouche S. & Bachelier B., 1997. Evolutions techniques et économiques de la filière cotonnière Méga-Tchad/ORSTOM, 86p.

Michon G., Aubertin C., De Foresta H. & Levang P., 2002. Du discours global aux pratiques locales ou comment les conventions sur l'environnement affectent la gestion de la forêt tropicale. In Développement durable ? Doctrines pratiques évaluation. IRD, Paris ; pp183-203.

Miller K., Allégretti M. H., Johnson N. & Jonsson B., 1995. Measures for conservation of biodiversity and sustainable use of its components. *In* Heywood V.H. et Watson (Eds.), Global biodiversityassessment. UNEP, Cambridge University Press, UK, pp915-1061.

Mongbo R. L. & Dossou-Houessou A., 2000. Le secteur rural: l'héritage colonial et sa gestion jusqu'en 1990. *In* P. Hountondji (éd.), Économie et société, le Bénin, d'hier à demain. L'Harmattan, Paris ; pp75-100.

Mongbo R. L. & Floquet A., 1995. Enjeux fonciers, pauvreté et stratégies de survie sur terres de barre au Bénin, 77 p.

Mugisha S., Tenywa M. M. and Burt P. J. A., 2010. An improved technique for the prediction of optimal image resolution(s) for large-scale mapping of savannah ecosystems. African Journal of Environmental Science and Technology, **4** (10) : 709-717.

Mulder I., 2000. Soil degradation in Benin: Farmers perception and responses. Tinbergen Institute, Researsh series N° 240 Vrije Universiteit Amsterdam, Hollande, 241 p.

Mulindabigwi V., 2005. Influence des systèmes agraires sur l'utilisation des terroirs, la séquestration du carbone et la sécurité alimentaire dans le bassin versant de l'Ouémé supérieur au Bénin, Thèse dedoctorat. Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität.Bonn, 232 p.

Natta J. N. K., 1999. Tradition et développement : Occupation, exploitation du sol et organisation spatiale chez les Bètammaribè du Nord-Bénin. Mémoire de Maîtrise, UNB/Bénin, 1999, Cotonou, Bénin, 138 p.

Natta A. K., 2003. Ecological assessment of riparian forests in Benin: Phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species. Ph. D. Thesis Wageningen University, Hollande, 215 p.

Navarro O., 2011. Les enjeux socio-environnementaux du développement durable en Amérique du Sud. Considérations à partir du cas Colombien. *Varia*, 2(3) : 1-10.

N'dah D., 2009. Sites Archéologiques et Peuplement de la Région de l'Atacora (Nord-Ouest du Bénin). Thèse de doctorat unique, Archéologie africaine, Département d'histoire et archéologie, Unité de Formation et de Recherches en Sciences Humaines, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 521p. +Annexes.

Niangado O. & Kébé D., 2002. Enjeux des DPI pour la recherche agricole et la filière des semences en Afrique de l'Ouest et du Centre. Commerce. PI et développement durable vus de l'Afrique. ICTSD, Enda, Solagral, 127-141.

Nonfon C.R., Hinvi J. & Dossou R., 2002. Effets de Gliricidia sepium et d'Acacia auriculiformis sur le rendement de l'igname à Ouaké. Rapport INRAB Natitingou, Section : Agriculture. [en ligne] Adresse URL : http://www.runetwork.org/h/articleS/1189html, consulté le 10/06/15.

N'tcha F., 2004. Impacts socio-économique et environnemental de la production agricole dans la Commune de Boukombé. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 100 p.

N'Tia R., 1993. Géographie de l'Atacora précolonial. Afrika Zamani, 1 : 107-124.

Ogouwale E., 2004. Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional, Mémoire de DEA, UAC/FLASH/DGAT.95 p.

Okigbo Bede N., 1997. Criteria for designing sustainable farming systems in tropical Africa. *In* Gyasi E. A. et Uitto J. I. (eds.). Environment, Biodiversity and Agricultural Change in West Africa.Perspectives from Ghana; United Nations University Press; Tokyo-Japan.

Oloukoi J., Mama V.J. & Agbo F.B., 2006. Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le Département des Collines au Bénin. *Télédétection* 6 (4) : 305-323.

ONASA, 2003. Stratégie béninoise pour la sécurité alimentaire. ONASA, Cotonou, Benin. 15 p.

ONASA, 2006. Résultats de l'évaluation de la production vivrière, campagne 2005-2006 et perspectives alimentaires pour 2006. 15 p.

ONASA, 2007. Etat de la mise en œuvre des stratégies nationales de sécurité alimentaire et dispositif national de suivi-évaluation. Communication à la première réunion du comité exécutif restreint du conseil régional de sécurité alimentaire. 22 p.

Orékan V. O. A., 2007. Implementation of the local land-use and land-cover change model CLUE-s for Central Benin by using socio-economic and remote sensing data. Dissertation, University of Bonn, 230 p.

OSAP., 2004. Rapport de l'analyse systémique des Ressources Naturelles de la Commune de Tanguiéta.

Ouassa K. M., 2008. Les déterminants socioculturels de la désertification dans l'Atacora ouest au Bénin (Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi), Université Paris IV/Sorbonne, 319 p.

Ouedraogo A. S., 1995. Genetic variation, conservation and use of Parkia biglobosa in western Africa: summary of thesis. Forest Genetic Res, 23:2.

Ourou Barré F.I., 2014. Contraintes climatiques, pédologiques et production agricole dans l'Atacora (nord-ouest du Bénin).Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH/UAC, 264 p.

Paegelow M. & Olmedo M. T. C., 2005. Possibilities and limits of prospective GIS land cover modeling a compared case study: Garrotxes (France) and Alta Alpujarra Granadina (Spain). International Journal of Geographical Information Science 19, pp. 697–722.

PAP, 1976. Principes de classification et d'évaluation des terres pour la République du Bénin 36 p.

Paturel J. E., Servat E., Kouame B., Lubes H., Ouedraogo M., & Masson J.M., 1997. Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea-Part two: an integrated regional approach, Journal of Hydrology, 191 : 16-36

PAVICO, 2002. Monographie de la commune de Toucountouna. GTZ, Coordination régional Nord. Natitingou, Bénin, 60 p.

PDM., 2004. Partenariat pour le Développement municipal : http://www.amenagementafrique. com/rubrique.php3? id_rubrique=26. Consulté le 14/04/12.

Perez F., 1990. Utilisation de l'espace et des ressources par deux implantations humaines dans le département de Banh (province du Nord Yatenga- Burkina Faso). L'exemple du campement d'hivernage de Gassenaye et du village permanent Diendé. Memoire de DAT, CNEARC/CIRADDSA/ENGREF. 65 p.

Pescay M., 1998. Transformation des systèmes fonciers et «transition foncière» au Sud-Bénin. *In* Ph. Lavigne Delville (éd.), Quelles politiques foncières pour l'Afrique rurale?Karthala, Paris ; pp131-156.

Pfeiffer V., 1988. Agriculture au Sud-Bénin, passé et perspectives.L'Harmattan, Paris, 172 p.

Pham J.L. & Noyer J.L., 2010. Agrobiodiversité : Des hommes et des plantes ; Outils et méthodes d'analyse. Ecole thématique internationale. Appel à Candidature de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc. p.1.

Pham J-L., Jackson M.T., Morrin S. R. & Sebastian L. S., 2000. Linking genebanks and participatory conservation and management. P. 3 *GRCP*.Scientifioc basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources,Oastepec, Morelos, Mexico, October 8-14, 2000.Abstracts. Report n° 25. University of California Division of Agriculture and Natural Ressources, Genetic Ressources Conservation Program, Davis CA USA.

Picard J. & Alhadji A., 2002. Le coton, un concurrent devenu trop dangereux pour les cultures vivrières ? Le débat est-il pertinent pour les paysans du Nord du Cameroun ? htt//www.unibayreuth de/afrikanistik/mega-tchad/Table/Colloque2002/Picard.pdf. 10 p.

Picouet M., 2001. Population, environnement et développement. Population et développement : les principaux enjeux cinq ans après le Caire. Les documents et Manuel du CEPED, 12 : 13-23.

Pielou E.C., 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J Theor Biol*, 10 : 370-383.

Pinton F. & Emperaire L., 2001. Le manioc en Amazonie brésilienne : diversité variétale et marché. *Genet. Sel. Evol.*, 33 : 491-512.

Pinton F., 2002 : Manioc et biodiversité : exploration des voies d'un nouveau partenariat. *Nature Science et Société*, 10 (2) : 18-30.

PNUD., 1996. ECVR-94 : Profil de la pauvreté rurale et caractéristique des ménages ruraux.

PNUD, 1997. Rapport sur le développement humain au Bénin. 132 p.

PNUD, 2004. Rapport sur la situation économique et sociale du Bénin. PNUD, juin 2005. [en ligne] Adresse URL : http://www.undp.org.bj/publications/Rapport-Economique-Et-Social-BENIN-2004.pdf

PNUE., 1992. Convention sur la diversité biologique.

Pontius, R.G., 2000. Quantification error versus location in comparison of categorical maps. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 66, (8): 1011–1016.

Qualset C. O., McGuirre P. E. & Warburton M. L., 1995. Agrobiodiversity: key to agricultural productivity. *California agriculture*, 49 (6) : 45-49.

Rakotomalala J.J.R., Ramelison J., Andrianavalona V. & Rabemanantsoa N., 2006. Rapport sur l'Etat des Lieux de la Diversité Biologique Agricole à Madagascar. Composante (2) Agrobiodiversité. Service d'Appui à la Gestion de l'Environnement (SAGE) et FIFIFA, 101 p.

Rana R. B., Gauchan D., Rijal D. K., Ktatiwada S. P., Paudel C. L., Chaudhary P. & Tiware P. R., 2000. Socioeconomic data collection and analysis. Nepal. *In* D. Jarvis, B. Sthapit and L. Sears. (eds.).

Conserving agricultural biodiversity in situ: a scientific basis for sustainable agriculture.IPGRI, Rome, Italy, 54-59

Réthoré A. & Riquier D., 1988. Gestion de l'exploitation agricole: éléments pour la prise de décision Lavoisier Tec Doc Agriculture d'aujourd'hui, 264 p.

Reveret J-P. & Webster A., 1997. Vers une économie de la biodiversité ? *In* Marie-Hélène Parizeau. De Boeck (eds.*).* La biodiversité tout conserver ou tout exploiter? Université. Collection Sciences Ethiques Societés, pp 47-59.

Rey-Debove J. & Rey A., 2001. Le nouveau petit Robert. Dictionnaire de la langue française. Robert P (ed.). Discorobert inc. Montreal, Canada.

Roose E. & Barthès B., 2001. Organic matter management of soil conservation and productivity restoration in Africa. Nutrient cycling in Agro-ecosystems ; 61 : 159-170.

Roose E., 1977. Erosion et Ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesure en parcelles expérimentales. Travaux et Doc. ORSTOM Paris n° 78, 108 p.

Roose E., 1994. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin pédologique de la FAO, 70 p. [en ligne]

Roose E., Lelong F. & Darthout R., 1992. La GCES : une nouvelle stratégie de lutte antiérosive appliquée à l'aménagement de terrasses en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, n° 233.

Roose E., Sabir M. & De Noni G., 2002. Techniques traditionnelles de GCES en milieu méditerranéen. Bull Réseau Erosion; FAO, Rome, Italie, 21-523.

Roussel B. & Juhé Beaulaton D., 2002. Les sites religieux vodoun : des patrimoines en permanente évolution. *In* M-C. Cormier-Salem, D. Juhé-Beaulaton, J. Boutrais et B. Roussel (eds.).Patrimonialiser la nature tropicale. *Dynamiques locales, enjeux internationaux*. IRD, collection Colloques et séminaires, Paris : 415-438.

Roussel B., 2005. Savoirs locaux et conservation de la biodiversité : renforcer la représentation des communautés. *Mouvements*, 41 : 82-88.

Ruthenberg H., 1980. Farming Systems in the Tropics. Third edition. Clarendon Press, Oxford.; 1-18, 30-109

Sabi Lolo Ilou B., 2015. Impact des feux de végétation sur les services écosystémiques dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Mémoire de Master, MIRD/FLASH/UAC, 64 p.

Samba A. G., 2011. Dynamique de l'occupation du sol des périphéries du Parc National du W dans les arrondissements de Founougo et de Soroko (Banikoara). Mémoire de Maîtrise de géographie, DGAT/FLASH/UAC, 94 p.

Samba Bio T. et Bio Mama., 2005. Rapport d'étude sur la consommation du bois de feu et charbon de bois dans les Communes d'intervention du ProCGRN. Natitingou, Bénin.

Sanginga N., Lyasse O. & Singh B.B., 2000. Phosphorus use efficiency and nitrogen balance of cowpea breeding lines in a low P soil of the derived savanna zone in West Africa. Volume 220, Numbers 1-2 / May, 2000. Adresse URL: http://www.springerlink.com/content/p1n662n138l00668/ consulté le 17/05/2007

Scarcelli N., Tostain S., Mariac C., Agbangla C., Daïnou O., Berthaud J. & Pham J-L., 2006. Genetic nature of yams (*Dioscorea* sp.) domesticated by farmers in Benin (West Africa). *Genetic Resources and Crop Evolution* 53 : 121-130.

Schreckenberg K., 1996. Forests, fields and markets: A study of indigenous tree products in the woody savannas of the Bassila region, Benin (Ph.D. Thesis). University of London : London, 326 p.

Schwartz A., 1993. Brève histoire de la culture du coton au Burkina Faso. Ouagadougou (Burkina Faso) Association Découverte du Burkina, Centre culturel français Georges Melies, IRD/Orstom, 72 route d'Aulnay, Bondy (France), 28p.

SDAC., 2006. Schéma Directeur d'Aménagement Communal de Toucountouna. Commune de Toucountouna/ PRODECOM. 116 p.

Sebillote M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome, *Cahier. Orstom série. Biologie*, 24 : 3-25.

Sébillotte M., 1993 : Système de culture. Encyclopedia universalis. Paris, France.

Sedjro M. A., 2002. Analyse du secteur anacarde : situation actuelle et perspective de développement. CNUCED/OMC (CCI), 38 p.

Sêkloka E, Lançon J., Djaboutou M., Lewicki S., Takpara D., Assogba L., & Orou Moussé B. I., 2001. Un partenariat agriculteur–chercheur dans un programme de création de variété coton au Bénin : Bilan de trois années de sélections. In H. Hocdé, J. Lançon, G. Trouche (eds.). Sélection participative, Montpellier ; pp. 56-63

Séné M. & Meynard J. M., 2006. Analyse de l'influence des systèmes de culture sur la variabilité des rendements du sorgho (Sorghum bicolor (L.) Moench) et sur son effet allélopathique dans le Sine-Saloum Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, France. [en ligne] Adresse URL : http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=198061

Serpentié G., 1993. Rôles et significations de la jachère dans les systèmes de production agricoles en Afrique de l'Ouest. Problématique de son remplacement. *In* C. Floret, R. Pontanier, G. Serpentié (eds.). *La jachère en Afrique tropicale* MAB UNESCO; 55-81.

Serpentié G. & Floret C., 1994. Un mode de gestion des ressources en Afrique tropicale : la jachère longue. Regards différenciés sur une pratique en crise. Comptes rendus de l'académie d'Agriculture de France, 80 (8) : 73-85.

Servat E., Paturel J.-E., Lubes H., Kouamé B., Ouedraogo M. & Masson J-M., 1997. Climate variability in humide Africa along the Gulf of Guinea. Part one: Detailed Analysis of the Phenomenon in Côte d'Ivoire/ Part two : An Integrated Regional Approach, *Journal of Hydrology,* 191: 1-15

Siamwalla A. & Valdes A., 1980. Food Insecurity in Developing Countries. Food Policy 3

Sidibé A., 2003. Foires de semences et champs de diversité comme stratégies de conservation, gestion et utilisation durable des ressources phytogénétiques. Rapport technique, IER, Mali.

Sidibé M. & Sene M., 1997. Potentialités d'utilisation de *Gliricidia sepium* et *Leucaena leucocephala* en alternative à la jachère naturelle dans les systèmes de production agricole au Mali. IER. 1997. Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest. Actes de l'Atelier Jachère et maintien de la fertilité. Bamako, 144 p.

Sinsin B., Delvingt W. & Heymane J.C., 1989. Les pâturages de saison sèche de la zone soudanienne du Nord Bénin. Rev. Élev. Méd. vét. Pays trop. 42(2) : 283-288.

Sinsin B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki - Kalalé au Nord du Bénin. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles. 390 p.

Sinsin B., 1995. Le rôle des aires protégées dans la conservation des ressources génériques. Séminaire National sur les "Ressources phylogénétiques, diversité et conservation ", Niaouli, Bénin, 14 p.

Sinsin B. & Sinadouwirou T., 2003. Valorisation socioéconomique et pérennité du *Pentadesma butyracea* Sabine en galeries forestières au Bénin. Cahiers d'études et de recherches francophones/ Agricultures, 12 (2) : 75-79.

Soares-Filho B. S., Nepstad, D., Curran L., Voll E., Cerqueira G., Garcia R. A., Ramos C. A., Mcdonald A., Lefebvre P. & Schlesinger P., 2006. Modeling conservation in the Amazon basin, Nature, London, 440, pp 520-523.

Soares-Filho B.S., Pennachin C. L. & Cerqueira G., 2002. DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier, Ecological Modelling, 154, (3), pp. 217-235.

Sokpon N., 1994. Tenue foncière et propriété des ligneux dans les systèmes agroforestiers traditionnels au Bénin. Ann. Fac. Sc., Kisangani. N° spéc., 115-122.

Sokpon N., Houankoun E., Ouinsavi C. & Yabi J., 2004. Importance socio-économique du rônier (Borassus aethiopum Mart.): Différents usages et commercialisation de quelques sous-produits au Bénin. Communication présentée à l'atelier scientifique Sud-Centre, Abomey-Calavi décembre 2004.

Sokpon N. & Agbo V., 2010. Forêts sacrées et patrimoine au Bénin in Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'ouest, Tome 1, 536-547.

Sounon Bouko B., Sinsin B. & Bio Goura B., 2007. Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin.*Tropicultura*, 25 (4) : 193-199.

Sounon Bouko B., 2011. Colonisation agricole et dégradation du couvert végétal dans le secteur Wari-Maro-Igbomakro au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 221 p.

Sperling L., Loevinsohn M. E. & Ntabomvura B., 1993: Rethinking the farmer's role in plant breeding: local bean experts and on-station selection in Rwanda. *Experimental Agriculture*, 29 : 509-519.

Sperling L., Ashby Y. J.A., Smith M.E., Weltzien E. & McGuire S., 2001. A framework for analyzing participatory plant breeding approaches and results. *Euphytica*, 122 : 439-450.

Stark O. & Bloom D. E., 1985. The new economics of labor migration. *American Economic Review*. 75 (2) : 173-178.

Stark O. & Katz E., 1986. Labor Migration and Risk Aversion in Less Developed Countries. *Journal of Labor Economics*. 4 (1) : 134-149.

Stocking M., 2002. Agrodiversity, environmental protection and sustaining rural livelihoods: the global view, In H. Brookfield, C. Padoch, H. Parson & M. Stocking (eds.), Cultivating Biodiversity. Understanding, analyzingand using agricultural diversity, ITDG Publishing, UNU, UNEP, Londres, UK, 26-40.

Sylvander B., 1995. Origine géographique et qualité des produits : approche économique. *Revue de Droit Rural* ; 237 : 465-473.

Sys C., Ranst Van E., Debaveye J., Beernaert F., 1993. Land evaluation, part III crop requirements, Agricultural publications- N°7, General Administration for Development Cooperation. Place du Champ de mars 5 bté 57-1050 Brussels-Belgium, pp.67-147.

Tchegnon P., 2006. Monographie de la Commune de Boukombé, Afrique Conseil, PRODECOM, Mission de la Décentralisation, Cotonou, Bénin, 60 p.

Tchibozo C. F., 1981. Contribution à l'étude biogéographique de la région de l'Atacora Etude typologique des unités de paysage du versant oriental de la chaîne de l'Atacora (à la hauteur de Natitingou). Thèse de doctorat 3è Cycle, Université de Paris 7 – Jussieu. E.U.R de Géographie Physique, 326 p.

Tchiwanou M.B., 2001. Revue et Analyse des données relatives aux produits forestiers, FAO, Cotonou.

Tefft J., John S., Kelly V. & Eric M. W., 1998. Filière coton africain dans la zone franc : Etude comparative régionale, rentabilité, revenu et contraintes. INSAH., Bamako, Mali, 34p.

Tenté B., 2000. Dynamique actuelle de l'état de surface dans le massif de l'Atacora : secteur de Perma-Toucountouna. Mémoire de DEA/FLASH/UNB, Bénin, 83 p.

Tenté B. & Sinsin B., 2002. Diversité et structure de formations arborescentes du secteur Perma-Toucountouna dans la chaîne de l'Atacora (Bénin). Etudes Flor. Vég. Burkina Faso, 6, pp. 31-42.

Tenté B. & Sinsin B., 2005. Processus de dégradation et d'érosion des versants de la chaîne de l'Atacora en dehors de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Bénin), LEA, FSA, UNB, actes des JSI- UNB 2, Tome 2, Cotonou, Bénin, 9 p.

Tente B., 2007. Processus de dégradation des formations saxicoles de la chaîne de l'Atacora (Nord-Ouest du Bénin). *Climat et développement*, 4 : 79-90.

Tenté B.A., 2005. Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : secteur Perma- Toucountouna (Bénin). Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 252 p.

Tiando E., 1978. Perspective d'Approche Historique des populations de l'Atakora, l'exemple des Waaba-Tangamba-Daataba, Mémoire de Maîtrise d'Histoire, 212 p.

