Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines
Ecole Doctorale Pluridisciplinaire
''Espaces, Cultures et Développement''

Université d'Abomey Calavi

Faculté des Sciences et Techniques
Chaire UNESCO en Sciences Technologie et Environnement

THESE DE DOCTORAT UNIQUE

Option :

Géographie et Gestion de l'Environnement

Spécialité :

Climats, Eau et Ecosystèmes

N° d'enregistrement: /EDP/FLASH/UAC

MODELISATION PREDICTIVE ET CARTOGRAPHIE DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE CONTEXTE DE VARIABILITES CLIMATIQUES DANS LE MOYEN-BENIN





Présentée par
Abdou Rachidi A. SALIOU





Sous la direction de :

Dr *Madjidou OUMOROU*

Maître de Conférences des Universités du CAMES

Soutenue publiquement le…../…../20…. devant le Jury composé de :

Président : Bénoît. N'BESSA, Professeur Emérite, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
Rapporteur : Madjidou OUMOROU, Maître de Conférences, Université de Parakou, Bénin
Examinateurs : Thiou T.K. TCHAMIE, Professeur Titulaire, Université de Lomé, Togo
Ali MAHAMANE, Professeur Titulaire, Recteur de l'Université de Diffa, Niger
Marcel R. B. HOUINATO, Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Mention :

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS iv
ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES..... vi
RESUME vii
ABSTRACT..... viii
INTRODUCTION GENERALE.....1

PREMIERE PARTIE : CADRES THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE, ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....6
CHAPITRE PREMIER : CADRE THEORIQUE DE LA RECHERCHE 7
1.1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE.....7
1.2 JUSTIFICATION DU CHOIX DE LA ZONE DE RECHERCHE 8
1.3 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....9
1.4 HYPOTHESES DE RECHERCHE.....10
1.5 DEFINITION DES CONCEPTS.....10
1.6 REVUE DE LA LITTERATURE 18
CHAPITRE DEUXIEME : CADRE GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL 32
2.1 CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE.....32
2.2 ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL ET POLITIQUE DE GESTION DE LA TRANSHUMANCE.....51
CHAPITRE TROISIEME : DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....56
3.1- FONDEMENTS THEORIQUES.....56
3.2 METHODES DE COLLECTE DES DONNEES 56
3.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES.....63

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS DE LA RECHERCHE.....84
CHAPITRE QUATRIEME : CARTOGRAPHIE DE L'ACCESSIBILITE AUX PARCOURS ET SOURCES D'ABREUVEMENT DES TROUPEAUX TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN.....85
4.1 SPATIALISATION DES PARCOURS ET SOURCES D'ABREUVEMENT DES TROUPEAUX TRANSHUMANTS 85
4.2 INDICATEURS SPATIALISES D'ACCESSIBILITE AUX RESSOURCES FOURRAGERES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN.....86
4.3 CONFLITS D'USAGES AUTOUR DES AIRES DE TRANSHUMANCE 94
CHAPITRE CINQUIEME : MODELISATION DE LA NICHE ECOLOGIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES FOURRAGERES DANS LE MOYEN-BENIN 106
5.1 MODELISATION DES NICHES ECOLOGIQUES ET DISTRIBUTION DES LIGNEUX FOURRAGERS PTEROCARPUS ERINACEUS, KHAYA SENEGALENSIS, AFZELIA AFRICANA ET DANIELLIA OLIVERI EN CONDITION DE VARIABILITES BIOCLIMATIQUES 106
5.2 VARIABILITES BIOCLIMATIQUES ET DISTRIBUTION SPATIALE DES HERBACEES FOURRAGERES IMPORTANTES DANS LE MOYEN-BENIN.....130
CHAPITRE SIXIEME : PREDICTION DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....161
6.1 FACTEURS ANTHROPIQUES DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....161
6.2 DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 169

6.3 DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN 174
CHAPITRE SEPTIEME : VARIABILITES CLIMATIQUES DANS LES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN 179
7.1 FACTEURS CLIMATIQUES DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 179
7.2 PRATIQUES DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 187
7.3 REGIME D'HUMIDITE ET PRATIQUES DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 190
7.4 PERCEPTIONS DES TRANSHUMANTS SUR LES PRATIQUES ET LA GESTION DE LA TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 193
CHAPITRE HUITIEME : VULNERABILITES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 195
8.1 PERCEPTIONS COMMUNAUTAIRES DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES RESSOURCES FOURRAGERES 195
8.2. ANALYSE DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES RESSOURCES FOURRAGERES SELON LES DIFFERENTS ACTEURS 201
8.3 VULNERABILITES CLIMATIQUES DES PARCOURS NATURELS ET STRATEGIES D'ADAPTATION DES TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN 205
8.4 ADAPTATION DES TRANSHUMANTS AUX VULNERABILITES CLIMATIQUES DES PARCOURS NATURELS 222

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION GENERALE 225
CHAPITRE NEUVIEME : DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET ACCESSIBILITE DES ESPECES FOURRAGERES PAR LES TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN 226
9.1 EVALUATION DU MODELE MAXENT 226
9.2 PREDICTION DE LA DISTRIBUTION DES ESPECES FOURRAGERES EXPLOITEES PENDANT LA TRANSHUMANCE 227
9.3 CARTOGRAPHIE DE L'ACCESSIBILITE AUX RESSOURCES FOURRAGERES 228
9.4 TYPOLOGIE ET MODES DE GESTION DES CONFLITS DE TRANSHUMANCE 229
CHAPITRE DIXIEME : VULNERABILITES CLIMATIQUES ET DYNAMIQUE DE LA VEGETATION DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN. 231
10.1 VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE MOYEN-BENIN 231
10.2 VULNERABILITE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 232
10.3 FACTEURS DE LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE LA VEGETATION 233
10.4 INTERET DE LA MODELISATION PREDICTIVE DES FORMATIONS VEGETALES 238
CONCLUSION GENERALE 239
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 243
LISTE DES TABLEAUX 263
LISTE DES FIGURES 264
LISTE DES PHOTOS 266
ANNEXES 267

DEDICACE

A

- Nos feux parents, vous qui vous êtes battus pour l'avenir de vos enfants, soyez fiers que vos efforts ne sont pas vains, et que vos âmes reposent en paix ;

- Notre frère, feu Mohamed SALIOU, arraché à notre affection pendant la période de nos travaux de recherche, que ta mort sur cette terre te soit une vie éternelle à l'au delà et que ton âme repose en paix ;

- Nos grandes sœurs Mesdames Maïmounath Atchadé Whannou, Henriette Biaou Loko et notre nièce Gloria Iréti Loko, vos permanentes sollicitudes ont été pour nous une source d'épanouissement, faites de cette œuvre le fruit de votre couronnement et le Seigneur bénisse vos familles éternellement.

- Notre chère et tendre épouse Elisaberth et nos enfants Yasminath ibitola, Ridwane Akanni et faridath Ibitayo, que le fruit issu de cette œuvre puisse vous servir d'exemple pour mieux faire que papa dans votre vie.

REMERCIEMENTS

La réalisation d'une thèse est une grande exploration à la fois scientifique et humaine, remplie de découvertes, de bons moments, mais également semée d'embûches et d'épreuves complexes. Ce parcours du chercheur n'est pas une navigation en solitaire mais bien une aventure partagée et portée par de nombreuses personnes qu'il nous est difficile de rassembler entièrement dans ces quelques lignes.

Cette aventure a été rendue possible grâce à la volonté divine, manifestée par la présence d'un grand homme éclairé qui a été d'un soutien exceptionnel pour progresser dans nos questionnements et mieux appréhender la complexité de la recherche dans ce vaste champ d'investigation que représentent les changements climatiques. Pour cela, nous tenons à remercier très chaleureusement:

Monsieur le Docteur Madjidou OUMOROU, promoteur de ce travail, qui a davantage renforcé nos capacités dans la rédaction d'articles scientifiques pour la valorisation des résultats de cette thèse. Nous lui exprimons ici toute notre reconnaissance pour ses multiples lectures et remarques plus qu'édifiantes et pour sa contribution et son entière disponibilité à nous accompagner malgré ses multiples occupations. Nous tenons à préciser ici que nous avons le privilège d'être le tout premier Doctorant qu'il a accepté avec beaucoup de ferveur d'encadrer. Qu'il soit ici remercié pour cette marque de confiance.

Nous exprimons notre vive reconnaissance à l'Université d'Abomey-Calavi qui a appuyé financièrement et scientifiquement cette thèse, à travers son Programme du fonds compétitif MDP/3C.

Notre profonde gratitude va à l'endroit de Monsieur le Professeur Emérite Benoît N'BESSA, Directeur du Laboratoire d'Etude des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), Coordonnateur du Programme MDP/3C, qui nous a entouré de sa sollicitude et de son affection, témoignant ainsi son souci constant d'assurer la relève et son goût pour la recherche. Ses observations et ses critiques bienveillantes lors des différents points de thèse et points d'avancement ne nous ont nullement fait défaut. Nos remerciements ne suffiront jamais à lui exprimer nos sentiments de gratitude.

C'est le moment plus que jamais pour nous de témoigner à nouveau notre gratitude à Monsieur le Professeur Brice A. SINSIN, Recteur de l'Université d'Abomey-Calavi, pour nous avoir non seulement accepté dans son laboratoire, mais aussi pour nous avoir donné le goût de la recherche scientifique tout en dirigeant nos précédents mémoires de Maîtrise en Géographie et de Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles (AGRN) à la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) ; Professeur, merci infiniment.

Nous tenons également à manifester notre reconnaissance à Monsieur le Professeur Michel BOKO, Promoteur et Directeur de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espaces, Sociétés et Développement » de la Faculté des Lettre Arts et Sciences Humaines (FLASH) de l'Université d'Abomey-Calavi, qui nous a permis de faire la thèse au Bénin.

Nous témoignons notre sincère reconnaissance au Professeur Christian ERARD, Directeur de publication de la revue scientifique d'Ecologie (Terre et Vie) pour sa contribution scientifique très appréciable, à la parution de l'un de nos articles dans cette revue.

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent également à toute l'équipe du Projet MDP/3C, notamment aux Dr Marcel HOUINATO, Dr. Brice TENTE, Dr Omer THOMAS, Drs Ibouraïma YABI, Abou Bakari IMOROU, Ismaïla TOKO IMOROU qui ont beaucoup contribué à l'amélioration de cette thèse par leurs multiples commentaires et orientations des travaux. Qu'ils acceptent ici toute notre reconnaissance pour leur soutien scientifique.

Nous tenons à gratifier les éminents membres du jury de cette thèse de notre profonde reconnaissance pour le temps qu'ils ont consacré à l'examen du manuscrit.

Nous adressons nos vifs remerciements au Dr Félix Chabi BIAOU, à Doyen Ir Hyacinte DOVONOU, à Mme Françoise WOROU BIAOU et à Grâce et Kenneth BIAOU pour leurs soutiens, encouragements et tous les soins inoubliables dont nous avons été entourés lors de nos différents séjours à Cotonou. Que Dieu vous les rende au centuple.

A toute l'équipe de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire pour ses orientations et contribution scientifique, notamment Professeur Christophe HOUSSOU, Dr Expédit VISSIN, Dr Ernest AMOUSSOU nous disons infiniment merci.

Que notre jeune frère et ami Oumarou GAYA retrouve l'expression de notre gratitude pour avoir bravé vent, soleil et pluie avec nous lors des travaux de terrain dans tout le Moyen-Bénin, nous te disons « miyéti », merci infiniment en langue Peulh.

Merci aux transhumants, agriculteurs, charbonniers, exploitants forestiers, et autorités à divers niveaux pour leur collaboration pendant la collecte des données.

Nos sentiments de remerciements et de reconnaissances aux collaborateurs de M. Madjidou OUMOROU, particulièrement aux Drs Laurent HOUESSOU, Gérard GOUWAKINNOU, Oscar TEKA et Osséni AROUNA pour leur assistance à différentes étapes de cette thèse.

Nous remercions sincèrement le Colonel des Eaux, Forêts et Chasse Martial C. Ballo et Mme Aline Kandissounon BALLO pour leurs conseils et soutiens de tout genre, que le Seigneur vous comble de ses bénédictions.

Nous témoignons nos gratitudes à Mme El Hadja Nouratou ALI, notre chère maman bonheur, merci infiniment pour vos soutiens et affection. Qu'Allah vous le rende au centuple.

Que M. Soulémane YACOUBOU, Mme Yvonne Biao YACOUBOU, M. Aristide BIAOU, Mme Eulalie BIAOU, et M. Razack ADECHOKAN retrouvent l'expression de notre reconnaissance pour leurs différents soutiens, assistance et fraternité.

Nos remerciements vont à l'endroit des Professeurs Euloge AGBOSSOU, Guy Apollinaire MENSAH et au Dr Aliou SAIDOU et pour leurs divers conseils et orientations.

Nous n'oublions pas nos collègues et amis avec qui nous avons passé de bons moments et qui nous ont apporté à leur manière leur soutien et assistance très précieuse de près ou de loin. Nous pensons particulièrement à : Sanni BABIO, Djafarou ASSOUMA, Ganiou BABIO, Emile EDEA, Charles TAMOU, Paolo LESSE, Franck ATTOLOU, Diariétou MBAYE, Didier AGONYISSA, Soufouyane ZAKARI, Etienne DOSSOU, Lamatou DAOUDA, Méré CHABI BOUM, Ibrahim ZANCRAN, Issiako BANKOTO, Nassirou BRISSO, Ivan KOURA, Raynald BALLO, Damien AYEKO, Adissatou B. SARE, Daniel BOKOSSA, Idrissou B. SANNOU, Fadel GOUNOU, Yacoubou BONI, Moussa DJOBO, Brice SOHOU, Eude GOUDEGNON, Georcelain ALLOWANOU, Tchombé SOSSA, Léon BOYER, Damien et Maxime KIKI.

Nous adressons nos reconnaissances à nos oncles, tantes et frères Yacoubou MOUSSE, Aladja Abèo Ramatou ABOU, Yacoubou ABOUBACAR, Saliou ABOUDOU, Yacoubou SALIOU, Yaya SALIOU, Ibrahim SALIOU, Mariam Saliou, Moudachirou SALIOU, Marouf SALIOU, Moussa SALIOU, et Gaspard AFOUDA.

Nos remerciements s'adressent à Mme Roukillatou Aladji Boni OUMOROU, Adil et Osnia OUMOROU pour leur assistance.

Que Mme Juliette BIAO KOUDENOUKPO retrouve l'expression de notre gratitude pour ses multiples conseils et soutien moral.

Merci à Bill KPEROU, Directeur de l'Elevage pour sa collaboration et la mise à disposition des données sur le cheptel domestique et transhumant estimé.

A mes frères et sœurs, ce travail de recherche est un exemple qui doit vous encourager à continuer à relever les défis de notre génération.

Nous remercions les enseignents du Centre régional de formation aux Techniques de levés Aérospatiaux (RECTAS) pour la précédante formation recue et nous ayant été très utile pour l'aboutissement de cette thèse.

ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES

ABN	:	Autorité du Bassin du Niger
ACMAD	:	Centre Africain pour les Applications de la Météorologie au Développement
ACP	:	Analyse en Composante Principale
ASECNA	:	Agence pour la Securite de la Navigation Aerienne en Afrique et à Madagascar
AUC	:	Area Under the Curve
CARDER	:	Centre d'Action Régional pour le Développement Rural
CCNUCC	:	Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques
CEDEAO	:	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CENATEL	:	Centre National de Télédétection et de Suivi Ecologique
CILSS	:	Comité permanent Inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CTAF	:	Cellule Technique d'Aménagement Forestier
DSA	:	Direction des Statistiques Agricoles
ENFA	:	Ecological Niche Factor Analysis
ETP	:	Evapotranspiration Potentielle
FAO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FFOM	:	Forces Faiblesses Opportunités et Menaces
GBIF	:	Global Biodiversity Information Facility
GES	:	Gaz à Effet de Serre
GIEC	:	Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GLCF	:	Global Land Cover Facility
GPS	:	Global Positioning System
IB	:	Indice de Brillance
IFN	:	Inventaire Forestier National
IGN		Institut Géographique National
INSAE	:	Institut National de Statistiques et de l'Analyse Economique
IPCC	:	Intergovernmental Panel on Climate Change
MCA	:	Millenium Challenge Account
MIROC	:	Model for Interdisciplinary Research On Climate
MNA	:	Modèle Numérique d'Altitude
MNT	:	Modèle Numérique de Terrain
NDVI	:	Normalised Difference Vegetation Index
OMM	:	Organisation Météorologique Mondiale
PIB	:	Produit Intérieur Brut
PNUE	:	Programme des Nations Unies pour l'Environnemnt
PRESAO	:	PREvision Saisonnière en Afrique de l'Ouest
RCP	:	Representative Concentration Pathways
RES	:	Relative Environmental Suitability
RGPH 3	:	Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat
ROC	:	Receiver Operating Characteristics Curve
SGBD	:	Système de Gestion de Base de Données
SIG	:	Système d'Information Géographique
SRES	:	Special Report on Emissions Scenarios
SRTM	:	Shutlle Radar Topographic Mission
UCOPER	:	Union Communale des Organisations Professionnelles des Eleveurs de Ruminants
UDOPER	:	Union Départementale des Organisations Professionnelles des Eleveurs de Ruminants

RESUME

La transhumance est confrontée à de graves contraintes et menaces liées à la raréfaction des points d'abreuvement et à la dégradation des pâturages. La présente thèse vise à étudier la dynamique des parcours de transhumance pour une gestion durable des écosystèmes pâturés dans le Moyen-Bénin. La démarche méthodologique utilisée se présente en quatre phases.

La première phase a consisté à la cartographie de l'accessibilité aux ressources fourragères et à la spatialisation des zones de conflits d'usage des parcours de transhumance sur la base des données d'enquêtes de terrain, de télédétection, dans un système d'information géographique. La deuxième phase a aidé à apprécier la variabilité des facteurs climatiques à partir de l'étude des paramètres de position, de dispersion de dix stations pluviométriques et de l'analyse en composante principale (ACP) des précipitations.

La troisième phase a permis de modéliser la niche écologique de huit principales espèces fourragères à partir de leurs coordonnées géographiques, de vingt deux paramètres bioclimatiques sélectionnés et de quatre scénarii climatiques du modèle MIROC.

La quatrième phase portant sur l'approche diachronique de la dynamique des parcours de transhumance et les vulnérabilités de leurs ressources fourragères, a été réalisée respectivement avec « Land model change », les enquêtes de terrain et le traitement des données avec le logiciel SPSS, et l'analyse spatiale multicritère dans ArcGis 10.

La cartographie de l'accessibilité aux ressources fourragères et des zones de conflits liés à leur usage a permis de mettre en exergue les forces, faiblesses, opportunités et menaces de la transhumance. La modélisation des niches écologiques des espèces fourragères montre, pour les ligneux en fonction de la probabilité des zones peu favorables ($0,1<P<0,4$), moyennement favorable ($0,4<P<0,7$) et très favorable ($P>0,7$), un potentiel d'habitats très favorables de *Khaya senegalensis* (50,07%), de *Daniellia oliveri* (47,26%), peu favorable de *Pterocarpus erinaceus* (16,99%) et d'*Afzelia africana* (32,64%). Quant aux herbacées fourragères, *Andropogon chinensis* et *Andropogon schirensis* sont très fortement distribués (49,84% et 54,4%) dans les parties centrale et méridionale, moyennement distribués dans la partie septentrionale (35,76% et 32,70%). Les aires de distribution de *Andropogon gayanus* sont très élevées (56,71%) dans la partie septentrionale, moyennement élevées (26,94%) dans la partie centrale et faible (16,35%) dans la partie méridionale. *Andropogon tectorum* est très fortement distribuée (67,79%) dans la partie méridionale, moyennement présente (21,3%) dans la partie centrale, avec une très faible distribution dans la partie septentrionale (10,91%). La dynamique des parcours de transhumance et de leurs unités d'occupation de 1990 à 2010 révèle une progression de 50% des parcours post-culturaux au détriment des parcours de terre ferme (48,89%) et de dépression (1,11%) ; une régression de forêt dense (-46%), plan d'eau (-18,26%), forêt galerie (-16,66%), formation marécageuse (-14,49%), savane arborée et arbustive (-6,66%), forêt claire et savane boisée (-3,24%). L'analyse prospective de cette dynamique aux horizons 2025 et 2050 montre une menace continue des parcours de dépression et de terre ferme, des unités d'occupation du sol dont : forêt dense, forêt galerie, plan d'eau, formation marécageuse, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive, par une régression continue de leur aire.

Le bilan climatique a permis de diviser l'année en des périodes bioclimatiques successives correspondant à des périodes de développement végétatif et de pratiques de transhumance. Le régime d'humidité traduit une variabilité intra-annuelle de l'eau disponible pour les espèces fourragères. Les facteurs de vulnérabilité les plus importants sont l'extension des zones de culture (Rang = 1), l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rang = 1,5) et la carbonisation (Rang = 3). Les vulnérabilités spatiales pertinentes demeurent l'inondation, la sécheresse et l'érosion hydrique.

Mots-clés: Climat, Modélisation, Moyen-Bénin, Transhumance, Vulnérabilités.

ABSTRACT

The transhumance is confronted to serious constraints and threats related to the scarcity of watering places and the pastures degradation. This thesis aims at studing the dynamic of transhumance areas for the sustainable management of ecosystems in the Middle Benin. The methodological approach used is presented in four steps.

The first phase consists in the cartography of fodder resources accessibility and the spatialization of use conflicts area along transhumance pathway based on survey and remote sending data in a Geographic Information System. The second step helps to assess the climatic factors variability based on the computation of position and dispersal parameters of ten precipitations stations and their Principal Component Analysis (PCA). The third step consists in the ecological niche modelling of eight main fodder species using the presence data, twenty-two bioclimatic parameters and four climatic scenario of MIROC model. The fourth step stress on i)-the diachronic approach to assess the dynamic of transhumance area using Land model change in ArcGIS 10 and ii)-the vulnerabilities of fodders resources using survey data in SPSS software.

The mapping of transhumant's accessibility to fodder resources and the conflicts related to their use has emphasized the assets, weaknesses, opportunities and threats of transhumance. The ecological niches modelling of fodder species shows for ligneous depending on the occurrence probability, little favorable areas ($0.1<P<0.4$), intermediate favorable area ($0.4<P<0.7$), and very favorable ($P>0.7$). Results display a high potential of *Khaya senegalensis* habitat (50.07%); intermediate distribution of *Daniellia oliveri* habitat (47.26%) and a serious threat to *Pterocarpus erinaceus* (16.99%) and of *Afzelia africana* (32.64%) habitat distribution. Regarding herbaceous use as fodder, *Andropon chinensis* and *Andropogon schirensis* are highly distributed (49.84% and 54.4%) in southern and central part, intermediately distributed in the northern and central part (35.76% et 32.70%). *Andropogon gayanus* habitat is higly distributed in the northen part (56,71%), moderately in the central part (26.94%) and lowly in the southern part (16,35%). Meanwhile, *Andropogon tectorum* is highly distributed (67.79 %) in the southern part, moderately (21.3%) in the central part, with a very low distribution in the southern part (10.91 %). The dynamic of land use units in the transhumance area show from 1990 to 2010 a progression of 50% of post-cultural pasture in the detriment of dryland pasture (48.89%) and of depression pasture (1.11%) ; a regression of dense forest (-46%), stream (-18.26%), gallery forest (-16.66%), swampy forest (-14.49%), shrub and tree savanna (-6.66%), woodland savanna (-3.24%).

The prospective analysis of transhumance area dynamic by 2025 and 2050 shows a serious threat to depression and dryland pasture and some land use units such as dense forest, gallery forest, swampy forest, woodland, shrub and tree savanna, through a continuous regression of their area.

The climate balance assessment has allowed dividing the year into successive bioclimatic periods corresponding to plant development and to transhumance practice. The humidity regime reflects an intra-annual variability of available water for fodder species. The most important vulnerability factors are the extension of agricultural area (Rank = 1), the illegal wood logging (Rank = 1.5) and the carbonization (Rank = 3). The relevant spatial vulnerabilities are flood, dryness and hydric erosion.

Key Words: Climate, Modelling, Middle Benin, Transhumance, Vulnerabilities

INTRODUCTION GENERALE

En Afrique de l'Ouest, l'élevage est une activité agricole d'importance à la fois économique, sociale et culturelle dont les produits participent pour 10 à 50 % au Produit Intérieur Brut. Le système d'élevage du bétail est majoritairement extensif et transhumant. Selon Tchamié (2003), les parallèles 8è et 11è Nord ont été défavorables pendant longtemps à l'extension du domaine de la transhumance à cause de la présence permanente des foyers d'onchocercose et de trypanosomiase. Mais depuis les grandes sècheresses observées au Sahel dans les années 1970 et 1980, ces zones connaissent des mouvements de transhumance.

Les grandes sécheresses des années 1970 et 1980 qui ont secoué les pays de l'Afrique de l'Ouest se sont répercutées sur le disponible fourrager et hydrique, dans les espaces pastoraux et sur l'état de la végétation. Elles ont également accentué, à cet effet, le phénomène de la transhumance transfrontalière (Alexandre *et al.*, 2005). Pour assurer une complémentarité écologique et répondre aux besoins en ressources pastorales du bétail, les pasteurs des pays sahéliens frontaliers du Bénin effectuent des descentes saisonnières et massives sur les terres Béninoises, devenues à la fois une zone de passage et d'accueil pour les animaux (Alexandre *et al.*, 2005). La transhumance est un mouvement d'oscillation saisonnière du bétail, suivant des itinéraires précis, pour exploiter les ressources pastorales. Les stratégies pastorales, pour maintenir la production, incluent la mobilité du bétail selon les ressources fourragères et la disponibilité en eau (Convers, 2008 ; Wane *et al.*, 2011 ; Djenontin, 2010).

Le Bénin comme la plupart des en Afrique au sud du Sahara, connaît depuis les trois dernières décennies une tendance climatique marquée par des irrégularités saisonnières, une diminution des hauteurs de pluie et une réduction des nombres de jours pluvieux (Yabi, 2007). Le pastoralisme transhumant est actuellement confronté à de graves contraintes (raréfaction des points d'eau d'abreuvage, dégradation des pâturages), qui menacent sa base productive (Donou *et al.*, 2008). Au nombre des raisons justificatives de ces contraintes figurent les pressions humaines consécutives à la croissance démographique et les aléas naturels notamment climatiques. En dehors des changements climatiques, les conflits d'usage constituent une autre source de menaces pour la transhumance. En raison de leur fréquence et de leur violence, les conflits liés à la transhumance au Bénin sont placés au centre des préoccupations d'un large éventail d'acteurs intervenant à différents niveaux. Plus particulièrement, les questions relatives aux conflits ont attiré l'attention de nombreux scientifiques (Diakité, 2003). Ainsi, plusieurs études ont été réalisées à cet effet. La plupart de ces auteurs perçoivent les conflits liés à la transhumance comme des risques ou des contraintes au développement de l'élevage en Afrique

de l'Ouest (Toutain, 2003). Ces conflits ne sont qu'une manifestation des problèmes induits par les mutations environnementales, politiques, sociales et économiques en cours dans la région (De Haan, 1997). Ces auteurs ont montré qu'en dépit de son caractère extensif et mobile, plusieurs autres facteurs prédisposent le pastoralisme transhumant aux conflits. Parmi ces facteurs, il y a, entre autres, les crises éco-climatiques que connaît l'Afrique de l'Ouest. Les sécheresses sahéliennes des années 1970 et 1980 ont ainsi beaucoup modifié les systèmes de production agropastoraux, en particulier les règles de gestion des ressources naturelles par les populations (Thébaud, 1999). C'est ce qui est à la base de l'émergence de l'agro-pastoralisme (association de l'élevage à l'agriculture) qui a eu pour corolaire l'augmentation du cheptel. Le risque de dégradation de l'alimentation de bétail est grand et selon (Toutain, 2003), cent (100) bovins consomment 625 kg de foin ou 2500 kg de l'herbe sèche par jour. La productivité des herbes est faible et peut engendrer du coup l'épuisement des parcours, alors on peut dire que les charges animales dépassent le disponible fourrager en tenant compte des variations saisonnières dans le secteur. Sur le plan socio-économique, on enregistre une forte extension des surfaces cultivées du fait de la forte croissance démographique et de l'extension des cultures de rente (Kagone *et al.,* 2006). Cette pression accrue sur les terres et les autres ressources naturelles entraîne l'occupation des espaces pastoraux traditionnels et l'exacerbation des conflits entre les éleveurs transhumants et les communautés d'accueil (De Hann, 1997).

Le Bénin est soumis à deux types de transhumances : national et transfrontalier. L'essentiel des transhumants transfrontaliers qu'il accueille sur ces terroirs agropastoraux provient de la zone sahélienne et du Nigeria (Boni, 2011). Les troupeaux transhumants s'alimentent essentiellement sur les parcours naturels dont l'étendue est estimée entre 7 et 8 millions d'hectares (Tchiwanou, 1994). Ces pâturages se développent souvent dans les différentes formations végétales et varient en fonction du relief, et surtout de la quantité de lumière reçue (Toko, 2008). L'incursion incontrôlée des éleveurs transhumants et de leurs animaux dans les aires protégées (Sinsin et Heymans (1988) ou d'autres espaces (champs, jachères, friches, etc) pose d'une part de problèmes de cohésion sociale avec les populations d'accueil, d'autre part, elle contribue à la dégradation des ressources naturelles par les transhumants pour des besoins divers. En outre, la croissance démographique associée à l'agriculture itinérante sur brûlis, aux feux de végétation incontrôlés, aux multiples problèmes fonciers et à l'augmentation de l'effectif des troupeaux transhumants au cours de ces dernières décennies ont rétréci les terroirs pastoraux de façon à compromettre la durabilité de la production pastorale (Wotto, 2003 ; Kagone *et al.,* 2006).

Ainsi, la transhumance au Bénin est devenue une source d'inquiétudes à cause des conflits qu'elle crée, dans le pays ou entre le Bénin et les pays de la sous-région dont le Nigeria, le Burkina-Faso et et surtout le Niger.

A ces problèmes, s'ajoutent les contraintes liées aux facteurs naturels notamment climatiques, dont la maîtrise pose encore d'énormes problèmes au monde scientifique (GIEC, 2007). Les prévisions climatiques à grande échelle peignent un sombre tableau de pénurie croissante d'eau, d'effondrement du rendement agricole (Ogouwalé, 2006), sans oublier la dégradation accrue des aires de pâturages. En effet, les changements climatiques dont les signes annonciateurs sont déjà perceptibles rendront probablement les défis actuels de développement plus complexes et plus urgents. Ils affecteront les bases agropastorales et économiques de nombreux pays, plus particulièrement les pays en développement qui sont vulnérables notamment ceux de l'Afrique de l'Ouest (GIEC, 2001).

Le Moyen-Bénin correspond à la zone de transition entre le climat subéquatorial au sud et le climat tropical humide au nord de la République du Bénin. De ce fait, le secteur présente des caractéristiques météorologiques intermédiaires entre deux types de climat, ce qui l'expose davantage à une fragilité climatique (Oloukoï, 2012).

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques influent donc sur la variation de la productivité des pâturages. Pour Houessou (2013), les facteurs biotiques notamment les formes d'utilisation des terres sont tout aussi déterminantes que les facteurs abiotiques dans la variation de la biomasse herbacée. Les processus naturels jouent un rôle déterminant dans le fonctionnement et la dynamique des systèmes écologiques (Rodiguez *et al.*, 2007 ; Ruiz-Pérez, 1999). La productivité des écosystèmes est étroitement dépendante de la pluviométrie, de la texture et de la profondeur du sol (Zékpété, 2009). La biomasse herbacée varie dans le temps suivant les conditions pluviométriques (Oumorou, 2003) et dans l´espace suivant la nature du substrat édaphique liée à la situation topographique (Toko, 2008). L'offre fourragère est essentiellement assurée par les parcours naturels (Djenontin, 2005). Ces parcours sont particulièrement soumis à des pressions anthropiques telles que l'extension des aires de cultures notamment la production cotonnière, la pratique des feux tardifs de végétation dans le Moyen-Bénin. En Afrique, 25 à 42 % des espèces végétales pourraient être menacées d'extinction du fait d'une perte de 81 à 97 % des habitats favorables d'ici 2085 (Fandohan *et al.*, 2013).

Face à cette situation, il importe de bien comprendre les impacts des modifications climatiques actuelles et des changements à venir sur les parcours naturels et les troupeaux transhumants dans le Moyen-Bénin afin d'envisager des stratégies alternatives d'adaptation. La production de connaissances scientifiques aidera ainsi les décideurs à intégrer les risques hydro-climatiques

dans la planification du développement des activités pastorales. La simulation de l'évolution des écosystèmes incite la recherche des méthodes théoriques permettant de réaliser des sauts d'échelle. La modélisation apparaît comme un outil approprié pour atteindre ce résultat puisqu´elle permet d´intégrer de nombreux processus qui interagissent entre eux et qui conditionnent le fonctionnement des parcours naturels.

L'utilité de la modélisation dans l'aménagement prospectif des parcours et la gestion des terres a été soulignée par plusieurs auteurs notamment Lenton *et al.* (2000). Les modèles prédictifs sont de plus en plus utilisés pour répondre à ces questions relatives à l'écologie, à la biogéographie et à la distribution des espèces (Peterson, 2001 ; Rodríguez *et al.*, 2007) par l'identification des grands sites prioritaires.

La modélisation de la niche écologique est un outil d'étude empirique de la distribution environnementale des espèces ; les modèles obtenus peuvent être utilisés pour tester, par une approche statistique, des hypothèses en écologie et en biogéographie (Sampoux et Huyghe, 2009). Ces modèles vont également apporter une meilleure compréhension de l'écologie, des niches écologiques et de la distribution géographique des espèces fourragères.

Au Bénin, plusieurs travaux réalisés sur la productivité et la typologie des pâturages, dont ceux de Oumorou (2003), Teka *et al.* (2011), relatifs à l´influence de la pluviosité sur la productivité des pâturages, ont montré que la quantité de pluie et sa répartition déterminent la variation de la biomasse.

Cependant, de toutes ces études, très peu ont porté sur la modélisation de la niche écologique, la distribution des espèces fourragères, les modes d'accessibilité des éleveurs aux ressources pastorales et hydriques dans les parcours de transhumance et les vulnérabilités des ressources pastorales.

La présente thèse sur la «***Modélisation prédictive et cartographie de la dynamique des parcours de transhumance dans le contexte de variabilités climatiques dans le Moyen-Bénin***» pourra apporter des solutions pour une gestion rationnelle, durable et apaisée de la transhumance. Elle est structurée en trois parties :

- La première partie présente en trois chapitres successifs le cadre théorique, le cadre géographique et l'environnement institutionnel, et l'approche méthodologique de la recherche ;
- La deuxième partie expose les résultats obtenus, organisés en cinq chapitres relatifs respectivement à la cartographie de l'accessibilité aux parcours et sources d'abreuvement des troupeaux transhumants, la modélisation de la niche écologique et distribution géographique des espèces fourragèresles plus exploitées, la prédiction de la dynamique

des parcours de transhumance, les variabilités climatiques et vulnérabilités des parcours naturels dans le Moyen-Bénin.

- Enfin, la troisième partie structurée en trois chapitres, discute les résultats obtenus au regard des hypothèses, des questions de recherche et des méthodes utilisées ainsi que les implications de ces résultats pour une bonne prise de décision à la gestion de la transhumance face aux changements climatiques.

PREMIERE PARTIE : CADRES THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE, ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER : CADRE THEORIQUE DE LA RECHERCHE

Le cadre théorique présente le contexte, la justification du choix de la zone de recherche, les objectifs, les hypothèses, et la revue de littérature. Les concepts spécifiques utilisés ont été aussi définis dans ce chapitre.

1.1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Les changements climatiques constituent aujourd'hui une menace potentiellement majeure pour l'environnement et le développement. Selon le quatrième rapport du GIEC (2007), les communautés pauvres seront les plus vulnérables du fait de leur capacité d'adaptation limitées et leur grande dépendance des ressources à forte sensitivité climatique telles que les ressources en eau et les systèmes de production agricole. Le Bénin à l'instar des régions de l'Afrique de l'Ouest est menacée par les changements climatiques (Gore, 2007). La poursuite du réchauffement global selon (IPCC, 2007) aura pour conséquences des températures plus élevées, une humidité moindre au sahel, une variabilité accrue des précipitations. Ces phénomènes engendreront des perturbations importantes des activités économiques et socioculturelles des peuples et compromettront la vie de l'homme et le développement humain durable du fait des modifications des saisons et de la biodiversité, de la dégradation des terres exploitables (Ogouwalé, 2006). En Afrique, 25 à 42 % des espèces végétales pourraient être menacées d'extinction du fait d'une perte de 81 à 97 % des habitats favorables d'ici 2085 (Fandohan *et al.,* 2013).

La modélisation environnementale et l'analyse multi-temporelle des paysages permettent respectivement, de déterminer les relations entre les espèces végétales et les éléments physiques de leur milieu (Lenton *et al*., 2000), de saisir la dynamique de l'espace rural dans la perspective d'aménagement pour un développement durable (Rodríguez *et al*., 2007).

La population et le cheptel en rapide croissance dans un contexte de très forte variabilité climatique, accentuent la pression sur les faibles ressources naturelles encore disponibles dans le Moyen-Bénin (Djenontin, 2005). L'exploitation forestière irrationnelle, l'agriculture extensive sur brulis et la promotion de cultures de rente, notamment le coton renforcent la volonté d'extension des aires de cultures, et accentuent la pratique de feux tardifs de végétation et des coupes abusives de ligneux fourragers au détriment des aires de pâturages (De Haan, 1997 ; Sinsin, 1997). La faible disponibilité de pâturages, les difficultés d'accessibilité aux ressources biologiques des parcours de transhumance (Marty *et al.,* 2006), l'évolution régressive des paramètres bioclimatiques, demeurent encore des préoccupations pour les éleveurs transhumants. Les causes et conséquences des conflits liés à la transhumance, leur évolution

spatio-temporelle, des solutions potentielles et probables pour leur bonne gestion constituent des défis à relever pour la facilitation d'une bonne prise de décision.

Pour mieux comprendre la dynamique des parcours de transhumance en condition de variabilités climatiques et la distribution des espèces fourragères dans le Moyen-Bénin, il urge de répondre aux interrogations spécifiques suivantes :

- ☞ Quel est le déterminisme de distribution géographique des ressources fourragères et les problèmes liés à leur accessibilité par les transhumants ?
- ☞ Quelle serait la distribution géographique des espèces fourragères au regard de la variabilité des paramètres bioclimatiques à l'horizon 2050 ?
- ☞ Quels sont les impacts des activités anthropiques, de la variabilité climatique sur les parcours de transhumance et la tendance de leur dynamique à l'horizon 2050 ?
- ☞ Quels sont les principaux facteurs explicatifs et l'occurrence spatiale des vulnérabilités des parcours de transhumance ?