Tiffen M., Mortimore M. & Gichuki F., 1994. *More people less erosion. Environnemental recovery in Kenya*, Willey, Chichester, 311 p.

Tobin B., 2001: Redefining perspectives in the search for protection of traditional knowledge : a case study from Peru. Review of European Community and International Environmental *Law*, 10 (1),54 p.

Todaro M. P., 1973. L'exode rural en Afrique et ses rapports avec l'emploi et les revenus. L'emploi en Afrique, aspects critiques du problème. Genève, Bureau International du Travail, pp. 49-77.

Todaro M. P., 1976. Intemal migration in Developing Countries A review of theory, evidence, methodology and research priorities. ILO, Geneva.

Togonou H. & Gomez E., 2003. Répartition spatiale de la population au Bénin. Recensement général de la population et de l'habitat de 2002 : RGPH 3, Tome 1, INSAE, cotonou, Bénin : 28-93.

Toko I. & da Matha Sant'Anna M., 1999. Evolution de l'utilisation des terroirs dans la sous-préfecture de Banikoara (Nord-Bénin). *Cahier d'Agriculture*, 8 : 35-41

Toko Imorou I., 2008. Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, EDP/FLASH/UAC, Bénin, 241 p.

Toko Imorou I., 2013 a. Dynamique des formations végétales de la forêt classée de Ouénou-Bénou au Nord-Bénin. BenGéo., vol. 13, p. 18-35.

Toko Imorou I., 2013 b. Impact des activités anthropiques sur la végétation en région soudanienne : La Commune de Kandi au Bénin. J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Série B, vol. 15, no 3, p. 65-77.

Toko Mouhamadou I., 2014. Facteurs déterminants de la fragmentation des écosystèmes forestiers : cas des îlots de forêts denses sèches de la forêt classée des Monts Kouffé et de sa périphérie au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, 202 p.

Toko Mouhamadou I., Toko Imorou I., Gbègbo C. M. & Sinsin B., 2013a. Structure et composition floristiques des forêts denses sèches de la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 64 : 4787-4796.

Toko Mouhamadou I., Toko Imorou I., Mèdaho S. A. & Sinsin B., 2013b. Perceptions locales des déterminants de la fragmentation des îlots de forêts denses dans la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 66 :5049-5059.

Tomlinson H., Teklehaimanot Z., Traoré A. & Olapade E., 1995. Soil amelioration and root symbioses of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. West Africa. *Agroforestry Systems*, 30 : 145-159.

Tomlinson H., Teklehaimanot Z., Traoré A. & Olapade E., 1998. An investigation of the root distribution of *Parkia biglobosa* in Burkina Faso, West Africa, using a logarithmic spiral trench. *Forest Ecology and Management*,107 : 173–182.

Touré M., 2003. Etude comparative des systèmes de commercialisation d'igname en Côte d'Ivoire, au Bénin et au Nigéria, 38 p. http//www.agr.kuleuven.ac.be/aee/clo/wp/demont2003f.pdf.

Traoré K., Ganry F., Oliver R. & Gigou J., 2004. Litter production and soil fertility in *Vitellaria paradoxa* parkland in a Catena in southern Mali. *Arid land research and management*, 18 : 359-368.

Trommetter M., 2002. La gestion des ressources génétiques végétales : d'une approche empirique à une institutionnalisation internationale. Johanesburg Sommet Mondial du Développement Durable

2002 Quels enjeux ? Quelle contribution des scientifiques? adpf, Ministère des affaires étrangères, 45-49.

Tsayem-Demaze M., Polidori L. & Fotsing J. M., 2001. Caractérisation multi-échelle et multi-capteur de la déforestation tropicale amazonienne. *Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 161 : 74-84.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2008. Africa: Atlas of Our Changing Environment. Division of Early Warning and Assessment (DEWA), UNEP, 393 p.

Vaidya A., 1998. Can on farm conservation be compatible with agricultural developement? Some policies and issues. *In* T. Pratap, B. R. Sthapit, (eds.). Managing agrobiodiversity: Farmers hanging perspectives and Institutional responses in the Hindu Kush-Himalayan region. ICIMOD-IPGRI.

van den Akker E. & Dansou R., 1997. Perspectives du développement rural au Bénin dans les quinze années à venir. Enquête auprès des institutions de développement rural, pp 45-57. *In* Bierschenk, T., Le Meur P.-Y. & von Oppen, M. (eds.). Institutions and Technologies for Rural Development in West Africa. Proceedings of an International Symposium, University of Hohenheim, 16-22 February 1996, Cotonou, Benin.Margraf Verlag, Weikersheim, Germany.

Vavilov N. I., 1992. Origin and geography of cultivated plants. New York, Cambridge Universty Press, 498 p.

Vayssière J-F., Goergen G., Lokossou O., Dossa P. & Akponon C., 2005. A new Bactrocera species in Benin among mango fruit fly (Diptera: Tephritidae) species. Fruits 60 (6) : 371-377.

Verburg P. H., Soepboer W., Veldkamp A., Limpiada R., Espaldon V., Sharifah Mastura S. A., 2002. Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: the CLUE-S Model, Environmental Management, Vol. 30, n° 3, pp. 391-405.

Vernier P., 2002. Enquêtes sur les systèmes de culture à base d'igname dans les départements du Borgou et du Zou, Bénin, campagne 97-98, CIRAD-IITA.

Vernier P., Orkwor G. C. & Dossou A. R., 2003. Studies on yam domestication and farmers' practices in Benin and Nigeria. *Outlook on Agriculture*, 32 : 35–41.

Vernooy R., 2003. Un focus : *les semences du monde. L'amélioration participative des plantes*. CRDI, Canada, 120 p.

Vigneau C., 2013. Cartographie et modélisation des changements d'occupation du sol dans le Haut-Vicdessos 1942-2008. Mémoire de Master 2, Université de Toulouse, 75 p.

Vodouhe S. R., Zannou A. & Achigan Dako E., 2003. Actes du Premier Atelier sur la Diversité Génétique du Fonio (Digitaria exilis) en Afrique de l'Ouest. Conakry, Guinée, du 04 au 06 Août 1998. IPGRI, Rome, Italie.

Vodounou J. B. K., 2002. Systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans la vallée de la Sô. Mémoire de DEA, EDP/FLASH/ UAC, 78 p.

Walkley A. & Black I. A., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*. 37: 29-37.

Wartena D., 1997. Marchandisation et production agricole féminine pp.115-151. *In* J. Daane, M. Breusers et E. Frederiks (éds), Dynamique paysanne sur le plateau Adja du Bénin. Karthala, Paris.

Wezel A., Bohlinger B. & Floquet A., 1999. Changements du système d'exploitation des sols et de la végétation près du village de Houêto (1981-1995). Evolution de l'exploitation des terres aux abords d'un centre urbain du Sud du Bénin. 1999.*In* Herrmann L., Vennemann K., Stahr K, Oppen von M. (eds.). Atlas of natural and agronomic resources of Niger and Benin.http://www.unihohenheim. de/atlas 308

Williams S. K. & Williams C. E., 1971. Farmers' contact with agricultural extension service in Western State of Nigeria. *Bulletin of rural economics and sociology*.6 (1).

Williams S. T. K., Fenley J. M. & Williams C. E., 1984. A manual for agricultural extension Workers in Nigeria. 169 p.

Witcombe J. R. & Joshi A., 1996. The impact of farmer participatory research on biodiversity of crops. *In*: L. Sperling et M. Loevinsohn (eds.) *Using diversity. Enhancing and maintaining genetic resources* 374 *on-farm*, Proceedings of a workshop held on 19-21 June 1995, New Delhi, India. International Development Research Centre, New Delhi, 87-101

Witcombe J. R., Joshi A. & Goyal S.N., 2003. Participatory plant breeding in maize: a case study from Gujurat, India. *Euphytica*, 130: 413-422.

Wolff E., 2006. Télédétection. Note de Cours, DESS en Gestion des Ressources Naturelles. AGE-FSA/UAC. Abomey-Calavi, Bénin. 182 p.

Wood D. & Lenné J.M., 1997. The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. *Biodiversity and Conservation,* 6 : 109-129.

Wood D. & Lenné J.M., 1999. The origin of agrobiodiversity in agriculture pp 15-33. In D. Wood & J.M. Lenné (eds.), Agrobiodiversity: characterization, utilization and management, London, CABI Publishing.

WRI, UICN & PNUE, 1992. Global Biodiversity Strategy. Guidelines for action to save, study and use Earth's Biotic Wealth sustainably and equitably. World Ressources Institute, Washington, 185 p.

Wright M. & Turner M., 1999. Seed management systems and effects on diversity, *In* D. Wood & J.M. Lenné (eds.), *Agrobiodiversity: characterization, utilization and management*, London, CABI Publishing, 331-354.

Yana S. D. & Wautelet J. M., 1993. Pression démographique et production alimentaire : l'exemple de trois régions du Cameroun. Les spectres de Malthus. Déséquilibres Alimentaires, Déséquilibres Démographiques, EDI-ORSTOM-CEPED, Paris, 11p.

Yoni M., Hein V., Abbady L. & Serpantier G., 2007. Dynamics of soil organic matter in the sudanian savannahs of Burkina-Faso.http:/ les cartes/les sols internet/sol de la savane de Burkina.htm 67 p.

Zoudjihèkpon J., Dansi A., Mignouna J. H. D., Kouakou A. M., Zongo J. D., N'kpenou K. E., Sunu D., Camara F., Kourouma S., Sanou J., Sanou H., Belem J., Dossou R., Vernier P., Dumont R., Hamon P. & Tio-Touré B., 1998. Gestion des ressources génétiques des ignames africaines et conservation *in situ*. *Aménagement et Nature,* 135 : 85-94.

Zougmore R., Kamboun, Outtara & Guillobez S., 1998. L'association culturale sorgho–niébé pour prévenir le ruissellement et l'érosiondans le Sahel au Burkina Faso.CRDI, Ottawa, ON, CA. Dans ARC HIV BUCKLE 108242. [en ligne] URI/URL:http://hdl.handle.net/10625/22647, consulté le 20/05/14.

Zoundjihèkpon J., Dansi A., Mignouna H. D. & Quin M., 1997. Collecte d'ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* au Bénin. *Plant. Gen. Res. Newslet,* 112 : 81-85.

LISTE DES PUBLICATIONS

1- Kombienou P.D., Arouna O., Azontondé H. A., Mensah G. A. & Sinsin A.B., 2014. Influences des activités agricoles sur la fertilité des sols de la chaîne de l'Atakora au nord-ouest du Bénin. *Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo),* **11(1)** : 381-404.

2- Kombienou P.D., Arouna O., Azontondé A. H., Mensah G. A. & Sinsin B. A., 2014. Conservation de l'agro-biodiversité dans les agrosystèmes de la chaîne de l'Atakora à Boukombé au nord-ouest du Bénin. *Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo),* **11(2)** : 669-690.

3- Kombienou P.D., Arouna O., Azontondé A. H., Mensah G. A. & Sinsin B. A., 2015. Caractérisation du niveau de fertilité des sols de la chaîne de l'Atakora au nord-ouest du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **25(2)** : 3836-3856.

4- Kombienou P. D., 2015. Contribution à l'étude de l'agrobiodiversité à Boukombé au Bénin. *Editions Universitaires Européennes*, 53 p.

LISTE DES COMMUNICATIONS

1- Kombienou P. D., 2009. Pratiques culturales et stratégies de conservation des sols dans le terroir de Boukombé. Communication au 2ème Collque des Sciences, Cultures et Techniques de l'UAC-Bénin, Abstract n° 401.

2- Kombienou P.D., Kindomihou V., Capo-Chichi E., Mensah G. A. & Sinsin B. A., 2010. Contribution à l'étude de l'agro-biodiversité dans les agrosystèmes sur la chaîne de l'Atacora : Périmètre de Boukombé, Natitingou, Tanguiéta et Toucountouna au nord-ouest du Bénin. Communication au Séminaire International sur les arbres fruitiers sauvages. Centre CIEVRA-Bénin, 56 p.

ANNEXES

Annexe 1 : Enquêtes de terrain

Dans le but d'évaluer l'agrobiodiversité des agrosystèmes sur la chaîne de l'Atacora, on fera appel à la technique des enquêtes et des prospections. L'objectif étant la recherche des espèces ou populations de plantes cultivées locales, les informations relatives à ce sujet et dans la mesure du possible la collecte d'échantillons.

1. Enquêtes auprès des commerçants

Les commerçants en grains et tubercules se trouvant dans les marchés hebdomadaires dans les zones rurales ont une grande importance au plan socio-économique surtout dans le circuit des semences des espèces locales. Pour collecter le maximum d'informations, il est nécessaire d'étudier plusieurs marchés. Au total, 30 enquêtes seront faites dans 12 marchés. Dans la structuration des fiches d'enquêtes, il y aura deux grands axes**.**

Les informations recherchées au niveau d'un commerçant,le lieu de commerce et son statut.

Le circuit des semences est à connaître à partir d'une liste de semences (Céréales, tubercules, cultures de rente et légumineuses) disponibles chez le commerçant, on pose des questions avec des prospections concernant :

- les différents types de semences ou semenceaux disponibles
- l'origine des semences vendues sur le marché
- la destination des semences achetées
- Le prix moyen de ces semences ou semenceaux
- les différentes utilisations des semences ou semenceaux

Ainsi, chez ce commerçant est recherché sur la base de son expérience dans le marché son appréciation de point vue offre et demande des semences ou semenceaux, la tendance à larégression, la stabilité et la progression.

Finalement le commerçant précisera le type de semence le plus demandé et la période de disponibilité des graines dans le marché.

2. Enquêtes auprès des agriculteurs

Elle concernera surtout les personnes âgéesqui représentent une importante source d'informations. Ces dernières ont un grand savoir en agrobiodiversité. Ainsi on sera amené à aller les visiter chez eux dans les magasins ou greniers et dans les champs.

La fiche d'enquête d'agriculteurs se composera aussi de deuxgrands axes avec des questions et des prospections qu'on a prévus à partir de la fiche pré-enquête.

Ici est recherché le profil sociodémographique, la qualité de vie et les infrastructures des agriculteurs**.**

Les données socio démographiques nous permettront de recueillir le maximum d'informations sur l'agriculteur, sa principale activité, son âge et son état civil (Marié, célibataire, divorcé ou veuf) et finalement le nombre de ses enfants. Puis, on lui demandera son niveau d'instruction et de celui de ses enfants en distinguant les garçons et les filles, et l'activité annexe de ses enfants (agriculture familiale ou payante, ou autre).

Par la suite, on passera aux données concernant les infrastructures et qualité de vie, en déterminant le degré de présence dans la Commune des cinq principaux besoins de la vie quotidienne :

1- l'eau potable :
2- l'eau pour l'abreuvement du bétail ;
3- l'électricité dans le village ;
4- les services de santé :
5- les écoles et autres institutions :
6- l'accès au village et son état.

Le profil des cultures et essences marginales et /ou sous utilisées est apprécié.

Pour la culture des céréales, tubercules et légumineuses, on mettra l'accent sur les points considérés importants dans notre étude pour chaque culture :

-l'origine des semences, agriculteur, acheté au marché ou autre ;

-la superficie emblavée par chaque type de semence, sur la base d'une estimation qui soit en ha ou en mesure locale. Cette mesure correspondant au moins à 0,5 ha ;

-l'utilisation de la récolte pour l'alimentation humaine ou animale ou autre utilité à préciser ;

-le prix en FCFA/kg avec lequel les semences ont été achetées ;

-la tendance de la culture : en régression, stable ou en progression.

Pour les arbres fruitiers et pourchaque variété de fruit présent chez l'agriculteur, on détermine le nombre de pied, l'utilisation et dans le cas de vente, le prix en FCFA/kg.

Pour les semences marginales et /ou sous utilisées d'origine forestière, ce qu'on cherche à travers notre travail sera d'évaluer la présence, les parties utilisées, la technique s'il ya une transformation et si ces essences se vendent, on détermine le prix en FCFA/kg (cf. exemples de fiche d'enquête en annexe 3).

3. Prospection

La prospection étant la recherche de localisation de plantes là où elles se trouvent, son but sera la collecte et la caractérisation du matériel vivant rassemblant la plus grande variabilité possible. La nature du matériel collecté dépend de la plante d'une part et du type de conservation d'autre part. Le mieux pour le collecteur étant de recueillir la diversité maximale en faisant largement appel aux savoirs locaux. La prospection sera plus efficace si l'on opte pour l'enquête approfondie sur une zone restreinte. Dans tous les cas, il est conseillé de ne pas tenir compte d'une seule entrevue. En raison du champde recherche très sensible que l'on abordera, il sera nécessaire de tenir compte des facteurs suivants :

1- Les saisons favorables, il faut passer unepremière fois en saison sèche, le moment où les gens ont le temps de parler, ce qui permettra d'établir le contact, et à la fois on pourra profiter pour collecter le matériel conservé constituant des quantités suffisantes de semence Alors que le second passage pourra être en saison pluvieuse afin d'observer et prélever les plantes en végétation ou à maturité (fruit et semences). On peut donc au besoin échelonner les phases (entretien, observation et prélèvement) en fonction du matériel végétal et possibilité.

2- La présentation des échantillons deplante, graines ou fruits est utile, puisqu'elle fera rafraîchir les mémoires, confirmer ou infirmer les déterminations, provoquer la discussion et permettre à l'occasion de prendre de nouvelles pistes.

3- Les endroits propices, les zones où l'exploitation agricole présente un ou plusieurs pôles d'intérêt. Au niveau commercial, elles peuvent fournir des semences de variétés locales dont la commercialisation pose des problèmes car elles ne sont plus multipliées parce que la demande est devenue insuffisante.

4. Traitement des données

Dans le questionnaire il y aura deux types de données : des données qualitatives et des données quantitatives. Les premières seront codées sous une forme binaire (0 : non et 1 : oui) pour lesévalueron les exprimera en fréquences. Ces données seront traitées par les méthodes de statistique descriptive (moyennes, écart-type, …).

Annexe 2 : Questionnaires

Annexe 2.1 Questionnaires adressés aux groupes socioprofessionnels

I-1 **Questionnaire adressé aux agriculteurs en général**.

Identification de l'enquêté.

Fiche N°----------

Date----------

Lieu----------

Nom et prénoms----------

Age---------- Sexe : M□F□Ethnie ----------

Situation matrimoniale : C□M□D□V□

Depuis quand êtes-vous installé ici ?

a- 10 ans□b-20□- c-40 ans□plus de 40 ans □

2- Quels sont les 1ers habitants de la chaîne ?

a- Bètammaribè□b- Waaba□c- Tangamba□d- Daataba □e- autres à préciser----------

D'où sont venus les 1er's habitants de cette chaîne ?

a- Ouest□b- Est□c- Nord□d- Sud□e- autresà préciser----------

4- Comment s'est faite l'installation sur cette chaîne ?

a- mouvements successifs□b- mouvement simultanés□

5- Avez-vous des champs dans la zone ?

a- Oui□b- Non□

6 – Quelles sont vos cultures vivrières principales ?

a- Maïs□b- Sorgho□ c- Mil□d- fonio□e- autresà préciser---

7- Quel est l'état actuel de l'agro biodiversité ? Comment est-elle gérée ?

a- par une stratégie □ b- sans stratégie□c- par le genre □

8- Quelles sont les techniques culturales mises en œuvre pourconserver vos sols ?

a- endogènes□b- exogène□c- les deux □

9- Quels sont les agro systèmes en cours dans votre milieu ?

a- association de culture□ b- Monoculture□c- Rotation assolement □ d- jachère □

10- Combien de temps dure une opération de mise en jachère aujourd'hui ?

a- 0 à 1 ans□b- 1 à 2 ans□c- 2 à 3 ans □

11- Combien de temps durait cette opération avant ?

a- 1 à 3 ans□b- 3 à 6 ans□c- plus de 6 ans □

12 – Pourquoi avez-vous réduit la durée de jachère ?

a- pénurie de terre□b- pression démographique□ c-utilisation d'engrais □

13- A quoi est due la pénurie de la terre ?

a- appauvrissement de sols□b- démographie□c- culture de coton □ d- montagnes□e- autres à préciser…

14- Y a-t-il des terres non exploitées ?

a- oui□b- Non □

15- Pourquoi sont elles interdites d'exploitation ?

16 - Comment accède- t- on à la terre ?

a- don□b-legs□c- autres modes d'accès--------

17- Comment sont vos terres actuellement ?

a- très fertiles□b- peu fertiles□c- appauvries□d- pauvres □

18- Combien d'années faites-vous sur un champ avant de le mettre en jachère ?

a- 5 ans□b- 10 ans□c- jamais□

19- Comment évolue le nombre des espèces végétales et animales ?

a- augmentation□b- diminution□c- stabilité □

20- Quelles sont les conséquences de cette diminution sur vos activités ?----------

21- Comment pensez-vous exploiter les terres agricoles pour les maintenir fertiles pour les générations futures ?----------

---

22 Quelle est votre organisation sociale de travail ?

a- par Sexe□b- par tranche d'âge□c- par croyance religieuse □

23- Sous l'autorité de qui repose la forme traditionnelle d'organisation de travail dans la famille ?

a- l'homme□b- femmes□c- fils □

24–y a-t-il des formes modernes d'organisation de travail ?

a- Oui□b- Non□c- Ne sait pas □

25- Quelles sont ces formes d'organisations de travail et quand sont-elles nées ?----------

26- Etes-vous membre de ces groupements villageois ?

a- Oui□b- Non □

27- Bénéficiez-vous des encadrements en matière de production ?

a- Oui□b- Non □

28- Qui dispensent ces encadrements ?

a- Autorités communales□b- agents de CeCPA□c- ONG□

I- 2 Questionnaire destiné aux agriculteursoccupant les terres des montagnes.

Arrondissement :

Village :

Nom :

Prénom :

Sexe :

Age :

1-Quels sont les types de cultures que vous pratiquez ?

2-Quelle superficie emblavez-vous en général ?

3-Quelles sont vos dépenses relatives à ce travail ?

4-Quels sont vos rendements ?

5-Quelles dispositions prenez-vous lors de l'utilisation des insecticides et des engrais ? ou n'en utilisez-vous pas ?

6-Pendant combien d'années cultivez-vous le même terrain ?

7-Vous arrive t-il de laisser vos terres habituelles pour aller déboiser ailleurs ? Si oui pourquoi ?

8-Faites-vous usage du feu pour vos activités agricoles ? Si oui pourquoi ?

9-Que vous conseillent les agents du CeCPA de votre localité ?

10-Mettez-vous en pratique ces conseils ? Sinon, pourquoi ?

11-Quelles sont les difficultés pour trouver de l'engrais et autres intrants agricoles ?

12-En cas de disponibilité, comment les appliquez-vous sur les champs de montagnes ?

13-Pourquoi avez-vous choisi de faire vos champs sur les montagnes ? Quelles en sont les difficultés ?

II- Questionnaire adressé aux autorités locales :

II-1-**<u>Autorités Politico-administratives</u>**

- Nom----------

- Prénoms----------

-Poste occupé----------

1- Quelles sont les normes alimentaires dans votre commune ?

2- Quelles sont les habitudes alimentaires dans la commune ?----------

3- Existe-t-il de marchés dans votre commune ?

a- Oui□b- Non□

4- Quel est l'état de fréquentation de ces marchés ?

5- Pourquoi les populations fréquentent surtout les marchés locaux et frontaliers du côté du Togo ?

6- Quelles caractéristiques revêtent les infrastructures routières dans la commune ?

7- Quelles conséquences découlent de cette impraticabilité des pistes ?----------

8-Quelles sont les difficultés que rencontrent vos populations qui pratiquent l'agriculture sur les montagnes ?

9- Qu'avez-vous fait pour les aider à contourner ces problèmes ?

10- Comment réagissez-vous face à l'occupation dudomaine de la forêt classée (îlots oubosquets) de Boukombé ?

11- Comment appréciez-vous la dégradation du sol due à l'activité de pratique agricoles ?

12- Quelle gestion faites-vous de cette activité agricole sur les montagnes ?

13- Que projetez-vous faire pour limiter la dégradation de l'environnement ?

II-2-<u>Agents du CeRPA</u>

Nom :

Prénom(s) :

Poste occupé :

Quels sont les projets réalisés par votre office dans la commune de Boukombé ?

Quels sont les problèmes rencontrés lors de la réalisation de ces projets ?

Quelles sont les solutions envisagées pour surmonter lesdites difficultés ?

4-Quelles sont vos perspectives ?

II-3- Questionnaire adressé aux agents d'encadrement rural (CeCPA)

***<u>Identification de l'enquêté</u>* :**

-Nom----------
-Prénoms----------
-Poste occupé----------
-Secteur----------
Quels sont les facteurs de production végétale et animale du milieu ?----------

Quels sont les moyens de production végétale et animale ? ----------

A combien peut-on estimer le rendement par hectare ?

a- Maïs□b- Sorgho□c- Mil□d- Fonio□e- autres à préciser------

Ce tableau présente les rendements des cultures ci-dessus énumérées.

Quelles sont les différentes espèces animales élevées dans la commune ?

Quelle estimation peut-on retenir du cheptel des bovins, ovins, caprins, volailles… ?

Quel bilan retient-on de la production végétale et animale ?

Quelles techniques culturales sont pratiquées dans la commune ?----------

Quel effet ces techniques ont-elles sur la conservation des sols ?----------

Les agriculteurs assimilent-ils ces techniques ?----------

9-De façon pratique, comment travaillez-vous avec les agriculteurs ?

10-Avez-vous des représentants dans tous les Arrondissements ?

11-Comment les agriculteurs reçoivent t-ils vos propositions ?

12-Les agriculteurs mettent-ils en pratiquent vos conseils ?

13-Quels sont les problèmes qu'ils vous posent ?

14-Que faites-vous pour répondre à leurs attentes ?

15-Quelles sont les principales spéculations réalisées au cours des dix dernières années ?

16-Quels sont leurs superficies, rendements et productions ?

17- Quels sont les niveaux de dégradation des sols dans votre secteur ?

II-4- <u>Agents des eaux et forêts</u>

Nom :

Prénom (s)

Poste occupé :

Quelles sont les actions que vous menez pour la protection de l'environnement ?

Savez-vous que l'agriculture est pratiquée dans les forêts sacrées de la chaîne ?

Si oui, quelle a été votre réaction ou que pensez-vous faire ?

Comment organisez-vous vos contrôles ?

De quelle manière traitez-vous les "'hors la loi" ?

Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'exercice de votre mission ?

Qu'avez-vous fait pour contourner ces difficultés ?

6-Qu'avez-vous fait pour ces difficultés ?

7-Quelles sont vos perspectives ?

II-5- <u>Animateurs et Responsables d'ONG</u>

Nom :

Prénom (s) :

Poste occupé :

1-Quelles sont les actions que vous menez pour la protection de l'environnement ?

2-Savez-vous que l'agriculture est pratiquée dans les forêts sacrées dela chaîne del'Atacora ?

Si oui, quelle a été votre réaction ou que pensez-vous faire ?

3-Comment organisez-vous vos contrôles ?

4-De quelle manière traitez-vous les "'hors la loi" ?

5-Comment travaillez-vous avec les populations dans le milieu ?

6-Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans la collaboration ?

7-Qu'avez-vous fait pour contourner ces difficultés ?

8-Qu'avez-vous fait pour ces difficultés ?

9-Quelles sont vos perspectives ?

III-<u>Données à collecter au près des Chefs Bureaux des Archives, de la Documentation et de l'Information (C /BADI) travaillant dans les administrations locales</u>.

<u>Généralités</u>

<u>Démographie</u>

-Population totale 2011 ? Population rurale 2011 ? Population urbaines 2011 ?

<u>Sociologie</u>

-Croissance (population rurale) ? Nombre deménages ? Ruraux ?

-Densité humaine hbt/km^2 taille ? Ruraux ?

-Ethnie(%) et apparenté ?

-Religion(%) ?

Ressource budgétaire

1000fcfa	2OO8	2009	2010
Recettes			
Dépenses			
Excédent de fonctionnement capitalisé			
Résultat de clôture			

Infrastructures

1-Niveau d'accessibilité

-Accessibilité du chef lieu : route carrossable permanente

-Linéaire de routes nationales et inter-états

Rr… km? Rppp…km? Rsppp…km? r-ps…km?

2-Réseaux divers

Eaux: fleuves? Sources ? Pompes ? Puits aménagés ? Puits non aménagés ? citernes- eau courante (km ? abonnés ?) forages SBEE ?

Electricité : nbre d'abonnés ? Nombre de centrales électriques ?

Téléphone : téléphonie rurale ? GSM ?

3-Equipements publics

-Education : ép. ? CEG ? Centres d'alphabétisation ?

-Administration… ?

-Sécurités … ?

-Cultures-sport… ?

Activités économiques

1-Pôles d'activités

-Commune

-Taux d'activités :…. ?

-Entreprises immatriculées :…. ?

2- Répartition des actifs

Pourcentage	%
Agricultures, chasse, pêche, élevage	
Industrie manufacturière	
Entreprises BTP	
Commerces- resto- hôtels	
Transports-communication	
Autres services	

3-<u>Principales richesses</u>

-Principales activités : ?

-Cours d'eau : km ?

4-<u>Activités agricoles</u>

-Principales cultures:…..?

-Superficie cultivée :…..?

-Retenues d'eau :……..?

-Groupements : production ? Commercialisation ? Transformation ?

5-<u>Industries et artisanat</u> :… ?

6-<u>Commerces et transports</u>

-Marchés périodiques ? Boutique ? Magasins ?

-Gare routière :?

7-<u>Tourisme</u> :… ?

8-<u>Services et secteurbancaire</u> ?

9-<u>Autres activités</u>

Annexe 2.2 : Questionnaire d'enquête dans les ménages

Enquête destinée aux ménages

Nom :……..

Village :……..

Ethnie :……

- **Utilisation des produits agricoles (Kg)**

	Autoconsommé	**Vendu**	**Animaux**	**Cérémonies**	**Dons-Travail**
Fonio					
Maïs					
Coton					
Sorgho					
Igname					
Riz					
Manioc					
Autres :……..					

- **Avez-vous perçus un crédit lors des trois dernières campagnes agricole ?**

	Semences (type, sacs)	**Engrais (type, sacs)**	**Pesticide/herbicide (type, sacs)**	**Autre :**
Coton 2010-2011 **2011 - 2012**				
Céréales 2011 2012				
Autre : 2011 2012				

Type de crédit : campagne (CLCAM)O bancaireO informelO

Montant du crédit……F CFA.

- **Informations sur les membres du ménage**

Code	**Nom et Prénoms**	**Sexe** **1= homme** **2= femme**	**Lien de parenté** **1= chef de ménage** **2= épouse/époux** **3= enfant** **4= frère ou sœur** **5= autre parenté**	**Age**	**Education** **1= aucune** **2= alphabétisation fonctionnelle** **3= école primaire** **4= secondaire 1er cycle** **5= secondaire 2ème cycle** **6= supérieure**	**Activités des membres du ménage**	
						Activité principale 1= Agriculture 2= Elevage 3= Commerce 4= Artisanat 5=Etude 6= Autre (à spécifier)	Rôle dans la filière céréalière 1= Exploitant agricole 2= Salarié 3= Aide familiale 4= Autre (à spécifier)
1 2 3 4 5 6 7							

- **Patrimoine Foncier 2012**

Parcelle	Ayant droit (code du membre du ménage)	Superficie (ha)	Superficie occupée par le coton (ha)	Superficie occupée par le maïs (ha)	Superficie occupée par le sorgho (ha)	Superficie occupée par le mil (ha)	Superficie occupée par l'igname (ha)	Superficie occupée par le riz (ha)	Superficie occupée par le manioc (ha)	Superficie occupée par une autre :…….. (ha)	Superficie mise en jachère ou prêtée (ha)	Destination de la production 1= Ménage 2= Personnel	Mode d'acquisition 1= Achat 2= Don 3= Héritage 4= Emprunté
1 2 3 4 5													

Type de rotation mis en œuvre : ……..

Patrimoine foncier 2011

Parcelle	Ayant droit (code du membre du ménage)	Superficie (ha)	Superficie occupée par le coton (ha)	Superficie occupée par le maïs (ha)	Superficie occupée par le sorgho (ha)	Superficie occupée par le mil (ha)	Superficie occupée par l'igname (ha)	Superficie occupée par le riz (ha)	Superficie occupée par le manioc (ha)	Superficie occupée par une autre :…….. (ha)	Superficie mise en jachère ou prêtée (ha)	Destination de la production 1= Ménage 2= Personnel	Mode d'acquisition 1= Achat 2= Don 3= Héritage 4= Emprunté
1 2 3 4 5													

- **Sécurité alimentaire**

Période à laquelle le grenier du ménage s'est vidé :

Mois début	Mois fin

Période à laquelle les achats de céréales et tubercules ont commencé :

Produit	Mois début	Mois fin	Prix minimum	Prix maximum
Maïs				
Sorgho				
Mil				
Igname				
Riz				
Manioc				
Autre :				

Origine des fonds (ratio)

Origine	Ratio
Vente coton	
Vente bétail	
Vente équipement	
Vente des objets valables	
Autres sources de revenus	
Aides familiales	
Crédit	
Autre (à préciser)	

- **Autres sources de revenus :**

Source de revenus	Investissement au cours de l'année (FCFA)	Bénéfices au cours d'une année (FCFA)	Nombre de personnes mobilisées par mois ?
Elevage			
Pêche			
Chasse			
Cueillette			
Commerce			
Artisanat			
Autre :……			

*** Animaux**

	Nombre	Autoconsommé	Traction	Vente (âge)	Lait (vente/autoconsommé)	Cérémonie	Autre :
Vache							
Cabri							
Mouton							
Porc							
Poule							
Pintade							

Interaction avec Peuhl ? : ……

- **Utilisation des revenus**

Destination	Montant (FCFA)
Campagne agricole	
Elevage	
Investissement dans autres sources de revenus	
Achat nourriture de base	
Achat condiments	
Soins de santé	

Scolarisation	
Construction	
Cérémonies/Affaires sociales	
Epargne	
Autre (à préciser)	

- **Equipement et matériel agricole**

Objet	Nombre	Comment obtenu 1= Fabriqué 2= Achat 3= Don 4= Héritage	Usage 1= Uniquement domestique 2= Uniquement commerciale 3= Domestique et commerciale	Valeur (FCFA)	Age (ans)
Chacune Animal de traction Tracteur Charrette Daba Houe Coupe-coupe Vaporisateur Gabaré (pour semer) Vélo Moto Moulin					

- **Identification des principales difficultés rencontrées dans l'agriculture**

Par rapport à la production	1= Oui 2= Non	1er spéculation concerné	2ème spéculation concerné
Pénurie de terre Main d'œuvre agricole non disponible Coût élevé de la main d'œuvre Pénibilité du travail (labour, défrichage,……) Mauvais accès aux intrants Coût élevé des intrants Manque de fumier Mauvais accès au crédit Mauvais accès à l'équipement agricole Coût élevé de l'équipement agricole Problème de transhumance (avec les peuhls semi-sédentaires aussi ?) Feu de brousse Problème lié à l'encadrement agricole Problème de stockage et de conservation Problème lié à l'irrégularité des précipitations entre les années Autre (à préciser) :……..			

Par rapport a la commercialisation	1= Oui 2= Non	1er spéculation concerné	2ème spéculation concerné
Problème de débouché/écoulement Enclavement Problème de stockage et de conservation Mauvais accès au crédit Insolvabilité de clients Manque de moyens de transport Tractations policière			

- **Par rapport à l'ensemble des difficultés rencontrées citez par ordre d'importance des trois plus grandes difficultés :**

Code	Description
D1 **D2** **D3**	

Difficulté 1 :…….
Cette difficultéest-elle
PermanenteOPonctuelleOPériodiqueO
Quelles sont les causes de cette difficulté ?
Cause 1 :……..
Cause 2 :……..
Cause 3 :…….
Comment avez-vous fait face à la difficulté ?

Stratégie 1: ……
Stratégie 2 : ……
Stratégie 3 :…….. ..
Pourquoi avez-vous adopté ces stratégies ?

Stratégie 1 :
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Stratégie 2 :
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Stratégie 3 :
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……

Chaque stratégie vous a-t-elle apporté satisfaction ?
Stratégie 1
TotalOPartielleONulleO
Stratégie 2
TotalOPartielleONulleO
Stratégie 3
TotalOPartielleONulleO
Pour obtenir une satisfaction totale, quelles sont les mesures utiles à prendre ?
Pour vous-même :…….
Par le GV et l'UCP :……
Par les autres acteurs :……..
Difficulté 2 : ……
Cette difficulté est-elle
Permanente O Ponctuelle O Périodique O
Quelles sont les causes de ces difficultés ?
Cause 1 :…….
Cause 2 :…….
Cause 3 :…….
Comment avez-vous fait face à la difficulté ?
Stratégie 1 :……
Stratégie 2 :……
Stratégie 3 :……
Pourquoi avez-vous adopté ces stratégies ?
Stratégie 1

Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Stratégie 2
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Stratégie 3
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Chaque stratégie vous a-t-elle apporté satisfaction ?
Stratégie 1
Total O Partielle O Nulle O
Stratégie 2
Total O Partielle O Nulle O
Stratégie 3
Total O Partielle O Nulle O
Pour obtenir une satisfactiontotale, quelles sont les mesures utiles à prendre ?
Pour vous-même :……
Par le GV et l'UCP :……
Par les autres acteurs :……
Difficultés 3 :……..
Cette difficulté est-elle
Permanente O Ponctuelle O Période O
Quelles sont les causes de ces difficultés ?
Cause 1 :……
Cause 2 :……
Cause 3 :……
Comment avez-vous fait face à la difficulté ?
Stratégie 1 :……
Stratégie 2 :……
Stratégie 3 :……
Pourquoi avez-vous adopté ces stratégies ?
Stratégie 1
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Stratégie 2
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Stratégie 3
Raison 1 :……
Raison 2 :……
Raison 3 :……
Chaque stratégie vous a-t-elleapporté satisfaction ?
Stratégie 1
TotalO PartielleO NulleO
Stratégie 2
TotalO PartielleO NulleO
Stratégie 3
TotalO PartielleO NulleO
Pour obtenir une satisfaction totale, quelles sont les mesures utiles à prendre ?
Pour vous-même :……..
Par le GV et l'UCP :…….
Par les autres acteurs :……

Annexe 3 : Elevages conventionnels, effectifs du cheptel de l'Atacora nord-ouest des 5 dernières années (2008 à 2012)

	Espèces /Années																			
	Bovins					**Ovins**					**Caprins**					**Porcins**				
Comm	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**
Boukombé	17200	17500	17156	18000	18900	21000	4530	27500	22800	23900	30000	35820	32000	35820	37600	4500	4000	4200	5100	5300
Cobly	10000	10000	8500	6500	7000	13000	10000	10000	11000	11200	13500	14500	15000	15000	15700	1500	2000	2100	3000	3500
Matéri	14500	18000	17000	18000	18000	17500	18000	18000	18300	18300	30000	31000	32500	34000	34000	5500	6000	6300	7000	7000
Natitingou	4000	4500	4500	4800	4800	3500	4100	4100	4150	4150	16500	18500	18500	19400	19400	1000	1200	1200	1070	1070
Tanguiéta	8000	8500	9000	10000	11000	9000	10000	8500	10150	10300	17500	18000	17500	19000	19000	3600	4000	4000	4200	4000
Toucountouna	4550	4600	4900	5000	5000	4400	4500	4500	4560	4560	6350	6500	6500	6700	6700	1400	1500	15000	1570	1570
Total	**58250**	**63100**	**61056**	**62300**	**64700**	**68400**	**51130**	**72600**	**70960**	**72410**	**113850**	**124320**	**122000**	**129920**	**132400**	**17500**	**18700**	**32800**	**21940**	**22440**

	Espèces /Années (suite)																			
	Volaille					**Lapins**					**Equins**					**Asins**				
Comm	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**	**2008**	2009	**2010**	2011	**2012**
Boukombé	73000	73711	74711	77000	80800	0	0	48	62	94	0	0	0	-	-	0	0	14	13	16
Cobly	58000	58000	58000	60000	62000	0	11	34	40	45	17	14	18	25	30	8	14	37	68	105
Matéri	106000	116000	116000	120000	120000	330	545	330	400	400	495	132	545	600	600	120	132	132	200	200
Natitingou	63710	70000	7000	73000	73000	300	1	300	2000	2200	2	4	1	1	2	6	4	4	4	-
Tanguiéta	16000	17000	18000	18500	18500	350	85	400	350	350	80	200	10	10	10	130	200	300	250	300
Toucountouna	27000	28000	28000	29000	29000	0	0	200	300	300	0	0	0	-	-	0	0	0	-	-
Total	**343710**	**362711**	**301711**	**377500**	**383300**	**980**	**642**	**1312**	**3152**	**3389**	**594**	**350**	**574**	**636**	**642**	**264**	**350**	**487**	**535**	**621**

Annexe 4 : Mécanisation agricole

Annexe 4.1 : Evaluation de la répartition du nombre d'attelage et de paires de bœufs dans les Communes du nord-ouest de l'Atacora

Communes	Nombre d'attélages	Nombre de paires de boeufs	Observations
Boukombé	272	260	
Cobly	522	522	
Matéri	1492	1509	Certains producteurs disposent de plus d'une paire de bœufs
Natitingou	0	0	
Tanguiéta	103	195	Certains producteurs disposent de plus d'une paire de bœufs
Toucountouna	1	1	
Total	**2390**	**2487**	

Annexe 4.2 : Inventaire de la mécanisation agricole dans les communes du nord-ouest de l'Atacora

Communes	Nombre de tracteurs	Observation
Boukombé	5	12 motoculteurs et un tracteur pour les femmes
Cobly	5	1 pour les femmes
Matéri	17	2 pour les groupements de femmes
Natitingou	6	1 pour les femmes
Tanguiéta	18	1 pour les femmes
Toucountouna	4	1 pour les femmes
Total	**55**	

Annexe 5 : Résultats des réalisations des différentes campagnes agricoles dans le nord-ouest de l'Atacora de 1993 à 2013

Annexe 5.1 : Réalisation différentes campagnes agricoles des vingt dernières années (1993-2012) par groupe de spéculations au nord ouest/Atacora (Evolution de la Production)