1.2 JUSTIFICATION DU CHOIX DE LA ZONE DE RECHERCHE

La recherche s'est déroulée dans la zone de transition soudano-guinéenne du Moyen-Bénin, située entre 7°10' et 10°05'N et 1°20' et 03°45'E (Adam et Boko, 1983). Elle est limitée au nord-ouest par les communes de Djougou et de Ouaké ; au nord-est par les communes de Parakou, N'dali et Pèrèrè ; au sud-ouest par les communes d'Abomey et d'Aplahoué ; au sud-est par les communes de Covè, Zagnanado et Kétou ; à l'ouest par la République du Togo et à l'est par la République Fédérale du Nigeria (Figure 1).

Cette zone couvre une superficie de 16900 km^2 et sert respectivement de transit et de zones d'accueil permanent de migrants agricoles (Mama, 2002) et d'éleveurs (Oloukoï, 2012) pendant les périodes de transhumances nationale et transfrontalière. Depuis quelques décennies, son milieu naturel subit de façon continue une dégradation, avec pour corollaire le recul du couvert végétal, la restriction des espaces pastoraux au profit d'une augmentation des surfaces cultivées, l'assèchement et le comblement des points d'eau et bras d'affluents de cours d'eau.

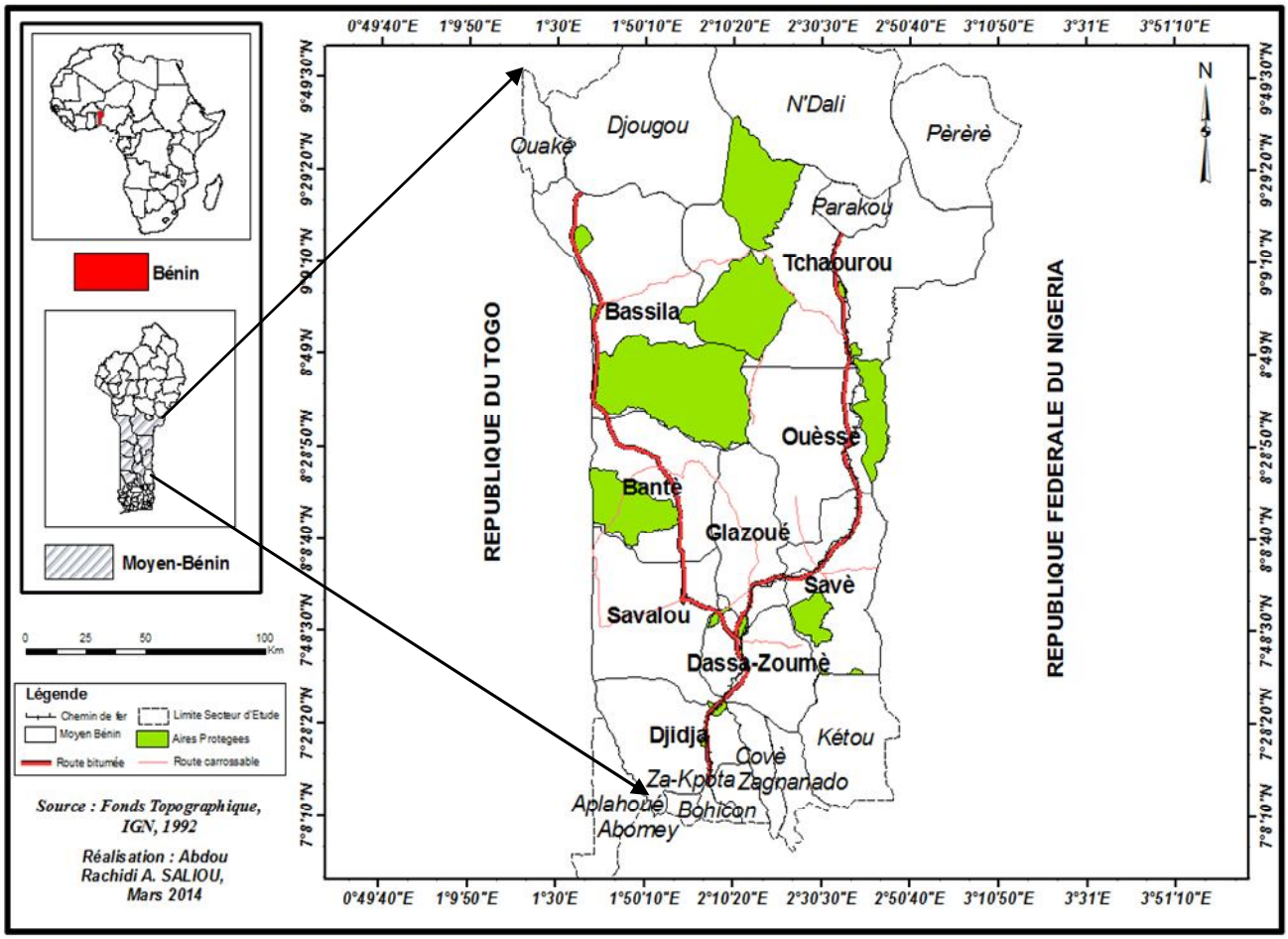


Figure 1. Carte de situation du Moyen-Bénin

Ce secteur d'étude se trouve dans la zone agro-climatique V (zone cotonnière du Centre-Bénin avec pour risques climatiques l'inondation, la sécheresse, les pluies tardives et violentes, les vents violents et la chaleur excessive. C'est dans ce contexte climatique difficile, chargé de risques pour les activités agropastorales, que se confirme la probabilité d'un changement climatique dû au réchauffement global (IPCC, 2001 ; 2007).

1.3 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

1.3.1 Objectif global

L'objectif global de cette recherche est d'étudier la dynamique des parcours de transhumance pour une gestion durable des écosystèmes pâturés dans le Moyen-Bénin.

1.3.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques poursuivis sont :

- ✓ Cartographier l'accessibilité aux parcours et sources d'abreuvement des troupeaux transhumants dans le Moyen-Bénin ;

- ✓ Modéliser à l'horizon 2050 la niche écologique et la distribution des espèces fourragères importantes pendant la transhumance dans Moyen-Bénin ;
- ✓ Prédire la dynamique spatio-temporelle de la végétation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin à l'horizon 2050 ;
- ✓ Evaluer les vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

1.4 HYPOTHESES DE RECHERCHE

La conduite de cette thèse s'est fondée sur une hypothèse générale et quatre hypothèses spécifiques.

L'hypothèse générale de cette recherche est ainsi formulée :

Les vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance se traduisent par une régression des ressources biologiques qui s'accentuera dans le futur sous l'effet des pressions anthropiques.

Les hypothèses spécifiques de recherche formulées sont relatives aux objectifs spécifiques de cette thèse et se présente comme suit :

H1 : L'accessibilité aux ressources pastorales et l'occurrence des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin sont fonction de l'évolution des paramètres bioclimatiques.

H2 : Les variables bioclimatiques déterminent la distribution géographique des espèces fourragères dans le Moyen-Bénin.

H3 : La dégradation de la végétation des parcours de transhumance est liée à l'effet conjugué des activités agricoles, de l'exploitation forestière et de la carbonisation qu'au pâturage du bétail.

H4 : Les parcours de transhumance du Moyen-Bénin sont vulnérables aux risques d'inondation, d'érosion hydrique et de sécheresse accentués par les activités agropastorales, l'exploitation forestière et la carbonisation.

1.5 DEFINITION DES CONCEPTS

La définition des concepts effectuée à la lumière de la littérature scientifique pour la compréhension du texte se présente comme suit :

- **Adaptation aux variabilités climatiques :** La notion d'adaptation est aussi vieille que le monde. Sa perception varie d'une société à l'autre et dépend des moyens d'existence des populations et du niveau de développement du pays. Elle se réfère à tout ajustement dans les systèmes naturels ou humains pour répondre aux impacts réels ou prévus du changement climatique (IPCC, 2001). On distingue plusieurs types d'adaptation ; chaque type dépendant

des stratégies et des moyens dont disposent les populations. L'adaptation, qu'elle soit anticipative ou réactive permet de réduire la vulnérabilité à la variabilité et au changement climatiques. Selon le rapport du GIEC (2007). A ces deux principaux types d'adaptation, s'ajoute l'adaptation planifiée, résultat d'une décision politique délibérée, basée sur une prise de conscience des changements en cours et à venir. Ainsi, une bonne évaluation de l'adaptation selon des critères pertinents (disponibilité, bénéfices, coûts, efficacité, efficience et faisabilité) s'impose.

- **Aire de pâturage ou de transhumance** : Espace traditionnellement réservé aux pâturages. Ainsi, le bétail constitue l'ensemble des animaux d'élevage, excepté ceux de basse-cour et d'aquaculture (Ludwig et Bastin, 2008).
- **Aire protégée :** Une aire protégée est un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés (Dudley, 2008).
- **Contraintes et scénarii climatiques :** Du point de vue étymologique, la notion de contrainte dérive du mot latin « constringere » qui veut dire serrer (Yabi, 2007). Prise dans ce sens, la contrainte est assimilable à un asservissement, un assujettissement, une imposition, une obligation. Dans le dictionnaire de philosophie, le concept de contrainte est compris comme « ce que subit tout individu par le fait de vivre dans un espace ou dans une société ». Du point de vue environnemental, la contrainte peut être considérée comme tout élément des systèmes spatiaux ou présent à la surface de la terre que les sociétés humaines doivent prendre en compte dans leur fonctionnement, ou qui peut gêner le fonctionnement des sociétés humaines (Yabi, 2007). Dans ce contexte, la contrainte se présente comme l'inverse de l'aptitude. Certains auteurs considèrent la contrainte comme tout élément que les sociétés humaines doivent prendre en compte pour leur épanouissement, y compris même des éléments qui paraissent a priori « favorables ». Pour ces derniers, la contrainte présente des caractères ou des propriétés naturelles qui peuvent limiter une production végétale ou une activité humaine. La contrainte peut être liée à la situation topographique, au contexte géomorphologique, aux conditions climatiques, etc. Elles peuvent s'assimiler aux aléas ou vicissitudes climatiques (Ogouwalé, 2006). Dans le cadre de ce travail, seules les contraintes climatiques sont prises en compte. Autrement dit, l'influence de la variabilité climatique habituelle, et les impacts possibles des changements climatiques attendus ou prévus sur le développement des parcours de transhumance au regard de ses préférendums écologiques feront l'objet d'analyse.

- **Conversion des formations végétales** : C'est la transformation totale des formations végétales en d'autres formations végétales ou autres unités d'occupation du sol entre deux dates.
- **Changements climatiques :** Pour ce qui est des changements climatiques, ils désignent toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines (Ogouwalé, 2004). La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, définit les changements climatiques comme étant les modifications du climat qui sont attribuées directement ou indirectement à une activité humaine, altérant la composition de l'atmosphère et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat, observée au cours des périodes comparables. Dans cette recherche, les modifications qui pourront affecter le système climatique (notamment les paramètres pluviométriques et thermiques) d'ici à 2050, de même que les aspects préjudiciables des dites modifications sur les conditions écologiques des parcours de transhumance et l'accessibilité aux différentes ressources hydro-pastorales sont considérées. Ces modifications sont fondées sur des scénarii, un scénario étant la description plus ou moins détaillée de quelques-uns des futurs possibles dans un univers de tendances données (IPCC, 2007). Il sert à orienter les décisions et à clarifier les choix majeurs. Il part des faits et des données connues pour mettre en relief des situations plausibles, et ce, dans un contexte donné et en fonction de ce que l'on sait des tendances évolutives des principaux éléments du système étudié (Ogouwalé, 2006). Les scénarii ont l'avantage majeur d'aider à la définition des stratégies d'adaptations alternatives et de mieux comprendre dans quelle mesure les actions anthropiques vont, de manière significative, affecter le futur (Totin, 2005). Dans le cadre cette thèse, les scénarii décrits sont fondées sur le modèle MIROC.
- **Dégradation du couvert végétal :** C'est la diminution ou la disparition progressive de la couverture végétale du fait de l'utilisation des terres et/ou d'autres facteurs naturels et de leurs interrelations (Lambin *et al.*, 2001).
- **Détection des changements :** Dans la présente thèse, la détection des changements est la mise en œuvre des techniques ayant pour but de repérer, de mettre en évidence et de quantifier l'évolution temporelle ou le changement d'état des unités d'occupation du sol ou des formations végétales à partir d'une série d'images satellites multidates.
- **Dynamisme de la végétation :** Le dynamisme de la végétation est le phénomène par lequel différentes plantes se succèdent à un même endroit au cours du temps, en fonction des conditions du milieu, et notamment du type de sol ; c'est alors une tendance naturelle des groupements végétaux à se rapprocher du climax (Ozenda, 1982).

- **Espace pastoral :** C'est un terroir aux contours flous qui renferme des ressources naturelles (herbes, mares) ou aménagées par l'homme. (Bio-Sannou, 2014).

L'espace pastoral est défini comme l'entité spatiale utilisée pour mener à bien l'activité pastorale ». Il désigne, les sites de saison sèche, les lieux de pâturages de saison des pluies et de la période froide, les points d'eau partagés et aussi les zones d'accueil (Bodé, 2004).

- Grande transhumance : En Afrique de l'Ouest, elle se fait en saison sèche et ne répond pas à un schéma rigide dans ses modalités, son organisation et sa fréquence. Elle correspond à des mouvements de grande amplitude du bétail (nord-sud à l'aller et sud-nord au retour). Les distances parcourues sont de plusieurs centaines de kilomètres, et dépassent fréquemment les frontières du pays d'origine. Ce type de transhumance concerne avant tout, les bovins qui ont une demande en quantité et en qualité de fourrages plus importante que les caprins ou les ovins. Elle concerne le Moyen-Bénin et pose plus de problèmes que de solutions en tant que stratégies de gestion rationnelles des ressources fourragères et d'adaptation aux extrêmes climatiques pour les éleveurs. Au moment du retour de la transhumance et lors des déplacements quotidiens sur le terroir d'attache en saison des pluies, des pistes précises appelées couloirs sont empruntées par les éleveurs, pour faciliter leur passage à travers les terroirs agricoles. On observe actuellement une tendance au balisage de ces couloirs, pour contrer l'avancée des champs qui engendrent de violents conflits entre agriculteurs et éleveurs. (Günter, 2006). Au cours de cette transhumance qui a lieu pendant la saison sèche, on note donc : La transhumance-migration (cas de grande saison sèche) où les éleveurs ne retournent plus chez eux ; la transhumance-parcage : l'éleveur se stabilise pendant quelques mois sur une aire donnée (les champs des autochtones en général). Au vu de ces définitions, on peut déduire qu'un transhumant est un éleveur qui effectue un déplacement de son point d'attache (terroir de résidence) vers un autre point (zone d'accueil) à la recherche de pâturages et points d'eau. Mais dans le cadre de cette recherche, et en tenant compte de cette définition, tout éleveur qui effectue périodiquement ou régulièrement un déplacement de sa zone de résidence vers un autre point suivant le même objectif est un transhumant. On ne saurait le considérer comme un sédentaire que lorsque, dans ses déplacements avec son troupeau, il ne dépasse pas les limites de son terroir, de sa commune ou de sa région (département) pour un séjour prolongé dans le temps.

- **Indice :** Un indice est un indicateur composite calculé sur la base de plusieurs paramètres pour mesurer l'état d'un phénomène ou l'évolution d'un processus.
- **Modèles explicatifs et prédictifs :** Dans les études relatives aux changements spatio-temporelles de la végétation, la modélisation vise généralement l'explication et la prédiction (Brown *et al.*, 2006). Il est ici question des concepts de modèles explicatif et prédictif.

Le modèle explicatif cherche à comprendre les changements spatio-temporels de la végétation en fonction des facteurs naturels et anthropiques tout en évaluant la part de chaque facteur.

Le modèle prédictif est un outil d'analyse spatiale qui permet de simuler spatialement le devenir de la végétation à court terme sur la base de ses changements passés et actuels.

- **Modélisation** : C'est la conception d'un modèle qui est une représentation simplifiée d'un ensemble d'éléments complexes à partir des règles rationnelles.
- **Modification des formations végétales :** C'est un changement au niveau de la structure, de la biomasse, de la composition et de la diversité floristiques d'une formation végétale entre deux périodes sans que ce changement n'implique nécessairement une transformation totale de la physionomie végétale aboutissant à l'apparition d'une autre formation végétale (Mahamane *et al.*, 2006).
- **Occupation du sol :** 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 à un instant « t ». L'occupation du sol peut être donc succinctement définie comme la couverture biophysique de la surface des terres émergées (Richard & Jia, 2006).
- **Parcours naturel** : Les parcours naturel sont « De vastes superficies de terres où l'on conduit le bétail assez librement, couvertes par de la végétation naturelle ou peu artificialisée et sur lesquelles ne sont pas faits d'investissements, ou seulement des investissements limités (Marage, 2004).
- **Pastoralisme** : C'est un mode d'élevage qui consiste à assurer l'alimentation du bétail grâce à l'exploitation itinérante des ressources pastorales (Niamir-Fuller, 1999). Il désigne l'ensemble des pratiques d'élevage et d'organisation du territoire liées à l'utilisation des espaces naturels pour le pâturage des troupeaux (Botte *et al.*, 2003). Les deux définitions se complètent et permettent de mieux cerner les pratiques pastorales sur les aspects régionaux, nationaux et transnationaux ainsi que sur les aspects temporels, écologiques et sociaux. Le pastoralisme est fondé sur la mobilité permanente ou saisonnière du cheptel. Il est un mode d'élevage destiné à assurer l'alimentation du bétail par une exploitation itinérante des ressources (Bio Sannou, 2014). En référence à Djohy (2010), deux systèmes de subsistance se rapportent au pastoralisme : le nomadisme et la transhumance.

  Dans le premier mode de vie, toute la famille se déplace de façon aléatoire avec le bétail, d'un pâturage à l'autre, sans habitat d'attache, tandis que dans le second, une partie de la famille se déplace avec le bétail dans un mouvement de va-et-vient entre un habitat d'attache et un ou plusieurs lieux saisonniers de pâture (Boutrais, 2007).

L'ambiguïté du terme de « transhumance », quand on tente de l'opposer à celui de «nomadisme», tient au fait qu'il peut rendre compte soit de la régularité des mouvements qui entraînent périodiquement et en fonction de repères spatiaux bien fixés, les déplacements des groupes humains, soit du fait que seule une partie de ceux-ci (les éleveurs spécialisés, les bergers) pratiquent ces déplacements, l'autre partie pouvant avoir simultanément un mode de vie sédentaire (Botte *et al.*, 2003). La transhumance se définit comme un mouvement pendulaire et saisonnier des animaux sous le gardiennage de bouviers, suivant des itinéraires précis en vue de l'exploitation des ressources pastorales. Ce mouvement peut s'étendre à un territoire national ou à une région. Elle se distingue du nomadisme qui se caractérise par des déplacements plus aléatoires et suivis par toute la famille de l'éleveur (Nori, 2007). La transhumance est un système de production animale caractérisé par des mouvements saisonniers de caractère cyclique, d'amplitude variable. Ces mouvements s'effectuent entre des zones écologiques complémentaires, sous la garde de quelques personnes, la plus grande partie du groupe restant sédentaire (Botte *et al.*, 2003). Les deux définitions sur la transhumance sont complémentaires car elles cernent au mieux non seulement les pratiques de transhumance nationales, régionales et transfrontalières mais aussi sur les aspects temporels, écologiques et sociaux. La transhumance est donc un système d'élevage caractérisé par des mouvements saisonniers et cycliques suivant des itinéraires précis permettant l'exploitation des zones écologiques complémentaires dans le temps et l'espace. Selon la FAO (2012), on distingue deux types de transhumance :

- **Petite transhumance** : Elle a pour but de valoriser les résidus de récoltes ou d'accéder aux meilleurs pâturages ou laisser la place aux cultures; cette forme de transhumance est également répandue dans le Moyen-Bénin, et elle permet de réduire les conflits avec les agriculteurs. Très souvent, les déplacements se font au niveau national mais ils peuvent être transfrontaliers notamment pour les pasteurs installés non loin des frontières (Günter, 2006).
- **Régression :** Dans le domaine de l'étude de la dynamique de l'occupation du sol, la régression d'une formation végétale est sa conversion vers une autre formation végétale moins boisée ou vers d'autres unités anthropiques. C'est la réduction d'une superficie occupée par un type de formation donnée entre deux dates.
- **Ressources pastorales :** Les ressources pastorales sont constituées par l'ensemble des ressources naturelles nécessaires à l'alimentation du bétail. Elles sont constituées notamment par l'eau, les pâturages, et les terres salées, voire les prés salants (Nori, 2007).
- **Risque** : Dans le cas de cette recherche, il résulte d'un phénomène naturel extrême, en particulier lié au climat. Le risque est la résultante de trois facteurs dont la probabilité

d'occurrence de l'événement, sa magnitude/intensité, et sa distribution spatiale. Il exprime la potentialité de pertes que peut subir une société humaine exposée à des aléas et dont la dimension de l'impact dépendra également des conditions de vulnérabilité existantes.

- **Sécheresse** : Elle désigne le déficit en eau anormal dans une (ou plusieurs) parties du cycle hydrologique terrestre et sur une longue période. L'Organisation Mondiale de Météorologie (OMM) classe la sècheresse en trois types. En effet, La sécheresse n'a pas toujours la même signification pour un responsable de la gestion des ressources en eau, un exploitant agricole, un opérateur de centrale hydroélectrique et un biologiste spécialiste de la faune et de la flore sauvage (OMM, 2006). Il existe, de ce fait, trois types de sécheresse:
  - La sécheresse météorologique qui renvoie à un manque de précipitations dans la durée.
  - la sécheresse agricole qui se produit lorsque l'humidité du sol est insuffisante pour subvenir aux besoins des cultures, des pâturages et des espèces végétales des parcours.
  - la sécheresse hydrologique lorsque des niveaux d'eau sont inférieurs à la moyenne dans les lacs, les réservoirs, les fleuves, les cours d'eau et les eaux souterraines.

Le choix d'un indice de sécheresse pertinent dépend fortement du domaine d'activité socio-économique considéré. Il n'y a pas d'indice de sécheresse universel.

- **Sensibilité** : Degré auquel un système exposé est touché par les impacts du risque (Maurizot *et al.*, 1995). Par exemple les dommages causés par les inondations sont plus grand pour une maison sensible que par une maison moins sensible. La maison moins sensible peut absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement alors que la maison sensible est détruite. Capacité d'adaptation ; se définit comme la totalité des possibilités, des ressources et des institutions propres à un pays, à une région, à une collectivité ou à un groupe, servant à mettre en œuvre des mesures efficaces d'adaptation, comme par exemple l'ajustement des systèmes naturels ou des systèmes humains face à un nouvel environnement ou un environnement changeant, et/ou sa réhabilitation après l'occurrence d'un hasard (Batti et Depraetere, 2007).
- **Systèmes agropastoraux** : Les systèmes agro-pastoraux utilisent une combinaison de pâturage sur des terres non cultivées, de cultures fourragères, de sous-produits agricoles et agro-industriels et d'aliments achetés, dans une exploitation de polyculture et d'élevage (Aquino, 1998).
- **Système d'Information Géographique** : C'est un Système d'Information capable de transformer des données spatiales du monde réel en information géographique, de sorte que cette information puisse être utilisée comme input (entrée) dans une procédure de prise de décisions (Nonguierma, 2005 ; Saley, 2006).

- **Systèmes pastoraux** : La caractéristique principale des systèmes pastoraux est que la production animale est tirée essentiellement de l'utilisation des ressources naturelles-herbagères et arbustives pâturées par les animaux sur les terres non cultivées (Nori, 2007).
- **Terrain de parcours.**

  Le terrain de parcours est défini comme étant l'itinéraire qu'emprunte le berger pour se rendre à un lieu de pâturage donné. La particularité de cet itinéraire est qu'il assure le besoin alimentaire des bêtes durant le trajet (Gentil, 2006).
- **Variabilité climatique :** Selon le GIEC (2007), la variabilité climatique est définie comme étant les variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre dues à des phénomènes climatiques particuliers. La variabilité climatique est donc considérée comme l'ensemble des fluctuations normales des valeurs réelles interannuelles des éléments du climat autour de leur valeur moyenne (Yabi, 2007). Ainsi, la notion de variabilités climatiques désigne la modification ou variation significative du climat, qu'elle soit naturelle ou due aux facteurs d'origine anthropique (Niasse *et al.*, 2004). Selon la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques la variabilité climatique se réfère à la variation naturelle intra et interannuelle du climat (UNFCCC, 2008). Dans le cadre de ce travail, la variabilité climatique est définie comme étant les variations interannuelles et saisonnières de pluviosité et de la température. Elle présente ainsi un caractère permanent lié à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations dues au forçage externe naturel ou anthropique (variabilité externe) selon IPCC (2007). Etant donné que sous les tropiques, les précipitations constituent l'élément principal et fondamental du climat, la variabilité pluviométrique aux échelles tant mensuelle, saisonnière qu'annuelle et ses impacts sur les besoins hydriques des parcours de transhumance ont davantage retenu l'attention dans cette recherche. En dehors du facteur pluviométrique, de la fluctuation des valeurs thermiques, l'évapotranspiration potentielle est aussi analysée en rapport avec les pratiques de transhumance.
- **Vulnérabilité :** Il existe de nombreuses définitions du concept de vulnérabilité selon l'angle sous lequel le terme est abordé et en fonction de l'étude menée. De manière très simple on peut dire que la vulnérabilité est la prédisposition d'un milieu ou d'un système à souffrir d'un choc ou d'un stress (Nicolaï, 2007). Il n'est pas toujours aussi évident de trouver les bons indicateurs et c'est là la difficulté de la mesure de la vulnérabilité. D'après (Niang,

1998), la vulnérabilité d'une zone où d'un point donné est l'appréciation de la sensibilité des cibles présentes dans la zone à un type d'effet donné.

La littérature sur la pauvreté et le développement met l'accent sur les conditions sociales, économiques et politiques actuelles : « mesure globale du bien être humain qui intègre l'exposition d'ordre environnemental, social, économique et politique à un éventail de phénomènes néfastes » (Bio-Sannou, 2014). Dans le domaine des risques naturels, elle signifie : « le degré auquel une unité à risque est susceptible de pâtir de l'exposition à une perturbation ou à une contrainte, et la capacité ou l'impossibilité de l'unité à risque de faire face, de s'en sortir ou de s'adapter de manière fondamentale en devenant un nouveau système ou en disparaissant». Dans le cadre de cette thèse, le concept de dégradation renvoie à l'état de destruction des espèces aussi bien ligneuses et herbacées et précise le fait qu'elles soient de moins en moins abondantes ou rares.

Etroitement liée à la notion de risque, la vulnérabilité représente la mesure dans laquelle un système est sensible aux dommages et incapable de faire face aux effets défavorables du risque (dans le cadre de cette thèse, les vulnérabilités concernent l'inondation, la sècheresse et l'érosion hydrique).

C'est en fait une notion qui met en exergue l'inégalité des dommages et pertes des différents écosystèmes, des sociétés humaines et des et des infrastructures face à un phénomène donné. Pour une même exposition, l'impact peut être différent. La vulnérabilité d'une unité d'exposition est une fonction de :

- ☞ la nature, de l'ampleur et du rythme du risque ;
- ☞ l'exposition au risque ;
- ☞ la sensibilité du système et sa capacité d'adaptation.

1.6 REVUE DE LA LITTERATURE

Les éléments de la synthèse bibliographique ayant permis de comprendre la dynamique des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin s'articulent autour de l'historique et de la gestion de la transhumance, des causes et situation des changements climatiques, de la variabilité climatique en Afrique de l'Ouest, des impacts de la variabilité et des changements climatiques sur les parcours de transhumance, des scénarii climatiques, des niches écologiques et distributions spatiales des espèces, des modèles d'habitat d'espèces, et des stratégies d'adaptation des transhumants.

1.6.1 Historique de la transhumance au Bénin

L'histoire de la pratique de transhumance de bétail de façon générale et au Bénin en particulier est indissociable à celle des coutumes des Fulfudé (Bah, 1966), et s'identifie avec bétail qui lui est associé (Boubou et El-Hadj Oumarou, 1965). La disponibilité, l'absence ou la rareté des ressources fourragères que constituent l'eau, le fourrage conditionnent l'état du troupeau. La pratique de la transhumance en République du Bénin trouve ses origines dans les mouvements d'éleveurs peulh en provenance dans leur majorité du Fouta-Djallon (Bremaud, 1955). Ils s'y sont installés depuis le XVIIIè siècle (Lombard, 1957). La transhumance a été notifiée pour la première fois au Bénin en 1905 à l'occasion du rapport sur une épidémie de la péripneumonie contagieuse bovine contractée par le bétail en transhumance dans la région de Ségbana au Nord-Est du Pays.

Cette transhumance telle que pratiquée au Bénin est celle des parcours limités qui se fait dans diverses directions, à la recherche de l'eau et du fourrage. Elle s'identifie également avec celle signalée dans tous les pays de la zone soudanienne et soudano-guinéenne. C'est le cas au Nord de la Guinée dans le Fouta-Djallon et au Cameroun, dans l'Adamaoua (Atchi, 1976).

Le secteur Moyen-Bénin, était qualifié de "désert humain" et sa densité était inférieure à 10 hab/km². Les causes de ce désert humain sont à la fois écologiques et historiques.

En ce qui concerne les conditions écologiques, ce secteur est celui de la prolifération de certains insectes vecteurs de certaines maladies (Onchocercose, maladie de sommeil). Ceci a considérablement influencé le peuplement de ce secteur.

Du point de vue historique, il convient de retenir que ce secteur était un "no man's land" où les guerriers esclavagistes d'Abomey et les seigneurs de guerre Wassangari exerçaient simultanément leurs influences pour s'approvisionner en esclaves (Akpaki, 2003). Ces guerres esclavagistes ont provoqué la fuite des populations vers les zones d'accès difficile. Mais, depuis l'abolition de l'esclavage en 1848, et la conquête du Dahomey en 1890 par les français, avec les effets positifs des projets de lutte contre l'onchocercose, cette zone qualifiée de "désert humain" va connaître une nette amélioration de son peuplement. Ainsi de 1992 à 2012 la population est passée de 510.450 à 1.192.240 habitants soit une augmentation de 681.790 habitants en vingt ans. Cette dynamique de la population a de réelles conséquences sur la gestion des ressources naturelles surtout pour celle dont l'activité principale repose sur l'agriculture extensive. Les facteurs écologiques et historiques qui constituaient des facteurs limitants sont devenus des facteurs d'attraction des populations. On rencontre alors une diversité de groupes socio-culturels venant à la fois du nord et du sud du pays d'une part puis au-delà des frontières d'autre part. Les migrations internes concernent tant les colons agricoles que les peuls éleveurs. Par contre, les

migrations externes portent beaucoup plus sur les Peuls éleveurs du Niger et du Nigéria. Onibon & Adandédjan (1990) qualifient l'immigration des éleveurs Peuls de ce secteur de progressive qui s'est effectuée du nord vers le sud. Ils la résument en quatre phases :

- de 1971 à 1975, il y a eu l'immigration des Peuls dans la circonscription administrative de Tchaourou et la sous-préfecture de Bassila;
- de 1975 à 1979, ils ont atteint la sous-préfecture de Savè, Ouèssè et leurs environs ;
- de 1979 à 1983, ils ont essaimé les sous-préfectures de Glazoué, Bantè et environ ;
- Puis enfin de 1983 à 1990, ils se sont éparpillés dans les sous-préfectures de Dassa, Savalou, et Djidja.

Cette mobilité géographique assortie d'installation a eu pour conséquence l'augmentation de la pression sur l'utilisation des ressources naturelles. Cette forte pression sur les ressources va considérablement modifier les rapports qu'entretiennent les acteurs du monde rural et particulièrement les rapports entre les éleveurs et les agriculteurs. Ces rapports sont fortement imprégnés de conflits violents parfois collectifs. Ces relations conflictuelles entre ces deux communautés résultent de la concurrence de plus en plus vive qui oppose le pastoralisme et l'agriculture, car ces deux activités reposent sur l'utilisation extensive de l'espace rural.

1.6.2 Causes et situation des changements climatiques dans le monde

Selon le GIEC, les changements climatiques sont dus à l'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols qui modifient le bilan énergétique du système climatique. Les plus importants GES sont le dioxyde de carbone (CO2), le méthane (CH4), l'oxyde nitreux (N2O) dont les concentrations se sont fortement accrues depuis 1750 sous l'effet des activités humaines. La hausse de la concentration de ces gaz entre 1970 et 2004 a été de 70% et les rejets annuels de CO2 (plus important GES) ont augmenté de 80% environ pendant la même période (GIEC, 2007).

A ces facteurs anthropiques, s'ajoutent des raisons naturelles liées aux paramètres orbitaux biens établis de l'échelle paléoclimatique, avec des conséquences climatiques freinées par l'effet d'inertie des accumulations glaciaires, l'activité solaire, l'activité volcanique et les aérosols associés (plus particulièrement les sulfates) (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

Il s'ensuit alors un réchauffement qui se traduit à l'échelle du globe par une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. La température moyenne de la terre a augmenté de 0,74°C entre 1906-2005 (GIEC, 2007). Par conséquent, le niveau moyen de la mer s'est élevé de 1,8

mm/an depuis 1961 et de 3,1 mm/an sous l'effet de la dilation thermique et de la fonte des glaciers, des calottes glaciaires et des nappes glaciaires polaires. Selon certaines projections la température moyenne mondiale à la surface de la terre augmentera de 1,4 à 5,8 °C entre 1990 et 2100 (GIEC, 2007). Ces changements climatiques viennent amplifier la variabilité naturelle du climat.

1.6.3 Variabilité climatique en Afrique de l'Ouest

Les différentes problématiques climatiques en Afrique de l'Ouest sont traduites par des variations intra et interannuelles de pluviosité. On note, une décroissance régulière de la quantité de pluie et une grande variation spatio-temporelle (Al Hamndou et Desjardins, 2008). La région a connu une forte diminution des précipitations durant les 50 dernières années avec une rupture nette dans les années 1968-1972. Au Sahel, cette réduction apparait clairement avec des épisodes de forts déficits en 1972-1973, 1982-1984 et 1997. Cela s'est traduit par un glissement des isohyètes de 200 km vers le Sud et un processus d'aridification du climat dans la zone. (Diarra, 2010) Par conséquent, les écoulements des principaux fleuves ont baissé. Par exemple, le débit du fleuve Niger a diminué de 30% entre 1971 et 1989, celui des fleuves Sénégal et Gambie de près de 60%. Par ailleurs, les pertes annuelles sont estimées à 30000 milliards de m3 d'eau dans le delta intérieur du Niger (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008). Au sahel, les ressources en eau dans les différents bassins hydrologiques ont baissé de 40 à 60% depuis les années 1970 tout comme le niveau des eaux souterraines (Diarra, 2010). Les études récentes menées sur la question du réchauffement climatique révèlent que le Sahel et la sous-région en particulier connaîtront une forte instabilité des précipitations, une disparition de certaines espèces végétales et animales, et une récurrence des calamités comme les inondations et les épisodes de sécheresses.

1.6.4 Impacts de la variabilité et des changements climatiques sur la production agricole

La péjoration du climat affecte la production agricole mondiale à travers les sécheresses, les inondations qui entrainent non seulement l'érosion du sol mais aussi des pertes de récoltes. Selon (GIEC, 2001) les hautes températures en saison froide provoqueraient un mûrissement précoce des récoltes annuelles occasionnant des baisses de rendement des cultures. Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (GIEC, 2007), rapporte que l'augmentation des températures et le dessèchement des sols pourraient réduire la production agricole de près d'un tiers dans les régions tropicales.

Les prévisions du GIEC estiment que dans certains pays d'Afrique, le rendement de l'agriculture pluviale pourrait chuter de 50% d'ici 2020. En Afrique de l'Ouest, des études de cas réalisées au Sénégal, au Mali, au Burkina Faso et au Niger présentent des résultats

contractés. Ces études montrent que les rendements de mil et de sorgho diminueraient entre 15 et 25% d'ici 2080 tandis que les rendements du riz augmenteraient de 10 à 25% pour les périmètres irrigués et de 2 à 10% pour le riz pluvial (GIEC, 2007).

1.6.5 Impacts socio-économiques de la variabilité et des changements climatiques

Les risques climatiques bouleversent la vie économique et sociale des populations. Les évènements pluvieux extrêmes provoquent des inondations aux conséquences sociales catastrophiques (Donou, 2009).

Quant aux sécheresses, en Afrique de l'Ouest elles ont contribué à la migration humaine, à la séparation culturelle, à la dislocation de population et à l'effondrement des sociétés, à la transhumance humaine et du bétail (Diarra, 2010 ; CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008). Ces déplacements entrainent des pertes de bétail pour des raisons de maladie.

Les changements climatiques affectent également la santé humaine. Le GIEC (2007) estime que plus de deux millions de personnes dans le monde pourraient mourir prématurément du fait de la pollution de l'air.

Le GIEC (2007) estime entre 2% et 4% du PIB les pertes liées au secteur agricole d'ici 2100 en Afrique de l'Ouest et prévoit une chute des revenus nets de récolte de près de 90% à l'horizon 2100 dans certains pays de la région.

Ces incidences climatiques rendent les populations vulnérables. Cette vulnérabilité est définie par GIEC (2001) comme la mesure dans laquelle un système peut être dégradé ou endommagé par l'évolution du climat. Ainsi, la définition pratique de la vulnérabilité pour ce travail est la possibilité pour un producteur de voir son revenu diminué sous l'effet de la variabilité climatique. Elle est fonction de la nature, de l'importance et du taux de variation climatique auquel le producteur se trouve exposé. Elle est aussi fonction de la capacité d'adaptation du producteur.

1.6.6 Stratégies d'adaptation et d'atténuation des changements climatiques

Afin de réduire les effets néfastes des changements climatiques diverses actions sont entreprises à différentes échelles : mondiale, régionale, nationale et locale.

A l'échelle mondiale, le GIEC a été créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) en collaboration avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), avec pour objectif d'évaluer les informations scientifiques relatives aux changements climatiques, de mesurer les conséquences environnementales et socio-économiques de ce changement et de formuler des stratégies de parade réalistes. Le GIEC recommande une baisse des émissions des GES de 25 à 40 % entre 1990 et 2020 et de 80 % à l'horizon 2050 pour éviter des dommages irréparables (GIEC, 2007).

La Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), adoptée en 1992 cherche à stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute « perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Le protocole de Kyoto adopté en 1997fixe à 5 % l'objectif de réduction des émissions pour la période 2008-2012 par rapport à 1990, avec des objectifs précis pour chaque pays. Par exemple -8 % pour l'Union européenne, -7 % pour les Etats-Unis mais à l'inverse +8 % pour la Norvège ou +10 % pour l'Islande (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

A l'échelle régionale, on assiste à la mise en œuvre du programme de la Prévision Saisonnière en Afrique de l'Ouest (PRESAO) initié en 1998 par un consortium de structures telles que le Centre africain pour les Applications de la Météorologie au développement (ACMAD) et l'Autorité du bassin du Niger (ABN). Cette initiative vise à renforcer les capacités nationales en matière de prévision pluviométriques de la région.

Dans la sous-région le Comité permanent Inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le sahel (CILSS) a été créé en 1973 suite à la sécheresse qu'a connue le Sahel. Son objectif actuel est de s'investir dans la recherche de la sécurité alimentaire et dans la lutte contre les effets de la sécheresse et de la désertification pour un nouvel équilibre écologique. D'où la mise en place du centre régional AGRHYMET avec comme plus pertinent programme« Appui aux Capacités d'Adaptation au Changement Climatique au Sahel ». Ce programme travaille d'une part sur le renforcement des capacités du personnel du centre AGRHYMET et des autorités locales dans les pays sahéliens et d'autre part il exécute des projets pilotes sur l'adaptation aux changements climatiques dans les secteurs de l'agriculture et de l'élevage.

1.6.7 Elaboration des scénarii d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES)

La création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) grâce à l'appui du Programme des Nations Unies et de l'organisation a permis aux scientifiques d'apporter leurs différentes contributions à l'évaluation des risques et vulnérabilités des changements climatiques, assortie de stratégies d'adaptation et d'atténuation d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GIEC, 2007). Au cours de leurs travaux, les experts définissent plusieurs scénarii dont les évolutions A1, A2, B1 utilisent comme déterminants les comportements sociaux, les données sur les économies et la démographie des pays, les avancées technologiques et l'utilisation d'énergie (Nigel *et al.*, 2011). Ces différents scénarii permettent de mettre en exergue les émissions présentes de Gaz à Effet de Serre et de faire des projections sur leur évolution (IPCC, 2001)

1.6.8 Historique de la niche écologique et distribution spatiale des espèces

Johnson (1910) souligné par Gaffney (1973), est le premier à utiliser le concept de « Niche » pour la première fois. Il la définit comme étant la place qu'une espèce peut occuper dans son environnement. Cependant, l'adoption du concept dans la recherche est l'œuvre de Grinnell & Swarth (1913) qui s'intéresse à l'influence de l'environnement sur la distribution des populations et leur évolution, en tenant compte de la biogéographie, et de l'évolution selon Darwin. La « niche » selon Grinnell & Swarth (1913) est l'ensemble des conditions d'existence d'une espèce dans un milieu donné, y compris des facteurs abiotiques dont la température, l'humidité, les précipitations et des facteurs biotiques à l'instar de l'alimentation, la compétition, la prédation. Grinnell (1928) en rejoignant l'idée d'exclusion compétitive, plus volontiers attribuée à Gause en 1934, et prégnante chez Darwin en 1872, considère la niche comme un complexe de facteurs écologiques, une place, en raison de laquelle les espèces évoluent et s'excluent. Dans son explication de la répartition et des propriétés des espèces, il propose une hiérarchisation écologique en opposition à celle systématique qui subdivise le vivant depuis les règnes jusqu'aux sous-espèces (et au delà). La hiérarchisation écologique quant à elle répartit des facteurs biotiques et abiotiques en royaumes, régions, zones de vie, aires fauniques, associations végétales et niches écologiques ou environnementales (Grinnell 1928). Dans ce contexte, la niche est vue comme l'unité ultime d'association entre espèces ou de distribution, et il est axiomatique qu'elle soit propre, dans une zone géographique donnée, à chaque espèce.

L'autre père du concept de niche selon Johnson *et al.*, (2004), est Elton (1927), qui développe également des idées d'équivalence écologique dans un autre programme de recherche. Il s'intéresse aux invariances de structures des communautés via quatre axes d'étude qui mettent l'accent sur les relations trophiques. Il s'agit des chaînes trophiques qui se combinent pour former un cycle trophique, de la relation entre la taille d'un organisme et la taille de sa nourriture, de la niche d'un organisme et des chaînes trophiques. Il considère la niche comme étant la place dans les chaînes trophiques, y compris le micro-habitat.

Bien que les deux concepts soient proches, Bell (2000), note une différentiation entre le concept de niche qui selon Grinnell est liée à l'habitat, et d'Elton, en en relation avec la niche fonctionnelle.

Les travaux de Gause (1934) sur les dynamiques de populations de paramécies en compétition, cités par Hardin (1960), ont permis conclure que deux espèces occupant la même niche dans un environnement homogène ne peuvent coexister, l'une excluant l'autre. Des résultats des travaux de Park (1948) sur des coléoptères ont également abouti à des conclusions similaires.

En 1957, Hutchinson provoque un glissement supplémentaire en formalisant le concept de niche comme un attribut de l'espèce, et non plus de l'environnement. La niche est décrite dans un espace de variables environnementales, biotiques et abiotiques, dont certaines valeurs représentent les limites de viabilité de l'espèce. La région incluse entre ces valeurs limites, où l'espèce peut exister indéfiniment, est nommée niche fondamentale. La niche réellement occupée par l'espèce, restreinte aux régions de la niche fondamentale où l'espèce n'est pas exclue par ses compétiteurs, est quant à elle nommée niche réalisée. A l'inverse de la niche fondamentale, la niche réalisée est contingente à un ensemble de compétiteurs donné.

Tandis que Grinnell (1917) et Elton (1927) mettaient l'accent sur la similarité des niches occupées par des équivalents écologiques dans des zones géographiques différentes, Hutchinson met l'accent sur la similarité des niches des espèces dans une même localité, et sur la façon dont elles entrent en compétition, quoique d'autres facteurs soient considérés, comme la prédation et la variabilité environnementale. Chez Hutchinson, la compétition (pour des ressources) peut modifier la niche d'une espèce dans le sens d'une réduction de la similarité.

Le concept de « niche écologique » a fait l'objet d'étude par plusieurs auteurs (Leibold, 1995 ; Peterson, 2001 ; Guisan & Thuiller, 2005) la définissent comme une identité de la réponse de l'espèce à l'environnement, c'est un espace à plusieurs dimensions dans lequel le domaine de l'espèce vis-à-vis des éléments de l'environnement est connu (Kearney, 2006). La niche écologique met en relation les éléments biotiques et abiotiques, cependant, elle ne se confond pas à la niche d'habitat (Puilliam, 2000), Pour Helaouët & Beaugrand (2009), elle met en exergue la répartition géographique à une échelle importante des espèces (Pearson & Dawson, 2003). Des modèles sont utilisés pour mieux comprendre la niche écologique, la répartition géographique des espèces et leurs différentes relations avec leur environnement (Guisan & Zimmermann, 2000). Ces modèles constituent d'une part des outils d'évaluation des menaces de la biodiversité (Kearney *et al.*, 2004 ; Martínez-Meyers *et al.*, 2004 ; Wiens *et al.*, 2009), et d'aide à la décision pour leur conservation durable d'autre part (Peterson, 2001; Pearson & Dawson, 2003).

1.6.9 Caractéristiques générales des espèces fourragères *Pterocarpus erinaceus, Khaya senegalensis, Afzelia africana, Daniellia oliveri, Andropogon chinensis, A. gayanus, A. schirensis et A. tectorum*

1.6.9.1 *Afzelia africana*

i - Taxonomie

Le genre *Afzelia* Sm. Appartient à la famille des leguminoseae, sous famille des Cesalpinioideae. Il comporte plusieurs espèces dont les plus connues sont *Afzelia africana* Smith., *Afzelia africana* bracteata T. Vogel., *Afzelia africana* bella Harms (Aubreville, 1950).

Afzelia africana est la seule espèce du genre *Afzelia* Sm. signalée au Bénin. Elle est connue sous le nom de Lingué (français), Gbébou en Bariba, Akpaka en Nago et Warignanhi en peulh.

ii - Biologie

Afzelia africana est un grand arbre de 25 à 35 m de haut, à cime dense, large et étalée ; le fût est droit et le diamètre pouvant franchir les 2 m. c'est un arbre à branches massives et à écorce grise plus ou moins foncée, relativement fissurée et lamelleuse, s'écaillant en plaques, laissant apparaître des zones gris-claires, à tranche rose à brun-claire granuleuse (Arbonnier, 2002).

Les feuilles : le feuillage est vert brillant ; les feuilles alternes paripennées mesurant jusqu'à 30 cm de long, portent 3 à 8 paires de folioles opposées ou subopposées, et luisantes, vert-foncées au dessus, largement espacées sur les rachis.

L'inflorescence : c'est une panicule terminale d'environ 20 cm de long ; les fleurs sont blanches, striées et pourpre, à trois pétales supérieurs elliptiques de 10 à 12 mm de long et un pétale inférieur à deux lobes arrondis divergents.

Les fruits : ce sont des gousses aplaties ligneuses, glabres, de 10 à 18 cm x 6 à 8 cm, épaisses de 2 à 5 cm, à deux valves noires contenant 7 à 10 graines noires, lisses plus ou moins brillantes.

iii - Distribution géographique

Afzelia africana est une espèce africaine disséminée dans toute l'Afrique tropicale. On la trouve en savane, dans les forêts humides et forêts sèches et sur les collines (Akoègninou *et al*., 2006). L'espèce est présente en Afrique avec une aire de répartition s'étendant du Sénégal au Cameroun jusqu'en Ouganda et Tanzanie. Au Bénin, *Afzelia africana* se rencontre aussi dans certains boqueteaux de type xérophile ou tropical sec que dans les savanes boisées de type guinéen (Aubreville, 1937). L'espèce est également signalée dans la zone de la Lama, et dans les régions de Pobè, dans les Monts Kouffè, dans la zone soudanienne (Adomou, 2005).

iv - Usages

Afzelia africana est également utilisé comme fourrage pour l'alimentation du bétail. L'espèce est émondée pendant la saison sèche, notamment la période de grande transhumance par les éleveurs transhumants. Elle est également sollicitée par les exploitants forestiers dont les fortes pressions constituent de grandes menaces pour la survie de l'espèce.

1.6.9.2 *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss.

i – Taxonomie

Vulgairement appelé Caïlcédrat ou Acajou du sénégal, Khaya senegalensis est l'une des plus importantes espèces de la famille des Meliaceae en Afrique. Dans la zone d'étude, *Khaya senegalensis* est connu sous le nom de Aguinhô en Nago, Gbiribou en Bariba et Kahi en Peulh.

ii - Biologie

Khaya senegalensis est un grand arbre de 25 à 35 m de haut présentant un fût généralement court et trapu mais pouvant atteindre 10 m de haut et 2 m de diamètre, parfois avec un faible empattement à la base. Il présente une cime arrondie avec les feuilles disposées au bout des rameaux Son écorce, grise et lisse devient plus ou moins ferrugineuse et écailleuse, exsudant un peu de liquide rougeâtre (Arbonnier, 2002).

Les feuilles : le Caïlcédrat possède des feuilles alternes paripennées ou parfois imparipennées, glables avec 3-4-6 paires de folioles opposées ou sub-opposées à sommet arrondi. Ses pétioles sont longs de 12 à 25 cm.

L'inflorescence : c'est un fascicule de panicule à l'aisselle des jeunes feuilles. Les fleurs quant à elles sont blanches, pédicellées, à pétales étalés portant au centre les étamines rouges réunies en tube.

Les fruits : ils sont dressés vers le haut et sont globuleux et ligneux. A maturité, les fruits de couleur gris-clair s'ouvrent en 4 valves en commençant par le sommet. Ils contiennent des graines plates, rectangulaires, ailées et plus ou moins boursouflées. Sa floraison commence plutôt en première partie de saison sèche.

iii - Distribution géographique

Le Caïlcédrat est une espèce des savanes soudaniennes à guinéennes qui préfère les sols bien profonds et bien drainés, mais qui s'adaptent aussi aux sols superficiels et latéritiques. Il est réparti du Sénégal en passant par le Cameroun jusqu'au Soudan.

iv - Usages

Plante à usages multiples, *Khaya senegalensis* est un ligneux fourrager dont les feuilles sont sollicités et utilisées par émondage lors des périodes de grande transhumance par les éleveurs. C'est un bois d'œuvre qui occupe la troisième place pour les ligneux recherchés par les exploitants forestiers après *Afzelia africana* et *Pterocarpus erinaceus*. (Arbonnier, 2002).

1.6.9.3 *Pterocarpus erinaceus* Poir.

i - Taxonomie

De son nom français Palissandre du Sénégal, *Pterocarpus erinaceus* appartient à la famille des Leguminosea et la sous famille des Papilionioideae. Les différents noms pris par l'espèce dans le milieu sont : Akpaka en Nago, Tonan en Bariba et Banoui en Peulh.

ii - Biologie

C'est un arbre de 8 à 12 m voire 15 m de haut à fût droit et cylindrique atteignant 1 m de diamètre, à cime arrondie et ouverte. L'écorce est noirâtre, crevassée et très lamelleuse, à

tranche brune striée de rouge exsudant une résine translucide rougeâtre qui durcit rapidement avec un rameau densément pubescent devenant glabre, gris.

Les feuilles : *Pterocarpus erinaceus* possède des feuilles alternes imparipennées, à 3-5-7 paires de folioles finement pubescentes dont le dessous devenant glabres de forme variable, ovales à elliptiques, de 6-11x3,6 cm à sommet arrondi ou obtus généralement échancré à base arrondie. Les nervures sont pennées, peu saillante sur les deux faces.

L'inflorescence : c'est une grappe lâche disposée en bout de branche de 10 à 20 cm de long. Les fleurs jaunes d'or devenant jaunes pâle, asymétrique, odorante sont de 10 à 12 mm de long à calice pubescent à 5 dents courtes.

Les fruits : il est une samare plate entourée d'une aile circulaire membraneuse et plus ou moins plissée portant les deux faces de la graine, de nombreux poils épineux, rigides et enchevêtrés de 4 à 7 m de diamètre, jaune paille à maturité, persistant longtemps sur l'arbre. La floraison et la fructification ont lieu en saison sèche, toujours avant la feuillaison (Arbonnier, 2002).

iii - Distribution géographique

Pterocarpus erinaceus est présente dans les formations ouvertes et fermées. En régions soudanienne et soudano-guinéenne, on la rencontre en savane et dans les forêts sèches, sur tout types de sols y compris latéritiques. En Afrique, elle s'étend du Sénégal au Cameroun, et à la République Centrafricaine. Elle est assez commune, localement grégaire et disséminée.

iv - Usages

Pterocarpus erinaceus est une espèce utilisée sous plusieurs formes et selon les catégories socio-professionnelles. En effet, c'est le deuxième ligneux fourrager émondé le plus par les transhumants après *Afzelia africana*, les feuilles sont très appréciées par le bétail.

Il est également le deuxième bois d'œuvre recherché par les exploitants forestiers après *Afzelia africana,* ce qui le rend très vulnérable de nos jours, c'est un bois de cœur brun foncé veiné lourd, durable et très dur et bien utilisé pour le charbon de bois.

1.6.9.4 *Daniellia oliveri* (Rolf) Huch et Dalz.

i - Taxonomie

Daniellia oliveri appartient à la famille des leguminoseae et à la sous famille des Cesalpinioideae. Le genre *Daniellia* comporte plusieurs espèces dont *Daniellia oliveri* (Rolf) Huch et Dalz**.,** *Daniellia thurifera* Benn**.,** *D. thurifera* var. chevalieri Léonard. Dans la zone d'étude, *Daniellia oliveri* (Rolf) Huch et Dalz est connue sous le nom de Gnankonrongou en Bariba et Karalahi en Peulh.

ii - Biologie

Daniellia oliveri est un grand arbre à cime étalée (cône renversé) et assez dense, de 15 à 20, voire 25 m de haut, souvent bas branchu, à fût droit blanc gris. Le feuillage vire du rose au rouge au moment de la feuillaison. Son écorce écailleuse se desquame par plaques plus ou moins circulaires, grise à tranche rouge foncée striée de blanc (Arbonnier, 2002).

Les feuilles : Le feuillage est rose ; les feuilles sont alternes, paripennées atteignant 45 voire 50 cm de long. Elles portent 4 à 11 paires de folioles opposées ou subopposées.

L'inflorescence : c'est une panicule axillaire courte d'environ 25 cm ; les fleurs sont blanches ou blanc-verdâtres devenant crèmes, comprenant 4 sépales et 1 à 2 grands pétales et 10 étamines dépassant les pétales.

Les fruits : ce sont des gousses plates ovales à 2 valves papyracées rigides de 5 à 10 x 2,5-5 cm, beiges. La graine est brune, ovale et plus ou moins plate, pendante et retenue à une des valves par un funicule de 12 à 15 mm.

iii - Distribution géographique

Daniellia oliveri est une espèce qui a une aire de distribution qui s'étend du Sénégal au Soudan, au Congo, en Angola en passant par le Cameroun. Souvent grégaire sur tout type de sol, elle est localement très commune et ne pousse qu'à découvert avec une distribution irrégulière.

iv - Usages

Daniellia oliveri présente un vaste domaine d'usages notamment comme fourrage ligneux, émondé en période de longue saison sèche ; dans le domaine de la pharmacopée, dans la fabrication des objets d'arts, dans la lutte contre l'érosion mécanique et dans l'agriculture.

1.6.9.5 *Andropogon chinensis, A. gayanus, A. schirensis et A. tectorum*

Espèce de la famille des Poaceae (graminées), les Andropogon sont des herbes très appréciées par les ruminants domestiques en zone tropicale.

i - Description

Graminée pérenne en touffes, érigée et robuste. Le système racinaire est puissant ; les racines peuvent atteindre 3 m de profondeur ; la photopériode critique est de 12 à 14 h. Ce sont des plantes de jours courts en général bien que certains cultivars soient remontants toute l'année. La germination des jeunes graines des espèces d'Andropogon est fréquemment diminuée par la dormance, mais dans des conditions correctes de conservation, une amélioration du taux de germination est constatée 9 mois après la récolte. La croissance des plantules est longue, mais une fois établie ces graminées ont très compétitives et malgré sa croissance érigée, elle peut affecter la pérennité des légumineuses qui lui sont associées.

ii Ecologie et distribution géographique

Originaire d'Afrique, le genre Andropogon est bien adapté aux régions subtropicales semi-humides ayant une pluviosité de 800 à 1600 mm par an. Il aime les sols sableux, mais peut-être cultivé sur sols argilo-sableux ou limoneux même peu fertiles. Il résiste à des périodes de sécheresse dépassant 5 mois, mais résiste mal à l'inondation même temporaire. Il est originaire d'Afrique où il s'étend à travers toutes les régions tropicales de 15°N à presque 25°S. Il supporte le feu, brûlant régulièrement dans les savanes. Des cultivars ou des lignées commerciales ou semi-commerciales des espèces d'Andropogon ont été implantées dans la plupart des régions tropicales du monde, particulièrement en Amérique.

iii Agronomie

Le semis s'effectue à des doses de 0,75 à 1,25 kg par ha avec des graines germant à 100 %, ce qui correspond à 10 à 15 kg de graines commerciales de qualité moyenne. Les graines de petite taille peuvent être mélangées à du sable sec, d'autant plus qu'elles sont légères et plumeuses. On peut aussi effectuer un bouturage par éclats de souches, les boutures doivent être plantées avec un écartement de 40 cm x 40 cm. La fumure à l'implantation est recommandée pour réduire les carences des sols. Il est conseillé d'apporter 50 unités de phosphore par ha et 10 t de fumier par ha ou l'équivalent en lisier.

iv Utilisation

Les aires d'Andropogon servent de pâturage et ces graminées servent à faire du foin par ensilage.

v Productivité et valeur fourragère

Les rendements varient selon le climat, la fertilisation et l'irrigation. Le rendement annuel des espèces d'Andropogon est estimé à 15 ou 20t de MS/ha en conditions fertilisées et irriguées ; 15t de MS sous une bonne pluviosité sans irrigation. Cependant, sur jachère non fertilisée et en condition sèche, on peut ne pas dépasser 5t de MS. Il est souhaitable de l'exploiter entre 25 et 40j de repousse en saison de croissance, et 45 à 60j en saison sèche. La valeur fourragère moyenne des espèces d'Andropogon étudiées est de : 0,60 UFL / kg de MS, 50-60 g de MAD par kg de MS.

1.6.10 Variabilité climatique-Impacts transhumance de bétail- et Stratégies d'adaptation des éleveurs

La variabilité climatique et les rythmes saisonniers modifient l'environnement des régions soudaniennes (Barraud, 2001). Le bétail domestique est confronté aux problèmes de disponibilité en ressources fourragères et de pénurie d'eau pour l'abreuvement en saison sèche (Marty *et al.,* 2006). Pour pallier ces difficultés, les éleveurs adoptent des stratégies de

subsistance reposant sur des mouvements saisonniers et cycliques (Duteurtre *et al.,* 2002). Ces stratégies connues sous le nom de transhumance sont des formes d'adaptations aux variations climatiques intra et inter annuelles dans cette région (Binot *et al.,* 2006).

La transhumance a également des impacts d'ordre économique et géographique. Ainsi, l'activité des petits marchés périodiques fluctue avec les arrivées et les départs en transhumance (Labonne *et al.,* 2002). L'économie rurale est donc fortement liée à l'élevage.

Mais l'une des caractéristiques majeures de la transhumance est qu'elle implique l'accès à de grands espaces, reliés par des pistes, pour leur valorisation pastorale. Cela peut s'avérer problématique dans un contexte de pression foncière. Si la densité de population en Afrique est globalement assez faible (64 hab/km²), la croissance démographique y est de près de 3% (Brunel, 2004). Ces changements démographiques engendrent des modifications importantes en termes d'occupation des sols, qui soulèvent à leur tour certaines questions pour l'aménagement et la gestion des zones rurales à vocation agropastorale. Il ne s'agit clairement pas ici de mesurer les avantages liés à une éventuelle sédentarisation des systèmes pastoraux à des fins productivistes. Il s'agit davantage d'envisager le potentiel de l'élevage mobile en tant que système de production efficient et adapté à la caractéristique « multi usage » des espaces ruraux africains. Il sera question d'analyser plus particulièrement les interactions entre le système de production de l'élevage transhumant et les dispositifs mis en place pour la conservation des ressources naturelles en Afrique subsaharienne, à savoir les aires protégées.

CHAPITRE DEUXIEME : CADRE GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Ce deuxième chapitre est consacré à la présentation des conditions naturelles, humaines et l'environnement politique dans lesquels se pratique la transhumance dans le Moyen-Bénin. Chaque composante est analysée en rapport avec les caractéristiques et exigences écologiques des parcours de transhumance.

2.1 CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

Les caractéristiques biophysiques, socio-démographiques et économiques constituent les éléments essentiels qui permettent de faire le portrait spécifique du cadre géographique de la thèse.

2.1.1 Caractéristiques biophysiques du Moyen-Bénin

Les caractéristiques biophysiques du milieu d'étude concernent les contextes climatique, géologique, géomorphologique, les formations pédologiques et les composantes végétales.

2.1.1.1 Contexte climatique du Moyen-Bénin

Le climat est l'un des facteurs dont dépendent fondamentalement les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin. Les paramètres climatologiques abordés à travers le contexte climatique de cette zone d'étude sont la pluviométrie et la température.

- *Tendance pluviométrique du Moyen-Bénin*

Le Moyen-Bénin se situe dans la zone de transition entre les climats subéquatorial du Sud et tropical humide du Nord (Yabi, 2007 ; Oloukoï, 2012). Son régime pluviométrique est à cheval sur les distributions bimodale du Sud et unimodale du Nord.

Les précipitations jouent un rôle prédominant pour la détermination de la teneur en eau des végétaux. Leur effet varie de façon significative en fonction de leur durée, de leur période, de leur quantité. Ces dernières années, la tendance pluviométrique est unimodale à base large et les hauteurs pluviométriques annuelles oscillent généralement entre 900 et 1200 mm. L'analyse de la répartition pluviométrique entre 1965 et 2010, révèle que les pluies commencent généralement en mars pour finir en octobre (Figure 2).

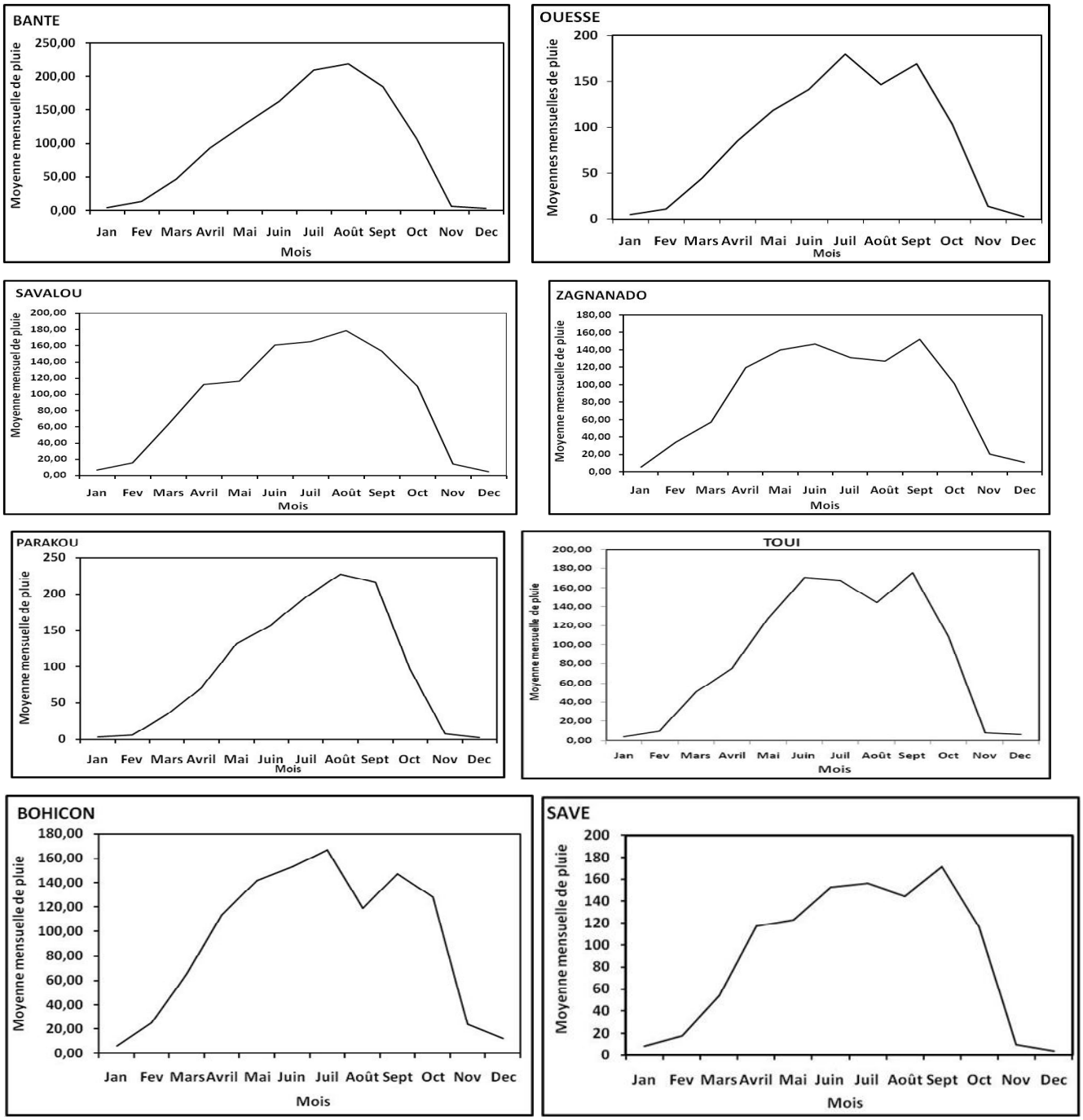


Figure 2. Régime pluviométrique moyen par station dans le Moyen-Bénin

Source: ASECNA, 2012

La hauteur maximale (19 à 25 % du total annuel) se situe entre juillet et septembre. Le mois d'octobre enregistre 8 à 10% du total annuel tandis qu'entre octobre et février, le secteur reste sec, sans pluies significatives selon les tendances pluviométriques observées au niveau des stations considérées (Figure 2).

La période sèche commence vers mi-novembre pour finir en mars. Pendant cette période, les hauteurs de pluie sont inférieures à 15 mm dans les stations concernées. La hauteur de pluie

maximale où le pic pluviométrique annuel varie entre juillet, août et septembre pour la plupart des stations. Certaines présentent deux pics dans la série considérée, généralement situés en juillet et septembre. C'est le cas de Dassa-Zoumè, Savè, Ouèssè, Bohicon, Zagnanado et Toui. Il convient de signaler que seules les stations de Tchètti, Savalou et Bantè présentent leur pic pluviométrique dans le mois d'août entre 1965 et 2010.

Le contexte climatique du Moyen-Bénin est favorable au développement des parcours naturels, même si la variabilité pluviométrique observée ces dernières années a induit quelques contraintes. Ces variations ont amené les éleveurs à des mesures d'adaptation telles que la transhumance, l'utilisation des résidus de récoltes, l'exploitation des vallées et zones de dépression qui disposent encore de plantes fourragères hygrophiles en saison sèche.

En dehors de la baisse de la pluviométrie pendant la période sèche, il importe de constater que la température fait partie des paramètres météorologiques qui influent non seulement sur la teneur en eau des végétaux mais encore, constituent des facteurs naturels d'assèchement des sources d'abreuvement de bétail transhumants.

☞ *Tendance thermométrique du Moyen-Bénin*

En agissant sur la respiration et la Photosynthèse des plantes, la température peut impacter l'état de la végétation en milieu tropical.

Les stations synoptiques de Parakou, Savè et Bohicon ont servi à apprécier la dynamique thermométrique dans le Moyen-Bénin.

L'analyse des données de ces différentes stations de 1965 à 2010 permet de noter de façon générale que les températures moyennes mensuelles varient entre 24 et 30,4 °C à Parakou ; 25 et 30,5 °C à Savè, et 24 et 28 °C à Bohicon (Figures 3, 4 et 5).

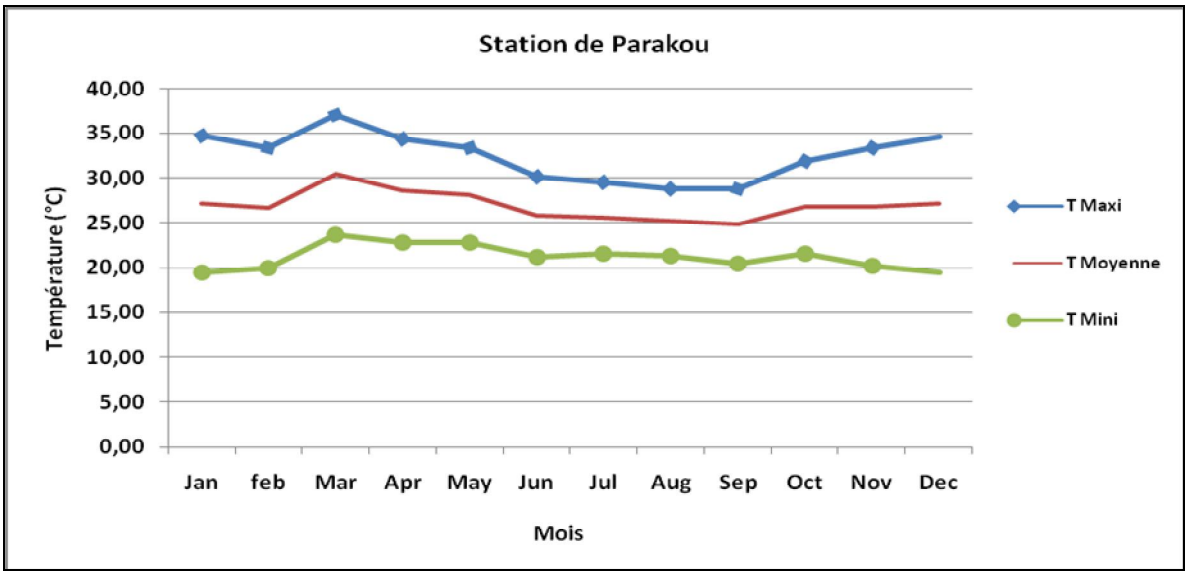


Figure 3. Evolution de la température mensuelle entre 1965-2010 dans la station de Parakou

Les mois de février et mars (fin de la saison sèche) se révèlent les plus chauds alors que les mois de juillet d'août enregistrent de faibles températures dans les stations de Parakou, Savè et Bohicon.

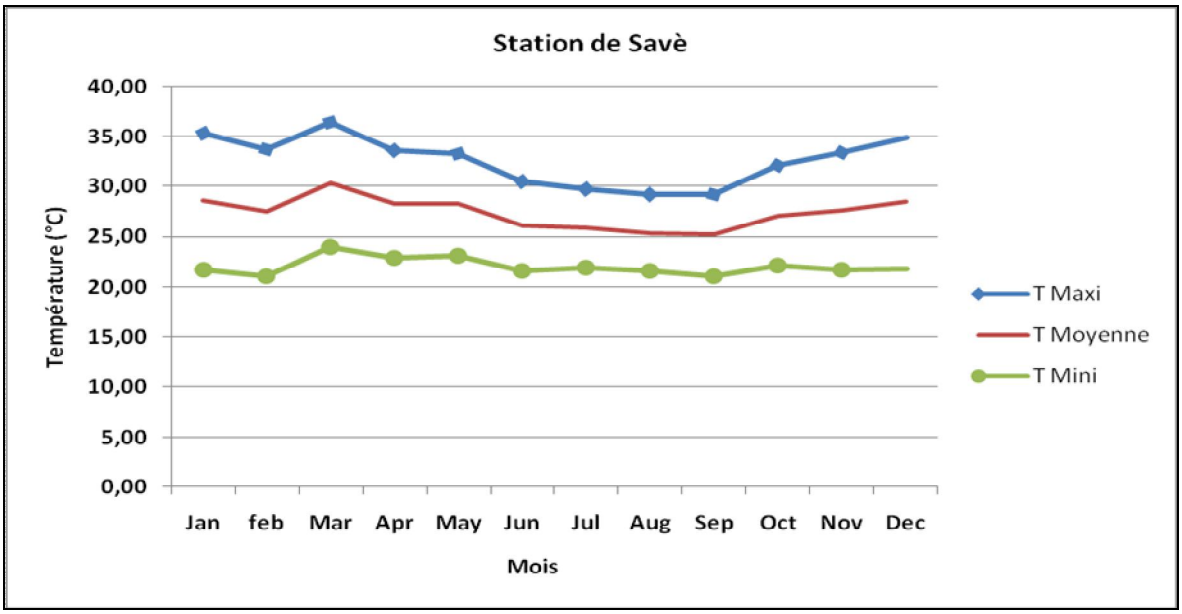


Figure 4. Evolution de la température mensuelle entre 1965-2010 dans la station de Savè

La température moyenne annuelle tourne autour de 27 °C dans la Commune de Djidja avec des valeurs maximales de 32°C et des valeurs minimales de 22°C selon les données de la station synoptique de Bohicon.

De l'analyse des différentes figures, il ressort que les fortes valeurs de température correspondent aux mois de saison sèche, tandis que les faibles valeurs sont enregistrées pendant la saison pluvieuse. On peut déduire que pendant la saison sèche, l'augmentation de la température assèche la végétation des parcours de transhumance qui non seulement perd sa palatabilité, mais est aussi exposée plus aux feux tardifs de végétation.

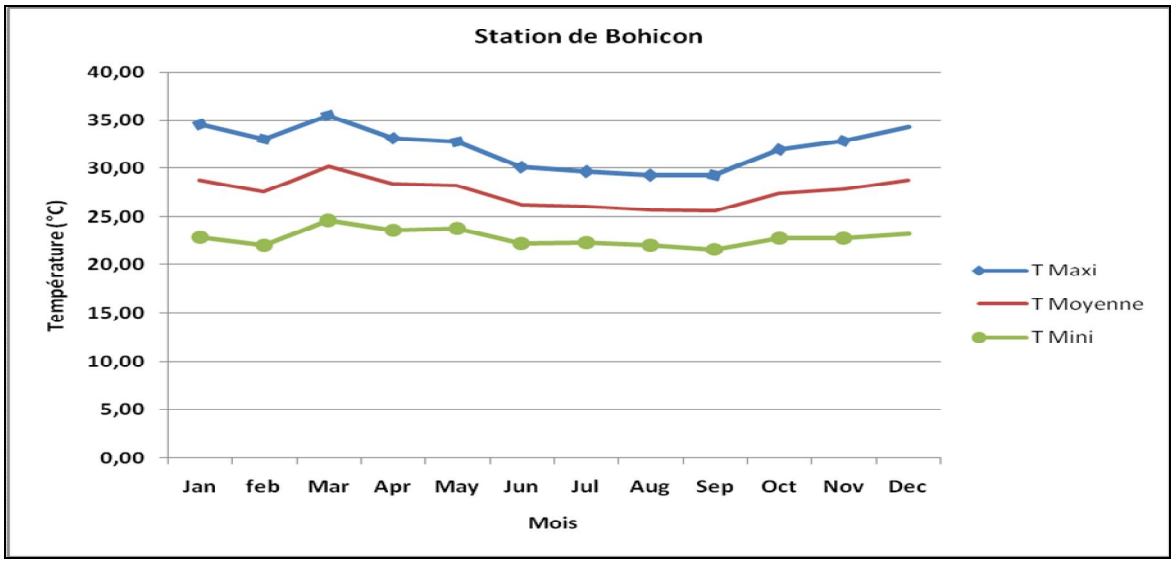


Figure 5. Evolution de la température mensuelle entre 1965-2010 dans la station de Bohicon

2.1.1.2 Contexte géologique et géomorphologique du Moyen-Bénin

Le substratum géologique et le relief du Moyen-Bénin ont été présentés en rapport avec les préférences écologiques des parcours de transhumance.

a – Substratum géologique du Moyen-Bénin

Le substratum géologique du Moyen-Bénin correspond au socle cristallin subdivisé en deux unités : une unité à l'Est principalement composée de migmatite et de granite et une unité à l'Ouest composée de gneiss et de granulite (OBEMINES, 1989). Ces roches cristallines qui datent du Précambrien sont généralement connues comme un socle complexe. La région peut être découpée en trois sous-unités morpho-structurales : protérozoïque, granitoïde et complexe métamorphique (Figure 6).