Evolution de la Production

Campagricoles	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Moy
Maïs	6488	6949	9019	9810	10814	13526	16225	17936	16591	23593	22000	24504	31470	28235	25782	39895	33318	48061	39672	37345,6	23062
Sorgho	15294	16495	18287	17608	18551	17968	17686	20436	22024	23800	20869	18161	22478	16070	14353	56784	17273	15140	17844	24278,8	20570
Petit-mil	10572	9638	9671	10737	11437	12045	10422	13046	12350	15704	15634	17237	17914	12874	14164	14747	10383	8162	7639	11019	12270
Riz	3885	3977	4978	5928	5937	6214	4215	9089	8827	8874	10895	15131	15609	20263	20455	14311	15996	28840	26507	21221,8	12558
Fonio	2668	2482	1572	1769	1576	1498	1469	2048	1666	13498	1504	2064	1883	1345	1492	1855	947	1412	3282	1797,6	2391
S/total ,Céréales	38907	39541	43527	45852	48315	51251	50017	62555	61458	85469	70902	77097	89354	78787	76246	127592	77917	101615	94944	95662,8	70850
Igname	91126	405774	82507	114506	133975	145727	275648	167420	164772	184435	196008	162067	199764	179775	192276	221902	192845	232503	197603	207425,8	187403
Manioc	21897	25257	23293	23714	18355	21525	24763	38591	60790	73055	80349	107287	80357	62637	56474	58480	55873	82742	86652	68044,2	53507
Patate-douce	1121	3092	1719	2011	2314	2682	2960	3474	5333	5850	7141	8269	6584	4619	4521	3333	3094	6832	7515	5059	4376
Taro	1058	1812	511	750	887	952	1193	1597	1700	36782	1654	1848	1403	1094	1073	1183	605	597	1276	946,8	2946
S/total Racine et Tub	115202	435935	108030	140981	155531	170886	304564	211082	232595	300122	285152	279471	288108	248125	254344	284898	252417	322674	293046	281475,8	248232

Evolution de la Production (suite)

Haricot/Niébé	5862	5395	4515	6353	5142	4757	6827	9665	9375	8565	11635	13748	13093	12666	12057	15060	10810	14271	13995	13238,6	9851
Voandzou	2510	4430	4185	4458	4601	4783	10043	9271	7457	8448	9189	9709	8438	6818	5637	7002	5019	14343	11177	8635,6	7308
Goussi	0	20	16	14	38	64	88	105	134	225	210	300	235	216	225	206	196	293	233	230,6	152
Sésame	97	95	44	74	91	79	179	259	313	314	490	652	598	482	446	390	593	326	250	401	309
Soja	4201	106	283	152	238	621	561	632	610	3873	714	2030	1080	1104	1001	1255	1645	2086	1849	1567,2	1280
Arachide	1782	2925	2688	4076	6461	5614	4946	5335	5223	3570	5799	7011	5132	4572	6011	5667	4567	10480	8903	7125,6	5394
S/total Légumineuses	14452	12971	11731	15127	16571	15918	22644	25267	23112	24995	28037	33450	28576	25858	25377	29580	22830	41799	36407	31198,6	24295
Tomate	3293	4337	2870	5155	6539	8372	6095	7490	8256	10593	11983	12753	10486	11879	10441	12161	11807	7156	8054	9923,8	8482
Piment	347	1488	472	465	57504	656	536	638	713	4012	1259	1385	1097	1121	881	640	641	1682	1625	1093,8	3913
Gombo	7225	6237	7333	7931	8383	9555	8370	8276	8254	15545	17607	35345	15980	13449	13106	11220	11423	18261	13617	13525,4	12532
Légume/feuille	0	0	0	0	0	0	0	135	0	3894	67	68	0	445	340	373	2111	835	920	915,8	505
S/total Cult/maraichère	10865	12062	10675	13551	72426	18583	15001	16539	17223	34044	30916	49551	27563	26894	24768	24394	25982	27934	24216	25458,8	25432
Coton	473	495	1366	3372	4756	7076	8576	16946	21833	18703	21514	29850	9590	10605	17264	7903	9813	9660	9051	10738,2	10979
Tabac	171	229	196	161	1997,1	368	201	358	340	4602	484	505	549	278	265	133	30	156	224	161,6	570
S/total Cult de Rente	644	724	1562	3533	6753,1	7444	8777	17304	22173	23305	21998	30355	10139	10883	17529	8036	9843	9816	9275	10899,8	11550
Souchet	73	89	71	72	113	127	25	105	118	41	103	109	98	78	40	70	32	46	47	47	75
S/total Autres Cultures	73	89	71	72	113	127	25	105	118	41	103	109	98	78	40	70	32	46	47	47	75
TOTAL	180 143	501 322	175 596	219 116	299709,10	264 209	401 028	332 852	356 679	467 976	437 108	470 033	443 838	390 625	398 304	474 570	389 021	503 884	457 935	444742,80	380 434,55

Annexe 5.2 : Réalisation différentes campagnes agricoles des vingt dernières années (1993-2012) par groupe de spéculations au nord ouest/Atacora (Evolution des superficies)

Evolution des superficies

Cultures	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Moy
Maïs	6 736	7 048	6 995	7 655	8 203	9 151	10 980	12 927	12 931	22 674	16 979	17 981	19 731	18 666	21 721	25 254	24 234	16 073	23 916	22 240	15 605
Sorgho	25 153	23 721	23 546	22 105	39 853	21 220	21 978	23 403	25 932	23 022	24 208	25 620	26 329	20 571	25 895	23 146	21 396	18 323	20 184	21 789	23 870
Petit-mil	16 689	14 906	13 740	14 999	14 849	15 678	14 422	16 848	18 587	20 960	20 759	22 027	18 818	19 937	21 967	21 516	15 447	13 720	12 055	16 941	17 243
Riz	3 432	3 010	3 021	3 471	3 462	3 577	3 986	4 848	4 997	4 801	7 211	7 637	8 524	9 467	9 539	6 093	7 142	10 375	9 418	8 513	6 126
Fonio	4 544	3 922	2 649	2 991	2 760	2 615	2 557	3 700	2 936	12 021	2 698	3 590	3 213	2 543	2 729	3 116	1 718	1 466	2 834	2 373	3 349
S/total Céréales	56 554	52 607	49 951	51 221	69 127	52 241	53 923	61 726	65 383	83 478	71 855	76 855	76 615	71 184	81 851	79 125	69 937	59 957	68 407	71 855	66 193
Igname	9 626	12 253	9 101	10 991	11 408	12 496	10 605	12 865	14 200	14 980	16 280	17 396	34 067	15 581	17 246	17 219	16 480	19 349	15 065	17 072	15 214
Manioc	2 304	3 102	2 409	2 406	2 286	2 645	2 793	3 457	5 430	5 893	6 667	7 847	7 255	6 752	6 535	5 956	6 261	6 733	6 869	6 471	5 004
Patate-douce	152	484	308	359	407	553	496	540	808	838	958	1 080	827	690	678	475	548	1 042	1 179	784	660
Taro	178	336	125	167	192	206	249	330	321	2 936	305	340	253	198	195	215	110	109	232	172	358
S/total Racine et Tub	12 260	16 175	11 943	13 923	14 293	15 900	14 143	17 192	20 759	24 647	24 210	26 663	42 402	23 221	24 654	23 865	23 399	27 233	23 345	24 499	21 236
Haricot/Niébé	9 730	8 989	6 613	8 830	7 177	6 417	10 016	11 006	12 391	12 255	14 893	16 431	15 148	14 085	13 866	16 254	11 691	12 470	9 140	12 684	11 504
Voandzou	4 847	6 526	6 093	6 172	6 120	5 831	7 192	8 195	9 747	11 615	11 253	11 368	10 856	8 181	6 229	7 616	5 889	8 506	10 720	7 792	8 037
Goussi	0	45	40	32	65	92	152	150	218	317	301	367	302	233	291	273	277	399	333	315	210
Sésame	244	221	132	186	228	252	416	510	495	499	759	955	936	701	730	558	979	458	411	627	515
Soja	224	152	305	258	290	519	734	570	571	4 636	763	950	1 277	1 047	1 038	1 324	1 506	1 779	1 666	1 463	1 054
Arachide	1 831	3 011	2 473	3 441	3 590	4 017	4 134	4 292	4 212	3 371	5 020	5 617	4 555	3 706	4 759	4 250	3 558	5 100	4 885	4 510	4 017
S/total Légumineuses	16 876	18 944	15 656	18 919	17 470	17 128	22 644	24 723	27 634	32 693	32 989	35 688	33 074	27 953	26 913	30 275	23 900	28 712	27 155	27 391	25 337

Evolution des superficies (suite)

Cultures	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Moy
Tomate	450	622	622	712	829	1 532	731	1 177	1 410	1 887	1 941	2 138	1 643	1 735	1 481	1 607	1 671	1 356	1 360	1 495	1 320
Piment	702	974	899	900	970	1 079	996	1 051	1 191	2 260	1 870	1 938	1 722	1 655	1 506	838	907	1 457	1 149	1 171	1 262
Gombo	1 240	1 456	1 296	1 381	1 459	1 668	1 574	1 475	1 859	2 589	2 939	3 023	2 839	2 311	2 157	1 956	1 972	3 109	2 525	2 344	2 059
Légume/feuille	0	0	0	0		0	0	270	0	638	97	85	0	205	218	276	879	624	588	517	231
S/total Cult/maraichère	2 392	3 052	2 817	2 993	3 258	4 279	3 301	3 973	4 460	7 374	6 847	7 184	6 204	5 906	5 362	4 677	5 429	6 546	5 622	5 527	4 860
Coton	340	500	1 126	2 476	3 853	6 017	8 349	12 521	19 848	16 059	17 808	23 500	11 565	11 916	14 961	9 984	9 072	9 577	9 218	10 562	9 963
Tabac	167	374	348	293	199	587	335	508	540	3 948	2 633	684	687	451	401	207	56	270	307	248	662
S/total Cult de Rente	507	874	1 474	2 769	4 052	6 604	8 684	13 029	20 388	20 007	20 441	24 184	12 252	12 367	15 362	10 191	9 128	9 847	9 525	10 811	10 625
Souchet	166	184	212	149	178	199	55	161	211	74	169	147	154	125	75	119	48	72	71	77	132
S/total Autres Cultures	166	184	212	149	178	199	55	161	211	74	169	147	154	125	75	119	48	72	71	77	132
TOTAL	86924	88825	79580	86533	104788	92334	98616	116512	134623	164902	151491	165104	166146	137050	149458	144002	128283	127267	129240	135 650	124 378

Annexe 6 : Résultats de l'analyse des propriétés physico-chimiquesdes sols du nord-ouest de l'Atacora

Annexe 6.1 : Résultats de l'analyse des propriétés physico-chimiqueset biologiques des sols de plateaux affectés par les pratiques culturales dans les villages d'études en 2012

Communes	Villages		MO (%)		C_{org}		N_t (%)		Corg/Nt		P (ppm)		Argile (%)		Limon (%)		Sable (%)		Texture	
		sites	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Natitingou	Bérécingou	EG	0,51	0,63	0,30	0,37	0,02	0,02	15, 00	18,50	3,03	2,64	35,63	40,30	21,25	22,75	58,56	50,42	LA	A
		MD	1,29	1,50	0,75	0,87	0,04	0,06	18,75	14,50	2,45	2,45	17,38	22,24	23,75	26,25	65,13	57,96	L	L
		ED	1,14	0,82	0,66	0,48	0,05	0,08	13,20	6,00	4,58	2,64	17,69	23,84	21,25	25,75	61,37	51,52	LS	L
	Koussantikou	EG	0,62	1,35	0,36	0,56	0,06	0,07	6,00	8,00	2,45	2,45	40,33	40 ,33	22,75	20,50	61,56	50,08	A	A
		MD	1, 36	1,36	0,79	0,79	0,08	0,08	9,87	9,87	1,94	1,63	22,24	41,80	25,00	28,00	66,92	62,34	LS	LA
		ED	1,03	1,29	0,60	0,75	0,05	0,08	12,00	9,37	7,29	4,38	23,84	14,44	24,00	19,50	63,21	55,92	A	A
Boukombé	Koumagou A	EG	0,47	0,25	0,27	0,15	0,03	0,04	9,00	3,75	3,42	2,02	18,26	16,43	21,00	19,00	33,10	56,53	LAS	LS
		MD	0,93	1,53	0,54	0,89	0,04	0,06	13,50	14,83	1,63	2,64	42,65	23,06	44,24	22,75	64,00	64,57	AL	LAS
		ED	0,63	0,72	0,37	0,42	0,02	0,03	18,50	14,00	2,64	3,03	41,99	40,73	17,75	21,75	57,02	56,53	A	A
	Kounacogou	EG	0,38	0,35	0,22	0,20	0,01	0,03	22,00	6,66	4,19	2,83	60,06	44,82	19,50	25,75	52,29	54,14	A	LA
		MD	0, 86	0,89	0,50	0,52	0,06	0,06	8,33	8,66	1,40	2,18	42,24	47,61	45,75	42,50	62,34	57,61	AL	AL
		ED	0,15	0,63	0,09	0,37	0,04	0,03	2,25	12,33	2,25	2,64	52,29	54,14	24,25	29,25	60,26	44,82	LA	LA

Communes	Villages		MO (%)		C_{org}		N_t (%)		Corg/Nt		P (ppm)		Argile (%)		Limon (%)		Sable (%)		Texture	
		sites	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Tanguiéta	Ouankou	EG	0,79	0,62	0,46	0,36	0,03	0,03	15,33	12,00	4,58	6,9	35,50	39,89	26,75	25,75	52,56	44,82	LA	LA
		MD	1,14	1,22	0,66	0,71	0,06	0,06	11,00	11,83	1,87	2,64	20,69	29,43	29,25	32,50	60,26	57,61	L	LA
		ED	0,51	0,55	0,30	0,32	0,04	0,09	7,50	3,55	3,38	2,41	16,59	20,69	24,25	26,75	54,14	54,14	LS	L
	Manougou	EG	0,65	1,93	0,38	1,12	0,04	0,08	9,50	14,00	2,64	3,42	42,96	45,25	22,75	25,75	39,70	44,46	A	A
		MD	1,90	1,74	1,09	1,01	0,08	0,04	13,62	25,25	2,47	2,45	26,09	22,80	36,75	33,00	51,16	60,13	L	L
		ED	1,27	0,96	0,74	0,56	0,14	0,06	5,28	9,33	2,64	3,80	45,05	44,12	35,25	32,75	50,29	51,76	A	A
Toucountouna	Tchakalakou	EG	1,15	0,81	0,67	0,47	0,06	0,07	11,16	8,64	6,71	4,77	45,06	45,43	21,75	18,50	47,12	54,68	A	A
		MD	1,58	1,96	0,92	1,14	0,03	0,09	30,66	10,22	12,66	2,02	31,61	25,33	23,50	20,03	62,95	65,08	LA	LAS
		ED	0,75	1,32	0,44	0,77	0,06	0,06	7,33	20,36	12,83	7,48	29,38	19,98	22,00	19,50	46,65	61,52	LAS	LAS
	Ouansokou	EG	1, 50	0,91	0,87	0,53	0,05	0,04	17,40	13,25	4,19	4,00	48,02	47,72	18,00	14,00	42,24	41,75	A	A
		MD	1,67	1,48	0,97	0,86	0,06	0,04	16,16	21,50	3,38	3,80	32,97	38,48	24,75	29,75	63,28	47,53	LA	LA
		ED	1,43	0,89	0,83	0,52	0,07	0,09	11,85	5,77	5,16	6,51	23,50	37,51	23 ,75	20,75	52,70	52,54	L	LA

EG=Extrême gauche; ED=Extrême droite et MD= Milieu diagonales

Annexe 6.2 : Caractéristiques physico-chimiqueset biologiques des sols de montagnes des différents villages d'études de 2011

Communes	Villages		MO (%)		C_{org}		N_t (%)		C/Nt		P (ppm)		pH_{eau}		pH_{kcl}		CEC		Argile (%)		Limon (%)		Sable (%)		Texture	
		sites	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Natitingou	Bérécingou	H-v	5,45	3,88	3,16	2,25	0,10	0,06	31,60	37,50	30,74	22,21	4,6	4,88	3,97	4,41	19,06	7,50	11,50	16,25	8,25	18,00	78,48	63,14	LFA	LF
		M-v	8,46	5,93	4,91	3,44	0,10	0,07	49,10	49,14	24,95	34,47	5,45	5,29	4,96	4,08	22,50	9,69	23,25	35,00	14,00	23,75	56,83	54,24	LAF	LF
		B-v	9,67	8,97	5,61	5,20	0,12	0,10	46,75	52,00	34,85	27,57	5,8	5,45	4,90	4,76	23,44	21,25	35,00	35,00	15,00	13,50	47,63	49,44	L	L
	Koussantikou	H-v	1,88	5,66	1,09	3,28	0,03	0,11	36,33	29,82	35,59	18,33	4,93	6,44	3,92	5,85	13,13	22,50	23,00	21,25	23,50	11,25	50,9	64,92	LS	LAS
		M-v	2,78	7,66	1,61	4,44	0,04	0,11	40,25	40,36	29,44	32,32	5,04	4,24	4,08	3,81	27,19	10,63	16,00	34,75	19,50	19,25	63,47	44,89	LS	LA
		B-v	4,36	7,86	2,53	4,56	0,04	0,13	63,25	35,08	26,83	15,53	5,18	4,12	4,36	3,85	10,00	26,25	6,00	41,00	18,75	14,00	73,33	43,08	SL	A
Boukombé	Koumagou A	H-v	3,16	3,29	1,83	1,91	0,05	0,09	36,60	21,22	49,18	22,95	7,53	5,85	7,35	5,09	20,94	8,44	12,00	12,25	12,50	31,00	73,83	54,00	LS	LS
		M-v	5,07	3,53	2,94	2,05	0,09	0,12	32,67	17,08	23,29	22,69	6,01	5,89	5,41	5,23	13,75	11,25	10,75	7,00	27,25	24,00	59,42	65,59	LS	LS
		B-v	5,62	4,07	3,26	2,36	0,13	0,13	25,08	18,15	28,13	24,96	5,64	5,78	5,20	5,03	16,25	11,88	13,25	12,75	28,25	35,25	55,66	49,85	LS	LS
	Kounakogou	H-v	3,86	3,43	2,24	1,99	0,08	0,14	28,00	14,21	29,81	21,57	6,51	5,41	6,08	4,68	21,88	12,81	15,50	22,25	39,75	30,25	42,94	45,60	L	LA
		M-v	4,10	3,95	2,38	2,29	0,11	0,16	21,64	14,31	31,49	29,63	6,3	7,38	5,79	7,05	14,69	21,25	14,00	16,00	37,50	27,50	46,61	54,94	L	LS
		B-v	5,15	5,76	2,99	3,34	0,12	0,20	24,92	16,70	24,03	25,9	5,26	5,32	4,68	4,77	24,69	21,88	13,50	20,5	39,0	20,00	45,23	57,63	L	LAS
Tanguiéta	Ouankou	H-v	2,33	2,16	1,35	1,25	0,07	0,08	19,29	15,63	31,68	20,86	5,94	6,20	5,43	5,79	40,31	43,44	18,13	19,37	48,75	36,88	32,28	43,17	L	L
		M-v	2,95	2,24	1,71	1,30	0,11	0,09	15,55	14,44	18,55	23,1	5,49	5,60	4,89	5,04	62,19	35,31	20,75	21,00	34,5	38,25	43,59	40,19	L	L
		B-v	3,53	2,38	2,05	1,38	0,13	0,13	15,77	10,62	21,46	21,05	5,46	5,23	4,71	4,35	44,69	42,81	15,75	29,00	22,63	23,50	59,35	45,05	LS	LAS
	Manougou	H-v	4,24	3,97	2,46	2,3	0,12	0,11	20,50	20,91	34,66	27,76	5,81	5,40	5,23	4,73	23,75	18,75	17,00	14,25	24,25	15,50	56,05	69,33	LS	LS

Communes	Villages		MO (%)		C_{org}		N_t (%)		C/Nt		P (ppm)		pH_{eau}		pH_{kcl}		CEC		Argile (%)		Limon (%)		Sable (%)		Texture	
		sites	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
		M-v	5,14	4,41	2,98	2,56	0,12	0,13	24,83	19,69	29,44	24,48	5,73	4,88	5,35	3,76	11,88	10,63	20,50	13,62	20,50	28,50	57,79	56,97	LAS	LS
		B-v,	5,53	4,45	3,21	2,58	0,13	0,20	24,69	12,90	30,99	30,74	5,85	4,51	5,56	3,56	13,75	35,31	14,75	15,12	22,00	32,25	61,37	51,52	LS	LS
Toucountouna	Tchakalakou	H-v	2,86	4,60	1,66	2,67	0,05	0,06	33,20	44,50	30,93	33,35	5,67	5,33	4,90	4,85	34,38	26,88	4,00	19,25	35,25	6,75	59,19	69,27	LS	LS
		M-v	4,38	4,66	2,54	2,70	0,06	0,06	42,33	45,00	32,79	15,97	5,49	5,03	4,71	4,14	16,88	26,25	18,00	19,50	14,00	14,75	66,86	64,54	LS	LAS
		B-v	5,55	6,48	3,22	3,76	0,06	0,06	53,67	62,67	23,96	17,74	5,75	5,20	5,02	4,49	15,63	31,25	15,00	23,50	23,25	14,00	59,78	60,62	LS	LAS
	Ouansokou	H-v	2,85	2,53	1,65	1,47	0,04	0,05	41,25	29,40	32,42	22,8	4,98	4,73	4,21	4,22	29,06	29,06	31,5	23,00	21,25	32,5	45,83	42,95	LA	L
		M-v	3,14	2,67	1,82	1,55	0,04	0,06	45,50	25,83	35,96	20,42	5,27	5,04	4,74	4,31	38,75	19,38	21,75	30,25	25,00	31,00	51,68	37,74	LAS	LA
		B-v	3,60	3,19	2,09	1,85	0,06	0,07	34,83	26,43	32,42	26,64	5,37	5,20	4,79	4,57	29,38	33,75	23,50	24,75	27,00	24,50	47,86	49,76	LF	LAF

I=premier site ; II=deuxième site ; A=argile ; L=limon ; F= fin ; S=sable Mo= matière organique; N_t=azote total; C_{org}=carbone organique; P=phosphore; pH_{eau}= eau ; pH_{Kcl}=potassium; I=site1; II=site2 ; H-v=haut de versant ; M-v=mi-versant; B-v=bas-versant.

Annexe 6.3 : Caractéristiques physico-chimiqueset biologiques des sols de montagnes des différents villages d'études de 2012

Communes	Villages		MO (%)		C_{org}		N_t (%)		C/Nt		P (ppm)		pH_{eau}		pH_{kcl}		CEC		Argile (%)		Limon (%)		Sable (%)		Texture	
		sites	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Natitingou	Bérécingou	H-v	4,86	1,98	2,82	1,15	0,17	0,13	16,59	8,85	12,99	10,95	6,21	6,26	6,01	5,73	24,06	11,56	2,88	17,50	7,50	7,25	86,73	65,77	S	LS
		M-v	5,03	2,88	2,92	1,67	0,17	0,13	17,18	12,85	19,67	17,7	6,08	6,10	5,86	5,75	20,00	24,69	12,38	18,25	6,62	13,25	78,41	69,43	LS	LS
		B-v	6,72	3,24	3,90	1,88	0,22	0,18	17,73	10,44	23,87	22,09	6,61	5,69	6,28	4,98	11,56	14,38	6,63	14,75	9,75	13,50	83,02	52,55	SL	LS
	Koussantikou	H-v	1,86	2,00	1,08	1,16	0,12	0,15	9,00	7,73	14,13	13,48	5,64	5,90	5,04	4,88	15,31	19,38	26,5	23,50	19,75	20,25	52,55	54,59	LAS	LAS
		M-v	1,89	2,69	1,10	1,56	0,14	0,20	7,86	7,80	15,34	14,02	5,42	5,96	4,78	5,29	19,06	23,44	16,25	11,75	28,00	19,25	54,41	66,07	LS	LS
		B-v	3,08	2,96	1,79	1,72	0,15	0,20	11,93	8,60	25,8	11,73	5,66	5,16	4,96	4,36	12,50	24,06	22,50	13,75	18,50	20,88	56,59	62,36	LAS	LAS
Boukombé	Koumagou A	H-v	3,10	2,50	1,80	1,45	0,16	0,15	11,25	9,67	23,39	9,58	6,67	6,39	6,29	5,84	19,06	21,88	9,63	17,25	20,63	17,00	68,12	61,36	LS	LS
		M-v	3,36	3,38	1,95	1,96	0,18	0,17	10,83	11,53	11,69	15,10	5,89	6,57	5,18	6,02	20,00	25,00	11,75	11,25	19,50	22,50	64,00	61,77	LS	LS
		B-v	4,48	5,10	2,60	2,96	0,18	0,25	14,44	11,84	19,00	4,39	6,37	6,54	6,05	6,16	21,25	33,13	17,75	13,75	18,50	34,75	59,40	49,36	LS	L
	Kounakogou	H-v	4,24	4,40	2,46	2,55	0,15	0,09	16,40	28,33	13,92	12,12	6,18	5,57	5,62	5,52	24,38	21,88	16,63	21,25	26,63	27,00	57,96	49,76	LS	LS
		M-v	4,91	4,45	2,85	2,58	0,24	0,28	11,88	9,21	2,18	14,23	6,48	5,92	6,16	5,33	27,5	24,69	9,50	16,50	40,50	26,25	45,39	50,97	L	LS
		B-v	5,38	4,52	3,12	2,62	0,31	0,41	10,06	6,39	26,15	28,3	6,96	6,97	5,62	6,56	21,88	17,81	21,25	16,50	34,75	2,00	42,75	61,75	L	LS
Tanguiéta	Ouankou	H-v	3,88	5,21	2,25	3,02	0,09	0,10	25,00	30,20	28,13	20,94	5,89	5,84	5,11	5,51	14,38	32,19	21,75	4,38	23,75	30,00	51,57	69,20	LAS	LS
		M-v	4,09	5,59	2,37	3,24	0,10	0,10	23,70	32,40	25,00	28,44	5,54	6,04	5,14	5,66	16,25	34,69	20,00	8,13	25,25	33,13	53,39	54,92	LAS	LS
		B-v	5,14	6,41	2,98	3,72	0,10	0,10	29,80	37,20	3,31	19,69	5,18	5,02	4,67	4,41	23,75	30,63	5,13	6,00	37,38	41,25	49,68	50,24	LS	LS
	Manougou	H-v	2,71	2,57	1,57	1,49	0,09	0,10	17,44	14,90	14,38	32,19	5,82	6,53	5,03	5,86	28,13	20,94	5,75	6,63	26,25	37,25	65,80	53,94	LS	LS

Communes	Villages		MO (%)		C_{org}		N_t (%)		C/Nt		P (ppm)		pH_{eau}		pH_{kcl}		CEC		Argile (%)		Limon (%)		Sable (%)		Texture	
		sites	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
		M-v	3,90	3,29	2,26	1,91	0,09	0,10	25,11	19,10	16,25	34,69	6,54	6,39	6,05	5,85	25,00	28,44	6,13	5,63	20,50	21,38	71,36	70,81	LF	LS
		B-v,	4,19	4,26	2,43	2,47	0,10	0,10	24,30	24,70	23,75	30,63	6,15	6,61	5,68	6,18	30,31	19,69	6,50	7,00	33,63	21,13	58,06	69,31	LS	LS
Toucountouna	Tchakalakou	H-v	4,12	4,57	2,39	2,65	0,10	0,10	23,90	26,50	31,25	24,38	6,07	5,82	5,00	5,16	39,25	24,38	9,00	30,25	24,25	20,25	65,20	47,74	LS	LAF
		M-v	6,19	5,83	3,59	3,38	0,11	0,10	32,64	33,80	19,38	16,25	5,76	5,85	5,14	5,20	19,38	16,25	7,63	14,63	28,25	28,25	62,41	54,68	LS	LS
		B-v	6,86	7,47	3,98	4,33	0,11	0,11	36,18	39,36	24,69	30,31	5,77	6,32	5,14	5,98	24,69	30,31	5,75	16,13	18,38	31,88	74,22	50,84	SL	L
	Ouansokou	H-v	3,33	3,93	1,93	2,28	0,10	0,10	19,30	22,80	17,50	28,13	5,69	5,89	4,80	5,13	17,50	28,13	22,00	20,75	15,75	15,00	60,23	62,24	LF	LAS
		M-v	4,02	5,07	2,33	2,94	0,10	0,10	23,30	29,40	25,94	29,69	5,80	6,51	4,97	5,95	25,94	29,69	3,75	18,25	19,13	15,00	75,49	63,72	SL	LS
		B-v	5,38	6,33	3,12	3,67	0,10	0,10	31,20	36,70	11,25	19,06	6,13	6,05	5,37	5,30	21,25	19,06	24,25	19,75	17,25	21,00	56,62	58,48	LAS	LAS

Annexe 6.4 : Résultat d'analyses (teneurs) des bases échangeables pour 2011

Communes	Villages		Granulométrie 2011									
			Na+ (meq/100g)		K+ (meq/100g)		Mg^{2}+ (meq/100g)		Ca^{2}+(meq/100g)		S	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
		H-v	2,06	4,31	1,07	1,07	3,94	4,87	6,65	7,77	13,73	18,01
		M-v	2,94	4,12	1,11	1,06	7,57	4,87	10,00	6,47	21,62	16,51
	Bérécingou	B-v	4,66	4,09	1,06	1,09	5,16	7,92	8,89	7,58	19,77	20,69
		H-v	3,67	3,90	1,11	1,12	5,79	4,08	6,84	8,52	17,41	17,62
		M-v	3,91	3,81	1,13	1,09	4,30	2,59	7,03	7,58	16,36	15,07
Natitingou	Koussantikou	B-v	3,61	3,97	1,08	1,16	2,73	2,88	7,03	6,84	14,45	14,84
Boukombé	Koumagou A	H-v	4,15	3,85	1,24	1,13	6,00	4,30	7,21	8,14	18,61	17,42

Communes	Villages		Granulométrie 2011									
			Na+ (meq/100g)		K+ (meq/100g)		Mg^{2}+ (meq/100g)		Ca^{2}+(meq/100g)		S	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
		M-v	3,79	3,54	1,12	1,16	3,30	4,58	7,03	7,96	15,24	17,24
		B-v	3,75	4,03	1,12	1,20	5,29	8,35	7,21	5,91	17,37	19,48
		H-v	4,16	4,33	1,22	1,18	10,76	7,14	7,58	7,40	23,73	20,05
		M-v	3,94	5,60	1,30	1,53	6,43	5,86	6,65	7,21	18,32	20,20
	Kounakogou	B-v	4,73	4,89	1,34	1,18	6,64	9,91	6,28	6,84	19,00	22,83
		H-v	4,56	4,29	1,04	1,06	4,23	4,65	6,28	5,91	16,11	15,91
		M-v	3,85	4,59	0,98	0,98	5,22	5,08	6,65	7,03	16,70	17,68
	Ouankou	B-v	4,47	4,80	1,00	1,14	5,51	4,08	7,21	6,28	18,19	16,30
		H-v	4,61	4,60	1,06	0,98	5,93	6,07	6,10	5,91	17,69	17,56
		M-v	4,90	4,40	1,05	0,97	6,22	4,44	6,47	6,65	18,64	16,46
Tanguiéta	Manougou	B-v,	4,86	4,04	1,02	0,98	7,35	4,58	5,91	7,58	19,14	17,18
		H-v	4,90	4,99	0,99	0,96	6,50	4,08	6,84	7,96	19,23	17,98
		M-v	4,47	4,97	0,94	0,95	4,30	4,58	6,47	5,91	16,17	16,41
	Tchakalakou	B-v	4,37	5,52	0,94	1,04	4,79	4,58	6,84	5,91	16,94	17,05
		H-v	4,67	4,83	0,94	1,00	4,72	3,59	7,58	7,40	17,91	16,82
		M-v	4,45	3,84	0,95	0,96	3,59	2,38	8,14	6,28	17,12	13,46
Toucountouna	Ouansokou	B-v	4,32	4,81	1,19	0,96	4,65	5,29	7,96	6,28	18,12	17,34

Annexe 6.5 : Résultat d'analyses (teneurs) des bases échangeables pour 2012

Communes	Villages		Granulométrie 2012									
			Na+ (meq/100g)		K+ (meq/100g)		Mg^{2}+ (meq/100g)		Ca^{2}+(meq/100g)		S	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
		H-v	2,41	2,17	0,39	0,39	7,54	4,39	4,57	1,99	14,91	8,95
		M-v	1,83	2,03	0,30	0,45	5,93	5,70	3,63	2,23	11,68	10,41
	Bérécingou	B-v	1,94	1,88	0,26	0,26	3,46	4,39	3,16	2,93	8,83	9,46
		H-v	1,74	1,75	0,26	0,45	5,69	5,62	5,27	2,23	12,95	10,04
		M-v	1,92	1,86	0,36	0,40	4,01	5,08	1,99	1,99	8,28	9,33
Natitingou	Koussantikou	B-v	1,66	1,99	0,44	0,43	4,47	6,39	1,99	4,10	8,56	12,90
		H-v	2,53	1,83	0,46	0,44	5,47	6,92	2,93	3,63	11,39	12,82
		M-v	1,68	2,03	0,36	0,46	5,54	7,77	2,69	4,80	10,27	15,07
	Koumagou A	B-v	1,70	1,93	0,53	0,50	5,39	7,77	3,87	1,99	11,48	12,19
		H-v	2,20	3,14	0,38	0,50	9,69	5,31	5,27	5,74	17,54	14,69
		M-v	2,72	3,29	0,52	0,43	9,46	6,39	4,57	2,69	17,27	12,80
Boukombé	Kounakogou	B-v	3,57	3,42	0,63	0,45	9,00	6,69	4,33	6,91	17,52	17,48
		H-v	2,70	1,94	0,41	0,43	7,46	8,00	6,21	4,57	16,78	14,93
		M-v	2,25	2,06	0,40	0,45	8,84	6,46	5,27	7,14	16,76	16,13
	Ouankou	B-v	2,41	1,73	0,43	0,44	7,31	6,23	5,51	3,63	15,65	12,03
		H-v	1,83	1,98	0,43	0,47	6,77	8,15	3,40	7,38	12,43	17,98
		M-v	2,08	2,38	0,58	0,54	8,15	5,93	4,33	8,55	15,15	17,39
Tanguiéta	Manougou	B-v,	1,89	2,74	0,46	0,54	11,99	2,70	4,10	9,49	18,44	15,47
		H-v	2,10	2,17	0,55	0,52	9,46	7,77	8,08	5,22	20,18	15,68
		M-v	2,14	2,02	0,43	1,03	9,38	9,69	3,63	2,35	15,58	15,09
	Tchakalakou	B-v	3,02	2,10	0,39	1,04	7,77	8,00	5,04	5,40	16,22	16,54
		H-v	2,24	1,87	0,34	0,53	6,08	9,61	5,27	3,87	13,93	15,88
		M-v	2,37	2,48	0,40	0,59	8,38	10,84	4,10	6,68	15,25	20,58
Toucountouna	Ouansokou	B-v	2,06	2,17	0,59	0,43	7,54	4,91	3,16	4,10	13,35	11,60

Annexe 7: Niveaux de fertilité chimique des sols dans les villages d'étude entre 2011 et 2013

Bérécingou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	3,42 (f)	3,95 (f)	4,98 (f)
N (%) à pH 6	0,08 (m)	0,08 (m)	0,11 (f)
P. ass . Bray 1	**26,47** (f)	**29,71** (f)	**31,21** (f)
K (méq/l00g de sol)	1,07 (f)	1,09 (f)	1,06 (f)
Somme (S) (méq/l00g	15,87 (f)	19,06 (f)	20,23 (f)
Saturation en base (%)	>100 (f)	>100 (f)	90 (f)
C.E.C (méq/l00g sol)	**13,28** (m)	**16,09** (m)	**22,34** (m)
Niveau de fertilité	**II (moyen)**	**II (moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**

Koussantikou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**3,77**f	**5,22**f	**6,11f**
N (%) à pH 6	**0,06** m	0,07 m	0,08 m
P. ass . Bray 1	**26,96 f**	**30,88 f**	**21,1 f**
K (méq/l00g de sol)	1,11 f	1,11 f	1,12 f
Somme (S) (méq/l00g	17,51 f	15,71 f	14,64 f
Saturation en base (%)	98 f	83 f	81 f
C.E.C (méq/l00g sol)	**17,81** m	**18,91** m	18,12 m
Niveau de fertilité	**II (moyen)**	**II (moyen)**	**II (moyen)**

Koumagou A

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**3,32** (f)	**4,30** (f)	**4,84** (f)
N (%) à pH 6	**0,07** (m)	**0,10** (f)	**0,13** (f)
P. ass . Bray 1	**36,06** (f)	**22,99** (f)	**26,54** (f)
K (méq/l00g de sol)	1,18 (f)	1,14 (f)	1,16 (f)
Somme (S) (méq/l00g	18,01 (f)	16,24 (f)	18,42 (f)
Saturation en base (%)	>100 (f)	>100 (f)	>100 (f)
C.E.C (méq/l00g sol)	**14,69** (m)	**12,50** (m)	**14,06** (m)
Niveau de fertilité	**II (moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**

Kounakogou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**3,64** (f)	**4,02** (f)	**5,45** (f)
N (%) à pH 6	**0,12** (f)	**0,26** (f)	**0,36** (f)
P. ass . Bray 1	**25,69** (f)	**30,56 (f)**	**24,96** (f)
K (méq/l00g de sol)	1,20 (f)	1,41 (f)	1,26 (f)
Somme (S) (méq/l00g	21,89 (f)	19,21 (f)	20,91 (f)
Saturation en base (%)	93 (f)	84 (f)	75 (f)
C.E.C (méq/l00g sol)	**17,34** (m)	**17,97** (m)	**23,28** (m)
Niveau de fertilité	**I-II (élevé-moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**

Ouankou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**2,24** (f)	**2,59** (f)	**2,95** (f)
N (%) à pH 6	**0,07** (m)	**0,10** (f)	**0,13** (f)
P. ass . Bray 1	**26,27** (f)	**20,82** (f)	**21,25** (f)
K (méq/l00g de sol)	1,05 (f)	0,98 (f)	1,07 (f)
Somme (S) (méq/l00g	16,01 (f)	17,19 (f)	17,24 (f)
Saturation en base (%)	38 (s)	35 (s)	39 (s)
C.E.C (méq/l00g sol)	**41,87** (f)	**48,75** (f)	**43,75** (f)
Niveau de fertilité	**II-III (moyen à bas)**	**II-III (moyen à bas)**	**II-III (moyen à bas)**

Manougou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**4,10** (f)	**4,77** (f)	**4,99** (f)
N (%) à pH 6	0,11 (f)	0,12 (f)	0,16 (f)
P. ass . Bray 1	**31,21** (f)	**26,96** (f)	**30,86** (f)
K (méq/l00g de sol)	1,02 (f)	1,41 (f)	1,00 (f)
Somme (S) (méq/l00g	17,62 (f)	17,55 (f)	18,16 (f)
Saturation en base (%)	83 (f)	>100 (f)	74 (f)
C.E.C (méq/l00g sol)	**21,25** (m)	**11,25** (m)	**24,53** (m)
Niveau de fertilité	**I-II (élevé-moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**	**I-II (élevé-moyen)**

Tchakalakou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**3,73** (f)	**4,52** (f)	**6,01** (f)
N (%) à pH 6	0,05 (m)	0,06 (m)	0,06 (m)
P. ass . Bray 1	**32,14** (f)	**24,38** (f)	**20,85** (f)

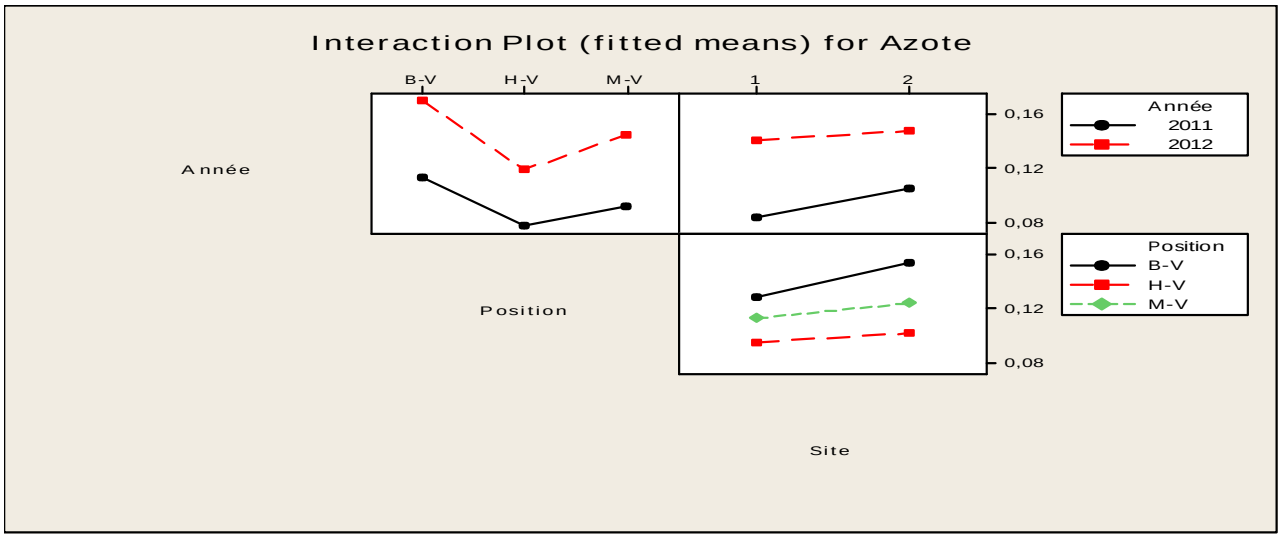
K (méq/l00g de sol)	0,97 (f)	0,94 (f)	0,99 (f)
Somme (S) (méq/l00g	18,60 (f)	16,29 (f)	16,99 (f)
Saturation en base (%)	61 (f)	75 (f)	72 (f)
C.E.C (méq/l00g sol)	**30,63** (f)	**21,56** (m)	**23,44** (m)
Niveau de fertilité	**I-II (élevé-moyen)**	**II (moyen)**	**II (moyen)**

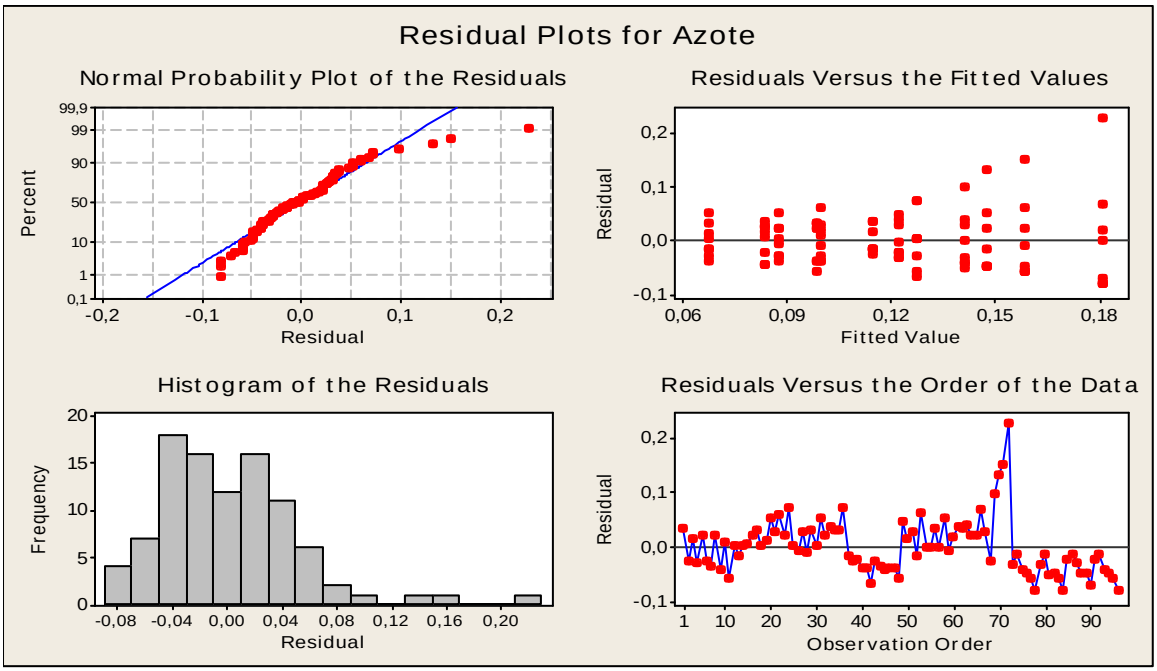
Ouansokou

Limitations	**Hv**	**Mv**	**Bv**
MO (%)	**2,69** (f)	**2,90** (f)	**3,39** (f)
N (%) à pH 6	0,04 (s)	0,05 (m)	0,06 (m)
P. ass . Bray 1	**27,61** (f)	**28,19** (f)	**29,53** (f)
K (méq/l00g de sol)	0,97 (f)	0,95 (f)	1,07 (f)
Somme (S) (méq/l00g	16,82 (f)	15,29 (f)	17,73 (f)
Saturation en base (%)	58 (m)	53 (m)	56 (m)
C.E.C (méq/l00g sol)	**29,06** (f)	**29,06** (f)	**31,56** (f)
Niveau de fertilité	**II-III (moyen à bas)**	**II (moyen)**	**II (moyen)**

Source : Résultats recherches

Annexe 8 : Résultats des tests statistiques des données pédologiques dans le nord-ouest de l'Atacora





09/03/2014 20:45:34

Welcome to Minitab, press F1 for help.