- La sous-unité protérozoïque est composée de plusieurs séries dont :
  - La série de Lanta qui est une série sédimentaire volcano-clastique, formée de grès et de microconglomérats montrant des galets ;
  - La série du Daho-Maho affleurant sur une distance d'environ 100 km entre Fita et le fleuve Ouémé et forme une bande dont la largeur peut atteindre 10 km. Elle est composée de roches volcaniques acides telles que les rhyolites, les microgranites, granites alcalins et basaltes.
- La sous-unité granitoïde est composée de granite de Lanta qui affleure sur 150 km² et de Gobada sur 50 km². Ce sont des granites à biotite.

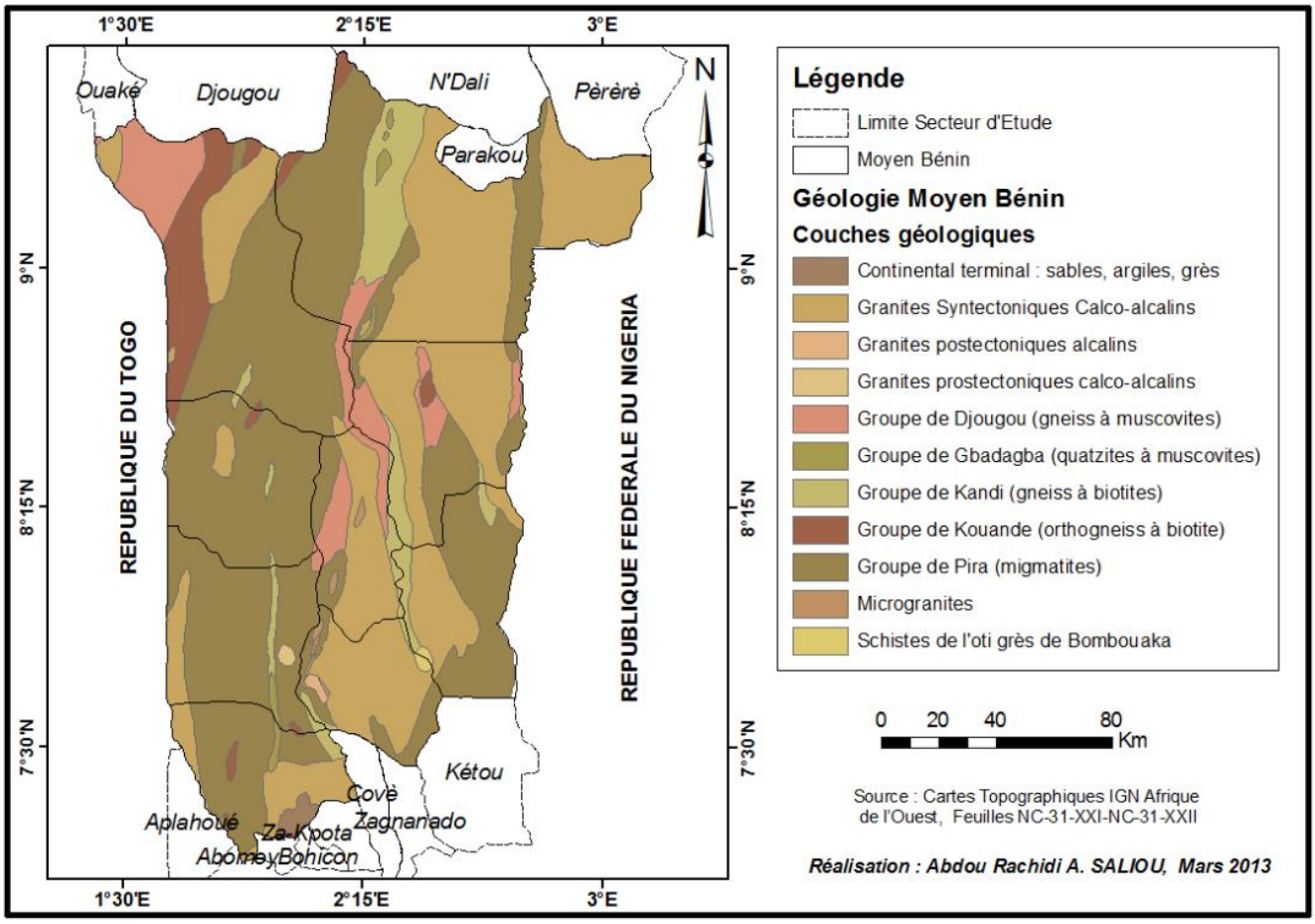


Figure 6. Unités géologiques du Moyen-Bénin

- Quant à la sous-unité métamorphique, elle comprend une grande variété de roches. Les migmatites (mgm) couvrent environ 60 % de la zone d'étude et présentent une grande variété de formes topographiques. Dans cette sous-unité ont été groupés les gneiss à biotite et à amphibole, les amphibolites et les gneiss granitiques caractérisés par une migmatisation intense et largement répandue. Les amphibolites sont parfois caractérisées par la présence d'un réseau de minces veines de matériels leucosomatiques qui donnent lieu à une structure magmatique.

Des gneiss œillés à biotites et amphibole (gno) y sont rencontrés. Cette unité comprend des orthogneiss œillés de composition granitique, normalement associés à des migmatites. En plus, la présence des deux types de granites, à savoir granites porphyriques et granites à biotites y est signalée. Les granites porphyriques montrent des cristaux de feldspath potassique, du quartz, de la biotite rouge et du plagioclase. En ce qui concerne les granites à biotite, ils sont localisés à l'Ouest et affleurent à Agouna, Tchetti, jusqu'à la latitude d'Agbassa et se constituent en de petites collines. Par endroits, ils sont affectés par des transformations métamorphiques qui donnent naissance à des niveaux foliés à structure œillée (Yabi, 2007).

Les fissures constituent des canaux d'infiltration des eaux souterraines qui vont s'accumuler sous forme de nappes. Ces nappes ne sont pas accessibles aux espèces fourragères qui pourraient s'en servir pendant la saison sèche. Il en ressort que le contexte géologique du Moyen-Bénin est peu favorable au développement des espèces fourragères dans les parcours de transhumance.

b – Composante géomorphologique du Moyen-Bénin

Le trait marquant du paysage dans cette partie du Bénin est l'apparition sur la pénéplaine des reliefs résiduels en formes d'iles, les inselbergs (Photo 1). Ce faciès géomorphologique du Moyen-Bénin est étroitement lié à la lithologie et à l'histoire géologique (Yédomohan, 2002). Cette pénéplaine se présente comme une surface d'érosion en forme d'inselbergs surbaissés, en général séparées par des rivières ou des vallées sèches. Elle présente ainsi une allure ondulée, créée par la succession sans cesse répétée de croupe. Le sommet de chaque croupe est légèrement arrondi (Okioh, 1972). En aval, une légère concavité apparait, établissant le raccordement avec le lit des rivières en l'absence de formations alluviales véritables. Vu du sommet des massifs, tout parait uniforme et plan, et les versants sont presque rectilignes. Mais en réalité, la pénéplaine est parsemée de collines comme celles de Dassa-zoumè, Savè et Savalou qui correspondent aux plus hauts sommets avec le point culminant situé environ à 540 m.



Photo 1. Vue partielle des collines à Savè (Cliché Saliou, Août 2013)

Ces reliefs culminent en moyenne entre 300 et 500 m d'altitude et sont très peu étendus comparés aux chaines de l'Atakora (Oumorou, 2003) Les inselbergs sont tous couverts d'éboulis rocheux aux dimensions diverses, à l'exception de celui de Savalou. A leur pied, se

trouve une zone basse : gouttière d'altération. Il s'agit en fait de zone où convergent toutes les eaux ruisselant sur les reliefs.

En somme, le Moyen-Bénin présente un relief peu accidenté hormis les inselbergs. Ce contexte géomorphologique associé à la particularité géologique induit des formations pédologiques qui correspondent bien aux exigences écologiques des parcours de transhumance.

2.1.1.3 Formations pédologiques du Moyen-Bénin

L'analyse des types de sols revêt une importance particulière en tant que support et réservoirs susceptibles de retenir une quantité variable d'eau dont une partie est restituée pour le développement des espèces végétales dans les parcours de transhumance. La capacité de rétention de l'eau par les sols et de leur transmission aux espèces fourragères dépend largement de leur composition granulométrique. Ainsi, les sols argileux, composés de matériaux fins, n'arrivent pas à transmettre l'eau retenue aux plantes. Dans les sols à matériaux sableux, l'eau est faiblement retenue et sa mobilité est généralement trop faible pour assurer une réserve hydrique durable pour les espèces fourragères.

Diverses variétés de sols sont observées dans le Moyen-Bénin en rapport avec le substratum géologique, mais également des formes topographiques (Figure 7).

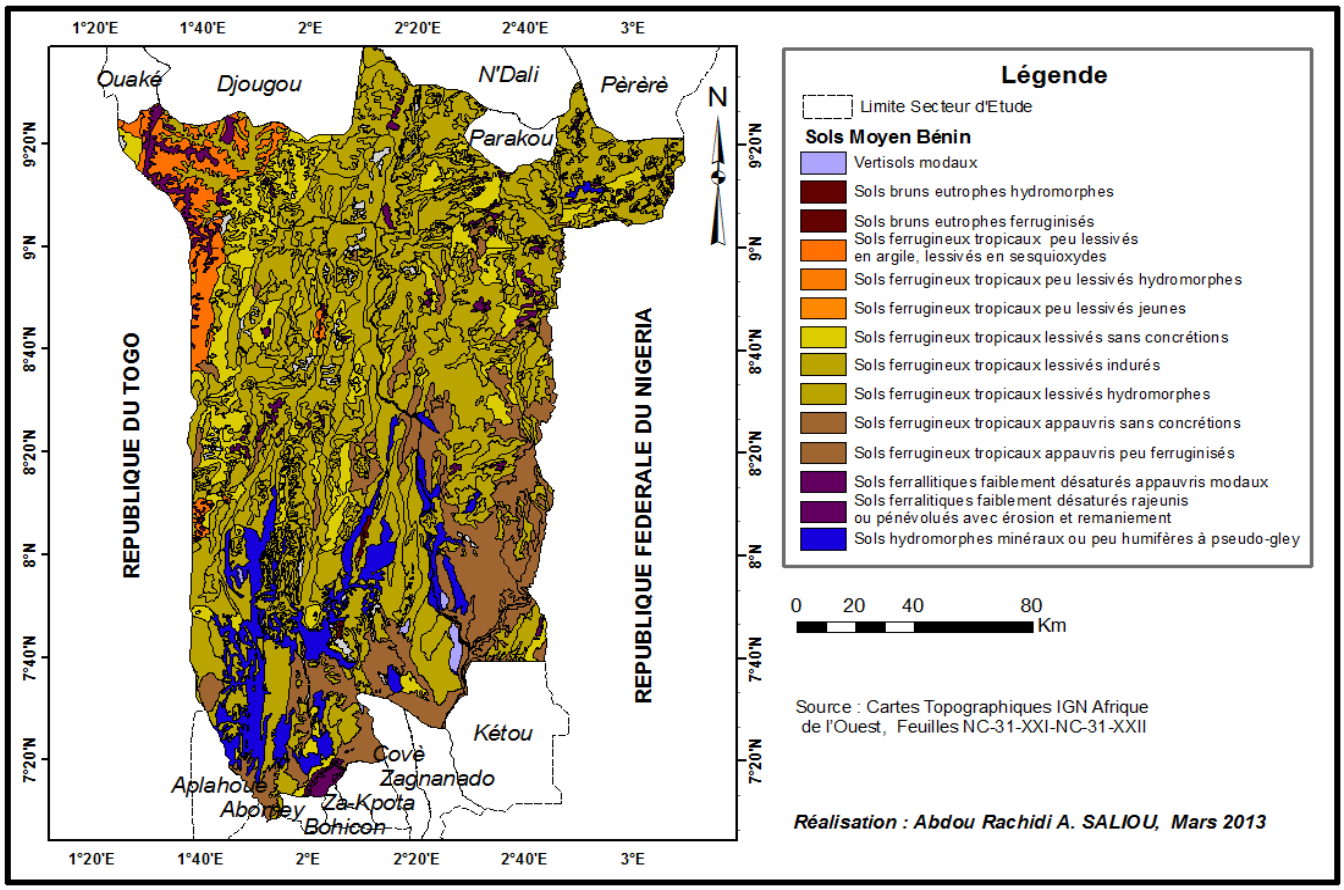


Figure 7. Formations pédologiques du Moyen-Bénin

Ces sols résultent de l'altération des roches granitiques sous l'action des agents climatiques et biologiques. Il s'agit globalement des sols peu profonds où la roche mère affleure à une profondeur qui varie entre 1 et 3 m. Les différents types de sols se distinguent par leur degré d'individualisation des hydroxydes, le lessivage dans le profil et le mode d'altération. Les types de sols rencontrés sont : les sols ferrugineux tropicaux (répartis en plusieurs sous-classes), les sols ferralitiques, les sols hydromorphes et les vertisols (Volkoff, 1970).

a – Sols ferrugineux tropicaux

Ces sols sont les plus répandus, et sont caractérisés par une forte individualisation et une grande mobilité du fer et du manganèse. La matière organique y est peu abondante. Selon que les particules d'argile restent stables ou non, les sols ferrugineux tropicaux se subdivisent en sols sans concrétions ou avec concrétions. Dans ces derniers, les particules argileuses migrent et constituent un horizon colmaté en bas du profil.

- ✓ ***Sols ferrugineux tropicaux appauvris sans concrétions***

Ce sont des sols de faible profondeur, sableux, mais bien drainés, caractérisés par une couleur brun vif en profondeur, de texture sablo-limoneux en surface passant à du limon sableux en profondeur. Ils sont développés sur les granites. Ces sols ont un profil essentiellement sableux et leur teneur en argile est en moyenne comprise entre 5 et 10 %. Le rapport sable fin/sable grossier est faible, ce qui indique une prédominance des sables grossiers (en moyenne 67 % contre 17 % de sables fins). La valeur de leur pH avoisine 7 et ils sont pauvres en fer.

Ces sols sont peu profonds et leur capacité de rétention en eau est très faible. Ainsi, les éléments fertilisants sont vite éliminés par le lessivage consécutif aux pluies. De même, les ressources hydriques utiles aux espèces fourragères sont vite épuisées par les phénomènes d'infiltration, d'écoulement et d'évaporation. Ces sols sont peu favorables au développement des plantes fourragères au regard de leurs caractéristiques.

- ✓ ***Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions***

Ces sols ont des profondeurs limitées par un niveau gravillonnaire peu profond dans lequel se développe un concrétionnement intense qui le cimente en carapace. Ces sols sont donc peu profonds (moins de 3 m), leur texture est légèrement fine et la couleur du profil jaune-rouge. Le drainage semble être l'élément significatif qui sépare ces sols de ceux d'autres classes. Ils sont bien drainés, au moins dans les 75 premiers centimètres, mais, plus au sud, les portions inférieures du profil sont souvent imparfaitement drainées (Akoègninou, 2004).

Cette unité pédologique peut être normalement cultivée de façon permanente ou avec une jachère de brève durée. Elle sert de support à toute une série de cultures, notamment le sorgho,

le coton, l'arachide et le maïs. En revanche, elle est peu favorable aux espèces fourragères comme *Andropogon gayanus, Andropogon schirensis, Andropogon chinensis, Afzelia africana, Daniellia oliveri* (Arbonnier, 2002).

b – Sols ferralitiques

Ces sols sont caractérisés par une altération complète des minéraux primaires (péridotes, pyroxènes, grenats, amphiboles feldspaths, feldspathoïdes, micas etc), avec possibilité de minéraux néoformés tels que : ilménites, magnétite, zircon illite, abondance de quartz résiduel, élimination de la majeure partie des bases alcalino-terreuses, d'une grande partie de silice. Ils se caractérisent également par la présence en abondance des produits de synthèse suivants : silicate d'alumine, famille de kaolinite, des hydroxydes d'alumine (gibbsite et produits amorphes), hydroxydes et oxydes de fer (geothite, hématite et produits amorphes ; autres minéraux tels que leucocène, bioxyde de maganèse, etc (Volkoff, 1970).

Ces sols ont une valeur agronomique très élevée tant pour les graminées annuelles que pour les pérennes. Mais ils ne sont présents que sous formes d'ilots épars dans la région d'étude.

c – Sols hydromorphes

Ce sont des sols dont les caractères sont dus à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil. Ils se trouvent sur les versants, sur les bas de pente, dans les dépressions, le long de petits cours d'eau, et surtout dans les bas-fonds. De par leur nature, les sols hydromorphes sont favorables aux espèces fourragères comme *Andropogon tectorum, Afzelia africana, Pterocarpus erinaceus, khaya senegalensis,* mais ne le sont pas pour *Andropogon chinensis, Andropogon schirensis* qui supportent mal les inondations, même de courte durée. Ces sols sont très convoités pendant la grande transhumance à causes des espèces fourragères hygrophiles qui s'y trouvent.

Au total, le contexte pédologique du Moyen-Bénin est caractérisé par la prédominance des sols ferrugineux tropicaux qui présentent une perméabilité moyenne, une faible profondeur, une résistance moyenne à l'érosion et surtout une faible capacité de rétention d'eau. Au regard de ces caractéristiques, ils sont globalement favorables aux graminées pérennes qu'annuelles, aux ligneux fourragers dont *Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus, Khaya senegalensis* et *Daniellia oliveri*.

2.1.1.4 Paysage végétal du Moyen-Bénin

Les formations végétales interviennent dans la pluviogenèse par leur contribution à l'évapotranspiration et au recyclage de l'eau atmosphérique (Houndénou, 1999). En plus, les

écosystèmes forestiers participent au maintien de l'équilibre écologique sans oublier les intérêts économiques et sociocultuels qu'elles revêtent pour les communautés humaines.

L'état actuel du paysage végétal de la région d'étude est le résultat de la combinaison des facteurs naturels et anthropiques. En effet, la couverture végétale du Moyen-Bénin est la trace au sol du climat de transition soudanien ; ce qui justifie la présence de savanes, de forêts claires et d'ilots de forêts denses sèches ou semi-décidues qui constitue l'essentiel des formations naturelles. A ces dernières s'ajoutent les formations anthropiques (champs, jachères, plantations, etc). Selon Houinato (2001), cette végétation serait le prolongement de la « Guinea zone ». Suivant la nomenclature des classes de végétation utilisée par la FAO en 2001, et en tenant compte de la physionomie générale de la couverture végétale, la stratification et les conditions phytosociologiques, sept unités de végétation se distinguent.

- *Galeries forestières*

Ce ne sont pas des formations végétales à proporement parler, mais un paysage topographique forestier. Ces galeries forestières sont observées le long des fleuves Zou, Ouémé et de leurs affluents (Photo 2**)**.



Photo 2. Galerie forestière le long de la rivière Okpara à Okéowo **(Savè) (Cliché Saliou, Août 2013)**

Elles présentent l'aspect de forêts ombrophiles et sont constituées de plusieurs espèces dont les dominantes sont *Hexalobus crispiflorus, Pouteria alnifolia, Berlinia grandiflora, Cola gigantea, Lecaniodiscus cupanioides, Napoleona vogelii, Pterocarpus santaliniodes,* etc. Ces formations

subissent une dégradation avancée par endroits du fait des activités humaines telles que le prélèvement de bois par les exploitants forestiers et l'occupation des berges pour les activités agricoles, etc.

☞ *Forêt sèche semi-décidue et décidue*

Les formations de forêt dense se retrouvent soit en ilots très protégés sous forme de forêts sacrées, soit en plages plus ou moins étendues au sein des formations de savanes et de forêts claires surtout dans les régions de Bassila et de Tchaourou.

Les espèces végétales dominantes des forêts denses sont : *Isoberlina doka, Afzelia africana, Khaya senegalensis, Anogeissus leiocarpa, Pterocapus erinaceus, Cola spp, Milicia excelsa, Antiaris africana, Celtis spp*. Ces formations sont grignotées par les exploitants forestiers et les fabricants de charbon, et sont ainsi parsemées d'éclaircies (Photos 3 a et b).



(a) **(b)**

Photos 3. Production et dépôt de sacs de charbon à Bobè dans les formations naturelles (Cliché Saliou, Août 2014)

☞ *Savanes boisées*

Les savanes boisées sont observées sur l'ensemble de la région d'étude (Photo 4). Elles sont particulièrement abondantes dans la vallée de l'Ouémé supérieur, Wari Maro, Monts Kouffé, et au Sud-Est de Savè et de Binessi. Les espèces forestières rencontrées sont *Isoberlinia doka, Afzelia africana, Khaya senegalensis, Daniellia oliveri, Anogeissus leiocarpa, Pterocarpus erinaceus*. Elles n'échappent pas aussi à la dégradation d'origine anthropique.



Photo 4. Savane boisée à *Danielia oliveri* à Gararou (Tchaourou) (Cliché Saliou, Août 2014)

☞ *Savanes arborées arbustives ou herbeuses*

Ces formations végétales sont les plus étendues de la région. Elles sont généralement issues soit de la dégradation avancée des forêts sèches ou claires ou même de la savane boisée d'une part et de la restauration des jachères agricoles (Photo 5).



Photo 5. Savane arborée arbustive à *Terminalia avicenioides* et à *Detarium microcarpum* à Idadjo (Ouèssè) (Cliché Saliou, Août 2014)

Les espèces les plus fréquentes sont entre autres *Vitellaria paradoxa, Parkia biglobosa, Daniellia oliveri, Terminalia avicenioides, Detarium microcarpum, Pericopsis laxiflora, Burkea africana, Borassus aethiopum, Tamarindus indica.*

Les formations de savanes sont soumises à des défrichements massifs chaque année à des fins agricoles, ce qui explique leur dégradation notamment dans les localités de tradition cotonnière.

☞ *Savanes saxicoles*

Les savanes arborées et arbustives saxicoles sont des formations de savanes rencontrées sur les collines et sur les affleurements rocheux (Oumorou, 2003). Elles sont abondantes près des localités de Savalou, de Dassa-zoumè, de Savè et de Tchaourou (Photo 6).



Photo 6. Savanes saxicoles à Odo Akaba (Tchaourou) (Cliché Saliou, Août 2014)

Les espèces dominantes sont : *Burkea africana, Detarium microcarpum, Afzelia africana, Erythrophleum africana, Adansonia digitata.* Le faciès géologique et les contraintes topographiques qui limitent l'accès des exploitants forestiers expliquent la relative stabilité de ces formations.

☞ *Savanes à emprise agricole*

Ce sont des superficies récentes d'aménagement où se trouve une mosaïque de cultures et de savanes. Ces superficies font généralement suite aux mosaïques de cultures et de jachères

(Afouda, 1990 ; Houinato, 2001 ; Akoègninou, 2004). Les espèces végétales formant ces formations sont celles des savanes et des exploitations agricoles comme *Parkia biglobosa, Vitellaria paradoxa, Tamarindus indica, Isoberlinia doka*. Par endroits, des superficies agroforestières à base de l'anacardier et des plantations de *Tectona grandis* sont éparpillées dans ces formations, ce qui accentue leur caractère hétérogène.

☞ *Mosaïques de cultures et de jachères*

Les mosaïques de cultures et de jachères sont constituées de cultures annuelles (maïs, manioc, igname, arachide et coton etc), quelque fois semées en association avec l'anacardier, le néré, ou le karité (FAO, 2001 ; Akouègninou, 2004).

Quant aux jachères, elles sont composées principalement de *Tamarindus indica, Isoberlinia doka, Afzelia africana, Adansonia digitata, Parkia biglobosa, Vitellaria paradoxa,* etc.

Au total, l'analyse du paysage végétal du Moyen-Bénin montre que les formations naturelles connaissent une dégradation continue du fait des activités humaines, notamment agricoles et exploitation forestière. Une telle tendance est préjudiciable à la gestion durable des écosystèmes végétaux dans les parcours de transhumance. Des pratiques agricoles plus conservatrices de ces écosystèmes naturels méritent donc d'être adoptées pour assurer la durabilité de l'exploitation de leurs ressources naturelles.

2.1.1.5 Réseau hydrographique du Moyen-Bénin

Le Moyen-Bénin est assez fourni en cours d'eau qui constituent des sources d'abreuvement de bétail domestique et transhumants (Figure 8).

En effet, il est parcouru par le fleuve Ouémé et de ses affluents à régime plus ou moins permanent servant de sources d'abreuvement de bétail transhumant (Photo 7). Il s'agit de la Beffa (le plus grand affluent avec un bassin versant estimé à 197.000 km²) de l'Okpara, du couffo. En plus de ces cours affluents, il y a des ruisseaux et des rivières à régime temporel tels que Nonomi, Kilibo, Odokoto, etc.

Les deux cours d'eau ont un régime hydrologique unimodal. En effet, ils sont influencés par le climat de type soudanien à deux saisons tranchées. L'étiage et les faibles débits s'enregistrent de décembre à mai-juin ou les valeurs sont presque nulles. Mais, en septembre, le débit atteint son maximum. La valeur optimale varie d'une année à l'autre selon la pluviométrie. La période de hautes eaux dure entre 5 et 6 mois.

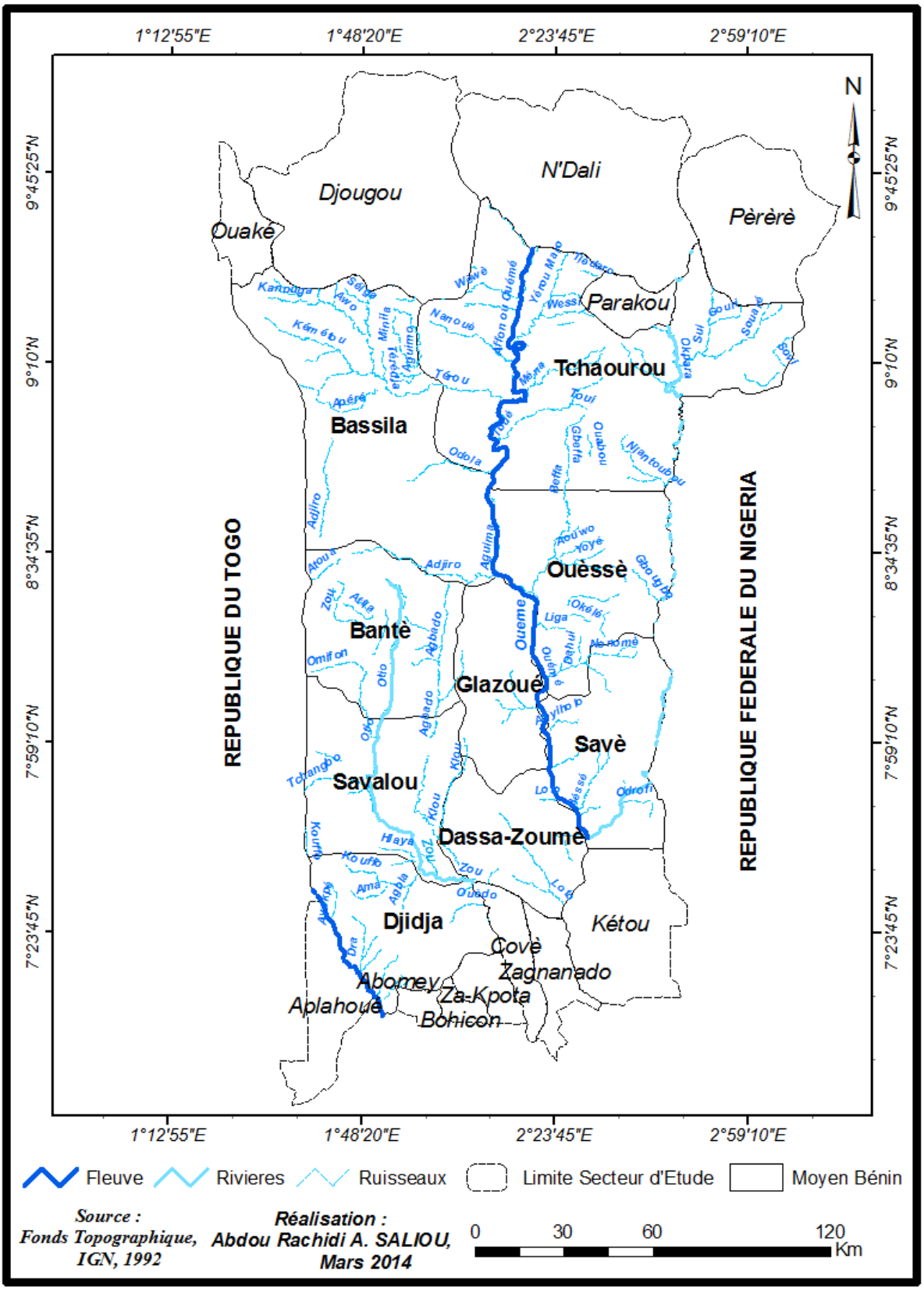


Figure 8. Réseau hydrographique du Moyen-Bénin

Ce riche potentiel en cours d'eau dans le Moyen-Bénin constitue un facteur d'attractivité de la zone aux transhumants en provenance des départements du Borgou, de l'Atacora, de l'Alibori et des pays frontaliers au Bénin, dont le Niger, le Burkina Faso et le Nigeria.

Du point de vue agronomique, les vallées des cours d'eau sont convoitées par les transhumants en période sèche, de grande transhumance à cause de la présence de certaines espèces fourragères. Au nombre de ces espèces, on peut citer *Andropogon tectorum, A. schirensis, Brachiaria falcifera, Schizachyrium sanguineum, Mitragyna inermis, Pterocarpus erinaceus, Khaya senegalensis,* etc.



Photo 7. Troupeau transhumant traversant la rivière Couffo dans la Commune de Djidja (Cliché Saliou, Août 2014)

La présence des cours d'eau est déterminante pour la disponibilité de fourrage dans les vallées et dépressions pendant la saison difficile de transhumance.

2.1.2 Caractéristiques socio-démographiques et économiques

Le contexte socioéconomique et démographique du Moyen-Bénin concerne l'évolution démographique, les groupes socioculturels qui y résident et les activités économiques qu'ils y mènent.

2.1.2.1 Evolution démographique

Les résultats des quatre recensements de la population au Bénin, dont 1979, 1992, 2002 et 2013, montrent une évolution croissante de la population dans les neuf communes du Moyen-

Bénin (Figure 9). Le taux d'accroissement de la population est de 3.11% entre 1979 et 1992, 4.48% entre 1992 et 2002, puis 4.56% entre 2002 et 2013 (INSAE, 2013).

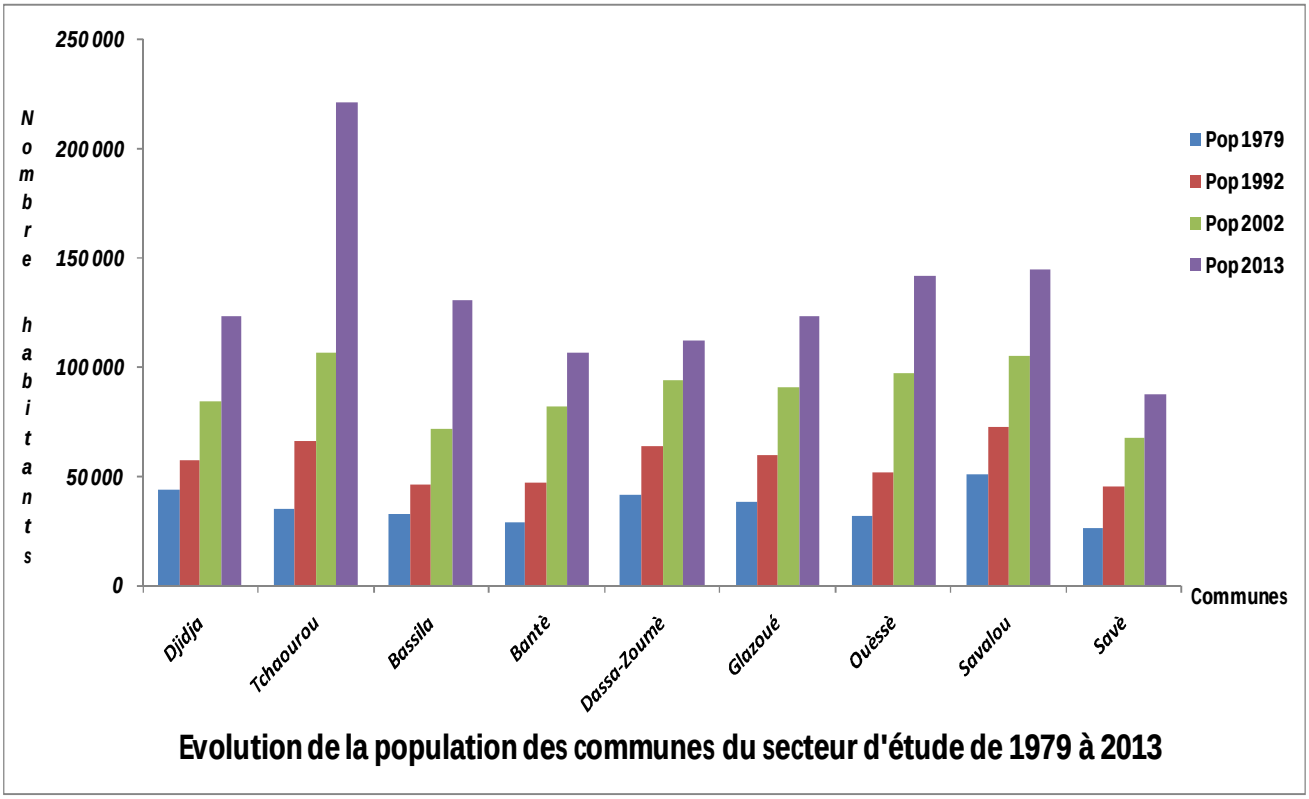


Figure 9. Evolution de la population du Moyen-Bénin entre 1979 et 2013

Ces différents chiffres traduisent le caractère encore dynamique de la démographie dans cette région à l'instar de la tendance nationale. L'accroissement naturel de la population et le fort taux d'immigration que connaît le Moyen-Bénin, expliquent bien une telle croissance démographique.

2.1.2.2 Groupes socioculturels de la région d'étude

Le groupe des Yoruba et apparentés est majoritaire (environ 47%) selon RGPH3. Il est composé des Tchabè (présents dans les communes de Savè, Ouèssè, et Tchaourou), des Idaïtcha qui peuplent les communes de Dassa et de Glazoué, les Ica et Ifè présents à Bantè et les Manigri concentrés dans la commune de Bassila. Ce groupe considéré comme autochtone dans la région s'adonne majoritairement à l'agriculture.

Concernant les Fon et apparentés, ils constituent 35% de la population de la région d'étude et constituent de fait le second groupe socioculturel considérant le poids démographique. Ce groupe est constitué en majorité de Mahi installés dans les communes de Savalou, Glazoué et Ouèssè ; de Fon dans la commune de Djidja, et en provenance du plateau d'Abomey qui colonisent la région, notamment Savè et Ouèssè. Ils sont pour la plupart des colons agricoles qui quittent de plus en plus le Sud pour migrer vers le Moyen-Bénin en quête de terres agricoles

encore disponibles. Ils s'adonnent beaucoup aux activités agricoles, à la production et la commercialisation du charbon de bois, à l'exploitation forestière, au détriment des aires de pâturages et des ligneux fourragers dans la région d'étude.

Les Baatombu rencontrés principalement dans la commune de Tchaourou sont quant à eux agriculteurs.

Les Lokpa, Yom, Wao et Biali en quête de terres fertiles viennent des communes de Matéri, Boukoumbé, Djougou et sont majoritairement des agriculteurs.

Le dernier groupe dispersé dans la population est formé de Peulh, agro-éleveurs pour les sédentaires qui s'organisent pour leur habitat en campement ou « Gah » ; les transhumants présents en saison sèche et totalement éleveurs proviennent des départements de l'Alibori, du Borgou, parfois de l'Atacora, et des pays voisins, notamment le Niger, le Burkina-Faso et le Nigeria.

2.1.2.3 Activités socioéconomiques

L'économie du secteur d'étude repose essentiellement sur l'agriculture. Les principales cultures pratiquées sont : *Zea mays* (maïs), *Arachis hypogaea* (arachide), *Manihot esculenta* (manioc), *Vigna unguiculata* (niébé), *Sorghum bicolor* (sorgho), *Anacardium occidentale* (anacardier) et *Oryza sativa* (riz) cultivé dans les bas-fonds avec l'appui des grands programmes de développement agricole proposés par le gouvernement. Les populations du Moyen-Bénin se consacrent essentiellement à l'agriculture à près de 79% et au commerce à environ 21% (INSAE, 2013).

Cette activité constitue la première source de revenu de plus de 65% des personnes enquêtées. Plus de 6% s'adonnent aux autres activités telles que le commerce, la transformation, l'élevage, la pêche et l'artisanat.

Le commerce repose surtout sur la distribution de denrées alimentaires, de produits manufacturés et de produits d'exportation tels que les noix d'anacarde et le piment. Le marché de Glazoué constitue le plus important marché du secteur d'étude et aussi l'un des plus grands marchés du Bénin. Ce marché, véritable carrefour de vente des produits vivriers de toute nature est fréquenté par les commerçants aussi bien nationaux qu'étrangers (notamment du Niger et du Togo). Les activités commerciales concernent la vente des produits agricoles d'une part et la vente d'articles importés d'autre part. Tout le secteur entretient des échanges commerciaux avec le Nigeria notamment avec la vente de l'essence frelatée communément appelée 'Kpayo' mais aussi dans la friperie, la vente des tissus et aussi des produits électroniques venant du même pays. Du coté Ouest, un commerce florissant se développe avec le Togo dans les échanges des produits agricoles dans les localités frontalières que sont Bantè, Tchetti et Bassila.

L'élevage constitue la troisième activité des populations après l'agriculture et le commerce et se pratique toujours à l'état traditionnel. Les espèces d'élevage rencontrées sont les bovins et ovins, les caprins, les porcins et la volaille. On y rencontre des troupeaux transhumants et semi-nomades venant généralement du Nigeria. Ces troupeaux arrivent pendant la saison sèche, séjournent temporairement dans le secteur d'étude précisément dans les localités de Konkondji (Savalou), Kika (Tchaourou), le long des cours d'eau Ouémé, Zou et Okpara. Selon les enquêtes de terrain, l'élevage occupe plus de 13% des personnes interrogées.

L'artisanat est encore à l'état informel. On retrouve des artisans du cuivre, des sculpteurs. Aussi, existe-t-il des centres de métiers comme le tissage, la couture, la fabrication des pièces de rechange des pompes hydrauliques et de nombreuses unités de transformation des produits agricoles, etc. La pêche est peu développée et se pratique le long des principaux cours d'eau notamment l'Ouémé et ses affluents que sont le Zou et l'Okpara.

Quant au secteur industriel, il reste encore très modeste malgré la présence de quelques unités de productions et de transformation telles que les usines d'égrenage de Glazoué , Savalou, Paouignan (Dassa), Zinzinkanmè (Savalou) et la SUCOBE (Savè).