General Linear Model: Azote versus Année; Position; Site

FactorTypeLevelsValues

Annéefixed22011; 2012

Positionfixed3B-V; H-V; M-V

Sitefixed21; 2

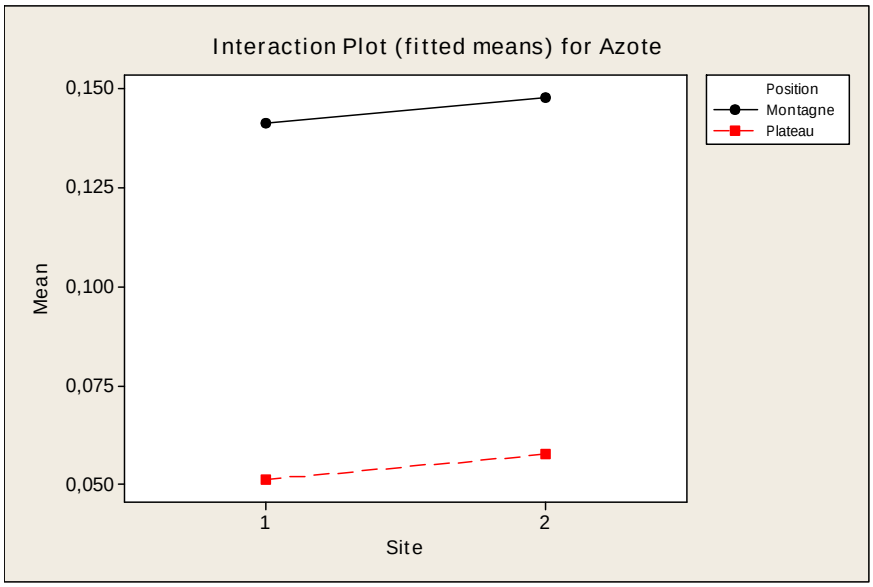
S = 0,0537507R-Sq = 29,21%R-Sq(adj) = 19,94%

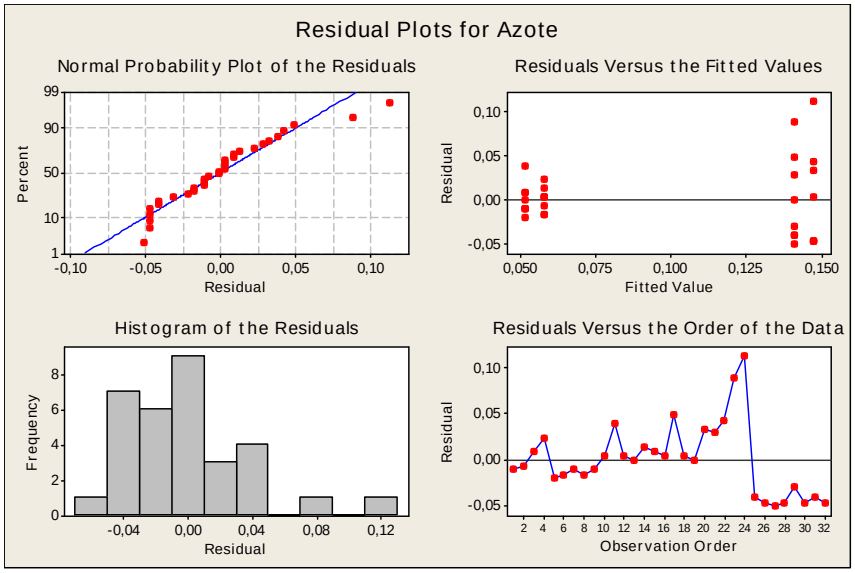
NB: Position = Haut versant (H-V), Mi Versant (M-V) et Bas Versant (B-V)

Residual Plots for Azote

Main Effects Plot (fitted means) for Azote

Interaction Plot (fitted means) for Azote





09/03/2014 21:39:26

Welcome to Minitab, press F1 for help.

General Linear Model: Azote versus Position; Site

FactorTypeLevelsValues

Positionfixed2Montagne; Plateau

Sitefixed21; 2

Analysis of Variance for Azote, using Adjusted SS for Tests

S = 0,0407409R-Sq = 58,35%R-Sq(adj) = 53,89%

Expected Mean Squares, using Adjusted SS

Expected Mean

Square for

SourceEach Term

1Position(4) + Q[1; 3]

2Site(4) + Q[2; 3]

3Position*Site(4) + Q[3]

4Error(4)

Error Terms for Tests, using Adjusted SS

Synthesis

of Error

SourceError DFError MSMS

1Position28,000,001660(4)

2Site28,000,001660(4)

3Position*Site28,000,001660(4)

Variance Components, using Adjusted SS

Estimated

SourceValue

Error0,00166

Tukey 95,0% Simultaneous Confidence Intervals

Response Variable Azote

All Pairwise Comparisons among Levels of Position

Position = Montagnesubtracted from:

PositionLowerCenterUpper----+---------+---------+---------+--

Plateau-0,1195-0,09000-0,06049(-------*--------)

----+---------+---------+---------+--

-0,105-0,070-0,0350,000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Azote

All Pairwise Comparisons among Levels of Position

Position = Montagnesubtracted from:

DifferenceSE ofAdjusted

Positionof MeansDifferenceT-ValueP-Value

Plateau-0,090000,01440-6,2480,0000

Tukey 95,0% Simultaneous Confidence Intervals

Response Variable Azote

All Pairwise Comparisons among Levels of Site

Site = 1subtracted from:

SiteLowerCenterUpper-----+---------+---------+---------+-

2-0,023260,0062500,03576(-----------------*-----------------)

-----+---------+---------+---------+-

-0,0160,0000,0160,032

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Azote

All Pairwise Comparisons among Levels of Site

Site = 1subtracted from:

DifferenceSE ofAdjusted

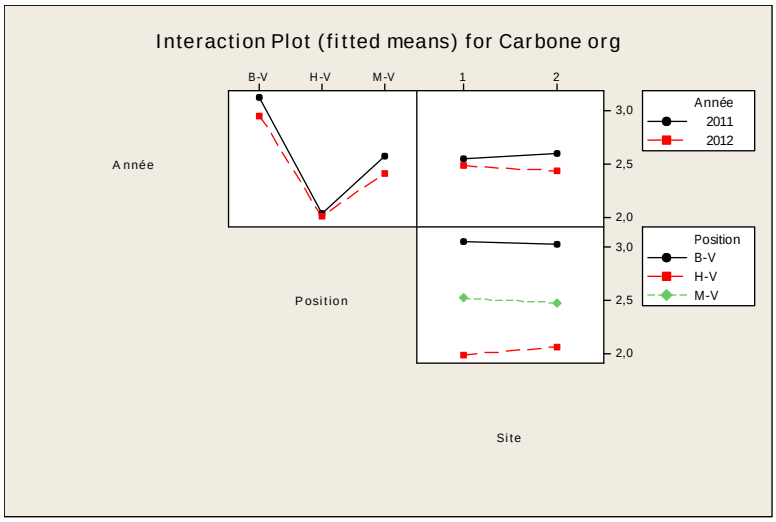
Siteof MeansDifferenceT-ValueP-Value

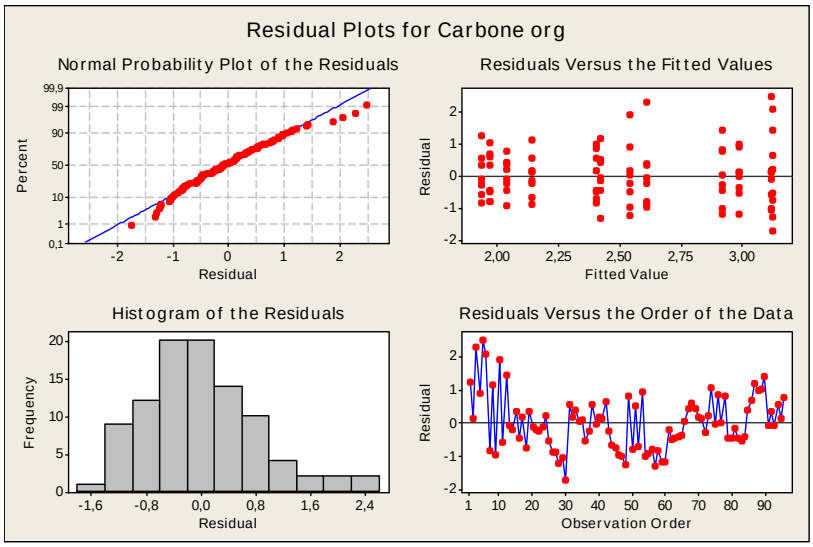
20,0062500,014400,43390,6677

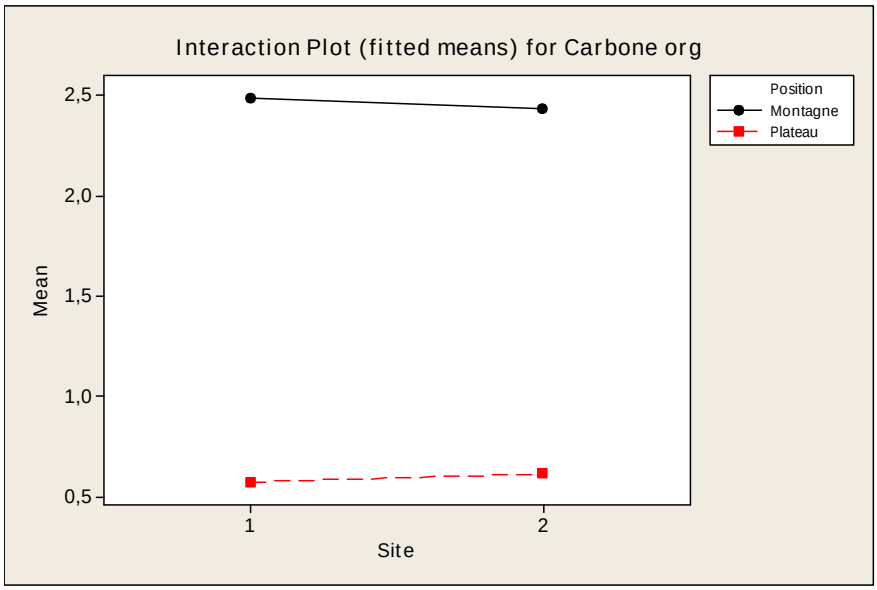
Residual Plots for Azote

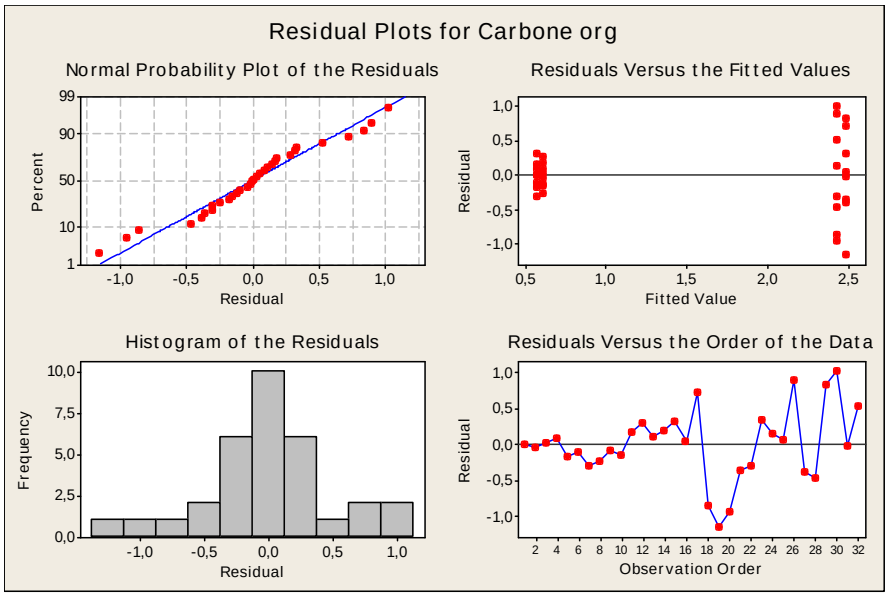
Main Effects Plot (fitted means) for Azote

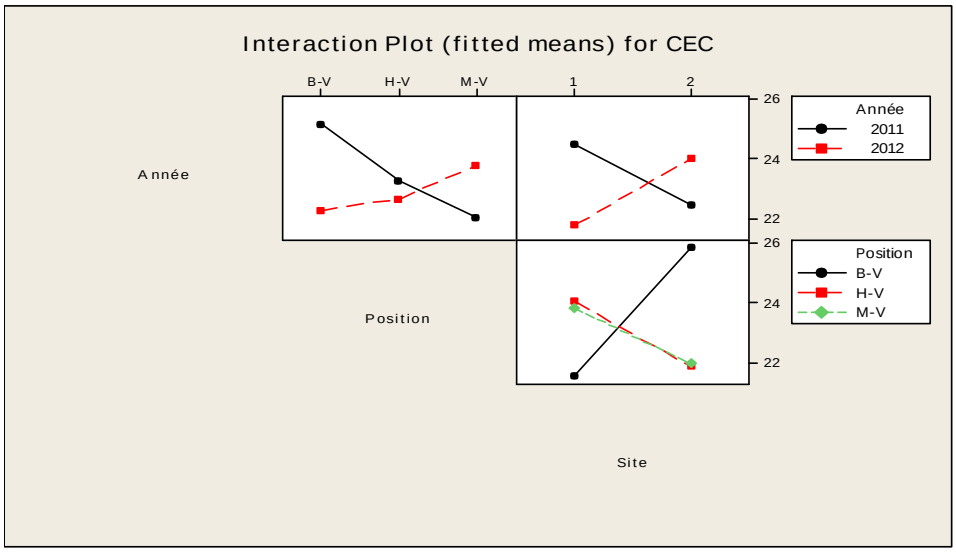
Interaction Plot (fitted means) for Azote

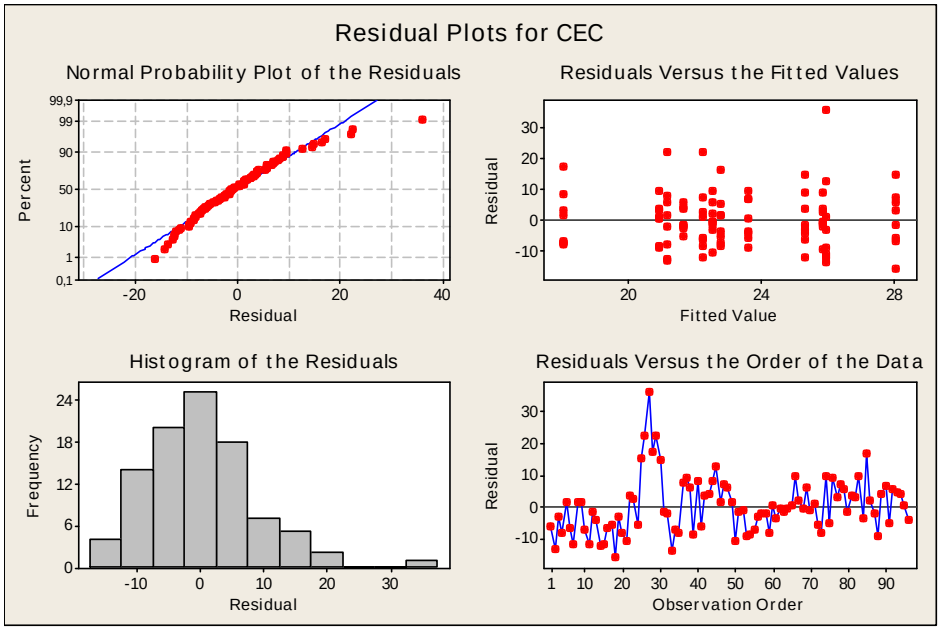


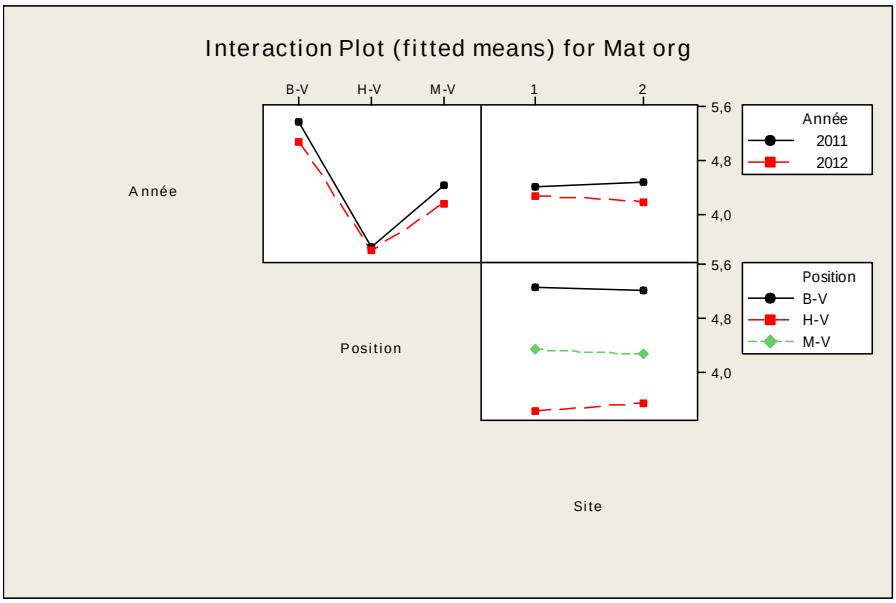


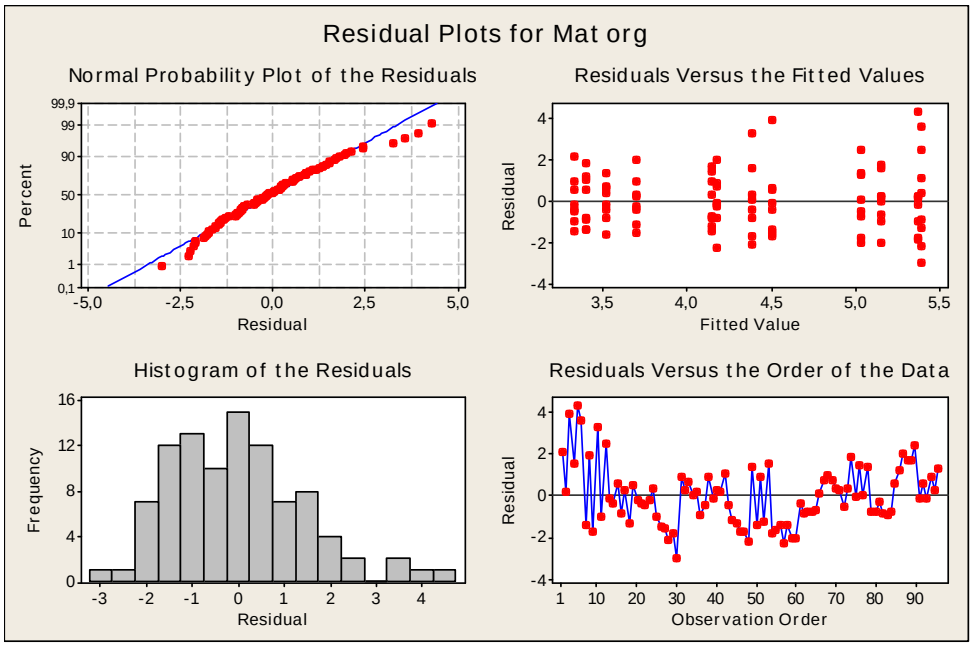

Interaction Plot (fitted means) for Carbone org
Position
Montagne
Plateau
Mean
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
1
2
Site