L'exploitation forestière a pris de l'ampleur ces dernières années dans le Moyen-Bénin, avec pour cible principale, les réserves forestières dans la zone du confluent de l'Okpara, et les forêts classées de la zone. Ainsi, les forêts villageoises sont exploitées pour la production du bois d'œuvre, du bois de chauffe et la production du charbon de bois (Edea, 2002).

Le milieu socio-économique exerce une pression sur les ressources du milieu et participe de ce fait à la dynamique du paysage avec pour conséquence majeure la dégradation des ressources naturelles du milieu dont essentiellement la végétation.

2.2 ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL ET POLITIQUE DE GESTION DE LA TRANSHUMANCE

2.2.1 Contexte politique de gestion de la transhumance

La décentralisation est un processus de désengagement de l'Etat, une politique mise en place depuis les années 1990 par le Gouvernement Béninois en vue de responsabiliser les collectivités territoriales. A cet effet, l'Etat doit assurer un transfert effectif de certaines de ces prérogatives aux collectivités locales. La décentralisation apparaît à travers certains textes disponibles comme une manière de déconcentrer certaines responsabilités et de donner le pouvoir de gestion aux communes (Rochegude, 2000).

Ainsi, la Loi n°97-029 portant sur l'organisation des communes en République du Bénin, stipule en son article 82 que « la commune concourt avec l'Etat et les autres collectivités à la protection

de l'environnement et du cadre de vie ». Plus loin en son article 94, «la commune veille à la protection des ressources naturelles, notamment des forêts, des sols, de la faune, des ressources hydrauliques, des nappes phréatiques et contribue à leur meilleure utilisation» (Rochegude, 2000).

Les communes à travers la Loi n°97-029 ont constitué des circonscriptions rurales telles que les arrondissements et les quartiers ou les villages.

La mise en place des collectivités décentralisées dans les zones à vocation pastorale ainsi qu'une représentativité significative des éleveurs dans les organes des collectivités territoriales décentralisées constituent une réussite pour réaliser le pastoralisme et la gestion de la transhumance transfrontalière.

Avec la politique de la décentralisation, la Loi 97-029 du 15 février 1999 portant organisation des communes transfère la gestion de la transhumance aux communes, et elle permet de mettre l'accent sur la gestion des ressources naturelles.

2.2.2 Cadre institutionnel et organisationnel de la transhumance dans le Moyen-Bénin

Plusieurs institutions/organisations sont impliquées dans la gestion de la transhumance au Moyen-Bénin. Parmi elles on peut citer entre autres :

- Le Centre Régional de la Production Agricole (CARDER ex-CeRPA) ;
- Le service forestier à travers les Cellules Techniques d'Aménagement Forestier (CTAF) ;
- L'Union Départementale des Organisations Professionnelles des Eleveurs de Ruminants (UDOPER, 2002) ;
- L'Union Communale des Organisations Professionnelles des Eleveurs de Ruminants (UCOPER) ;
- Le Groupement Villageois des Producteurs de Coton (GVPC) ;

Notons également le rôle du pouvoir coutumier dans l'organisation et le déroulement de la transhumance, détenu par les Rouga et Gasso ; et l'appui des ONGs dans la gestion des conflits liés à la transhumance.

2.2.3 Cadre législatif et réglementaire de la transhumance

2.2.3.1 Niveau national

Au niveau national, plusieurs textes de lois ont été émis en vue de réglementer la transhumance sur le territoire Béninois. Ces textes ont été pris suite aux dégâts tant matériels qu'humain causés par les transhumants transfrontaliers. Parmi ceux-ci, on peut citer entre autres les problèmes d'ordre socio-économiques que les autorités ont évalués pour la seule période de

1986–1994 à plus de 200 ha de champs endommagés, soit une perte de 20.000.000 de f CFA dont seuls 2.435.000 FCFA ont pu être récupérés au profit des agriculteurs victimes.

Les Lois et arrêtés concernant la gestion de la transhumance se présentent comme suit :

- Loi n°87-013 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance. Cette Loi prévoit, pour tout troupeau devant venir en transhumance au Bénin, les postes d'entrées, les itinéraires à partir de ces postes d'entrées et les zones d'accueil ou de transhumance (voir articles 13, 14, 15 de la présente Loi en annexe). Cette Loi détermine la période de transhumance en République du Bénin qui débute en décembre et finit en avril de l'année suivante (voir article 17 en annexe). Le retour des éleveurs et de leurs troupeaux dans leur pays d'origine est obligatoire. Par ailleurs, cette Loi indique que tout transhumant doit détenir un Certificat International de Transhumance (article 19 en annexe) et est tenu d'observer la réglementation en vigueur au Bénin en matière de circulation des biens et des personnes ;
- L'arrêté n°165/MDRAC/DGM/DAFA/SAA du 12 juin 1989 portant fixation d'une taxe nationale de pacage sur le cheptel bovin sur toute l'étendue du territoire de la République du Bénin. Ce texte crée une taxe obligatoire de pacage et d'utilisation des aménagements pastoraux de cent (100) FCFA par bovin vivant sur toute l'étendue du territoire national. Les ressources de cette taxe seront versées dans un compte spécial intitulé « Fonds National pour la Protection de l'Environnement et la Promotion de l'Elevage » ;
- L'arrêté interministériel n°010/MISAT/MDR/D-CAB du 20 janvier 1992 portant création, organisation, attribution et fonctionnement des comités de transhumance. Cet arrêté des comités de transhumance est appliqué aux niveaux national, départemental, communal et arrondissement pour coordonner les actions en matière de transhumance. Ces comités sont chargés de préparer la transhumance, d'en suivre le déroulement et d'apporter des solutions aux problèmes qui viendraient à surgir, selon une approche concertée ;
- L'arrêté interministériel n°0039/MSAT/MDR/DCAB du 31 mars 1994 portant organisation de la transhumance 1993-1994. Cet arrêté institue, au niveau des départements de l'Atacora, de l'Atlantique, du Borgou, de Mono et du Zou, des postes d'entrées, des couloirs d'accès aux zones de pâturages, des zones d'accueil ou de pâturages, des taxes d'entrée et un dépôt de caution d'entrée. Il détermine les périodes de transhumance dans les départements cités plus haut pour les troupeaux étrangers, fixe la taxe d'entrée à 50 FCFA par tête de petit ruminant et 200 FCFA par tête de bovin. Le montant de la caution est de 5.000 FCFA par tête de bovin et 500 FCFA par tête de petit ruminant, remboursable à la sortie.

2.2.3.2 Niveau sous-régional

Des efforts ont été faits par la Communauté des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) dans le but de réglementer la transhumance dans les pays concernés. C'est pourquoi lors de la 21ème session ordinaire de la conférence des chefs d'Etat et de gouvernement tenue à Abuja du 30 au 31 octobre 1995, une décision a vu le jour. Il s'agit de la décision A/DEC.5/10/98 relative à la réglementation de la transhumance entre les Etats membres de la CEDEAO.

Dans le cadre de l'intégration régionale, des réunions ont été convoquées à maintes reprises pour l'harmonisation du certificat international de la transhumance transfrontalière, il s'agit surtout de faire les points sur les modalités de mise en application du certificat.

Cependant, ces textes restent non seulement fragmentaires, mais on observe également une insuffisance dans leur application.

Outre les textes de la CEDEAO, il existe certains accords sous-régionaux :

- Accord n°5/CE/CEBV/CM/71 du 23 juillet 1971 portant sur les pistes à bétail. Les pays l'ayant ratifié sont : Côte d'Ivoire, Bénin, Burkina Faso, Niger et Togo. Cet accord détermine les itinéraires officiels pour l'acheminement du bétail d'un Etat à un autre et qui doivent être respectés par les tiers ;
- Accord n°7/CE/CEBV/CM/72 du 03 février 1972 portant convention sur la police sanitaire et décision n°7/76/CM du 07 avril 1976 portant modification. Ce texte définit le cadre consensuel pour tout échange du bétail et de la viande ;
- Accord CEBV relatif à la réglementation de la transhumance (02 mars 1991). Cet accord fixe les principes de réglementation de la transhumance entre les Etats membres et le principe de l'autorisation de la transhumance entre les Etats. Il stipule en outre en son article 16 que «les éleveurs transhumants bénéficient de la protection des Autorités dans les zones d'accueil, leurs droits fondamentaux sont garantis par les institutions judiciaires du pays d'accueil dont ils sont tenus au respect de la législation». L'accord définit les conditions de déplacement des hommes et des animaux (devoirs administratifs et techniques, respect des itinéraires, des zones d'accueil et des périodes de transhumance).
- Accord cadre réglementant la transhumance entre les pays membres du CILSS. Cet accord reprend et complète les principes de base contenus dans l'accord CEBV. Mais il précise que cet accord ne concerne pas les animaux de commerce. Il impose la détention du certificat international de transhumance. Ce certificat est imposé également par les autres Etats membres de la CEDEAO.

Ces accords et législations restent fragmentaires en ce sens que beaucoup d'incohérences sont observées entre les dispositions et les actions sur le terrain. Les pistes à bétail et les couloirs de passage ne sont plus respectées compte tenu de l'état de dégradation avancée des ressources pastorales se trouvant sur ces axes. Le problème qui se pose se trouve au niveau de l'application effective des textes de Loi.

Les textes de Loi qui sont pris tant par l'Etat Béninois que par la Communauté Economique Des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) n'ont pas été à la hauteur des attentes pour résoudre avec efficience les problèmes liés aux pratiques de transhumance transfrontalière. Cet état de fait peut s'expliquer par l'inadaptation des textes de Loi aux réalités locales et de son incohérence au niveau des Etats.

Mais on constate le rôle indéniable joué par les conventions locales dans la prévention et la gestion de la transhumance transfrontalière dans le Moyen-Bénin.

L'atteinte des objecifs de la présente thèse nécessite l'adoption d'une approche méthodologique spécifique.

CHAPITRE TROISIEME : DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La démarche adoptée pour ce travail concerne les fondements et l'approche méthodologique par objectif spécifique. Cette démarche tourne globalement autour de la variabilité climatique, la cartographie et la prédiction des habitats potentiels de distribution des espèces fourragères, l'analyse des conflits liés à la pratique de la transhumance, l'évaluation de l'accessibilité aux ressources pastorales, l'analyse des états passés, présents, futurs de la végétation des parcours de transhumance et la spatialisation de leurs vulnérabilités climatiques.

3.1- FONDEMENTS THEORIQUES

Pour mieux appréhender la dynamique des parcours de transhumance en condition de variabilités climatiques, l'approche modélisation de l'état des parcours de transhumance et analyse de l'occupation du sol au regard de l'évolution des variables bioclimatiques et activités anthropiques a été adoptée. Différents scénarii de modèle de circulation climatique ont été utilisés pour comprendre la niche écologique des espèces fourragères et prédire leur distribution future. L'opérationnalisation de ce modèle d'analyse a fait appel aux outils de la télédétection, du Système d'Information Géographique, de la cartographie, de la phytogéographie et des enquêtes socio-économiques.

Pour atteindre les objectifs à travers la vérification des hypothèses, une approche méthodologique par objectif spécifique a été adoptée.

3.2 METHODES DE COLLECTE DES DONNEES

Elles sont relatives aux enquêtes de terrain, aux collectes des données cartographiques, de modélisation de la niche écologique des espèces fourragères, de variabilité climatique dans les parcours de transhumance, de leur dynamique et leurs vulnérabilités climatiques.

3.2.1 Collecte des données d'enquêtes socio-économiques

Elles concernent les outils de collecte, l'échantillonnage et les données collectées.

Dans le cadre de cette thèse, les données d'enquêtes socio-économiques ont été collectées auprès de différents acteurs par interview individuel ou par focus group. Les outils de collectes utilisés sont le questionnaire pour les enquêtes individuelles auprès des transhumants, agriculteurs, charbonniers, exploitants forestiers et le guide d'entretien pour les focus group avec aussi bien les structures d'appui à la gestion de la transhumance dont l'UCOPER, la CTAF, le Service Néerlandais de Coopération (SNV) que les transhumants.

Avec les transhumants, les données ont été collectées sur les types de transhumance, les périodes de transhumance, les connaissances endogènes sur les types de pâturages, les espèces fourragères herbacées et ligneuses les plus sollicitées au cours de la transhumance, les infrastructures hydro-pastorale, les itinéraires empruntés, les modes d'accessibilité aux ressources pastorale et hydrique, l'appréciation de l'évolution de la pluviométrie et de la température, les indicateurs endogènes d'installation et de fin de la pluviométrie, les questions liées à la variabilité climatique et ses impacts sur les parcours de transhumance, les connaissances endogènes sur les risques et vulnérabilités climatiques, les questions de durabilité des ressources pastorales et hydriques, la restauration des parcours, l'occurrence des conflits et leurs gestion, les stratégies d'adaptation des transhumants.

L'information sur l'effectif de la population des transhumants n'étant pas disponible, il n'a donc pas été possible de faire un échantillonnage adéquat. En cconséquence, plusieurs rencontres organisées sur les différents marchés de bétail avec les secrétaires de ces marchés et des responsables des associations locales des éleveurs ont permis non seulement d'identifier certains transhumants présents sur le marché, mais aussi les campements d'autres. Au total, 196 transhumants ont été interviewés.

Quant aux membres de comité de gestion de la transhumance, sur 108 membres des 9 communes, 45 individus organisés en focus group de 5 par commune ont été interviewés à l'aide d'un guide d'entretien.

Concernant les agriculteurs, les questions individuelles abordées ont concerné les connaissances et pratiques portant sur les facteurs écologiques, environnementaux et climatiques. Il s'agit de l'évolution de la pluviométrie et de la température sur plusieurs décennies dans la région et leurs impacts sur les parcours de transhumance, les connaissances locales sur les conditions d'avènement de la pluie, appréciation de la quantité d'eau qui tombe, le respect des couloirs de passage d'animaux transhumants, la dégradation des terres de cultures, relations avec les transhumants, stratégies d'adaptation, conflits. L'échantillonnage a été fait au départ par choix raisonné. Il a donc porté sur les agriculteurs dont les aires de cultures occupent soit une partie de couloirs de passage de bétail, ou s'y trouvent à au plus 5 km de ceux-ci. Grâce aux membres de comités de gestion de la transhumance des différentes communes concernées dans le secteur de recherche, 1555 agriculteurs remplissant les différentes conditions de choix ont été identifiés. Sur les 1555 agriculteurs identifiés, 185 individus ont tirés au hasard, dont 25 interviewés dans la commune de Tchaourou, 15 dans la commune de Djidja, 15 dans la commune de Dassa, 15 dans la commune de Glazoué, 15 dans la commune de Bantè, 25 dans la commune de Bassila, 25 dans la commune de Ouèssè, 25 dans la commune de Savalou, 25 dans la commune de Savè.

45 charbonniers et 45 exploitants forestiers ont été interviewés sur le régime foncier et le mode d'accès aux ressources forestières, la disponibilité et l'accessibilité aux ressources forestières, épuisement du bois d'œuvre, impacts de la dégradation des formations végétales, efforts de reboisement et de restitution de potentiel ligneux à la forêt. 15 membres de structures de gestion de la transhumance dont 5 au niveau de la SNV, 5 de l'UCOPER et 5 des CTAF ont été interviewés.

3.2.2 Collecte de données cartographiques

Pour les données sur la cartographie des parcours et points d'abreuvement des parcours de transhumance, la recherche des documents planimétriques a consisté à faire l'état des lieux des différents documents cartographiques récents couvrant le Moyen-Bénin. Un inventaire exhaustif des cartes topographiques, des cartes thématiques, et des images satellites disponibles sur le secteur d'étude est fait. Ces différents documents cartographiques sont évalués à partir de leur date d'édition, leur échelle et la qualité des informations afin de décider ou non de leur utilisation dans le cadre de la thèse. Cet inventaire est fait au niveau du Centre National de Télédétection et de surveillance du couvert végétal (CENATEL), de l'Institut Géographique National (IGN), des projets forestiers (PAMF, PAGEFCOM, PGFTR), des Laboratoires spécialisés de l'Université d'Abomey-Calavi et des sites internet spécialisés tels que Global Land Cover Facility et Google Earth.

Le levé GPS des limites des couloirs de passage, des points d'eau, des aires de pâturages, des troupeaux transhumants sont conduits par un comité composé de populations riveraines (surtout agriculteurs et éleveurs), de membres du comité de gestion de la transhumance.

Les limites sont enregistrées au GPS (Global Positioning System). Le recepteur GPS Garmin etrex de ± 2 m de précision est utilisé. Le GPS est réglé sous le mode WGS 1984 UTM 31N.

Deux types d'enregistrement GPS sont utilisés : les waypoints qui sont des positions marquées et des tracking qui sont des enregistrements continus. Les waypoints sont pris de façon systématique et à une équidistance de 25-100 m selon la taille ou la distance à parcourir.

3.2.3 Collecte de données de modelisation de la niche écologique

La modélisation de la niche écologique et de la distribution des espèces fourragères importantes dans Moyen-Bénin a nécessité la collecte de données d'occurrence d'espèces, de variables environnementales et bioclimatiques et des données de scénarii climatiques (Schwartz, 2012). Il s'agit des coordonnées géographiques en latitudes et en longitudes de présence des huit espèces fourragères les plus appétées que sont les ligneux *Afzelia africana, Daniellia oliveri, Pterocarpus erinaceus, Khaya senegalensis* ; les graminées *Andropogon gayanus, Andropogon tectorum, Andropogon chinensis,* et *Andropogon schirensis.* Ces données de présence ont été

prises à l'aide d'un GPS. Elles ont été complétées par les points de présence des différentes espèces dans certains pays de l'Afrique de l'Ouest dont le Togo, le Niger, le Burkina-Faso, le Ghana et le Nigeria non collectés sur le terrain, mais disponibles sur le site de GBIF (Hijmans *et al.*, 2005). La collecte des données liées aux coordonnées des points d'occurrence des espèces a été effectuée de septembre 2013 à avril 2014. Ces points de contact de chacune des espèces sur le terrain sont pris à chaque 500 m suivant des couloirs de passage de bétail dont la largeur varie entre 25 m et 30 m. Des coordonnées des différentes espèces issues de l'inventaire forestier de 2013 dans les forêts villageoises de Idadjo, Boé et forêt classée de Pénéssoulou, respectivement dans les communes de Ouèssè, Tchaourou et Bassila ont également été exploitées à cet effet.

Les variables environnementales et bioclimatiques utilisées ont été obtenues à partir des données brutes de Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005). Le tableau I présente les différentes variables environnementales.

Tableau I. Variables environnementales et bioclimatiques du modèle

Code	Paramètres environnementaux et bioclimatiques	Code	Paramètres environnementaux et bioclimatiques
Bio _1	Température moyenne annuelle	***Bio_12***	Précipitation annuelle
Bio_2	Variation journalière moyenne des températures (moyenne mensuelle (températures max et min)	***Bio_13***	Précipitation du mois le plus humide
Bio_3	Ratio de l'amplitude thermale journalière sur l'amplitude thermale annuelle	***Bio_14***	Précipitation du mois le plus sec
Bio_4	Saisonnalité de la température (écart-type *100)	***Bio_15***	Saisonnalité de la précipitation (coefficient de variation)
Bio_5	Température maximale du mois le plus chaud	***Bio_16***	Précipitation du trimestre le plus humide
Bio_6	Température minimale du mois le plus froid	***Bio_17***	Précipitation du trimestre le plus sec
Bio_7	Variation annuelle de température	***Bio_18***	Précipitation du trimestre le plus chaud
Bio_8	Température moyenne du trimestre le plus humide	***Bio_19***	Précipitation du trimestre le plus froid
Bio_9	Température moyenne du trimestre le plus sec	***Landcover***	Couverture du sol
Bio_10	Température moyenne du trimestre le plus chaud	***Alt***	Altitude
Bio_11	Température moyenne du trimestre le plus froid	***Soil***	Nature du sol

Source : Hijmans *et al.*, 2005, http://www.worldclim.org/

Les quatre scénarii retenus sont ceux issus des Parcours de Concentration Représentatifs (PCR) encore appelé RCP (Représentative Concentration Pathways) (Moss, 2010). Il s'agit de scénario optimiste (RCP 8.5), pessimiste (RCP 2.6) et intermédiaires (RCP 4.5 et RCP 6.0).

3.2.4 Collecte de données de dynamique des parcours de transhumance

La dynamique prédictive de la végétation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin a été étudiée à partir des facteurs anthropiques de l'évolution des parcours de transhumance et de la prédiction de cette évolution.

Les facteurs anthropiques pris en compte pour la dynamique des parcours de transhumance sont ceux relevés dans la littérature et confirmés par les enquêtes de terrain. Ils concernent la densité de population, les migrations agricoles, l'évolution du cheptel transhumant (Oloukoi, 2012, Arouna, 2012), l'exploitation forestière, la fabrication du charbon de bois et les feux de végétation. Ces différentes données ont été collectées respectivement à l'Institut National de Statistiques et de l'Analyse Economique (INSAE), à la Direction des Statistiques Agricoles (DSA), à la Direction de l'Elevage (DE).

Les parcours de transhumance identifiés pour cette thèse sont ceux des terres fermes, de dépression et post-culturaux ou culturaux.

Les parcours de terre ferme définis sont constitués de ressources hydriques et agro-pastorales exploitées sur plateau par les troupeaux transhumants essentiellement pendant la période humide allant de juillet à octobre. Concernant les parcours de dépresson, ils constituent des espaces exploités en pleine période sèche où le fourrage vient à manquer dans les autres types d'écosystèmes. Ce sont les pâturages situés au niveau des vallées des cours d'eau, dans les bas-fonds. La durée d'exploitation va généralement du mois de janvier jusqu'à l'arrivée des premières pluies (juin). Quant aux parcours culturaux ou post-culturaux, ils sont ceux exploités après les récoltes des cultures par les agriculteurs et avant le passage des feux tardifs correspondant au début de la saison sèche.

Les données cartographiques collectées pour la modélisation des types de parcours concernent les couches cartographiques extraites des cartes d'occupation du sol, de l'utilisation des terres, de bas-fond, de zone d'accumulation d'eau et de la carte pédologique dans le Moyen-Bénin.

3.2.5 Collecte des données de variabilité climatique et de vulnérabilités des parcours de transhumance

Pour l'analyse des variabilités climatiques dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin, Les précipitations, les températures et l'évapotranspiration potentielle (ETP) sont les trois paramètres utilisés. Ainsi, une série de ces données climatologiques de 1965-2010 collectées sur des stations et postes pluviométriques au niveau de la Direction Nationale de la Météorologie

ont été utilisées au cours de cette recherche. Le choix de cette série se justifie par le fait que «la période climatique entre 1960 et 2000 a été significative d'épisodes de déficits de précipitations, en 1972-1973, 1982-1984 et 1997-1998, traduites par des réductions pluviométriques importantes, très marquées dans le Sahel, devenu aride. La tendance globale de la région s'est traduite par un déplacement des isohyètes de 150 à 200 km vers le Sud. Toutes les autres parties de la région, soudanienne et guinéenne, ont connu également des baisses de quantité d'eau et du nombre de jours de pluie pendant la période de mousson» (Blivi, 2013.)

Dix stations et postes pluviométriques ont été retenus à cet effet. Le tableau II présente les caractéristiques des différentes stations dont les données ont été exploitées.

Tableau II. Caractéristiques des stations et postes pluviométriques retenus

Stations	Types	Latitude	Longitude	Altitude	Année d'ouverture	Mesures
Tchetti	Pluviométrique	07°38N	01°40E	358 m	1964	Température, Précipitation, ETP
Dassa-Zoumè	Pluviométrique	07°45N	02°10E	155 m	1941	Température, Précipitation, ETP
Bantè	Pluviométrique	08°25N	01°53E	264 m	1942	Température, Précipitation, ETP
Ouèssè	Pluviométrique	08°28N	02°27E			Température, Précipitation, ETP
Savalou	Pluviométrique	07°50N	01°59E	174 m	1921	Température, Précipitation, ETP
Zagnanado	Pluviométrique	07°13N	02°23E			Température, Précipitation, ETP
Parakou	Synoptique	09°21N	02°37E	382 m	1921	Température, Précipitation, ETP
Toui	Pluviométrique	08°41N	02°33E		1964	Température, Précipitation, ETP
Bohicon	Synoptique	07°09N	02°03E	166 m	1921	Température, Précipitation, ETP
Savè	Synoptique	07°56N	02°26E	199 m	1921	Température, Précipitation, ETP

Source : ASECNA, 2012

Il est fondamental d'étudier les modifications significatives des paramètres climatiques ainsi que leurs impacts sur la végétation naturelle pour déterminer de véritables politiques de gestion des ressources végétales et des sources d'abreuvement dans les parcours de transhumance.

La question des vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance à l'échelle spatiale, à partir d'approche de modélisation multifactorielle, a été abordée dans ce travail. Il s'agit de vulnérabilités liées aux risques d'inondation, d'érosion hydrique (Dumas, 2004) et de sécheresse dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin. Pour l'élaboration des cartes de vulnérabilité des parcours à ces différents risques, les facteurs sont considérés comme ayant la même importance et, par conséquent, interviennent avec la même pondération lors des croisements dans le SIG.

Les données collectées pour la modélisation des différentes vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance se présentent comme suit (Tableau III) :

Tableau III. Données de vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance

Vulnérabilités	Facteurs en jeu	Indices calculés	Données collectées	Source
Inondation	-Facteur climatique	Indice pluviométrique	Pluviométrie Moyenne annuelle de 1981 à 2010	Direction Nationale de Météorologie
	-Facteur topographique	Indice topographique	Image SRTM, 2012, 90 m de résolution	GLCF
	-Facteur accumulation d'eau	Indice d'accumulation d'eau	Image SRTM, 2012, 90 m de résolution	GLCF
	-Facteur couverture végétale	indice de couverture végétale	Image Landsat ETM+2010, 30m de résolution	GLCF
Erosion	-Facteur climatique	Indice pluviométrique	Pluviométrie Moyenne annuelle de 1981 à 2010	Direction Nationale de Météorologie
	-Facteur topographique	Indice topographique		DNM, 2012
	-Facteur occupation du sol	Indice d'occupation du sol	Image Landsat ETM+2010, 30m de résolution	GLCF
	-Facteur pédologique	Indice pédologique	Carte pédologique du Bénin au 1/200000	ORSTOM, à partir de la carte topographique IGN Afrique de l'Ouest, feuilles NC-31-XXI-NC-31-XXII
Sécheresse	-Facteur climatique	Indice de Déficit Pluviométrique (IDP)	Pluviométrie Moyenne annuelle de 1981 à 2010	Direction Nationale de Météorologie
	-Facteur couverture végétale	Indice Pluviométrique Standardisé (SPI)	Pluviométrie Moyenne annuelle de 1981 à 2010	Direction Nationale de Météorologie
		Indice de Végétation (NDVI)	Image Landsat ETM+2010, 30m de résolution	GLCF

3.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES

- Les données d'enquêtes socio-économiques collectées ont été dépouillées. Un codage dans le logiciel SPSS 18 s'en est suivi avec des analyses, l'application du test de rang de Kendall et des croisements de données.

  La démarche méthodologique de classement en rang des facteurs de vulnérabilité selon l'importance de leur impact se présente comme suit :

  Pour faire ce classement, chaque enquêté a été amené à attribuer un rang d'importance à chaque facteur de vulnérabilité des ressources fourragères. Ensuite, le rang d'un facteur de vulnérabilité par groupes d'acteurs *i* (agriculteurs, éleveurs, etc.) a été déterminé à partir de l'indice de fidélité (*IF*) de ces acteurs à attribuer un rang *k* à un facteur *j*. Ces facteurs ont ensuite été classés en fonction des valeurs décroissantes de l'indice. Cet indice est calculé selon la technique de Bio Sannou (2014) et, a pour formule :

$$IF_k = \frac{I_{ij}}{I_i} \times 100$$

  Où I_{ij} : Nombre d'enquêtés du groupe d'acteurs *i* ayant choisi le facteur *j* au rang *k* ; I_i: Nombre total d'enquêtés du groupe d'acteurs *i*.

  Le test de rang de Kendall a été utilisé pour comparer les rangs attribués à chaque facteur selon les groupes d'acteurs, l'âge, l'origine, le niveau d'instruction et les groupes socioculturels.

- Les données GPS relevées sur le terrain ont été déchargées à l'aide du logiciel DNR Garmin. Ces données ont été ensuite intégrées dans le Système d'Information Géographique avec le logiciel ArcGIS 10. Ces données sont organisées suivant les éléments ponctuels, linéaires et polygonaux. A partir des données de terrain, les variables de fonctionnalité et d'usage ont été distinguées. Pour apprécier le niveau d'accessibilité aux ressources pastorales et celui d'occurrence des conflits, des scores ont été attribués par les enquêtés en fonction de l'importance d'accès à ces ressources, de manifestation des conflits et suivant les entités du calendrier pastoral traditionnel à partir des données d'enquêtes socio-économiques traitées. Ainsi, on a : 1 = Accessibilité très faible/Risque très faible, 2 = Accessibilité faible/Risque faible, 3 = Accessibilité moyenne/Risque moyen, 4 = Accessibilité forte/Risque élevé, 5 = Accessibilité très forte/Risque très élevé.

  Le calendrier pastoral utilisé est décrit par (Djènontin, 2010), issu de la langue « Peulh » et réparti en cinq saisons traditionnelles de transhumance. Il s'agit des saisons de transhumance de Seeto qui correspond au début de la saison pluvieuse (mai à juin), N'dungu s'effectue en pleine saison pluvieuse (juillet à septembre), Yaanè pratiquée en début de récoltes (octobre), Dabuné

exploitée en saison sèche et froide (novembre à janvier) et Ceedu utilisée en saison sèche et chaude (février à avril).

Les techniques de traitement appliquées sont celles de numérisation des différentes entités spatiales, de l'analyse spatiale et de classification d'image Landsat grâce respectivement aux logiciels ArcGis version 10 et Envi version 5.

Des analyses spatiales ont été faites et la sélection spatiale des entités des couches cibles avec le logiciel ArcGis 10 a été adoptée. A cet effet, 16 aires de pâturages, 47 segments de couloirs de passage, 24 bras de cours d'eau, 55 points d'eau et 7 zones d'accueil traités et numérisés ont servi de couches cibles pour les analyses spatiales.

Des requêtes ont été faites sur chacune des couches d'entités afin de spatialiser leur position et les différents conflits. Les pourcentages de leur accessibilité et des conflits qui leur sont liés ont été obtenus par calcul géostatistic avec le logiciel ArcGis10 au cours des analyses spatiales.

- Diverses méthodes statistiques ont été utilisées pour modéliser la répartition spatiale des espèces fourragères et la distribution de leurs habitats favorables. Sous MaxEnt, la distribution la plus uniforme (maximum entropie) des points d'occurrence des graminées et ligneux fourragers dans le Moyen-Bénin ont pu estimer, en tenant compte de la contrainte que, la valeur prévue de chaque variable environnementale de facteur prédictif sous cette distribution estimée, apparie sa moyenne empirique (valeurs moyennes pour le jeu de données d'occurrence) (Phillips *et al.,* 2004, 2006). Ce modèle est capable de tourner aussi bien des données continues que des données catégorielles écogéographiques (Phillips *et al*., 2006). MaxEnt a été choisi parce que cette méthode ne requiert pas de données d'absence difficiles à collecter (Urbina-Cardona & Loyola, 2008) (seules des données de présence sont utilisées ici) mais aussi à cause de sa performance invariablement haute dans une étude de Elith *et al.* (2006) qui a testé 16 différents algorithmes dans 6 régions. Même si les données d'absence d'une espèce sont disponibles, elles peuvent être de valeur incertaine dans beaucoup de situations (Anderson *et al*., 2003). De ce fait, les techniques de modélisation qui ne requièrent que des données de présence ont extrêmement de valeur (Graham *et al*., 2004). La performance de MaxEnt a été également soulignée par Hernandez *et al.* (2008) pour la prédiction de la distribution des espèces dans des paysages très peu étudiés ainsi que par Hernandez *et al.* (2006) pour des prédictions avec les tailles d'échantillons très faibles.

  Les étapes de la modélisation des niches écologiques favorables suivies pour l'estimation de la distribution de *Afzelia africana, Daniellia oliveri, Pterocarpus erinaceus, Khaya senegalensis Andropogon schirensis, A. gayanus, A. chinensis, et A. tectorum* dans le Moyen-Bénin sont les suivantes :

- introduire dans l'algorithme de traitement MaxEnt, les coordonnées géographiques de l'espèce en fichier csv ;
- intégrer dans le même algorithme les enveloppes bioclimatiques disponibles pour les scenarii du climat de 2050 du modèle MIROC ;
- évaluer les données intégrées dans l'algorithme MaxEnt qui génèrera après un modèle de niche écologique favorable ;
- ajouter des délimitations géographiques, par exemple le contour du Moyen-Bénin pour affiner la lecture du modèle.

Le modèle a été ensuite évalué en utilisant l'indice dénommé "Receiver Operating Characteristics Curve " (ROC) obtenu par calcul de l'aire située sous "area under the curve" (AUC). Les valeurs de l'AUC sont interprétées telles que proposées par Swets (1988) :

AUC < 0,75 : le modèle est mauvais ; 0,75 ≤ AUC ≤ 0,90 : le modèle est passable ; et

AUC > 0,90 : le modèle est bon. Cette évaluation du modèle a été complétée par l'appréciation de la contribution de chaque variable ayant participé à l'exécution du modèle.

Selon Phillips *et al*., (2006), l'importance de chaque variable dans l'explication de la distribution d'une espèce donnée est déterminée par le test de Jackknife.

Le test de Jackknife a été utilisé pour évaluer l'importance de chaque variable environnementale dans l'explication de la distribution potentielle des espèces fourragères *Afzelia africana, Daniellia oliveri, Pterocarpus erinaceus, Khaya senegalensis, Andropogon gayanus, A. tectorum, A. chinensis, A. schirensis*. Le modèle a été tourné de nouveau en excluant chaque variable, et aussi en utilisant chaque variable isolément.

le pourcentage moyen de contribution de chaque variable pour le modèle : A chaque itération de l'algorithme, l'augmentation ou la diminution dans le gain régularisé (regularized gain) a été ajoutée ou retranchée respectivement, à l'input de la variable correspondante, donnant une estimation heuristique de la contribution de la variable environnementale pour le modèle (Sanchez-Cordero *et al*., 2005 ; Phillips *et al*., 2006).

Les données de probabilité de distribution générées par le modèle ont été cartographiées à l'aide du SIG dans le logiciel ArcGIS10. Une étape de vérité terrain des résultats s'en est suivie. La vérification effective avec les coordonnées des 20 % des points réservés pour le contrôle, et 150 points géoréférencés de prédiction de présence et d'absence tirés au hasard ont servi de confirmation ou d'infirmation dans les neuf communes de la zone de transition soudano-guinéenne (7°10'N - 10°05'N) du Moyen-Bénin. Cette vérité terrain a révélé une concordance à 85 % avec les points de contrôle. Les 15 % de points discordants ont été corrigés en absence ou présence avant l'établissement définitif des cartes de distribution.

- La prédiction de la dynamique de la végétation des parcours de transhumance a concerné les types de parcours de transhumance et l'occupation du sol dans ces parcours. La démarche adoptée a consisté à l'analyse spatio-temporelle des types de parcours de transhumance, des unités d'occupation du sol et de leur projection à court et à moyen terme. La modélisation prédictive de l'évolution de la végétation dans le Moyen-Bénin a été réalisée avec le programme "Land Change Modeler" sous ArcGIS10.

  Les images satellites Landsat de 1990, 2000, et 2010 existantes et couvrant le Moyen-Bénin ont été d'abord interprétées sur la base des données de terrain. Le logiciel ENVI 5 est utilisé. L'ensemble des pixels de chaque image satellite est alors classé suivant l'algorithme du maximum de vraisemblance extrapolant les caractéristiques spectrales des aires d'entraînement au reste de l'image. Après l'intégration des observations du terrain, les images interprétées sont exportées vers le Système d'Information Géographique ArcGIS10.

  La classification des différentes images pour l'obtention des cartes a été ensuite validéé par les différentes matrices de confusions qui sont des tableaux à double entrée comprenant les classes de végétation en lignes et les données de contrôle terrain en colonnes.

  Tableau IV. Matrice de Confusion de la classification de l'image Landsat TM 1990

		GROUND TRUTH (DONNEES DE REFERENCE)										
DONNEES DE CLASSIFICATION IMAGE LANDSAT TM 1990	***CLASSE***	***FD***	***GF***	***FCSB***	***SAA***	***AFF. ROCH***	***FM***	***EAU***	***CJ***	***PLANT***	***AGG***	***TOTAL***	***EURREUR DE COMMISSION UA(%)***
	FD	921	19	35	20	5	5	0	5	9	0	1019	90,63
	GF	104	1050	25	2	2	6	5	6	3	0	1203	93,14
	FCSB	151	15	532	3	3	1	1	32	8	0	746	93,42
	SAA	13	71	54	1875	7	1	3	50	13	0	2087	92,51
	AFF. ROCH	1	0	7	12	600	0	0	2	0	0	622	98,13
	FM	1	0	0	2	1	703	205	0	0	0	912	95,32
	EAU	1	0	0	0	0	176	756	0	0	0	933	93,75
	CJ	2	10	15	30	1	2	7	600	39	10	721	94,79
	PLANT	5	5	7	20	10	3	1	57	203	15	326	84,18
	AGG	4	2	1	15	5	3	1	94	11	257	393	94,37
	TOTAL	1213	1122	746	1979	634	950	929	821	286	282	8962	
	ERREUR D'OMISSION PA (%)	75,9	93,6	94,7	92,7	84,6	95,1	98	74	70,9	91,1	100	
	PRECISION GLOBALE	**0,93**											
	KAPPA	**0,96**											

GF=Galerie forestière, **FD**=Forêt Dense, **FCSB**=Forêt Claire et Savane Boisée, **SAA**=Savane Arborée Arbustive, **AFF Roch**=Affleurement Rocheux, **FM**=Formation Marécageuse, **Eau**=Plan d'eau, **CJ**= Champs et Jachères, **Plant**=Plantation, **AGG**=Agglomération

La matrice de confusion du tableau IV permet de noter une grande confusion entre les forêts denses et galeries forestières, forêt claire et savane boisée par la classification de 104 pixels de forêt dense comme galerie forestière, 151 pixels de forêt dense comme forêt claire et savane boisée, 176 pixels de eau comme formation marécageuse. La précision cartographique est de 93% et l'indice de Kappa est de 96%, ce qui atteste d'un bon niveau de fiabilité de la classification

Tableau V. Matrice de Confusion de la classification de l'image Landsat TM 2000

		GROUND TRUTH (DONNEES DE REFERENCE)											
DONNEES DE CLASSIFICATION IMAGE LANDSAT TM 2000	***CLASSE***	***FD***	***GF***	***FCSB***	***SAA***	***AFF. ROCH***	***FM***	***EAU***	***CJ***	***PLANT***	***AGG***	***TOTAL***	***EURREUR DE COMMISSION UA(%)***
	FD	260	219	204	12	2	4	0	104	11	0	816	90,21
	GF	10	786	35	5	3	7	0	237	5	0	1088	91,35
	FCSB	13	9	309	53	4	2	0	121	8	0	519	89,13
	SAA	10	18	21	602	55	1	0	237	11	20	975	91,76
	AFF. ROCH	4	3	7	12	1471	0	0	2	0	0	1499	96,28
	FM	1	0	0	2	2	814	35	0	0	0	854	94,16
	EAU	0	0	0	0	0	30	450	0	0	0	480	92,74
	CJ	12	18	9	7	2	1	9	1656	17	16	1747	95,28
	PLANT	14	5	7	20	13	6	0	65	745	10	885	86,57
	AGG	2	3	1	2	4	2	3	5	2	402	426	94,81
	TOTAL	856	1061	543	965	1506	867	497	1767	799	418	9289	
	ERREUR D'OMISSION PA (%)	88,8	92,9	84,6	93,5	97,7	93,9	90,5	98,7	93,2	93,9	100	
	PRECISION GLOBALE	**0,93**											
	KAPPA	**0,92**											

GF=Galerie forestière, **FD**=Forêt Dense, **FCSB**=Forêt Claire et Savane Boisée, **SAA**=Savane Arborée Arbustive, **AFF Roch**=Affleurement Rocheux, **FM**=Formation Marécageuse, **Eau**=Plan d'eau, **CJ**= Champs et Jachères, **Plant**=Plantation, **AGG**=Agglomération

Le tableau V met en exergue d'une part des confusions entre forêt dense et forêt galerie avec 219 pixels comme forêt galerie, et entre forêt galerie et champs et jachères avec 237 pixels comme champs et jachères. Cette classification présente une précision cartographique évaluée à 93% et un indice de Kappa égal à 92% témoignant d'une qualité acceptable de la classification.

Tableau VI. Matrice de Confusion de la classification de l'image Landsat ETM 2010

		GROUND TRUTH (DONNEES DE REFERENCE)											
DONNEES DE CLASSIFICATION IMAGE LANDSAT TM 2010	***CLASSE***	***FD***	***GF***	***FCSB***	***SAA***	***AFF. ROCH***	***FM***	***EAU***	***CJ***	***PLANT***	***AGG***	***TOTAL***	***EURREUR DE COMMISSION UA(%)***
	FD	20	74	207	65	3	6	0	410	20	0	805	90,21
	GF	02	483	43	12	2	33	1	10	8	0	594	91,35
	FCSB	17	7	310	20	5	3	0	75	15	0	452	89,13
	SAA	7	16	17	425	52	5	0	235	19	51	827	91,76
	AFF. ROCH	8	2	12	16	1501	0	0	5	1	5	1550	96,28
	FM	2	0	0	3	5	912	50	0	0	0	972	94,16
	EAU	0	0	0	0	0	45	420	0	0	0	465	92,74
	CJ	12	20	12	10	5	4	15	2015	35	20	2148	95,28
	PLANT	16	8	10	30	12	10	0	80	618	25	809	86,57
	AGG	2	3	1	2	4	2	3	5	2	806	830	94,81
	TOTAL	804	563	462	823	1549	1002	489	2185	718	857	9452	
	ERREUR D'OMISSION PA (%)	89,6	85,9	77,9	88,1	96,9	91,0	85,9	92,2	86,1	94,1	100	
	PRECISION GLOBALE	**0,93**											
	KAPPA	**0,91**											

GF=Galerie forestière, **FD**=Forêt Dense, **FCSB**=Forêt Claire et Savane Boisée, **SAA**=Savane Arborée Arbustive, **AFF Roch**=Affleurement Rocheux, **FM**=Formation Marécageuse, **Eau**=Plan d'eau, **CJ**= Champs et Jachères, **Plant**=Plantation, **AGG**=Agglomération

Le tableau VI présente des confusions entre forêt dense et forêt galerie avec 74 pixels comme forêt galerie, et entre formation marécageuse et eau avec 50 pixels comme eau. La précision cartographique issue de cette classification est de 93% avecun indice de validation de Kappa égl à 91%.

Les critères utilisés pour l'identification de ces parcours par approche multicritère sont :
Le type de sol, les bas-fonds, l'occupation du sol, l'utilisation des types de terres et les zones d'accumulation d'eau.
Les informations sur l'occupation et l'utilisation du sol ont été extraites sous forme de couches ou « shapefiles » des unités des résultats de la classification. Les courbes de niveau ont été également extraites à partir de l'image SRTM de 2010, en fichers de forme. Les couches des types de sol ont été extraites de la carte pédologique du Bénin au 1/200000 produite par l'ORSTOM.
Ces différentes couches ont été ensuite supperposées dans « Model-builder du logiciel pour une addition des couches. Ainsi, trois classes de parcours de transhumances ont été obtenues dans le

cadre de cette thèse. Il s'agit : des parcours de terre ferme, des parcours de dépression et des parcours culturaux ou post-culturaux.

Les superficies et proportions des unités d'occupation du sol et des différents types de parcours ont été également estimées au cours des travaux.

L'analyse de la dynamique prospective des parcours de transhumance et de leurs unités d'occupation du sol a été faite à partir des projections à moyen (2025) et à long terme (2050). La démarche méthodologique adoptée est celle utilisée par Diatta (2007) et Camara (2011) et définie par la formule suivante :

Taux d'Accroissement Annuel (TAA) = [(Superficie Finale – Superficie Initiale) / Superficie Initiale X Nombre d'année] X 100

La superficie finale ou superficie de l'année de projection est calculée à partir du taux d'accroissement annuel, de la superficie de départ ou initiale, et du nombre d'années de projection. Les résultats obtenus permettent de prédire, à l'horizon 2050, la dynamique des parcours de transhumance et de leurs unités d'occupation du sol.

- Deux démarches méthodologiques sont utilisées pour l'analyse de la variabilité. La première dite séparative, qui divise et classe les systèmes, leurs facteurs isolés. La deuxième dite synthétique basée sur des modèles statistiques (Analyse en Composantes Principales) des précipitations (Ali Kouani, 2007).

La caractérisation de la variabilité des facteurs climatiques a été aussi réalisée à partir de l'étude des paramètres de position et de dispersion.

☞ **Paramètres de tendance centrale : la moyenne arithmétique**

La moyenne arithmétique a été utilisée pour étudier les régimes pluviométriques des différentes stations. Elle est le paramètre fondamental de tendance centrale (Vissin, 2001) et s'exprime de la façon suivante :

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

avec n = le nombre de variable, xi = hauteurs de pluie.

La moyenne $\overline{X}$ a permis de caractériser l'état climatique moyen et de mettre au point quelques indices de dispersion.

☞ **Paramètres de dispersion**

a- Ecart - type

Ils sont calculés à partir de la moyenne. Le calcul de l'écart type a permis d'évaluer la dispersion des valeurs autour de la moyenne (Amoussou, 2010). Il est déterminé par le calcul de la racine carrée de la variance (V)

$$\sigma(x)=\sqrt{V}$$

L'écart type est l'indicateur de la variabilité par excellence.

A partir du calcul de l'écart type, l'étude des indices pluviométrique (anomalies) interannuelles a été faite en standardisant les données.

b - Anomalies centrées réduites

Les anomalies sur chaque station ont été calculées par la formule :

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

où xi = la valeur de la variable, $\overline{X}$ = la moyenne de la série. Toutefois, les paramètres de dispersion ne suffissent pas à eux seuls pour mesurer la variabilité proprement dite, car ils ne décrivent pas l'évolution temporelle des séries pluviométrique.

c- Moyennes mobile

La technique des moyennes mobiles a consisté à lisser les irrégularités en associant les valeurs $\mathbf{Y_{ti}}$ d'une chronique de nouvelles valeurs $\mathbf{Z_{ti}}$ qui sont des moyennes arithmétiques d'une valeur originale $\mathbf{Y_{ti}}$ et des valeurs qui l'encadrent (Vissin, 2007). Les moyennes mobiles sont calculées suivant une période de trois ans (3) (une valeur de part et d'autre de $\mathbf{Y_{ti}}$**)** Elles ont permis de caractériser la variabilité pluviométrique par station.

d- Intensité des déficits

Quant à l'intensité (I) des déficits, elle est déterminée par la formule suivante :

I = (Pa-Pm)/Pm où **Pa** désigne la pluviométrie de l'année **a** et **Pm** la pluviométrie moyenne annuelle de la série.

Indice d'humidité (IH)

C'est le rapport des précipitations à l'ETP sur une période donnée. Elle mesure l'efficacité de la précipitation vis-à-vis de la demande climatique. Plus les valeurs sont faibles, plus la période est sèche, et moins la végétation des parcours de transhumance se trouve dans les conditions optimales.

$$IH = \frac{\sum_{i=1}^{n} P}{\sum_{i=1}^{n} ETP} x100$$

☞ **Bilan climatique**

Ce bilan a permis d'établir d'une part, le régime d'humidité dans le secteur d'étude. D'autre part, il a servi à établir une relation avec le calendrier pastoral traditionnel, et à expliquer la distribution des espèces en fonction des ambiances bioclimatiques dues à l'exposition des facettes topographiques.

B_{cp} = P - ETP avec : P = Précipitation sur une période donnée et ETP l'évapotranspiration potentielle de la même période.

- Si P-ETP >0, alors le bilan est excédentaire, **- si P-ETP < 0,** alors le bilan est déficitaire

- si P-ETP = 0, alors le bilan est équilibré.

➢ L'utilisation d'approche multicritère avec le logiciel ArcGis 10 a permis de spatialiser les vulnérabilités des parcours de transhumance aux phénomènes d'inondation, d'érosion hydrique et de sécheresse.

La démarche méthodologique adoptée dans cette partie de la recherche portant sur les vulnérabilités des parcours de transhumance aux risques climatiques s'est basée sur les standards internationaux (ILWAS et OSS, 2013), mais a été adaptée au contexte du Moyen-Bénin aussi bien en termes de données que de besoins. Cependant, elle pourrait être perfectionnée selon la disponibilité des données.

Ainsi, la modélisation de vulnérabilités des parcours de transhumance à l'inondation a été possible grâce à la combinaison des facteurs ci-après :

☞ Facteur climatique

La pluie est l'élément principal de l'humidification du sol. Les données pluviométriques ont été collectées sur 10 stations météorologiques de la zone. La méthode de l'interpolation des points avec l'algorithme de pondération par l'inverse de la distance (IDW) a été adoptée afin que toute l'aire soit couverte par les isohyètes. Pour ce faire, dans un premier temps, un tableau a été crée, traité sous Excel et rattaché à chaque station pluviométrique avec ses coordonnées géographiques en Longitude et en Latitude, ainsi que les valeurs pluviométriques. Par la suite, le tableau obtenu a été exporté dans ArcMap, et les données ont été interpolées en utilisant l'inverse de la distance pondérée (Inverse distance weighted) de Spatial Analyst. Les critères choisis pour l'analyse de la pluviométrie sont fondés sur la hauteur d'eau précipitée, et se présente comme suit : Pluviométrie inférieure à 900 mm, (valeur faible), pluviométrie comprise entre 900 et 1040 mm (valeur moyenne), Pluviométrie supérieure à 1040 mm (valeur forte).

☞ Facteur pédologique

La nature du sol permet d'apprécier sa perméabilité et son aptitude à conserver ou à laisser infiltrer l'eau. Le facteur pédologique est caractérisé par sa capacité de rétention ou d'infiltration d'eau du sol. Les informations ont été extraites de la carte pédologique du Bénin au 1/200000 produite par l'ORSTOM, à partir de la carte topographique IGN Afrique de l'Ouest, feuilles NC-31-XXI-NC-31-XXII. Les sols ferrugineux tropicaux ont une capacité de rétention d'eau moyenne ou élevée selon leur degré d'hydromorphie. Les sols minéraux quant à eux, ont une capacité de rétention très faible. Concernant les sols hydromorphes, ils présentent des caractères pédogénétiques influencés par la présence d'eau en excès de manière temporaire ou permanente. Quant aux sols lessivés, ils ont une faible capacité de concentration d'argile et sont perméables à l'eau. Au regard de ces informations, renforcées par les travaux d'inventaires des sols en zones soudaniennes et semi-arides, adoptés par Merzouk (1994), les couches de sols ont pu être distinguées suivant leur sensibilité à l'inondation en trois classes se présentant comme suit : Faible sensibilité à l'inondation (Sols tropicaux lessivés indurés, Sols peu lessivés indurés, sols minéraux bruts) ; Moyenne sensibilité à l'inondation (Sols peu évolués modaux, Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétion), Forte sensibilité à l'inondation (Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, Sols peu évolués hydromorphes).

☞ Facteur topographique

Le calcul de l'indice topographique à partir du MNT (SRTM de résolution 90 m) permet l'identification des zones de saturation ou zones d'inondation potentielle. Les fortes valeurs d'indices topographiques reproduisent assez correctement la localisation des grandes zones humides identifiées. Une zone saturée avec des fortes valeurs d'indices topographiques, une zone moyennement saturée avec des valeurs moyennes d'indices et une zone non-saturée avec de faibles indices. Des valeurs de pente exprimée en pourcentage ont été respectivement retenues comme suit : pente faible (0,4 à 4,59 %; Code SIG=1), pente modérée (4,59 à 18,71 %; Code SIG=2) et pente forte (18,71 à 100%; Code SIG=3). Ces valeurs ont permis de réaliser la carte de sensibilité de la pente au risque d'inondation.

☞ Facteur accumulation d'eau

Il permet de déterminer les zones présentant des conditions morphologiques favorables à l'accumulation des eaux aussi bien souterraines que surfaciques. Ces zones ont été déterminées à l'aide de la fonction « Flow accumulation » sous le menu Operation List du Logiciel ILWIS.

Les classes de sensibilités obtenues se présentent comme suite : Faible accumulation d'eau (0 à 72,04; Code SIG=1), accumulation d'eau modérée (72,04 à 312,15 ; Code SIG=2), forte accumulation d'eau (312,15 à 2041; Code SIG=3).

☞ Facteur couverture végétale

La couverture du sol par rapport au risque d'inondation a été caractérisée par l'indice de brillance Plus l'indice de brillance est élevé, plus le couvert est faible et plus le risque d'inondation lié à la couverture végétale est élevé. Les zones présentant les forts indices de brillance sont observées avec les agglomérations, les plans d'eau, les formations marécageuses, les zones de cultures et jachères, les affleurements rocheux. Les valeurs moyennes d'indice de brillance sont fournies par les plantations, les savanes arborées et arbustives, et les valeurs faibles d'indice de brillance sont plus notées dans les forêts claires et savanes boisées, les forêts-galeries et les forêts denses.

Les zones à indice de brillance faible sont très peu sensibles aux inondations, les zones présentant un indice de brillance moyen sont moins sensibles aux inondations et les zones à indice de brillance fort sont très sensibles.

La couverture du sol est extraite de l'imagerie satellitaire Landsat de 2000 par le calcul de l'indice de brillance. L'indice de brillance est une forme de transformation des pixels où les données des bandes du proche infrarouge et du rouge sont reliées par la formule ci-après.

$$IB = \text{sqrt}\,[(R)^2 + (PIR)^2]$$

Le calcul de l'indice se fait de manière automatique par le logiciel. Mais il faut d'abord charger l'image et appeler la formule qui se présente comme suit sous Envi 4.7 :

SQRT (float (B1) * float (B1) + float (B2) * float (B2)).

Avec : B1: la bande rouge ; B2: la bande proche infra rouge

Pour les bandes de Landsat, B1 correspond à la bande 3 et B2 à la bande 4.

☞ Elaboration de la carte de vulnérabilités des parcours à l'inondation

La rastérisation et la superposition des indices de sensibilité avec « Raster calculator » du logiciel ArcGis10 a permis de réaliser la carte de vulnérabilités des parcours de transhumance à l'inondation. Les différents facteurs ont été admis comme étant de même importance dans le processus de modélisation.

La Figure 10 présente l'organigramme des séquences de modélisation des vulnérabilités liées au risque d'inondation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

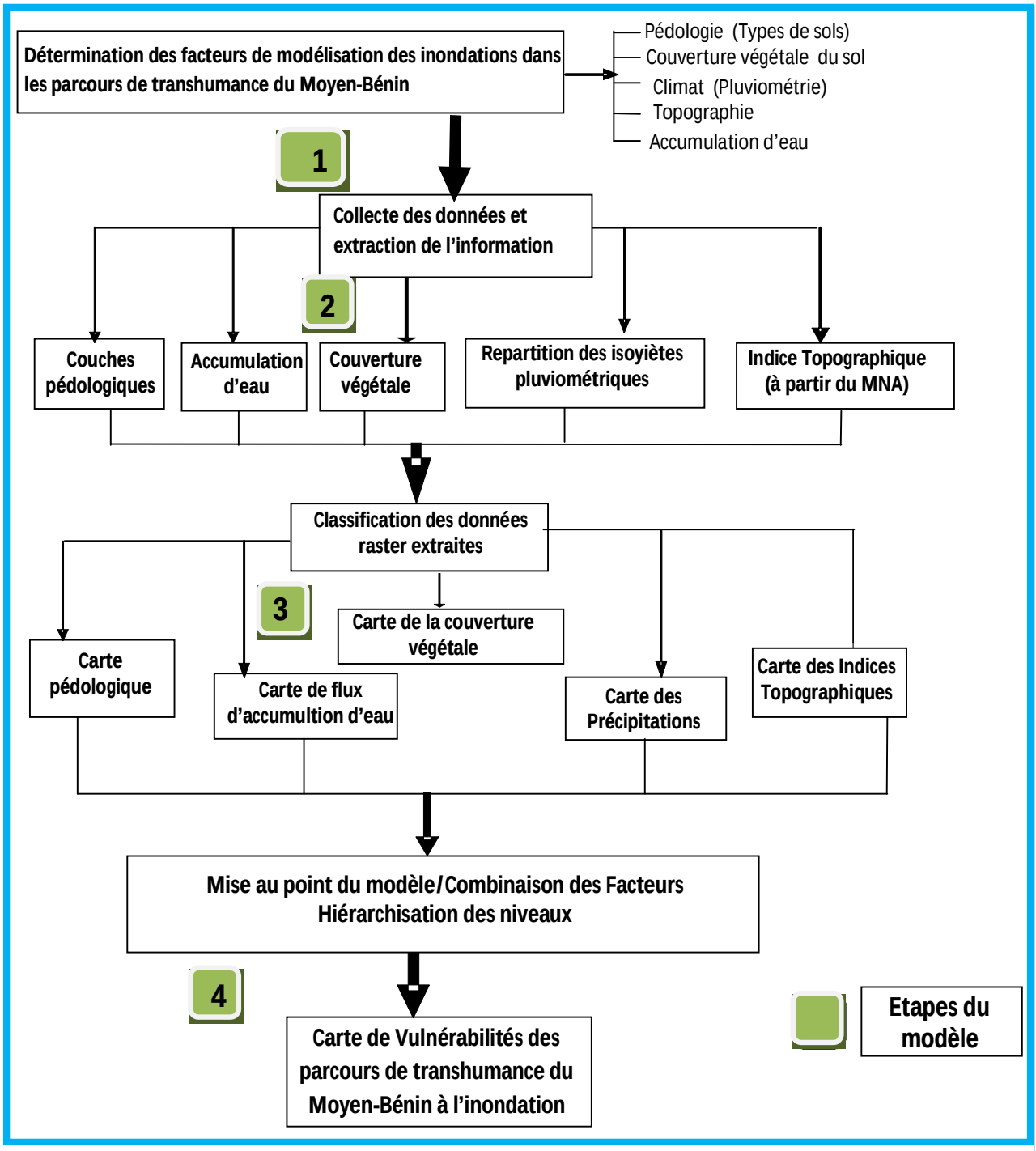


Figure 10. Organigramme méthodologique de modélisation des vulnérabilités des parcours de transhumance du Moyen-Bénin aux inondations (Source : Bruno *et al*, 2005 ; Camara, 2011)

Les classes de vulnérabilités aux inondations dans le Moyen-Bénin obtenues se présentent comme suite : Faible vulnérabilité (0 à 97,25), vulnérabilité moyenne ou modérée (95,25 à 405,33), forte vulnérabilité (405,33 à 3022).

Les étapes ci-après ont permis de modéliser les vulnérabilités des parcours de transhumance à l'érosion hydrique.

a) Choix des Inputs

L'érosion hydrique des sols consiste en un détachement et un transport des particules du sol sous l'action mécanique combinée de la pluie et du ruissellement (Dumas, 2004). L'eau est un facteur très important de l'érosion. Mais elle n'est pas le seul, d'autres facteurs comme la topographie, la pédologie, la couverture du sol et les actions anthropiques interviennent également dans le processus d'érosion des sols. Dans la présente thèse les facteurs de l'érosion à considérer sont :

- La topographie (indice topographique) ;
- La pédologie (érodabilité des sols) ;
- Les précipitations (érosivité des pluies) ;
- Les actions anthropiques (occupation du sol).

Facteur topographique

Le relief est la source de données la plus riche concernant les processus d'érosion (Luneau, 2006). En effet, selon Maurizot et Delfau (1995) cité par Luneau, (2006) le relief est un facteur essentiel pour l'étude des incidents naturels régentés par la gravité et qui obéissent aux lois physiques de l'écoulement. La pente a une grande influence concernant les phénomènes d'érosion, de par son action gravitaire et son impact sur les matériaux détritiques (Dumas, 2004). L'image SRTM a été utilisée pour le calcul de l'indice topographique. La détermination de l'indice s'est faite avec Arc View grâce à l'outil Topographic Wetness Index.

Facteur pédologique

L'apport du sol dans le phénomène érosif est fonction de sa nature, de sa perméabilité et de son aptitude au détachement de particules. Dumas (2004) affirme que chaque type de sol réagit différemment en fonction de sa texture, sa structure, sa porosité et son taux de matières organiques. Le facteur pédologique est donc étudié à travers l'érodibilité des sols.

L'érodibilité d'un sol en tant que matériaux plus ou moins cohérent, est sa résistance à deux sources d'énergie d'une part, la battance des gouttes de pluies à la surface du sol et d'autre part, l'entaille du ruissellement entre les mottes, dans les griffes ou les rigoles (Roose, 1994). Ainsi, les types de sols sont les éléments utilisés pour la détermination de l'érodibilité des sols.

La carte de base des sols du Bénin (ORSTOM Afrique de l'Ouest, Feuilles NV-31-XXI-NV-31-XXII) a servi de base pour l'extraction des couches pédologiques.

Le renseignement de la table attributaire a permis d'avoir les différents types de sols qui couvrent la présente zone d'étude.

- **Occupation du sol**

Le couvert végétal joue un rôle fondamental dans l'évaluation du risque d'érosion. Luneau. (2006) a écrit que l'occupation du sol, notamment la couverture végétale, détermine directement le degré de protection des sols. Dumas (2004) considère que l'influence du couvert végétal est très importante. En effet, il absorbe l'énergie cinétique des gouttes de pluie, recouvre une forte proportion du sol, ralentit l'écoulement du ruissellement et maintient une bonne porosité à la surface du sol.

L'érosion est toujours négligeable sous des couverts denses (forêt dense, savanes arborées, et forêt galerie). Roose (1994) continuant dans le même sens fait remarquer que l'effet de la litière sur l'érosion est extrêmement rapide. Ainsi, il n'est pas indispensable de couvrir tout le sol pour que le paillage soit intéressant pour lutter contre l'érosion. Si déjà, on couvre 20 %, on réduit l'érosion de 40 %. Si le paillage couvre de l'ordre de 40 %, on réduit l'érosion de 60 % et si l'on à couvert le sol à 80 %, on réduit l'érosion au 1/10ème de celle que l'on peut trouver sur sol nu. En fonction du degré de couverture on peut déterminer l'aptitude des sols à résister un à deux ans à l'agressivité des pluies. Les classes de sensibilité de l'occupation du sol déterminées sont : Faible sensibilité (82164,33 à 123246; Code SIG=1), sensibilité modérée ou moyenne (41082,66 à 82164,33; Code SIG=2) Forte sensibilité (0 à 41082,66 ; Code SIG=3).

- **Facteur climatique**

La pluie est le principal facteur de l'érosion. En effet, les pluies exceptionnelles provoquent des dégâts énormes et déterminent la sensibilité du milieu. Selon Roose (1994) en hydrologie, il est généralement admis qu'au-delà d'un certain volume de pluie, caractérisée par une forte intensité ou une longue durée, le ruissellement d'un bassin tend vers 100 %. Ce point est atteint pour des averses de retour très variables selon le type de pluie, l'état du sol et du couvert végétal, et de l'aménagement de l'ensemble du bassin. Ainsi, l'érosivité de la pluie dépend essentiellement de sa hauteur et de son intensité (Bissonnais *et al.,* 1998). A cet effet, l'arrachement des particules de terre vient de l'énergie des gouttes de pluie, lesquelles sont caractérisées par une vitesse de chute (fonction de leur hauteur de chute et de la vitesse du vent) et par un certain poids, fonction de leurs diamètres.

Roose a utilisé une formule qui permet de connaitre la valeur annuelle de R lorsqu'on ne dispose que des précipitations : $\mathbf{R = 0{,}0295.P^{1{,}89}}$.

La préparation des données pluviométriques s'est faite avec Excel 2007 en incluant les coordonnées X Y de chaque station. L'érosivité de chaque station est calculée en utilisant la formule $\mathbf{R = 0{,}0295.P^{1{,}89}}$

Les données ponctuelles de l'érosivité des pluies des différentes stations ont ensuite été spatialisées, par interpolation.

b) Homogénéisation des données

Les données disponibles ont été fournies dans des systèmes de projection différente, ce qui va engendrer des problèmes de superposition des couches. En effet, les données présentaient un décalage permanent lors de leur représentation dans Arc Gis. Pour qu'il y ait superposition il faut que les données soient dans le même référentiel. Ainsi, le système de projection UTM a été appliqué à toutes les données du modèle.

c) Rééchantillonnage des données

La résolution spatiale de l'image SRTM est de 90m. Pour pouvoir combiner toutes les couches d'informations dans le modèle d'érosion, l'ensemble des rasters doit avoir la même taille élémentaire de pixel. C'est pourquoi un ré échantillonnage est primordial pour obtenir des données compatibles. Ainsi, toutes les données ont été ramenées au pas de 90 x 90m.

d) Définition de la sensibilité des facteurs

Les différents facteurs qui interviennent dans le processus d'érosion (érosivité des pluies, érodabilité des sols, indice topographique, indice de brillance, indice d'occupation du sol) étant identifiés ; il reste maintenant à les reclassifier et à spécifier le niveau de réceptivité de chaque facteur à la vulnérabilité à l'érosion.

- **Facteur érosivité des pluies**

L'érosion des sols se développe lorsque les eaux de pluie, ne pouvant plus s'infiltrer dans le sol, ruissellent en emportant les particules de terre (Bissonnais *et al.*, 2002).

La classification de l'érosion s'est faite sur la base des valeurs des indices d'érosivité obtenue par l'application de la formule d'érodibilité de Roose ($R = 0{,}0295.P^{1,89}$) sur les précipitations moyennes annuelles des stations de la zone d'étude.

Pour les besoins de la recherche trois (3) classes d'érosivité ont été élaborées.

R1 Faible (164,36–172,12; Code SIG=1) ; R2 Moyenne (172,12–178,28; Code SIG=2) ; R3 Forte (178,28–185,92; Code SIG=3)

Les classes dérivées de cette reclassification ont servi de base pour la réalisation de la carte de l'érosivité des pluies.

- **Facteur érodabilité des sols**

L'érodabilité des sols (K) est fonction des matières organiques et de la texture des sols, de la perméabilité et de la structure du profil. L'attribution de l'indice d'érodabilité prend en compte plusieurs composantes comme la nature, la dureté, le caractère friable, etc. des sols.

Ainsi trois classes d'érodibilité sont définies.

K1 Faible Sols ferrugineux, sols hydromorphes, vertisols ; K2 Moyenne Sols ferralitiques

K3 Forte Sols minéraux, sols peu évolués

La carte de l'érodibilité des sols a été réalisée à l'issue de cette classification.

- **Facteur indice topographique**

Pour ce facteur trois classes sont considérées en fonction de la valeur de l'indice.

SL1 Faible 10 à plus ; SL2 Moyenne 8–10 ; SL3 Forte 1–8.

Cette opération a contribué à la réalisation de la carte de sensibilité topographique dans la zone d'étude.

- **Facteur indice d'occupation du sol**

L'occupation du sol représente une information importante à prendre en compte dans l'étude des processus érosifs puisqu'elle conditionne le degré de protection des sols, notamment par l'intermédiaire du type de végétation présent et de son taux de recouvrement.

A cet effet, d'après Luneau (2006) les sols les plus sensibles sont ceux qui sont moins couverts, les sols moyennement sensibles à l'érosion sont ceux moyennement couverts et les sols faiblement sensibles sont les plus couverts.

Les unités d'occupation du sol des parcours de transhumance les plus exposées à l'érosion sont : les agglomérations, les plans d'eau, les formations marécageuses, les zones de cultures et jachères, les affleurements rocheux. Quant aux unités d'occupation du sol moyennement exposées à l'érosion hydrique, elles regroupent les plantations, les savanes arborées et arbustives. En ce qui concerne les unités d'occupation du sol les moins exposées au risque d'érosion hydrique, on retient les forêts claires et savanes boisées, les forêts galeries et les forêts denses.

La carte des vulnérabilités liées à l'érosion hydrique dans les parcours de transhumance a été réalisée à partir de la combinaison des différentes sensibilités définies. La Figure 11 ci-après présente les étapes du modèle.

e) Elaboration de la carte de vulnérabilités des parcours à l'érosion hydrique

La carte de vulnérabilité des parcours de transhumance à l'érosion hydrique a été obtenue par combinaison des paramètres en jeu dans un système d'Information Géographique grâce à l'outil « Raster calculator ». Les facteurs ont été admis comme étant de même importance dans l'occurrence de l'érosion.

Les classes de vulnérabilités à l'érosion déterminées sont liées au nombre de pixel, et se présentent comme suit : Vulnérabilité faible (0 à 305), Vulnérabilité modérée 305 à 607), Vulnérabilité fort 607 à 2044).

La figure 11 présente l'organigramme méthodologique de la vulnérabilité à l'érosion dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin.

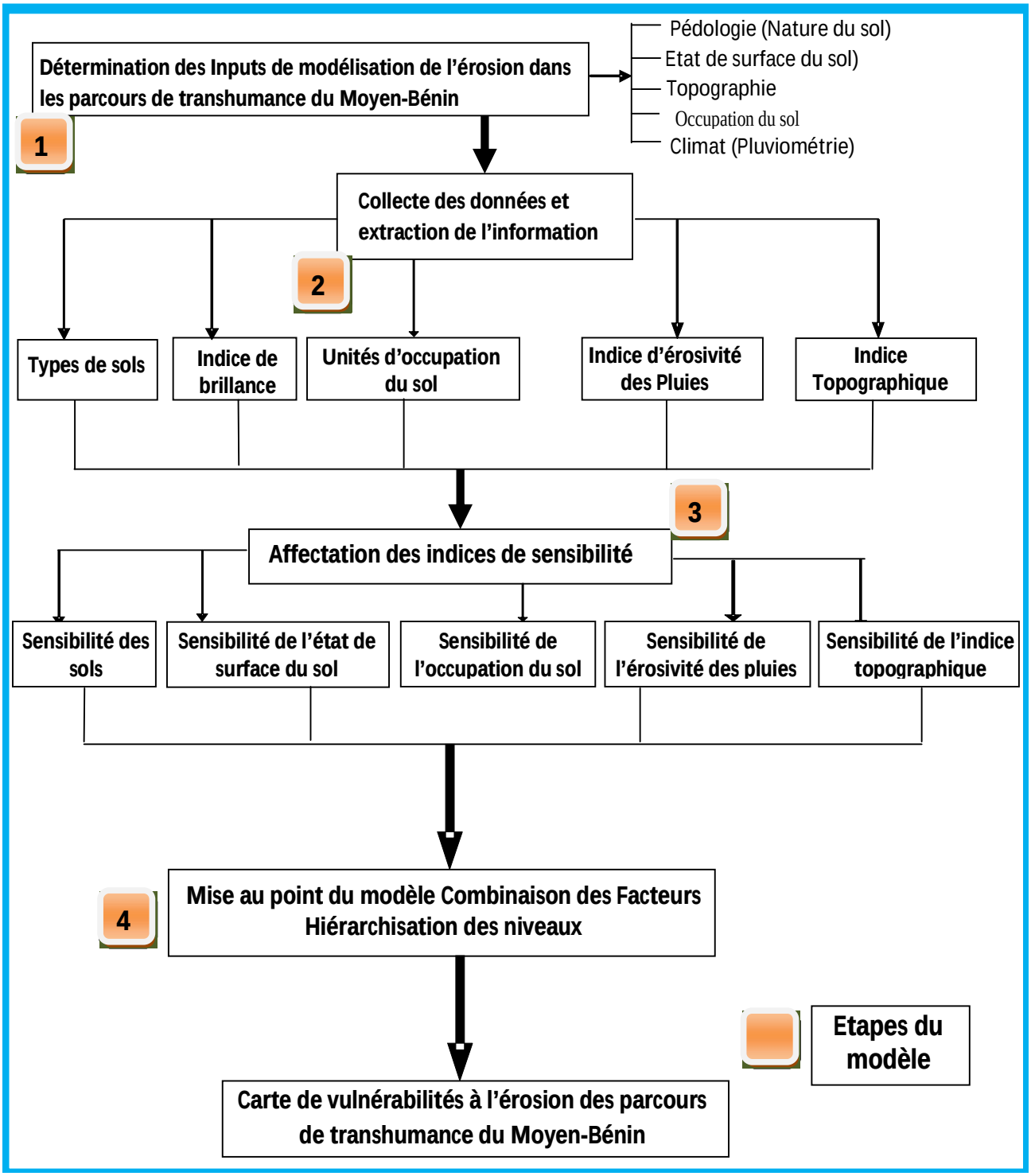


Figure 11. Organigramme méthodologique de modélisation des vulnérabilités des parcours de transhumance du Moyen-Bénin à l'érosion hydrique (Source : Dumas, 2004)

L'approche méthodologique adoptée pour la modélisation des vulnérabilités à la sécheresse des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin comprend les étapes ci-après :

- ❖ L'identification des facteurs et caractéristiques des différents indices de sensibilité à la sécheresse ;
- ❖ la modélisation et la cartographie par interpolation des niveaux de sensibilité des indices à la sécheresse avec l'algorithme IDW pour réaliser une analyse de discontinuité du phénomène étudié;
- ❖ la cartographie et la hiérarchisation des niveaux de vulnérabilité des éléments de parcours de transhumance exposés.

Les facteurs utilisés pour apprécier les vulnérabilités au risque de sécheresse sont la pluviométrique à partir de l'Indice de Déficit Pluviométrique (IDP) et l'Indice Standardisé de Pluviomtrie ou anomalies pluviométriques (SPI) et l'état de la végétation par l'Indice Normalisé de Végétation (NDVI).

a) Indice de déficit pluviométrique

Pour situer une pluviométrie dans une longue série de relevés pluviométriques, on utilise l'écart proportionnel à la moyenne. Elle s'exprime par la formule suivante :

IDP (%) = (Pi − Pm)/Pm × 100 Où :

IDP : Indice de déficit pluviométrique (en pourcentage).

Pi : précipitation annuelle (en mm), Pm : précipitation moyenne (en mm)

Cet indice nommé aussi Ecart à la normale, permet de visualiser et de déterminer le nombre des années déficitaires et leur succession. Une année est qualifié d'humide si cet indice est positif de sèche lorsqu'il est négatif. Le cumul des indices d'années successives permet de dégager les grandes tendances en faisant abstraction des faibles fluctuations d'une année à l'autre. Quand la somme des écarts croît, il s'agit d'une tendance humide. La tendance est de type « sèche » dans le cas contraire. Les classes de déficit sont sensibilité de déficit très faible (9,80 à 20,50 ; Code SIG=1), sensibilité de déficit faible (2,97 à 9,80 ; Code SIG=2) sensibilité de déficit modérée (-1;64 à 2,97; Code SIG=3), sensibilité de déficit fort (-6,54 à -1,64; Code SIG=4), sensibilité de déficit très fort (-17,39 à -6,54; Code SIG=5).

b) Indice Pluviométrique Standardisé (SPI)

En ce qui concerne l'indice pluviométrique standardisé (SPI), il a permi de mieux étudier la variabilité pluviométrique ; encore appelé indice centré réduit, l'indice pluviométrique est le rapport de l'écart à la moyenne sur l'écart-type des hauteurs pluviométriques annuelles. Il s'écrit de la manière suivante :

$$\mathbf{SPI = (xi - x) /\sigma}$$

Dans cette formule, *x* correspond à la hauteur moyenne de précipitations, ***xi*** à la hauteur de pluie d'une année *i* et **σ** représente la déviation standard. Les valeurs positives traduisent des

excédents pluviométriques tandis que les valeurs négatives indiquent les déficits pluviométriques.

Les classes d'Indice Pluviométrique Standardisé (SPI) retenues sont :

Sensibilité de SPI très faible (2,31 à 6,68 ; Code SIG=1), sensibilité de SPI faible (0,97 à 2,31 ; Code SIG=2) sensibilité de SPI modérée (0;10 à 0,97; Code SIG=3), sensibilité de SPI fort (-2,43 à 0,10; Code SIG=4), sensibilité de SPI très fort (-7,06 à -2,43; Code SIG=5).

c) Indices de végétation

Ces indices sont le résultat de combinaison de signatures spectrales brutes selon la formule suivante : (canal PIR - canal Rouge)/(canal PIR + canal Rouge).

En situation de stress hydrique, le retour du PIR vers le capteur est plus faible alors que la réflectance du R est plus élevé. La différence PIR-R est donc plus faible en périodes de sécheresse.

L'avantage des indices de végétation se situe au niveau de la facilité des calculs. Ils offrent un outil de comparaison rapide et efficace de l'état de la végétation pour une aire et non en un point du territoire. Leur application est possible de manière instantanée jusqu'à une échelle temporelle annuelle, et de manière régionale ou continentale.