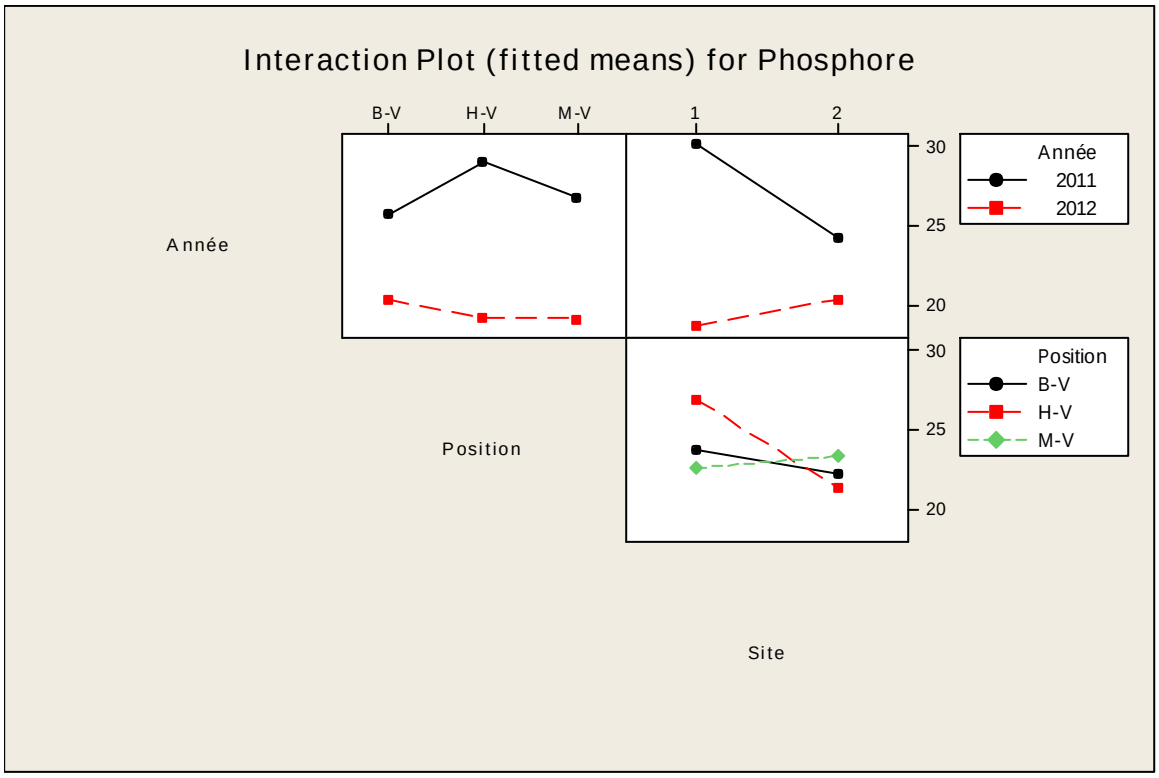

Residual Plots for Carbone org
Normal Probability Plot of the Residuals
Percent
99
90
50
10
1
-1,0
-0,5
0,0
0,5
1,0
Residual
Residuals Versus the Fitted Values
Residual
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
Fitted Value
Histogram of the Residuals
Frequency
10,0
7,5
5,0
2,5
0,0
-1,0
-0,5
0,0
0,5
1,0
Residual
Residuals Versus the Order of the Data
Residual
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
Observation Order

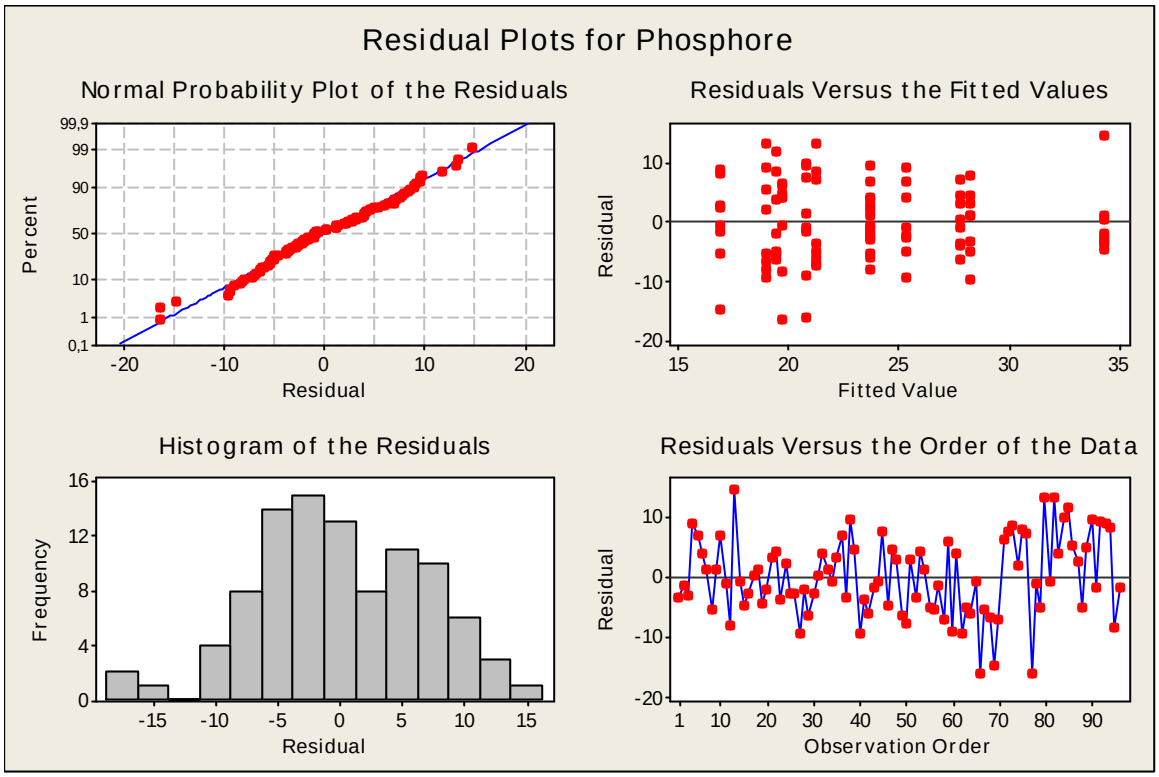

Interaction Plot (fitted means) for CEC
B-V
H-V
M-V
1
2
Année
Position
Site
26
24
22
Année
2011
2012
Position
B-V
H-V
M-V

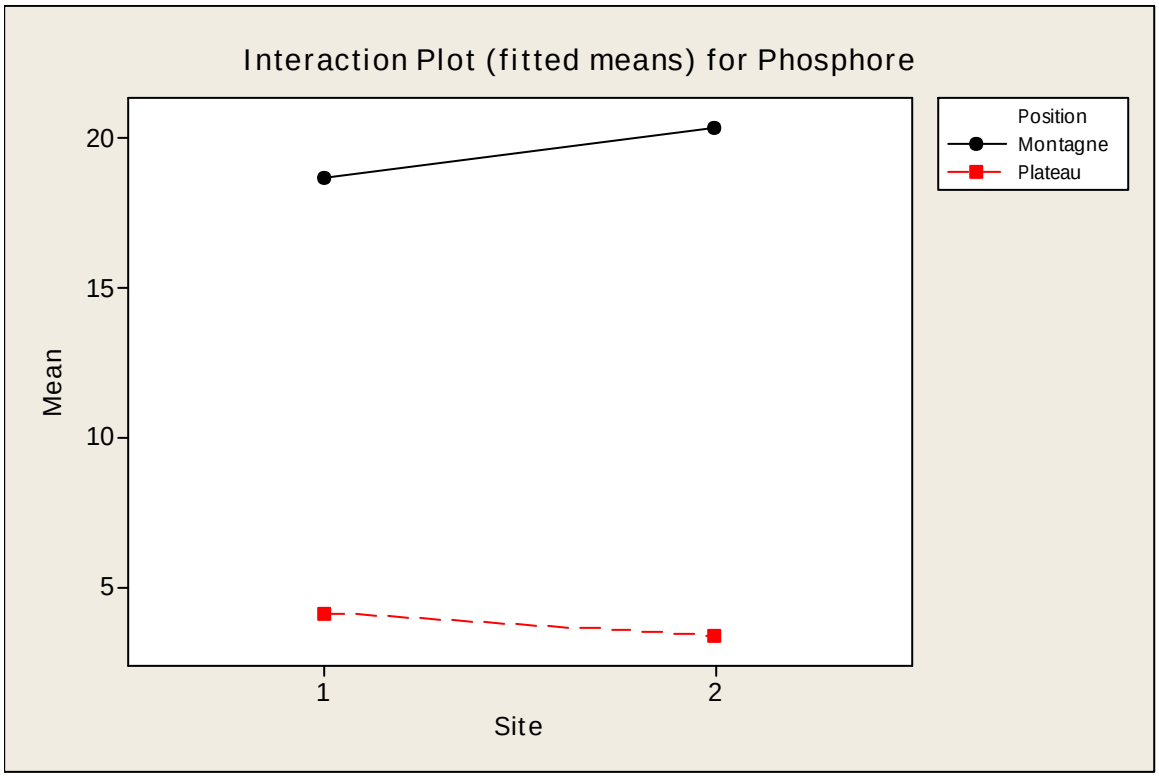

Residual Plots for CEC
Normal Probability Plot of the Residuals
Percent
99,9
99
90
50
10
1
0,1
-20
0
20
40
Residual
Residuals Versus the Fitted Values
Residual
30
20
10
0
-10
20
24
28
Fitted Value
Histogram of the Residuals
Frequency
24
18
12
6
0
-10
0
10
20
30
Residual
Residuals Versus the Order of the Data
Residual
30
20
10
0
-10
1
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Observation Order

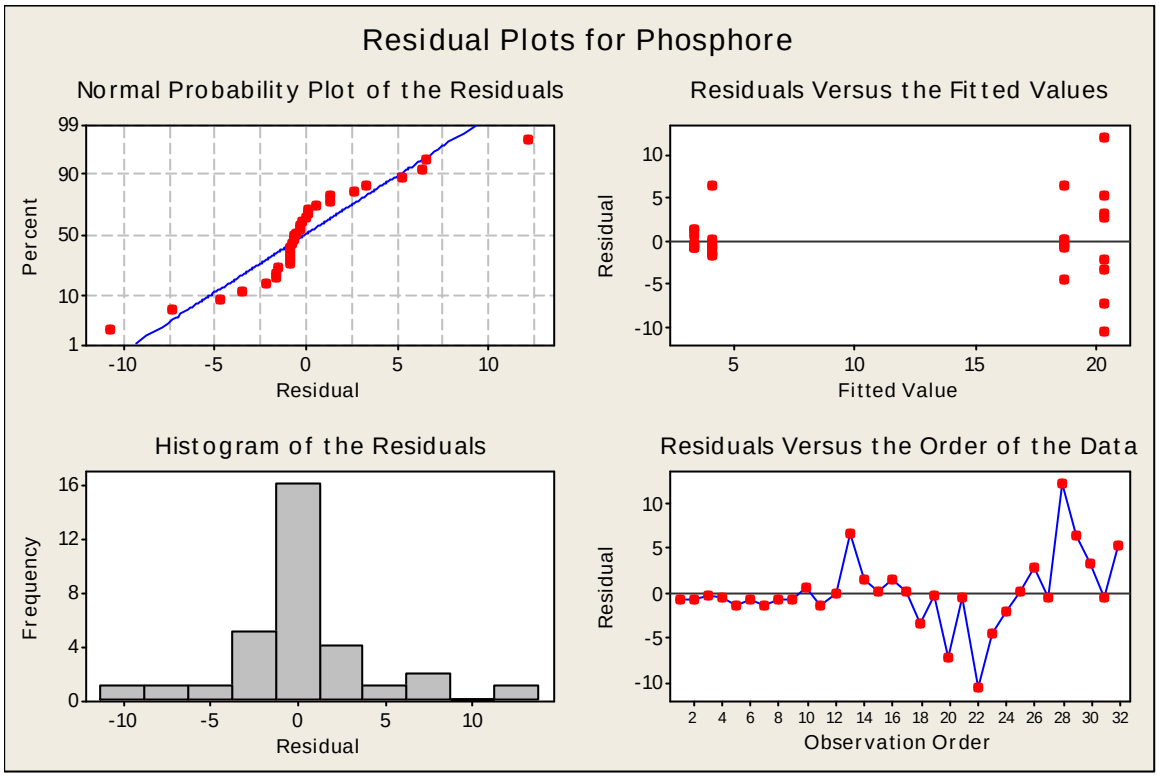

Interaction Plot (fitted means) for Mat org
B-V
H-V
M-V
1
2
Année
Position
Site
5,6
4,8
4,0
Année
2011
2012
Position
B-V
H-V
M-V

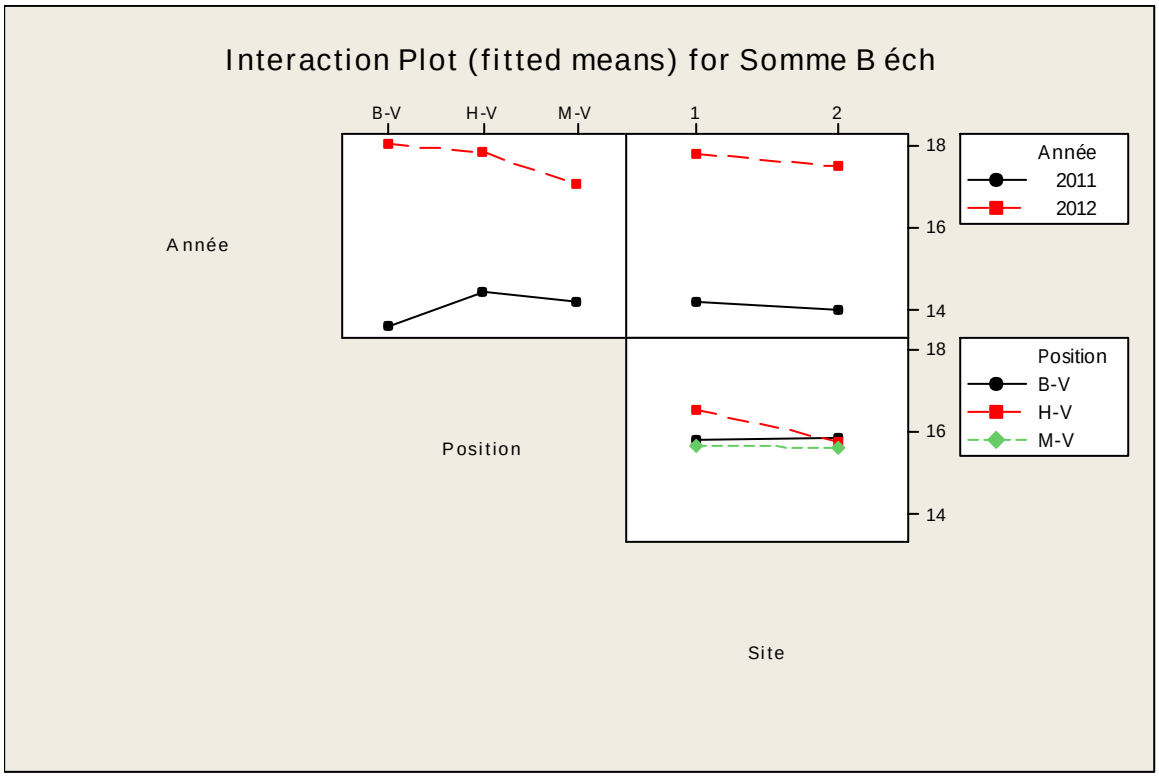

Residual Plots for Mat org
Normal Probability Plot of the Residuals
Percent
Residual
Residuals Versus the Fitted Values
Residual
Fitted Value
Histogram of the Residuals
Frequency
Residual
Residuals Versus the Order of the Data
Residual
Observation Order

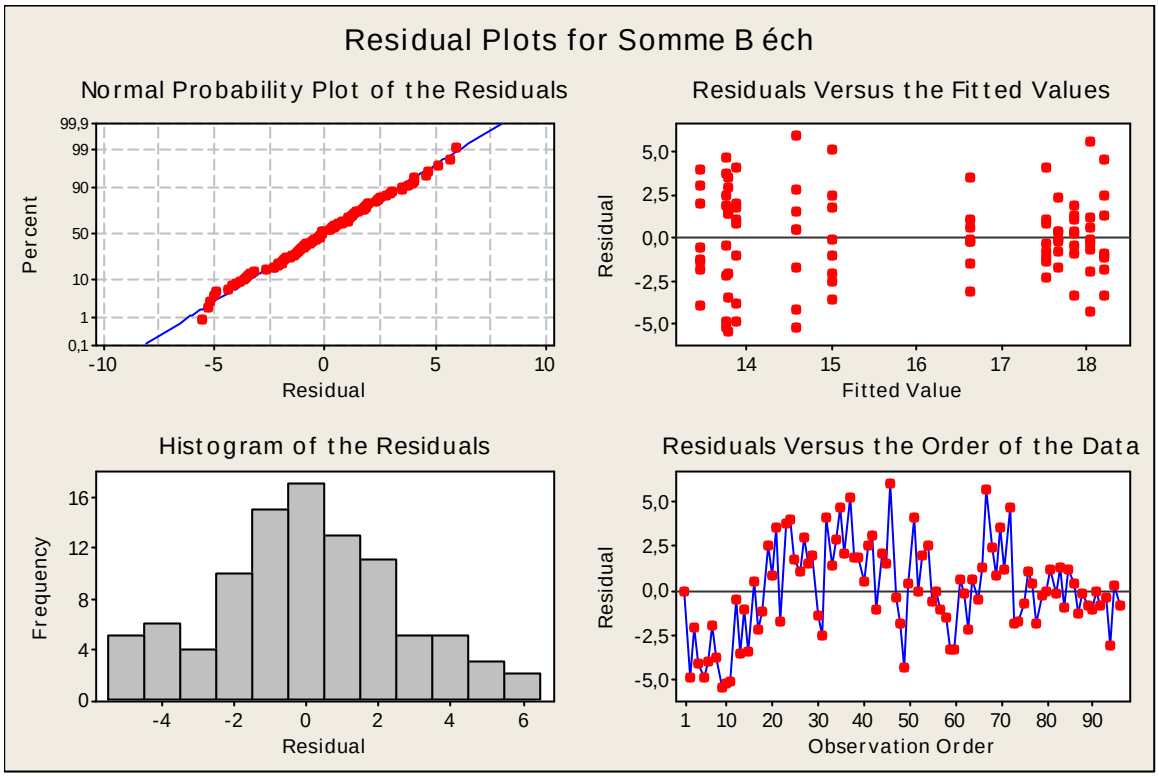

Interaction Plot (fitted means) for Phosphore
B-V
H-V
M-V
1
2
Année
Position
Site
30
25
20
Année
2011
2012
Position
B-V
H-V
M-V


Residual Plots for Phosphore
Normal Probability Plot of the Residuals
Percent
99,9
99
90
50
10
1
0,1
-20
-10
0
10
20
Residual
Residuals Versus the Fitted Values
Residual
10
0
-10
-20
15
20
25
30
35
Fitted Value
Histogram of the Residuals
Frequency
16
12
8
4
0
-15
-10
-5
0
5
10
15
Residual
Residuals Versus the Order of the Data
Residual
10
0
-10
-20
1
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Observation Order


Interaction Plot (fitted means) for Phosphore
Position
Montagne
Plateau
Mean
20
15
10
5
1
2
Site


Residual Plots for Phosphore
Normal Probability Plot of the Residuals
Percent
99
90
50
10
1
-10
-5
0
5
10
Residual
Residuals Versus the Fitted Values
Residual
10
5
0
-5
-10
5
10
15
20
Fitted Value
Histogram of the Residuals
Frequency
16
12
8
4
0
-10
-5
0
5
10
Residual
Residuals Versus the Order of the Data
Residual
10
5
0
-5
-10
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
Observation Order


Interaction Plot (fitted means) for Somme B éch
B-V
H-V
M-V
1
2
Année
Position
18
16
14
Année
2011
2012
Position
B-V
H-V
M-V
Site


Residual Plots for Somme B éch
Normal Probability Plot of the Residuals
Percent
99,9
99
90
50
10
1
0,1
-10
-5
0
5
10
Residual
Residuals Versus the Fitted Values
Residual
5,0
2,5
0,0
-2,5
-5,0
14
15
16
17
18
Fitted Value
Histogram of the Residuals
Frequency
16
12
8
4
0
-4
-2
0
2
4
6
Residual
Residuals Versus the Order of the Data
Residual
5,0
2,5
0,0
-2,5
-5,0
1
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Observation Order

Annexe 9 : Différentes cultures inventoriées dans les agrosystèmes du nord-ouest de l'Atacora selon les moyennes des superficies occupées

Cultures inventoriées	**Moyenne des supercies occupées (ha)**	**Pourcentage des superficies occupées par culture(%)**
Céréales	**66 193**	***51,48***
Maïs	15 605	12,14
Sorgho	23 870	18,56
Petit-mil	17 243	13,41
Riz	6 126	4,76
Fonio	3 349	2,60
Racines et Tubercules	**21 236**	***16,52***
Igname	15 214	11,83
Manioc	5 004	3,89
Patate-douce	660	0,51
Taro	358	0,28
Légumineuses	**25 668**	***19,96***
Haricot/Niébé	11 504	8,95
Voandzou	8 037	6,25
Arachide	4 348	3,38
Goussi	210	0,16
Sésame	515	0,40
Soja	1 054	0,82
Cultures/maraichère	**4 866**	***3,78***
Tomate	1 320	1,03
Piment	1 262	0,98
Gombo	2 059	1,60
Légume/feuille	225	0,17
Cultures de Rente	**10 625**	**8,26**
Coton	9 963	7,75
Tabac	662	0,51
Autres cultures	**132**	***0,10***
Souchet	132	*0,10*
Total	**128 720**	**100,00**