L'Indice de Végétation Normalisée (NDVI) a été utilisé pour apprécier la sensibilité de l'état de la végétation des parcours de transhumance à la sécheresse. L'Indice de végétation normalisé (NDVI –Normalized Difference Vegetation Index), proposé pour la première fois par (Rouse *et al*. 1973) cités par (Bannari *et al*., 1995), est sensible à la présence de végétation verte. C'est un outil efficace pour le suivi de l'évolution de l'état de la végétation (Vogt, 1995) mais aussi pour la surveillance des précipitations et des sécheresses (Kogan, 1990; Unganai et Kogan, 1998; Viau *et al*., 2000; McVicar et Bierwirth, 2001; Boyd *et al.*, 2002).

Les classes d'Indice Normalisé de Végétation (NDVI) retenues sont :

Sensibilité de NDVI très faible (0,55 à 1 ; Code SIG=1), sensibilité de NDVI faible (0,11 à 0,54 ; Code SIG=2) sensibilité de NDVI modérée (-0,2 à 0,1; Code SIG=3), sensibilité de NDVI fort (-0,58 à -0,21; Code SIG=4), sensibilité de NDVI très fort (-1 à -0,59; Code SIG=5).

d) Modélisation des vulnérabilités des éléments de parcours de transhumance à la sécheresse

Elle a consisté à la combinaison, la classification et la hiérarchisation des niveaux de vulnérabilités des éléments de parcours de transhumance. La Figure 12 présente l'organigramme méthodologique des vulnérabilités liées à la sécheresse dans les parcours de transhumance.

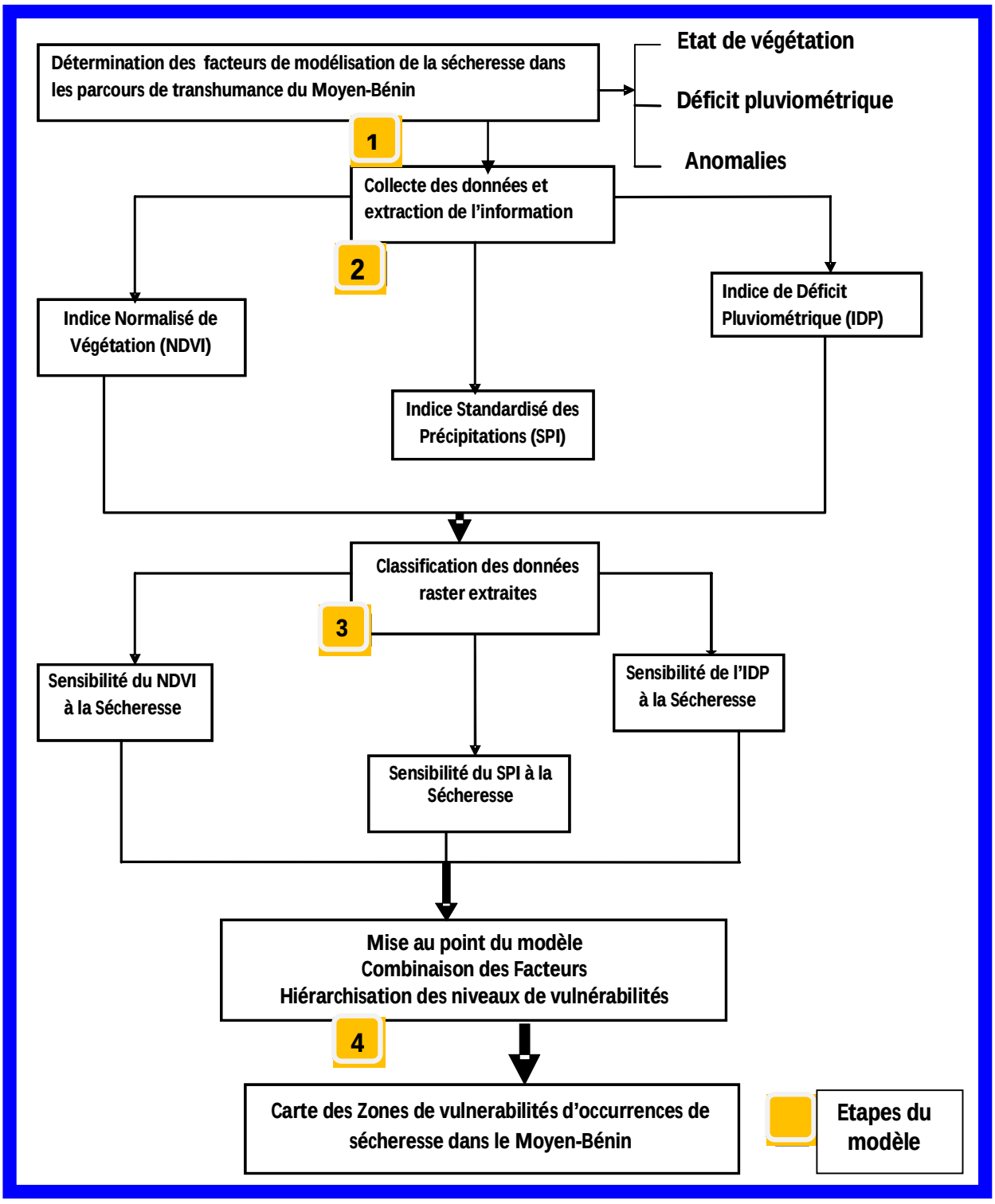


Figure 12. Organigramme méthodologique de modélisation des vulnérabilités à la sécheresse dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin (Source : ILWAC et OSS, 2013)

Les classes de vulnérabilités à la sécheresse retenues sont :

Vulnérabilité très faible (10,41 à 21,03), Vulnérabilité faible (3,95 à 10,41) Vulnérabilité modérée (-0,67 à 3,95), Vulnérabilité forte (-5,75 à -0,67), Vulnérabilité très forte (-18,21 à -5,75).

Conclusion partielle

La problématique et la justification du choix de la zone d'étude, la définition des concepts et la synthèse bibliographique existante sur le sujet, ont permis de comprendre les notions de l'occupation des terres, de l'utilisation des terres et des facteurs de leurs dynamiques d'une part. Cette synthèse bibliographique a permis d'autre part d'appréhender les différentes approches méthodologiques d'étude de variabilités climatiques, de la dynamique des parcours de transhumance et de leurs vulnérabilités climatiques.

L'approche méthodologique adoptée dans cette thèse repose sur l'acquisition des données, les enquêtes socioéconomiques, l'identification des facteurs de vulnérabilités climatiques, le traitement et l'analyse de ces données sur la base des principes d'analyse multicritères grâce aux outils de télédétection satellitale et des Systèmes d'Information Géographique et l'analyse des perception communautaires des facteurs de vulnérabilités des ressources fourragères et hydriques. Elle a combiné également le modèle cartographique et d'analyse de l'état des terres de parcours de transhumance.

Les caractéristiques biophysiques du milieu sont celles d'un climat de transition entre le climat subéquatorial du sud et le climat soudanien du nord, de la pénéplaine cristalline faisant suite au continental terminal du Bas-Bénin, des formations végétales variées dominées par des savanes, d'un réseau hydrographique fourni.

Les sols sont dominés par les formations ferrugineuses et ferralitiques généralement favorables au développement des espèces fourragères. Les conditions socio-économiques du milieu dans lesquelles les dynamiques de l'occupation et de l'utilisation des terres s'opèrent dans le Moyen-Bénin sont marquées par une diversité de groupes socioculturels, une évolution démographique croissante et une densité de population variant d'une commune à l'autre. L'agriculture est la principale activité économique du milieu suivi de l'élevage beaucoup plus extensif et transhumant. Ce profil biophysique et socio-économique contribue à la dynamique des terres de parcours de transhumance.

Le cadre politique est favorable au transfert de compétences aux communes et à la diversité des institutions impliquées dans la gestion de la transhumance. L'autre problème qui se pose, réside dans l'application effective des textes de Loi, leur incohérence et inadaptation avec les réalités du terrain. On peut retenir également le rôle indéniable joué par les conventions locales dans la prévention et la gestion de la transhumance transfrontalière dans le Moyen-Bénin.

Les différentes approches méthodologiques adoptées au cours de la présente recherche dans le Moyen-Bénin ont permis d'aboutir à des résultats organisés en cinq chapitres.

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS DE LA RECHERCHE

CHAPITRE QUATRIEME : CARTOGRAPHIE DE L'ACCESSIBILITE AUX PARCOURS ET SOURCES D'ABREUVEMENT DES TROUPEAUX TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN

Le Moyen-Bénin a connu au cours des dernières décennies une forte variabilité annuelle et spatiale de la pluviosité. Ces aléas climatiques doublés d'une forte croissance démographique ont agi profondément sur les pratiques agricoles et pastorales qui se traduisent par une augmentation des surfaces cultivées en lieu et place des anciens pâturages. La forte inégalité spatio-temporelle des ressources fourragères, ajoutée aux descentes massives des éleveurs transhumants rendent complexe leur accessibilité. La carte des parcours de transhumance et sources d'abreuvement présente les différentes ressources fourragères et leurs modes d'accès pendant les périodes de transhumance dans le Moyen-Bénin.

4.1 SPATIALISATION DES PARCOURS ET SOURCES D'ABREUVEMENT DES TROUPEAUX TRANSHUMANTS

Les entités spatiales exploitées par les transhumants dans le Moyen-Bénin sont : les couloirs de passage, les aires de pâturages, les aires protégées, les zones d'accueil, les points d'eau et les cours d'eau (Figure 13).

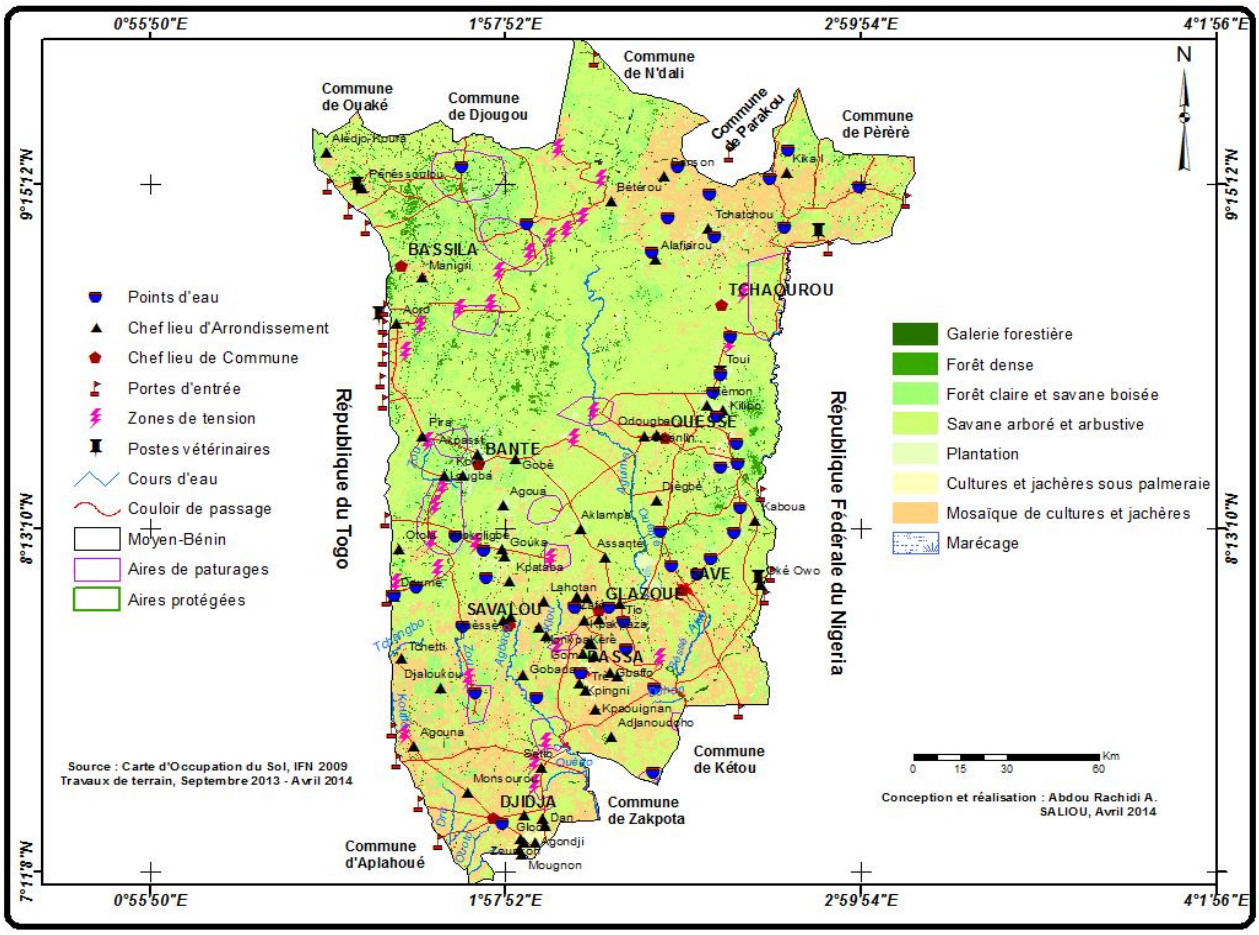


Figure 13. Parcours de transhumance et sources d'abreuvement dans le Moyen-Bénin

4.2 INDICATEURS SPATIALISES D'ACCESSIBILITE AUX RESSOURCES FOURRAGERES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN

L'accessibilité aux ressources fourragères dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin est fonction des entités du calendrier pastoral traditionnel. Les différents modes d'accès aux ressources des parcours de transhumance ont été modélisés avec cinq variables de description des périodes traditionnelles de transhumance, deux variables de fonctionnalité et d'usage des ressources pastorales et hydriques, et cinq indicateurs spatialisés (Tableau VII).

4.2.1 Relation entre période de transhumance et accessibilité aux ressources pastorales

Le modèle présente deux types de variables dont l'une de description constituées de cinq saisons du calendrier pastoral traditionnel et l'autre de variables de fonctionnalité et d'usage portant sur les modes d'accessibilités aux ressources fourragères dans le Moyen-Bénin.

Tableau VII. Modèle d'accessibilité aux ressources fourragères dans le Moyen-Bénin

Entités du calendrier pastoral		**Seeto**	**N'dungu**	**Yaanè**	**Dabunè**	**Ceedu**	**Indicateurs**
Variables de description	Saisons / Périodes	Début de saison des pluies (Mai-Juin)	Pleine saison des pluies (Juil-Sept)	Début des récoltes (Octobre)	Saison sèche et froide (Nov-Janv)	Saison sèche et chaude (Fév-Avril)	
Variable de fonctionnalité et d'usage	Accessibilité aux sources d'abreuvement	3	5	4	2	1	**-55 Points d'eau -24 bras de cours d'eau, -47 segments de couloirs de passage** disponibles **-03, 04, et 03 Points d'eau accessible** respectivement dans aires protégées, aires de pâturages et couloirs de passage **-05, 04 et 09 bras de cours d'eau** accessibles respectivement dans aires protégées, aires de pâturages et couloirs de passage
	Accessibilité au fourrage de qualité	3	5	4	2	1	**-16 aires de pâturages et 17 forêts classées** disponibles **-08 et 14 aires de pâturages accessibles** respectivement dans les aires protégées et couloirs de transhumance

Score : ***1=Accessibilité très faible, 2=Accessibilité faible, 3=Accessibilité moyenne, 4=Accessibilité forte, 5=Accessibilité très forte***

L'analyse du modèle d'accessibilité aux ressources fourragères dans le Moyen-Bénin permet de noter une très forte accessibilité aussi bien aux sources d'abreuvement qu'aux fourrages de qualité pendant le pâturage de Juillet à Septembre localement appelé pâturage de N'dungu

Quant au pâturage de Yaanè en octobre, il est caractérisé par une forte accessibilité aux ressources fourragères de qualité. Par contre, on note pendant le pâturage de Seeto, une accessibilité modérée aux ressources fourragères à travers des repousses et aux sources d'abreuvement grâce aux premières pluies de Mai à Juin.

Concernant les pâturages de Dabuné et de Ceedu avec une faible accessibilité aux ressources fourragères de qualité, les transhumants font respectivement appel aux résidus de récoltes et aux ligneux fourragers par émondage, élagage des branches, exploitation des bras de cours d'eau permanent, des dépressions et des bas-fonds.

4.2.2 Analyse spatiale de l'accessibilité aux aires de pâturage

Seize aires de pâturage sont expoitées au total par les transhumants dans le Moyen-Bénin.

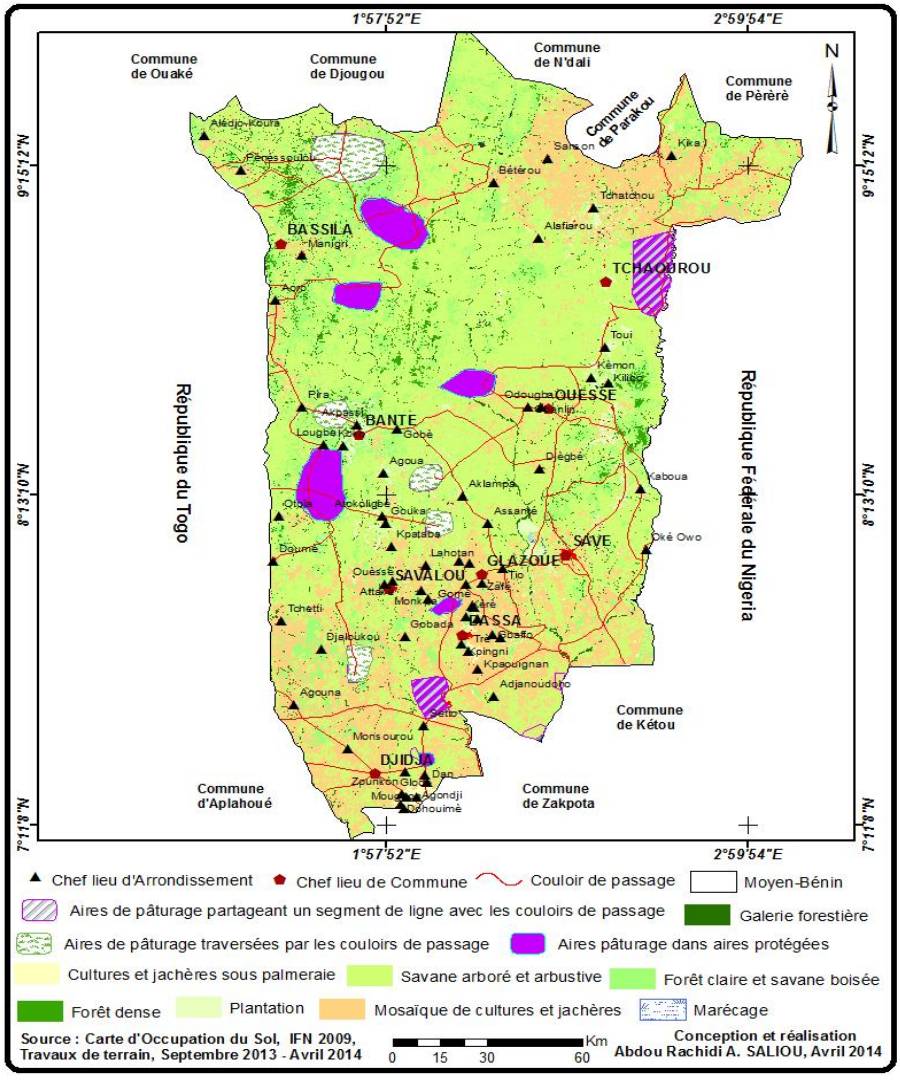


Figure 14. Spatialisation des aires de pâturage accessibles dans les parcours de transhumance

Les couloirs de passage constituent les voies légales d'accès aux différentes ressources des parcours de transhumance du Moyen-Bénin. Ils sont au nombre de quarante sept dont quatre tracés, balisés et reconnus par la CEDEAO (Couloirs N°1, 2, 4). Le couloir N°1 Traverse les communes de Djidja, Dassa, Glazoué, Banté, Savè, Bassila ; le couloir N°2 traverse les communes de Ouèssè, Bassila et le couloir N°4 traverse la commune de Tchaourou.

L'analyse spatiale de l'accessibilité aux aires de pâturage met en exergue trois modes d'accès en rapport avec les couloirs de transhumance (Figure 14). Il s'agit :

- ☞ Des aires de pâturages traversées par les couloirs de passage ;
- ☞ des aires de pâturages partageant un segment de ligne avec les couloirs de passage ; et
- ☞ des aires de pâturage contenues dans les aires protégées.

L'analyse spatiale à travers ces trois modes d'accès aux ressources végétales dans les aires de pâturages des parcours de transhumance permet de noter une meilleure distribution des aires de pâturage favorisant ainsi leur contact avec les couloirs de passage normalement accessible aux éleveurs transhumants.

La Figure 15 présente le taux d'accès estimé des transhumants aux aires de pâturage dans le Moyen-Bénin.

On note que 75 % des aires de pâturage sont accessible par les couloirs de passage, et la plupart se trouvent à 50 % dans les aires protégées non officiellement accessibles aux transhumants.

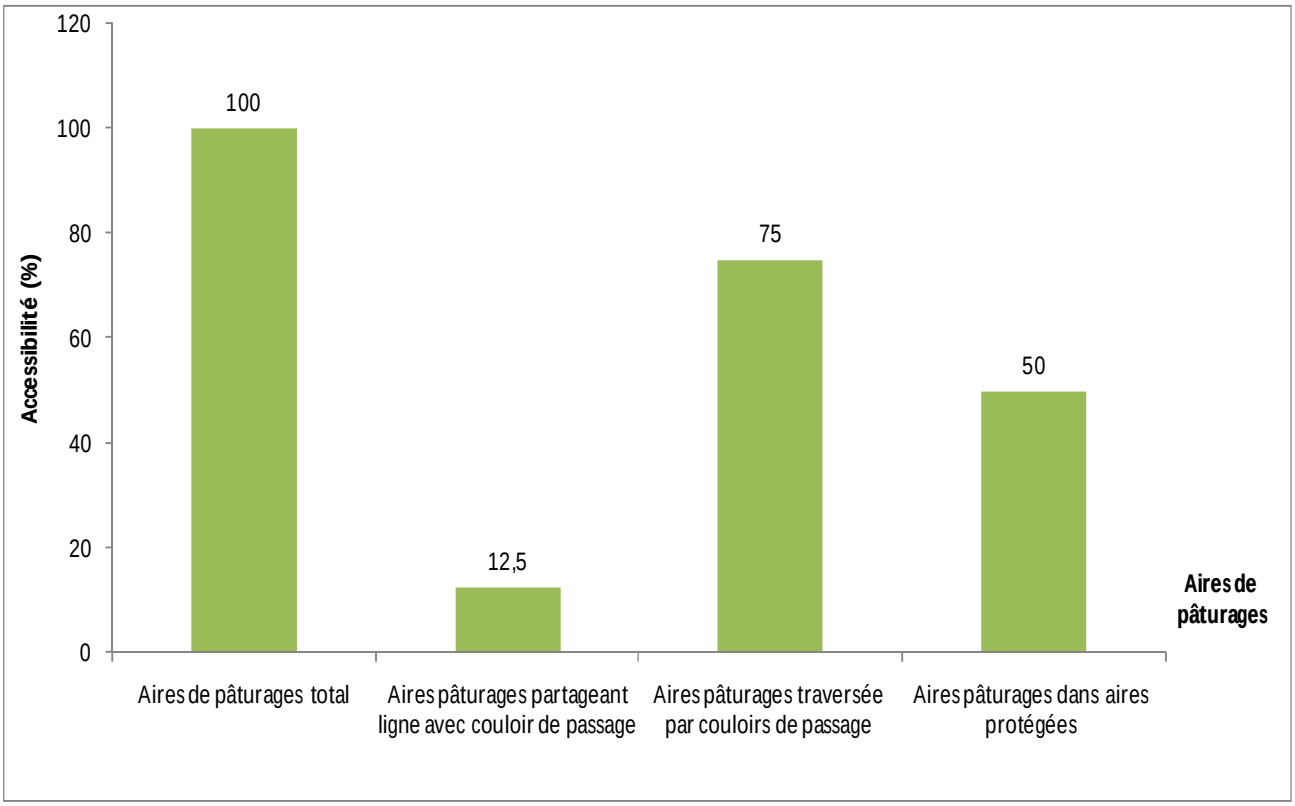


Figure 15. Mode d'accessibilité aux Aires de pâturages dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

Certaines aires de pâturage partageant des lignes avec les couloirs de passage sont quant à elles accessibles à 12,5 %. Ce faible taux d'accès se justifie par l'occupation des voies d'accès que constituent les couloirs de passage par les aires de cultures.

4.2.3 Analyse spatiale de l'accessibilité aux points d'eau

Les points d'eau constituent l'un des mobiles de transhumance de bétail dans le Moyen-Bénin. Au nombre de 55, ils sont accessibles par les couloirs de passage dans les aires de pâturage et les aires protégées (Figure 16). Ces sources d'abreuvements de bétail transhumants sont en grand nombre et mal réparties dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin. L'installation des cultures sur les couloirs de passage points d'eau dans le Moyen-Bénin compromet leur accessibilité par les éleveurs transhumants.

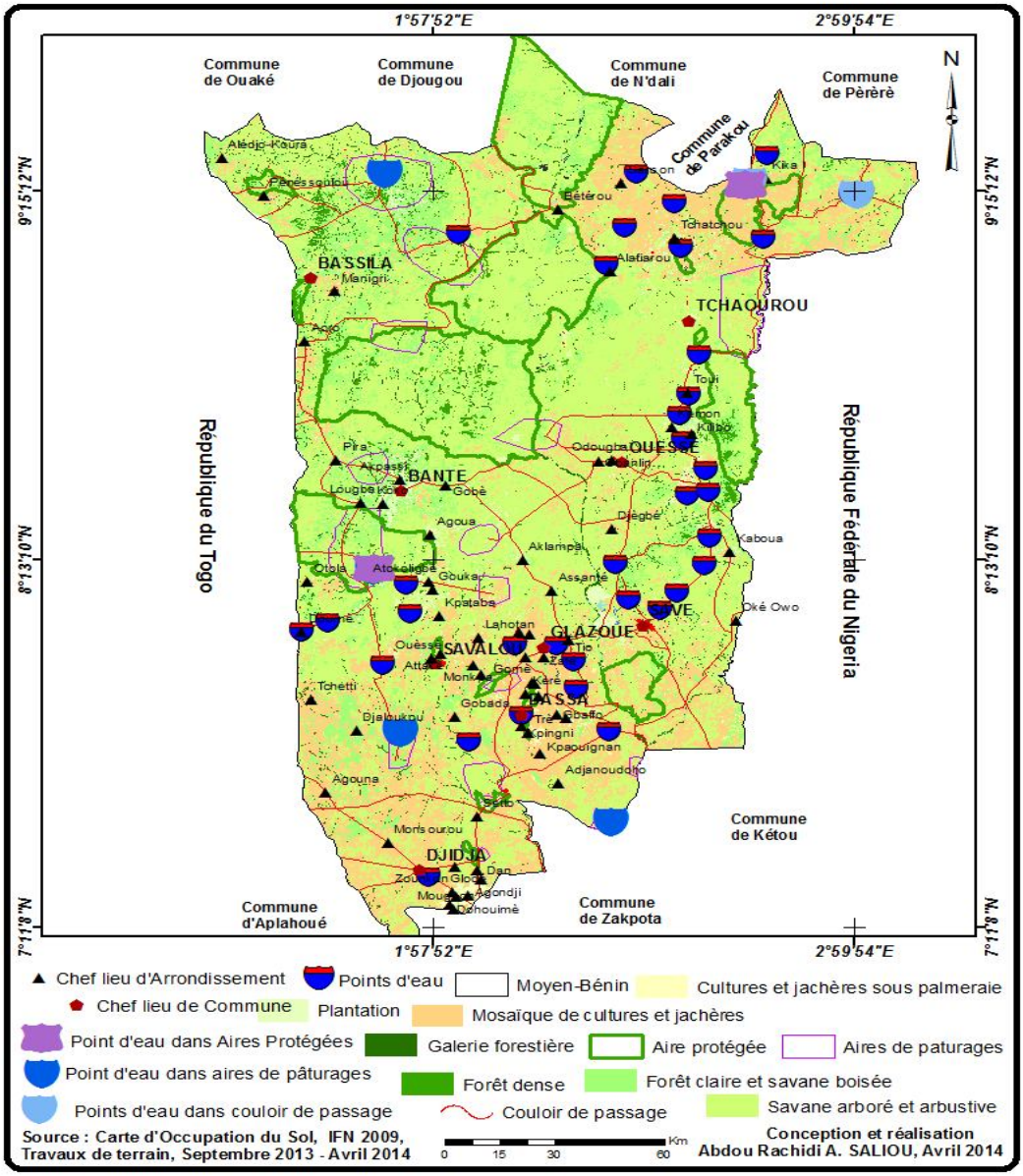


Figure 16. Spatialisation des points d'eau accessibles dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

Les points d'eau au nombre de cinquante cinq sont accessibles par les couloirs de transhumance dans les aires de pâturages et aires protégées des parcours naturels du Moyen-Bénin. (Photo 8)



Photo 8. Point d'eau exploitée par les troupeaux transhumants à Tchatchou (Cliché Saliou, Août 2013)

Malgré l'abondance de cette source d'abreuvement, elle n'est accessible qu'à 7,84% dans les aires de pâturage, 5,88% respectivement dans les couloirs de passage et les aires protégées (Figure 17). Cette situation est liée à l'occupation de leurs couloirs d'accès par les champs.

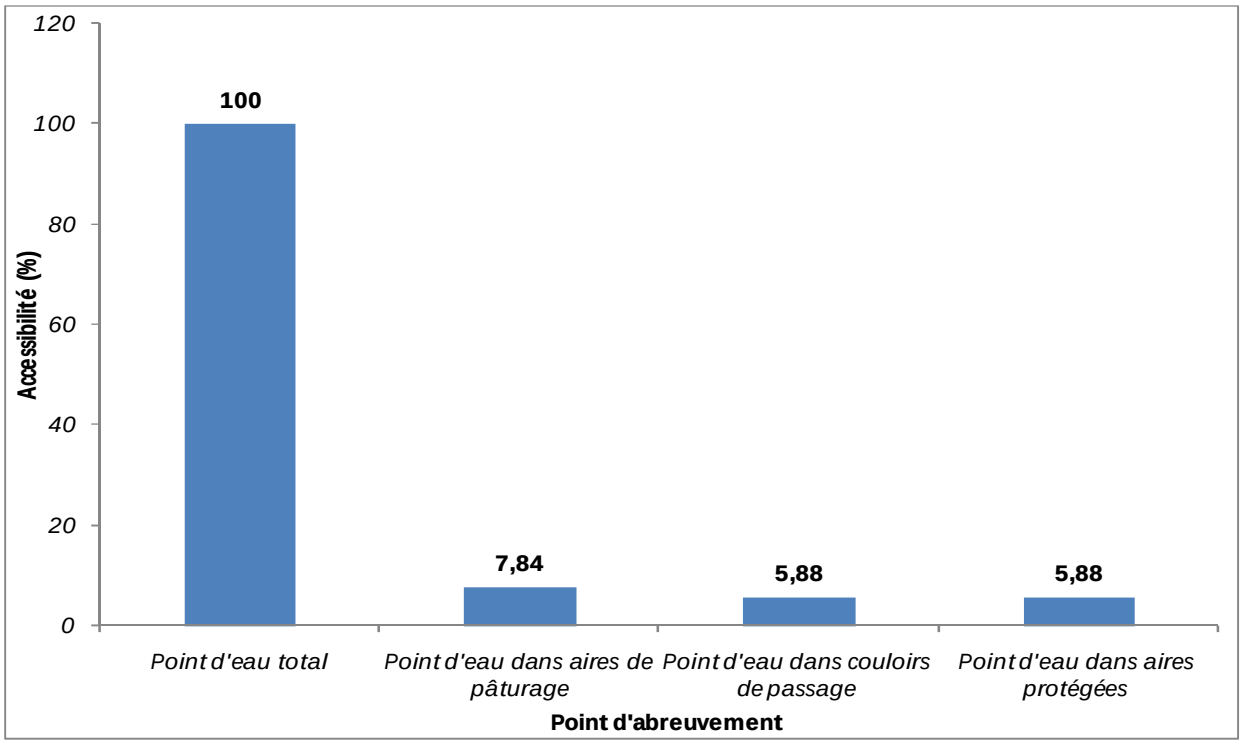


Figure 17. Mode d'accessibilité aux points d'eau dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

4.2.4 Analyse spatiale de l'accessibilité aux cours d'eau

L'eau est une ressource fondamentale pour la survie et la production de l'élevage. Dans le contexte de l'élevage béninois qui est essentiellement pastoral, elle constitue un facteur déterminant pour la sécurisation des mouvements transhumants.

Les bras des cours d'eau constituent les sources d'abreuvement les plus exploitées par les troupeaux transhumants au Moyen-Bénin parce qu'ils gardent plus longtemps l'eau que les points d'eau (Figure 18). Vingt quatre bras de cours d'eau sont accessibles par les transhumants. Ces bras de cours d'eau interceptent avec les aires de pâturages et les aires protégées.

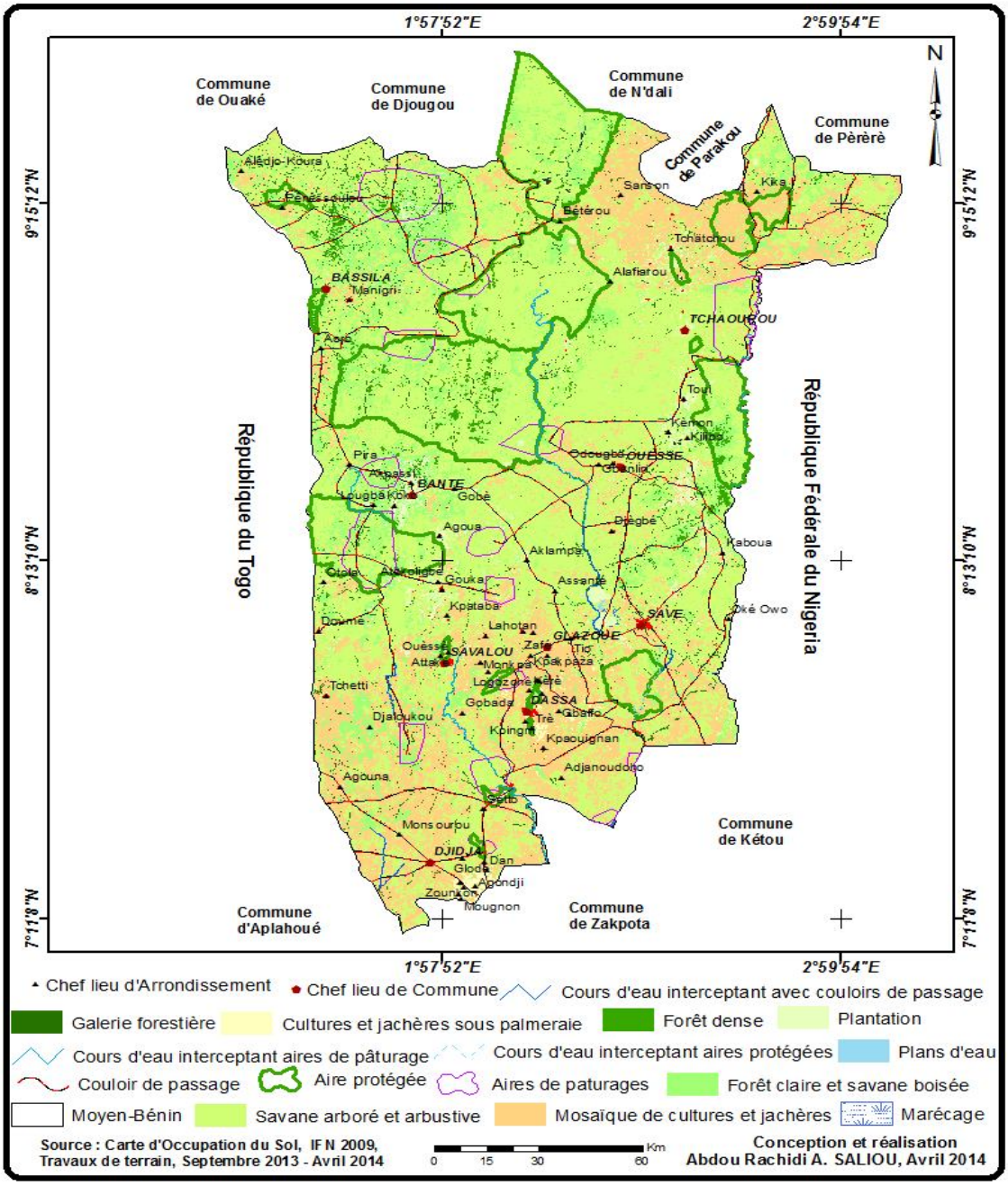


Figure 18. Spatialisation des cours d'eau accessible dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

Pour accéder aux cours d'eau, les transhumants empruntent les couloirs de passage ou les utilisent à proximité des aires de pâturage et des aires protégées qui ne sont facilement pas accessibles.

Environ 42 % de ces ressources hydriques exploitées sont en contact direct avec les couloirs de passage alors que 25 % et 21 % interceptent respectivement avec les aires protégées et aires de pâturages (Figure 19).

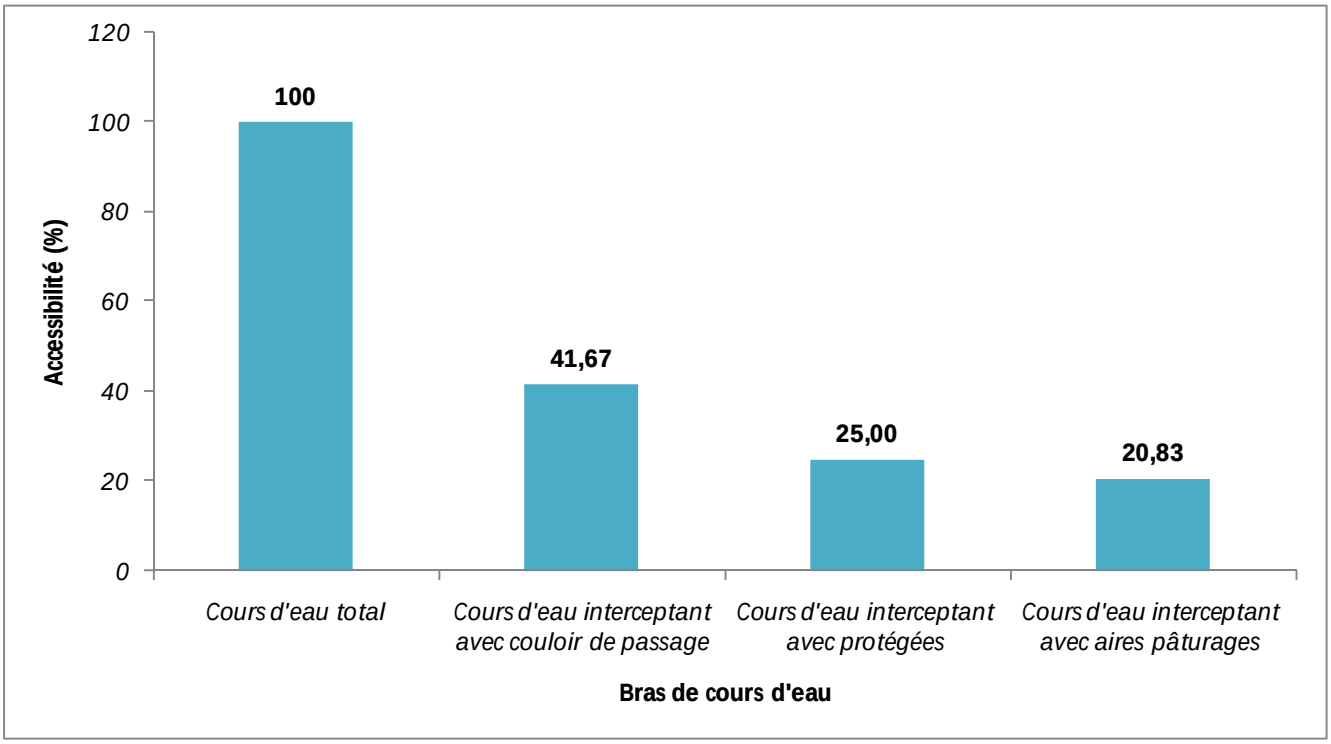


Figure 19. Mode d'accessibilité aux cours d'eau dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin.