Source : Enquête de terrain, 2011-2013

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du secteur d'étude 24
Figure 2 : Diagramme climatique de la station de Natitingou (1982-2013).....26
Figure 3 : Humidité relative et insolation du secteur d'étude (1982-2013).....26
Figure 4 : Pédologie du nord-ouest de l'Atacora.....31
Figure 5 : Relief du nord-ouest de l'Atacora.....43
Figure 6: Représentation des parcelles de collecte des données 55
Figure 7 : Modèle d'impact de la croissance démographique, des systèmes de production agricoles et de la variabilité saisonnière des pluies sur l'utilisation du terroir et l'agro-biodiversité 63
Figure 8 : Triangle texturale ou diagramme texturale 70
Figure 9: Fonctionnement du modèle LCM (Aguejdad et Houet, 2008) 83
Figure 10 : Evolution de l'effectif des ménages agricoles dans le Nord-Ouest de l'Atacora.....87
Figure 11 : Proportion des superficies emblavées par types de cultures 88
Figure 12 : Répartition du cheptel au nord-ouest de l'Atacora 89
Figure 13 : Effectif du cheptel au nord-ouest de l'Atacora 90
Figure 14 : Fréquence des enquêtés utilisant des techniques culturales endogènes 92
Figure 15 : Fréquence des enquêtés utilisant des techniques agricoles exogènes 95
Figure 16 : Types d'associations de cultures au nord-ouest de l'Atacora 100
Figure 17 : Quelques aspects mémorables de l'élevage dans le nord-ouest de l'Atacora 101
Figure 18 : Evolution des productions céréalières entre 1993 et 2013.....104
Figure 19 : Evolution de la production des légumineuses entre 1993 et 2013 105
Figure 20 : Evolution de la production des racines et tubercules entre 1993 et 2013 107
Figure 21 : Evolution de la production du coton entre 1993 et 2013 107
Figure 22 : Superficies emblavées pour les céréales entre 1993 et 2013 108
Figure 23 : Superficies emblavées pour les légumineuses entre 1993 et 2013 109
Figure 24 : Superficies emblavées pour les racines et tubercules entre 1993 et 2013.....111
Figure 25 : Superficies emblavées pour le coton entre 1993 et 2013.....112
Figure 26 : Analyse des résultats à l'aide du PEIR 114
Figure 27 : Contribution des spéculations produites aux revenus des ménages.....115
Figure 28 : Dynamique des éléments grossiers dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013 118
Figure 29 : Dynamique des éléments grossiers dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013 120
Figure 30 : Teneur en phosphore assimilable dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013.....122
Figure 31: Teneur en Phosphore assimilable dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013.....123
Figure 32 : Taux de carbone organique (C_{org}) dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013 125
Figure 33 : Taux de carbone organique dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013 126
Légende : EG : Extrême gauche ; ED : Extrême droite ; MD : Milieu de périmètre 126
Figure 34 : Taux d'azote total (N_t) dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013 128
Figure 35 : Taux du rapport du carbone sur l'azote total dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013.....129
Figure 36 : Valeurs du pH eau au niveau des différents sites de placeaux entre 2011 et 2013.....131
Figure 37 : Valeurs du pH eau au niveau des différents sites de montagnes entre 2011 et 2013.....132
Figure 38: Valeurs de la CEC au niveau des différents sites de plateaux entre 2011 et 2013.....134
Figure 39 : Valeurs de la CEC au niveau des différents sites de montagnes entre 2011 et 2013.....135
Figure 40 : Occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora en 1988 152
Figure 41 : Occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora en 2013 153
Figure 42 : Intensité de changement par unité d'occupation des terres entre 1988 et 2013.....156
Figure 43 : Intensité et vitesse de changement des unités d'occupation des terres entre 1988 et 2013 157
Figure 44: Superficie des unités d'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora.....158
Figure 45 : Carte prédictive des unités d'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora à l'horizon 2050 159

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Transect de l'enquête exploratoire 52
Tableau II: Répartition des parcelles de collecte des données dans les villages 56
Tableau VIII : Grille d'interprétation des indices texturaux des sols 69
Tableau IX : Grille d'interprétation du taux d'argile, de limon et de sable 69
Tableau III : Grille d'interprétation des valeurs du pH 71
Tableau IV : Grille d'interprétation de la teneur en azote 71
Tableau V : Grille d'interprétation du CEC et du taux de saturation 72
Tableau VI : Grille d'interprétation de la saturation du sol en bases 72
Tableau VII: Grille d'interprétation du sol en phosphore 73
Tableau XI : Critère d'évaluation des classes de limitation des niveaux de fertilité des sols 74
Tableau XIII: Caractérisation des systèmes de cultures du nord-ouest de l'Atacora 97
Tableau XIV: Calendrier agricole et de la période de soudure dans le nord-ouest de l'Atacora 98
Tableau XV : Système de rotation de cultures 100
Tableau XVI: Types de collaborations entre acteurs selon les dominances de production animale 102
Tableau XVII : Production fourragère disponible à partir des résidus des récoltes 102
Tableau XVIII : Matrice d'évaluation des impacts liés à l'exploitation agricole sur le milieu physique 113
Tableau XIX: Matrice d'évaluation des impacts liés à l'exploitation agricole sur le milieu biologique et les producteurs 113
Tableau XXII : Analyse de variance entre le taux de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique (CEC) et les types de reliefs, de sols et du temps 137
Tableau XXIII : Taux moyen de 138
Tableau XXIV : Taux moyen de carbone (C), d'azote (N), de phosphore (P) et de CEC des sols de montagnes et de plateaux en fonction de l'année 138
Tableau XXV: Variétés des céréales cultivées au nord-ouest de l'Atacora 141
Tableau XXVI : Variétés des légumineuses cultivées au nord-ouest de l'Atacora 142
Tableau XXVII : Variétés des racines et tubercules cultivées au nord-ouest de l'Atacora 143
Tableau XXVIII : Cultivars de légumes cultivées au nord-ouest de l'Atacora 144
Tableau XXIX : Corrélation entre le nombre de femmes par exploitation et la diversité cultivée 149
Tableau XXX : Matrice de transition des formations végétales et autres unités d'occupation des terres entre 1988 et 2013 154
Tableau XXXI : Taux moyen annuel d'expansion spatiale et taux de conversion des unités d'occupation des terres de 1988 à 2013 155

LISTE DES PLANCHES

Planche 1: Participation des producteurs dans l'estimation de l'utilisation des terres.....57
Planche 2 : Quelques aspects de la conduite des animaux dans le nord-ouest de l'Atacora.....91
Planche 3 : Champs de fonio à Koumagou A 92
Planche 4 : Techniques de la pratique de brûlis et de l'écobuage.....93
Planche 5: Quelques techniques traditionnelles de labour 94
Planche 6 : Quelques techniques endogènes de semis en poquets à même le sol.....95
Planche 7 : Pratiques de labour et de sarclage à l'aide de la culture attelée dans le nord Bénin 96
Planche 8 : Charrues et tracteur dans un garage de machines agricoles au nord-ouest Atacora.....96
Planche 9 : Champs en monoculture 99

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Enquêtes de terrain 225

Annexe 2 : Questionnaires 227

Annexe 2.1 Questionnaires adressés aux groupes socioprofessionnels.....227

Annexe 2.2 : Questionnaire d'enquête dans les ménages.....234

Annexe 3 : Elevages conventionnels, effectifs du cheptel de l'Atacora nord-ouest des 5 dernières années (2008 à 2012) 241

Annexe 4 : Mécanisation agricole.....242

Annexe 4.1 : Evaluation de la répartition du nombre d'attelage et de paires de bœufs dans les Communes du nord-ouest de l'Atacora.....242

Annexe 4.2 : Inventaire de la mécanisation agricole dans les communes du nord-ouest de l'Atacora 242

Annexe 5 : Résultats des réalisations des différentes campagnes agricoles dans le nord-ouest de l'Atacora de 1993 à 2013 243

Annexe 5.1 : Réalisation différentes campagnes agricoles des vingt dernières années (1993-2012) par groupe de spéculations au nord ouest/Atacora (Evolution de la Production) 243

Annexe 5.2 : Réalisation différentes campagnes agricoles des vingt dernières années (1993-2012) par groupe de spéculations au nord ouest/Atacora (Evolution des superficies).....245

Annexe 6 : Résultats de l'analyse des propriétés physico-chimiquesdes sols du nord-ouest de l'Atacora 247

Annexe 6.1 : Résultats de l'analyse des propriétés physico-chimiqueset biologiques des sols de plateaux affectés par les pratiques culturales dans les villages d'études en 2012 247

Annexe 6.2 : Caractéristiques physico-chimiqueset biologiques des sols de montagnes des différents villages d'études de 2011.....249

Annexe 6.3 : Caractéristiques physico-chimiqueset biologiques des sols de montagnes des différents villages d'études de 2012.....251

Annexe 6.4 : Résultat d'analyses (teneurs) des bases échangeables pour 2011 252

Annexe 6.5 : Résultat d'analyses (teneurs) des bases échangeables pour 2012 254

Annexe 7: Niveaux de fertilité chimique des sols dans les villages d'étude entre 2011 et 2013 255

Annexe 8 : Résultats des tests statistiques des données pédologiques dans le nord-ouest de l'Atacora 257

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE **1**
SIGLES ET ACRONYMES **3**
DEDICACE **5**
AVANT PROPOS **6**
RESUME **8**
ABSTRACT **9**
INTRODUCTION GENERALE **10**
PREMIERE PARTIE: CADRE THEORIQUE, CADRE GEOGRAPHIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE **13**
PREMIER CHAPITRE : CADRE THEORIQUE **14**
1.1 Problématique 14
1.2 Objectifs 16
1.3 Hypothèses 16
1.4 Définition opérationnelle 17
1.4.1 Agro-biodiversité 17
1.4.2 Agrosystèmes 18
1.4.3 Enjeux socio-environnementaux 18
1.4.4 Fertilité du sol 18
1.4.5 Influence et impact 19
1.4.6 Occupation des sols 19
1.4.7 Sol 20
1.4.8 Structures agraires 20
1.4.9 Systèmes de productions agricoles 20
1.4.10 Techniques culturales 21
1.4.11 Terroir 21
1.4.12 Zone montagneuse 21
Conclusion partielle 21

DEUXIEME CHAPITRE : CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE **23**
2.1 Localisation géographique du secteur d'étude 23
2.2 Données biophysiques 23
2.2.1 Facteurs climatiques 23
2.2.1.1 Bilan climatique 25
2.2.1.2 Températures, humidité relative et insolation 26
2.2.1.3 Vents 27
2.2.2 Types de sols au nord-ouest de l'Atacora 27
2.2.2.1 Caractéristiques globales 27

2.2.2.2 Profils pédologiques sur sols montagneux....32
2.2.2.4 Profils pédologiques sur sols de plateaux....35
2.2.2.5 Réserves utiles des sols....39
2.2.3 Types de reliefs....40
2.2.3.1 Dépression de l'Oti....40
2.2.3.2 Massif montagneux de l'Atacora....41
2.2.3.3 Pénéplaine granito-gneissique....42
2.2.4 Réseau hydrographique....44
2.2.5 Végétation et faune....45
2.3 Caractéristiques socio-économiques....47
2.3.1 Groupes socioculturels....47
2.3.2 Historique du peuplement du nord-ouest de l'Atacora....47
2.3.2.1 Mouvement des populations de la chaîne de l'Atacora....47
2.3.2.2 Mise en place des populations en liaison avec l'histoire générale de la boucle du Niger....48
2.3.2.3 Installation des hommes et leur organisation socio-politique....48
2.3.3 Caractéristiques démographiques....49
2.3.4 Principales activités économiques....49
Conclusion partielle....50

TROISIEME CHAPITRE: APPROCHE METHODOLOGIQUE....51
3.1 Fondement méthodologique....51
3.2 Critères et choix des villages et des groupes cibles....51
3.2.1 Choix des villages....52
3.2.2 Choix des exploitants agricoles....53
3.2.3 Choix des groupes cibles et des personnes enquêtées....53
3.3 Dispositif expérimental....54
3.4 Caractérisation des systèmes de productions agricoles....56
3.4.1 Outils et matériels utilisés sur le terrain....56
3.4.2 Méthodes de collecte....56
3.4.2.1 Déroulement de l'enquête....56
3.4.2.2 Techniques de collecte des données....58
3.4.3 Méthode de traitement des données....59
3.4.3.1 Analyse statistique....59
3.4.3.2 Approche systémique....60
3.5 Analyse des incidences environnementales et socio-économiques des activités agricoles au nord-ouest de l'Atacora....61
3.5.1 Outils de collecte des données....61
3.5.2 Techniques de collecte des données....61

3.5.3 Analyse et évaluation des impacts 63
3.5.4 Analyse des changements sociaux 64
3.6 Influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols 65
3.6.1 Outils et matériels utilisés sur le terrain 65
3.6.2 Méthode de collecte des données 66
3.6.2.1 Diagnostic 66
3.6.2.2 Echantillonnage 66
3.6.3 Méthode de traitement et d'analyse des échantillons prélevés 67
3.6.3.1 Préparation des échantillons 67
3.6.4 Méthode d'évaluation des niveaux de fertilité chimique des sols 74
3.6.4.1 Critères d'évaluation des classes de limitation 74
3.6.4.2 Définition des classes ou niveaux de fertilité 75
3.6.5 Analyses statistiques 75
3.7 Caractérisation de l'agro-biodiversité des plantes dans les agrosystèmes 75
3.7.1 Outils et matériel utilisé sur le terrain 75
3.7.2 Méthode de collecte des données 75
3.7.2.1 Méthode de collecte des données socio-économiques 75
3.7.2.2 Méthode de collecte des données sur les espèces et les cultivars 76
3.7.3 Méthode de traitement des données 76
3.7.3.1 Traitement des données socio-économiques 76
3.8 Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres à l'horizon 2050 77
3.8.1 Données utilisées 77
3.8.2 Méthode de traitement des données 78
3.8.2.1 Traitement numérique des images satellites 78
3.8.2.2 Analyses statistiques des changements d'état 80
3.8.2.3 Méthode liée à la modélisation prédictive 81
Conclusion partielle 85

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS 86

QUATRIEME CHAPITRE: CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES EN ZONE MONTAGNEUSE AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 87

4.1 Caractérisation des ménages des Communes du nord-ouest de l'Atacora 87
4.2 Plantes cultivées 88
4.3 Systèmes d'élevage en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora 89
4.4 Techniques culturales 92
4.4.1 Techniques culturales endogènes 92
4.4.2 Techniques améliorées et/ou introduites de cultures 95
4.4.2.1 Culture attelée 96

4.4.2.2 Utilisation des engins motorisés 96
4.5 Cycles de productions agricoles en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora 97
4.5.1 Durée de la jachère en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora 97
4.5.2 Calendrier agricole en zone montagneuse au nord-ouest de l'Atacora 97
4.6 Systèmes de culture 99
4.6.1 Monoculture 99
4.6.2 Associations des cultures 99
4.6.3 Rotation des cultures 100
4.6.4 Assolement 100
4.6.5 Interactions et fonctionnements entre les productions végétales et animales en zone montagneuse du Bénin 101
Conclusion partielle 103

CINQUIEME CHAPITRE : INCIDENCES SOCIO-ENVIRONNEMENTALES ET SOCIO-ECONOMIQUES DES ACTIVITES AGRICOLES AU NORD-OUEST DE L'ATACORA **104**
5.1 Evolution de la production des principales spéculations entre 1993 et 2013 104
5.1.1 Evolution de la production des céréales entre 1993 et 2013 104
5.1.2 Evolution de la production des légumineuses entre 1993 et 2013 105
5.1.3 Evolution de la production des racines et tubercules entre 1993 et 2013 106
5.1.4 Evolution de la production du coton entre 1993 et 2013 107
5.2 Evolution des emblavures des principales spéculations entre 1993 et 2013 108
5.2.1 Evolution des superficies emblavées pour les céréales entre 1993 et 2013 108
5.2.2 Evolution des superficies emblavées pour les légumineuses entre 1993 et 2013 109
5.2.3 Evolution des superficies emblavées pour les racines et tubercules entre 1993 et 2013 111
5.2.4 Evolution des superficies emblavées pour le coton entre 1993 et 2013 112
5.3 Incidences socio-environnementales des activités agricoles 112
5.4 Incidences socio-économiques des activités agricoles 114
Conclusion partielle 116

SIXIEME CHAPITRE: INFLUENCE DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES SUR LA FERTILITE DES SOLS AU NORD-OUEST DE L'ATACORA 117
6.1 Dégradation physique des sols du nord-ouest de l'Atacora 117
6.1.1 Dynamique des fractions granulométriques dans les sols de plateaux entre 2011 et 2013 117
6.1.2 Dynamique des fractions granulométriques dans les sols de montagnes entre 2011 et 2013 119
6.2 Dégradation chimique des sols du nord-ouest de l'Atacora 121
6.2.1 Teneur en phosphore assimilable des sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013 121
6.2.2 Taux de carbone organique (Corg) dans les sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013 124
6.2.3 Taux d'azote total (Nt) dans les sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013 127
6.2.4 Valeurs du pHeau des sols de plateaux et de montagnes entre 2011 et 2013 130
6.2.5 Valeurs de la capacité d'échange cationique (CEC) au niveau des différents sites d'étude 133

6.3 Dégradation chimique et niveaux de fertilité des sols....136
6.4 Comparaison de l'état des sols de plateaux et de montagnes....136
6.4.1 Taux de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique (CEC) en fonction des types de reliefs et du temps....137
6.4.2 Taux moyen de carbone, d'azote, de phosphore et de capacité d'échange cationique des sols de plateaux et de montagnes....137
6.4.3 Teneur moyenne en CEC, N, C et P et texture complète des sols de plateaux et de montagnes....138
6.4.4 Analyse comparative des caractéristiques chimiques des sols de montagnes et de plateaux....139
Conclusion partielle....140

SEPTIEME CHAPITRE : CARACTERISATION DE L'AGRO-BIODIVERSITE DES PLANTES DANS LES AGROSYSTEMES AU NORD-OUEST DE L'ATACORA....141
7.1 Agro-biodiversité des plantes cultivées....141
7.1.1 Agro-biodiversité des céréales....141
7.1.2 Agro-biodiversité des légumineuses....142
7.1.3 Agro-biodiversité des racines et tubercules....142
7.1.4 Agro-biodiversité du coton et du tabac....143
7.1.5 Agro-biodiversité des légumes (fruits et feuilles)....143
7.1.6 Agro-biodiversité des ligneux et des espèces fourragères cultivés....144
7.2 Agro-biodiversité des plantes para-cultivées....145
7.2.1 Néré (*Parkia biglobosa*)....145
7.2.2 Karité (*Vitellaria paradoxa*)....145
7.2.3 Fisanier (*Blighia sapida*)....146
7.2.4 Baobab (*Adansonia digitata*)....146
7.2.5 Rônier (*Borassus aethiopum*)....147
7.3 Agro-biodiversité des plantes spontanées....147
7.4 Genre et agro-biodiversité....148
7.4.1 Diversité spécifique des agrosystèmes selon l'âge....148
7.4.2 Diversité spécifique des agrosystèmes selon le sexe....149
7.5.3 Diversité spécifique des agrosystèmes selon les groupes socioculturels....149
Conclusion partielle....150

HUITIEME CHAPITRE : MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES A L'HORIZON 2050 AU NORD-OUEST DE L'ATACORA....151
8.1 Dynamique de l'occupation des terres au nord-ouest de l'Atacora entre 1988 et 2013....151
8.1.1 Dynamique des forêts galeries....154
8.1.2 Dynamique des forêts claires et savanes boisées....154
8.1.3 Dynamique des savanes arborées et arbustives....155
8.2 Taux, intensité et vitesse de transformation des formations végétales de 1988 à 2013....155

8.2.1 Taux moyen annuel d'expansion spatiale et taux de conversion des unités d'occupation des terres de 1988 à 2013....155
8.2.2 Intensité de changement des formations végétales de 1988 à 2013....156
8.2.3 Intensité et vitesse de changement des unités d'occupation du sol entre 1988 et 2013....157
8.3 Tendance évolutive des unités d'occupation des terres à l'horizon 2050....158
8.3.1 Tendance évolutive des formations végétales naturelles à l'horizon 2050....160
8.3.2 Tendance évolutive des formations anthropiques à l'horizon 2050....160
Conclusion partielle....160

TROISIEME PARTIE: DISCUSSION....161

NEUVIEME CHAPITRE : CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS AGRICOLES ET LEURS IMPACTS AU NORD-OUEST DE L'ATACORA....162

9.1 Dynamique des systèmes de productions agricoles....162
9.2 Incidences socio-économiques des activités agricoles au nord-ouest de l'Atacora....169
9.3 Influence des systèmes de productions agricoles sur la fertilité des sols....171
Conclusion partielle....174

DIXIEME CHAPITRE : DYNAMIQUE DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION AU NORD-OUEST DE L'ATACORA....175

10.1 Dynamique de l'agro-biodiversité au nord-ouest de l'Atacora....175
10.2 Dynamique de la végétation au nord-ouest de l'Atacora....178
Conclusion partielle....180

CONCLUSION GENERALE....181
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES....183
LISTE DES PUBLICATIONS....223
LISTE DES COMMUNICATIONS....223
ANNEXES....224
LISTE DES FIGURES....269
LISTE DES TABLEAUX....270
LISTE DES PLANCHES....271
LISTE DES ANNEXES....272
TABLE DES MATIERES....273