4.2.5 Analyse spatiale des conditions d'accessibilité aux zones d'accueil

Les zones d'accueil (Figure 20) jouent un rôle très important en période de transhumance de bétail dans le Moyen-Bénin. Elles servent à la fois d'aires de parcage, de repos, de sites de vaccination ou de recensement du cheptel transhumants pour le payement des taxes. La proximité de ces zones d'accueil aux sources d'abreuvement ou aux aires de pâturages limite les parcours de grandes distances qui épuise aussi bien les animaux que les éleveurs enfants ou adolescents qui les guident souvent.

Ces zones d'accueil au nombre de six occupent seulement les parties centrale et méridionale du Moyen-Bénin. Elles sont accessibles par les couloirs de transhumance. Mais parfois, certaines aires de pâturages ou aires protégées interdites d'accès sont utilisées comme zones d'accueil de troupeaux transhumants.

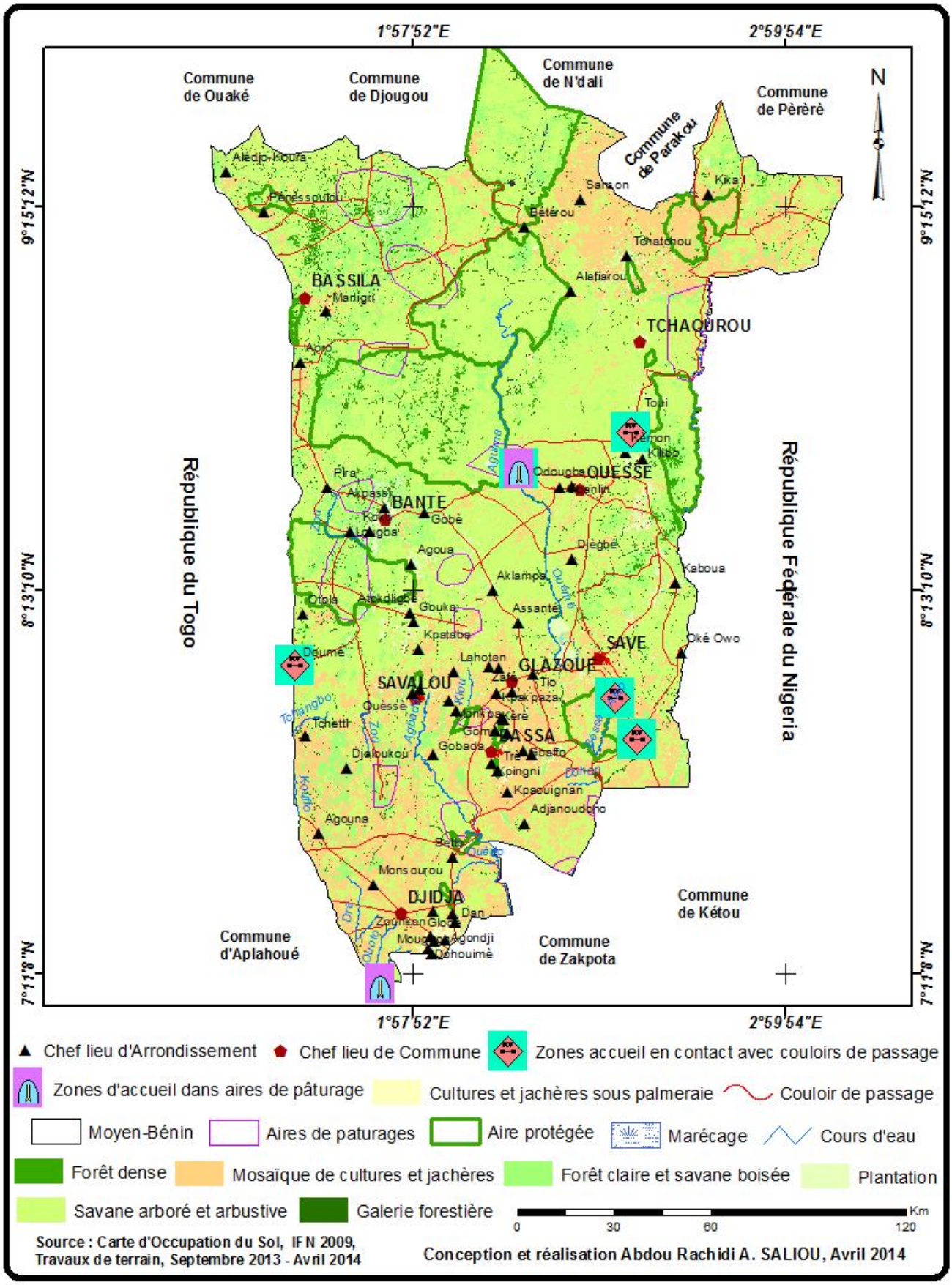


Figure 20. Spatialisation de l'accessibilité aux zones d'accueil dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

Six zones d'acceuil sont exploitées par les transhumants dans le Moyen-Bénin. Leur position géographique pose différemment des problèmes d'accessibilité aux sources d'abreuvement pour les troupeaux transhumants (Figure 21).

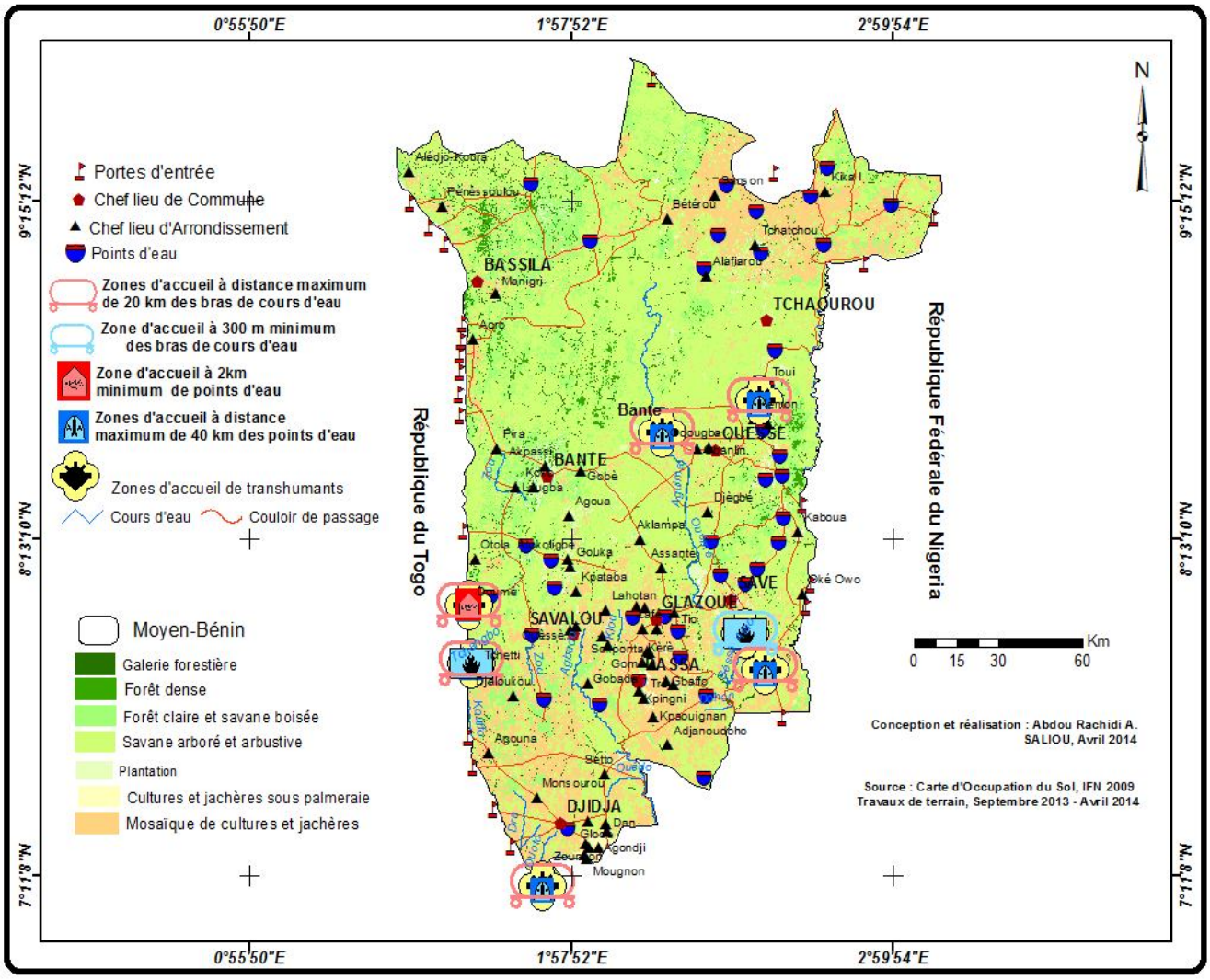


Figure 21. Positions des zones d'accueil et accessibilité aux sources d'abreuvement dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

En effet, les points d'eau sont difficilement accessibles des zones d'accueil que les cours d'eau. Pendant que les distances minimales parcourues par les troupeaux transhumants des zones d'accueil sont de 300 m et de 2 km respectivement vers les cours d'eau et les points d'eau, celles maximales se trouvent à 20 km et 40 km respectivement des cours d'eau et points d'eau.

4.3 CONFLITS D'USAGES AUTOUR DES AIRES DE TRANSHUMANCE

En raison de leur fréquence et de leur violence, les questions relatives aux conflits sont perçues comme des risques ou des contraintes au développement de l'élevage au Moyen-Bénin en particulier. Ces conflits ne sont qu'une manifestation des problèmes induits par les mutations environnementales, politiques, sociales et économiques en cours dans la région. En dépit de son

caractère extensif et mobile, plusieurs facteurs naturels et anthropiques prédisposent le pastoralisme transhumant aux conflits.

4.3.1 Facteurs d'occurrence des conflits d'usage autour des aires de transhumance

Les conflits d'usage des ressources fourragères et infrastructures hydrauliques dans le Moyen-Bénin trouvent leurs origines dans les facteurs naturels, anthropiques et politiques.

- **Facteurs naturels**

Parmi les facteurs naturels, il y a, entre autres, les crises éco-climatiques que connaît l'Afrique de l'Ouest. Les sécheresses sahéliennes des années 1970 et 1980 ont beaucoup modifié les systèmes de production agropastoraux, en particulier les règles de gestion des ressources naturelles par les populations. Ce qui a eu pour conséquence l'afflux des troupeaux transhumants du Niger, du Burkina Faso et du Nigeria vers le Bénin.

- **Facteurs anthropiques**

Sur le plan socio-économique, on enregistre une forte extension des surfaces cultivées du fait de la forte croissance démographique et de l'extension des cultures de rente. Aussi, les pasteurs se sont-ils engagés dans des activités agricoles afin de mieux gérer les risques en limitant l'exploitation de leur troupeau. Cette pression accrue sur les terres et les autres ressources naturelles entraîne l'occupation des espaces pastoraux traditionnels (zones de pâturage, pistes à bétail, etc.), d'où une exacerbation des conflits entre les éleveurs transhumants et les autres usagers des ressources naturelles (agricultures, forestiers, etc.). Les conflits liés à la transhumance ont causé d'énormes dégâts, créé une tension permanente entre les éleveurs transhumants et les communautés des zones d'accueil.

- **Contraintes politiques**

La décentralisation et le transfert de la gestion des ressources naturelles aux Communes rurales constituent une opportunité pour les pasteurs, tout en présentant également certains risques. C'est une opportunité dans la mesure où la gestion des ressources par les communautés locales assure en principe une meilleure sécurité d'accès aux ressources pastorales. Mais il existe également un risque de marginalisation accrue des pasteurs en raison de leur faible représentativité dans les instances locales de prises de décision qui les concernent. A cela s'ajoute le risque d'imposition de taxes diverses qui peuvent, selon leur ampleur, constituer une entrave à l'accès aux ressources pastorales.

4.3.2 Typologie des conflits d'usage autour des aires de transhumance

La classification des conflits liés à la transhumance dans le Moyen-Bénin est basée d'une part sur les indicateurs spatialisés d'usage des ressources fourragères, hydriques et

infrastructures hydrauliques; et d'autre part sur les différents protagonistes qui s'y opposent notamment les agriculteurs, les éleveurs, les gendarmes et les forestiers.

Ainsi, on distingue suivant ces différents acteurs les conflits entre agriculteurs sédentaires et éleveurs transhumants, les conflits entre éleveurs autochtones et allochtones, les conflits entre éleveurs et forces de l'ordre (Gendarmes et Forestiers) et enfin les conflits entre Etats voisins.

4.3.2 1 Spatialisation des conflits d'usage autour des aires de transhumance

L'élevage dans le Moyen-Bénin est extensif, mobile et consommateur d'espace. Avec l'extension des aires de cultures et le non respect des couloirs de transhumance aussi bien par les éleveurs que par les agriculteurs, des conflits d'usages se développent autour des entités géographiques de transhumance (Figure 22).

La figure 22 présente les points chauds des conflits autour des cours d'eau, des aires protégées, des aires de pâturages et des points d'eau. Trente huit points chauds de conflits ont été cartographiés dans le Moyen-Bénin.

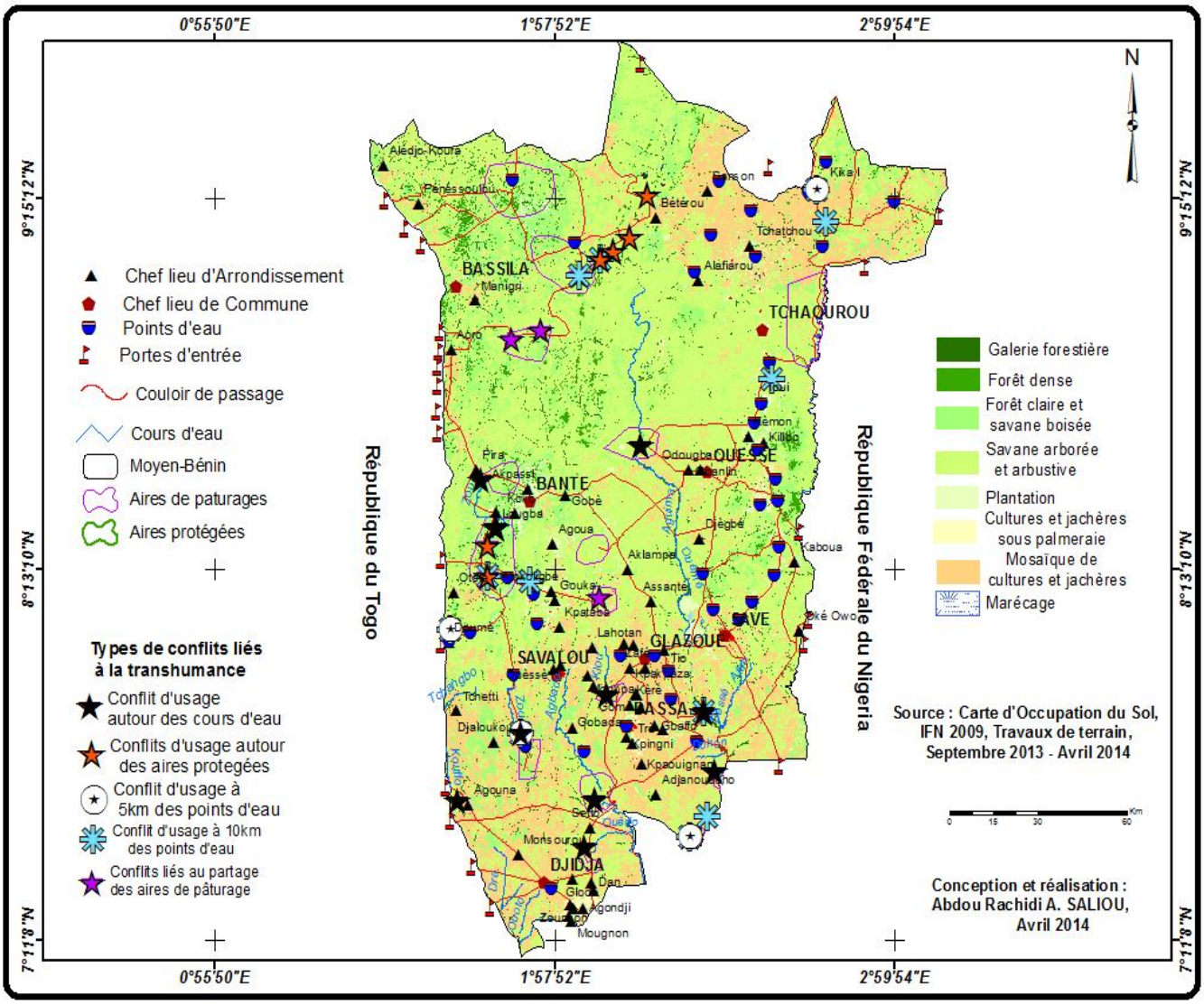


Figure 22. Spatialisation des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin

Ces points chauds de conflits sont répartis en fonction des entités spatiales d'usage des ressources fourragères. Ainsi, 24 points chauds de conflits ont été enregistrés dans les couloirs de passage, 12 dans les aires de pâturage, 10 autour des cours d'eau, 8 dans les aires protégées et 4 autour des points d'eau.

Concernant les entités spatiales, il s'agit des conflits d'usage autour des cours d'eau, des points d'eau, des aires de pâturages, des couloirs de transhumance et des aires protégées (Figure 23).

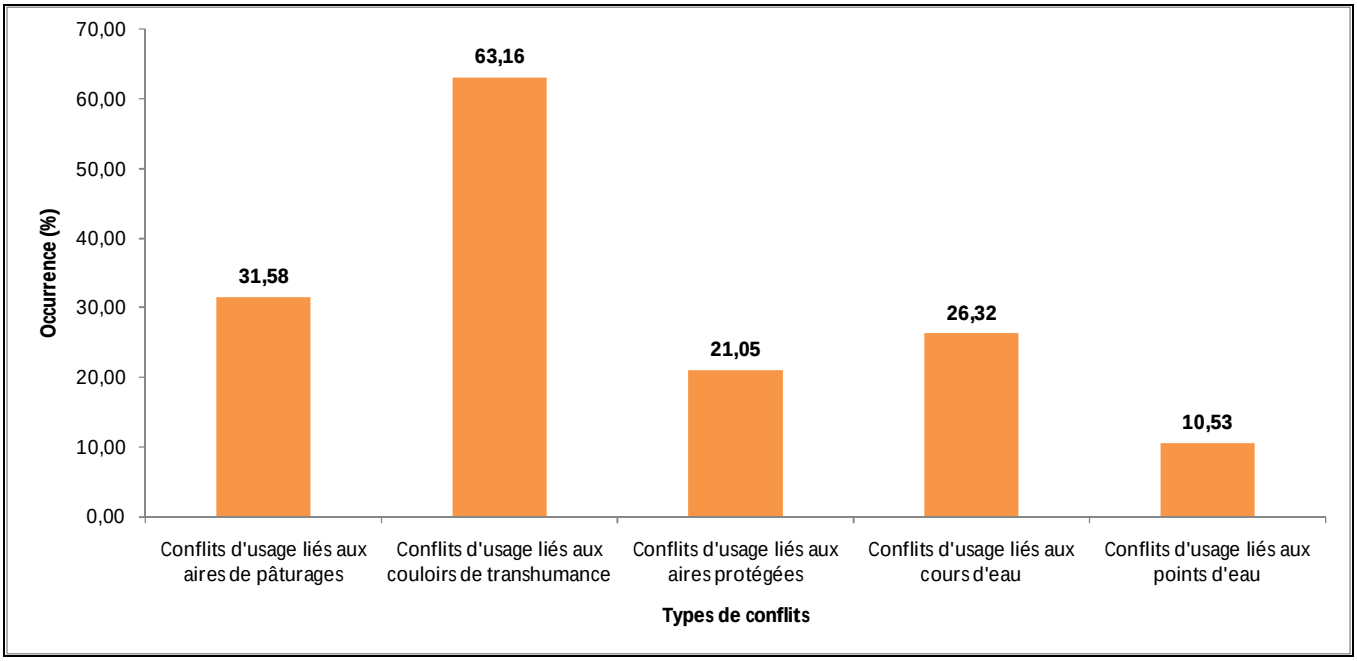


Figure 23. Indicateurs spatialisés des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin

Les plus importants sont les conflits entre agriculteurs et éleveurs (63,16%) liés au non respect des couloirs de transhumance par les uns et les autres. On retient ensuite les conflits d'usage liés aux aires de pâturage (31,58%) et aux cours d'eau (26,32%) qui se déclenchent entre éleveurs autochtones et éleveurs transhumants.

Quant aux conflits liés aux aires protégées, ils se produisent entre éleveurs autochtones, éleveurs transhumants, agriculteurs et agents des Eaux Forêt et Chasse assermentés pour la répression.

4.3.2. 2 Conflits entre agriculteurs et éleveurs transhumants

Les dégâts causés par le bétail transhumant sur les cultures et les récoltes sont les principales causes des conflits entre les agriculteurs et les éleveurs transhumants. Ces conflits sont au nombre de 24 et la dernière en date est celui qui s'est produit en mars 2015 dans la commune de Dassa entre un agriculteur et un groupe de transhumants s'est soldé par des pertes en vies humaines (1 paysan et 5 éleveurs), des champs dévastés, des campement brûlés et des troupeaux de bétail décimés. Ces conflits ont pour origine l'occupation des espaces pastoraux traditionnels par l'extension des surfaces cultivées ou la méconnaissance et/ou le non respect par les éleveurs transhumants des couloirs de passage. Ce type de conflit qui sévit le long des couloirs de

passage et engendre des pertes énormes en vies humaines et d'importants dégâts matériels est légion dans la plupart des communes du Moyen-Bénin dont Djidja, Savalou, Savè, Bantè, Ouèssè, Tchaourou, Dassa, Glazoué et Bassila.

4.3.2 3 Conflits entre éleveurs autochtones et allochtones

Les conflits entre éleveurs autochtones et allochtones ont pour origine l'exploitation concurrente des ressources fourragères ou hydriques disponibles. A cela, on peut ajouter le vol de bétail par les transhumants et le risque épidémiologique lié à la transmission par les troupeaux transhumants au cheptel local des maladies contagieuses lors des déplacements. Ce type de conflit est récurrent dans les communes de Tchaourou, Bassila, Ouèssè, Savè et Djidja.

4.3.3 Classification hiérarchique des conflits en fonction des périodes de transhumances

Le dendrogramme ci-après (Figure 24) présente la hiérarchisation de la classification des conflits en fonction du calendrier traditionnel de transhumance dans le Moyen-Bénin..

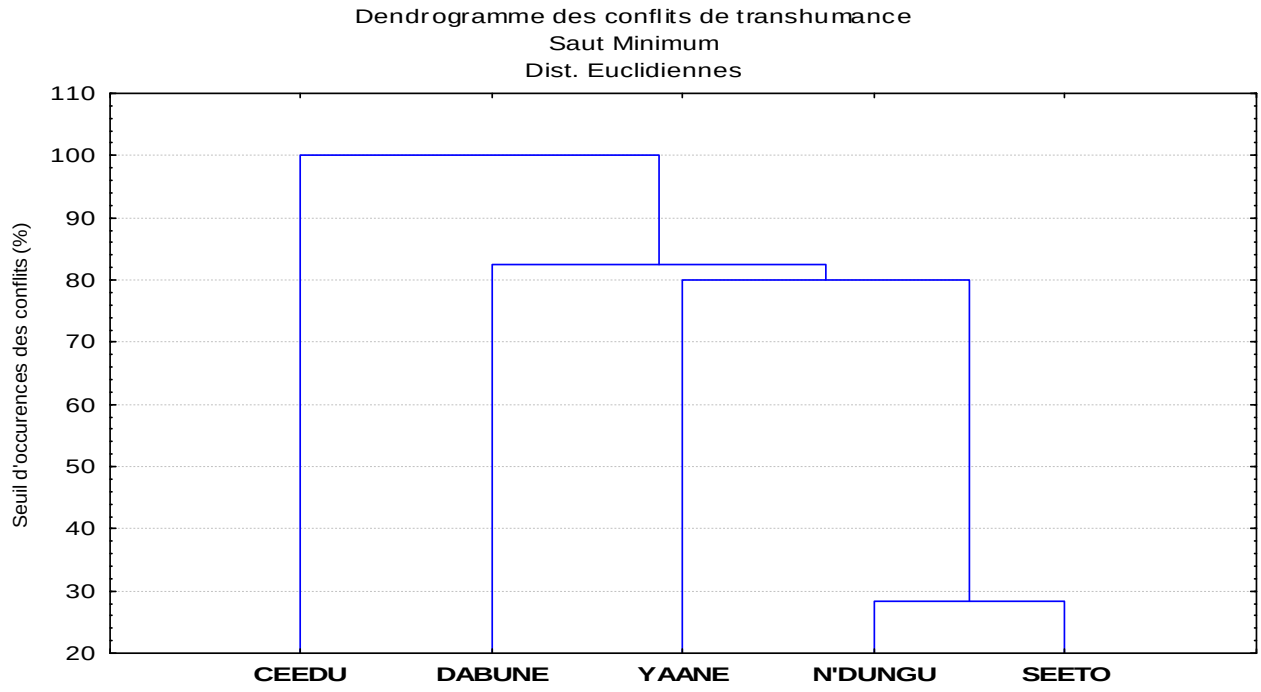


Figure 24. Dendrogramme de classification hiérarchique des conflits de transhumance suivant le calendrier pastoral traditionnel

L'analyse de cette figure 24 permet de noter que les conflits de transhumance sont présents à toutes les saisons mais à des seuils d'occurrences variables. Ainsi, au seuil de 30%, on note une faible présence des conflits pendant les périodes de Seeto et N'dungoun correspondant à la saison des pluies, il s'agit des conflits entre agriculteurs et transhumants du retour à la recherche de repousses pour alimenter les animaux. Par contre, au seuil de 80%, deux types de conflits se chevauchent. Ce sont d'une part des conflits agriculteurs-transhumants et d'autre part des conflits transhumants et agents des eaux et forêt et agriculteurs.

4.3.4 Modélisation de l'occurrence des conflits dans le Moyen-Bénin

Le tableau VIII présente le modèle d'occurrence des risques de conflits suivant le calendrier pastoral traditionnel (en langue Peulh). Les saisons de seeto (Mai à Juin) et Yaanè (Octobre) correspondent à la période humide où les ressources fourragères (les repousses, l'herbe fraiche, les résidus de récoltes et l'eau pour l'abreuvement) sont disponibles, ces saisons engendrent respectivement des conflits entre agriculteurs et transhumants liés à la traversée des champs du retour de la transhumance et des dégâts dans les champs non encore récoltés. La saison de N'dungu (Juillet à Septembre) équivaut à la période franchement humide pendant laquelle les ressources fourragères sont disponibles en qualité et en quantité, et les risques de conflits sont négligeables.

Tableau VIIIIII. Modèle d'occurrences des conflits en fonction des périodes de transhumances

Entités du calendrier pastoral		**Seeto**(Mai-Juin)	**N'dungu**(Juil-Sept)	**Yaanè**(Octobre)	**Dabunè**(Nov-Janv)	**Ceedu**(Fév-Avril)	**Indicateurs -22portes d'entrée -38 zones de conflits -07 zones d'accueil**
Variables de description	Saisons / Périodes	Début de saison des pluies	Pleine saison des pluies	Début des récoltes	Saison sèche et froide	Saison sèche et chaude	
Variable de risque	Risque de conflits d'usage liés aux couloirs de passage	1	1	5	3	1	**-24 zones de conflits liés aux couloirs de passage**
	Risque de conflits d'usage liés aux Aires de pâturages	1	1	1	3	4	**-12 zones de conflits liés aux aires de pâturages**
	Risque de conflits d'usage liés aux cours d'eau	2	1	1	3	5	**-10 zones de conflits liés à l'usage des cours d'eau**
	Risque de conflits d'usage liés aux Aires protégées	1	1	1	3	4	**-08 zones de conflits liés à l'usage des aires protégées**
	Risque de conflits d'usage liés aux points d'eau	1	1	1	3	4	**-04 zones de conflits liés à l'usage des points d'eau**
Règles de conduite des troupeaux en fonction de la saison		Rechercher les zones de repousse de graminées lors des retour vers les zones de départ	Respecter et suivre les couloirs de passage dans la conduite des troupeaux	-Eviter les dégâts sur les récoltes -Négocier des contrats de vaine pâture	Reconstitution des réserves de résidus de récoltes	Départ en transhumance pour accessibilité aux aires de pâturage et sources d'abreuvement	

Score : ***1=Risque très faible, 2=Risque faible, 3=Risque moyen, 4=Risque élevé, 5=Risque très élevé***

Les saisons de Dabuné (novembre à Janvier) et Ceedu (février à avril) répondent aux périodes sèches au cours desquelles la disponibilité et la qualité des ressources fourragères sont très mauvaises. Pendant ces deux saisons, les risques de conflits sont également très élevés et s'établissent autour des différentes ressources fourragères exploitées dont principalement les aires de pâturages, les cours d'eau, aires protégées et points d'eau.

4.3.5 Avis des différents acteurs sur les conflits liés à la transhumance

Les différents usagers des ressources ont donné leur avis sur les conflits relatifs à la transhumance de bétail. L'analyse du tableau IX met en exergue trois raisons d'occurrence de conflits de transhumance autour des aires de transhumance.

Tableau IX. Raisons des conflits de transhumance selon les acteurs

Mobile des conflits	Effectifs	Pourcentage (%)
Incursion dans les aires protégées	20	10,21
Occupation couloir de passage par les aires de cultures	70	35,71
Destruction des cultures par les troupeaux transhumants	106	54,08
Total	196	100,0

Il s'agit d'une part des conflits dus aux incursions régulières des transhumants dans les zones interdites d'activités anthropiques (10,21%), ces conflits les opposent aux agents responsables de la protection de ces domaines. D'autre part, on note des conflits liés au non respect des couloirs de passage, subdivisés en deux groupes dont l'occupation des couloirs de passage par les cultures (35,71%) et la destruction des cultures par les transhumants (54,08%).

Pour une pratique de transhumance apaisée selon les différents acteurs, plusieurs solutions peuvent être envisagées. Le tableau X présente les possibilités d'atténuation des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin.

Tableau X. Propositions des acteurs pour une meilleure gestion des conflits de transhumance

Modalités	Effectifs	Pourcentage (%)
Respect de couloir de passage par tous	40	20,40
Meilleure cohabitation par exploitation rationnelle des résidus de récoltes	2	1
Aménagement des points d'abreuvement d'animaux+ Développement de cultures fourragères	154	78,60
Total	196	100

La plupart des acteurs (78,60%) proposent comme solutions l'aménagement des points d'eau et le développement des cultures fourragères. Par contre deux autres parties des usagers souhaitent beaucoup plus le respect des couloirs de passage par tous (20,40%) et une meilleure cohabitation pour une exploitation rationnelle des résidus de récoltes (1%).

4.3.6 Modes de gestion des conflits liés à la transhumance

Pour prévenir ou gérer ces conflits, plusieurs mesures sont prises par les différents acteurs concernés. Ces mesures sont aussi bien individuelles que collectives. De même que les initiatives prises pour juguler les conflits se situent depuis le niveau local jusqu'au niveau supra national. Ainsi, pour diminuer la pression pastorale autour des aires protégées et pour favoriser la mobilité et les activités d'élevage en périphérie, des propositions ont été faites lors des différents focus group avec des acteurs concernés. Parmi celles-ci, on peut citer entre autre :

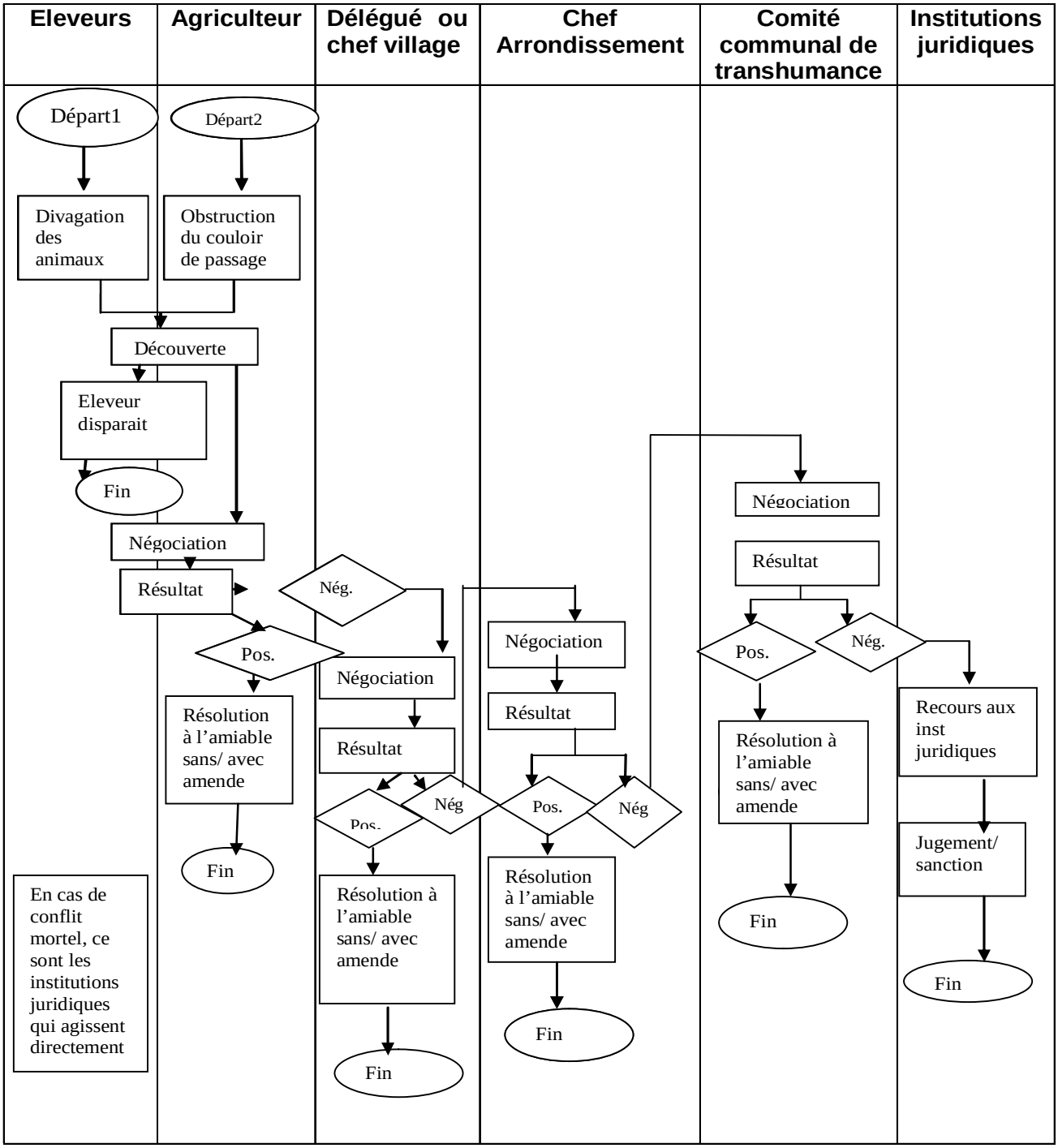
- L'officialisation et l'aménagement de certains axes de transhumance traditionnels stratégiques.
- L'implication des associations d'éleveurs dans les actions de sensibilisation/information en vue du retrait des troupeaux se trouvant actuellement à l'intérieur des aires protégées.
- La suppression de certaines tracasseries (permis d'autorisation à la transhumance, payement de taxes diverses) pour les éleveurs au niveau des frontières par les forestiers, les douaniers, les agents des services de l'élevage, etc.
- La matérialisation des aires protégées afin de connaître les limites à ne pas franchir.
- La vulgarisation des textes communautaires et nationaux relatifs à la transhumance et aux aires protégées à destination de l'ensemble des acteurs (éleveurs, agriculteurs, forestiers, agents de l'élevage, etc.).

Deux types d'acteurs sont mis en exergue dans le processus de gestion des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin. Il s'agit d'une part des protagonistes qui regroupent des éleveurs/transhumants, des agriculteurs ou des responsables de gestion des domaines protégés. D'autre part, on note le groupe des médiateurs de crise constitués par le Chef village, le Chef d'Arrondissement, les comités locaux de gestion de transhumance, l'administration forestière et les institutions juridiques. Les tableaux XI et, XII montrent le processus de résolution des différends entre éleveurs et agriculteurs, et administration forestière et le niveau d'implication des acteurs liés à la gestion des parcours de transhumance. Ce processus de gestion n'intervient que lorsque l'acteur responsable des dégâts est connu. Souvent, le processus devient long lorsque le présumé auteur refuse de reconnaitre les faits qui lui sont reprochés. Plusieurs cas de figures se présentent selon que le conflit se passe entre agriculteurs et éleveurs/transhumants et responsables de gestion des aires protégés.

- Quel que soit le type, on procède d'abord à l'identification ou de la nature du conflit ; s'il s'agit d'un conflit mortel ou qu'il y a eu des coups et blessures graves, le règlement se fait directement par les institutions juridiques lorsque le mis en cause est appréhendé ;

- Concernant le conflit entre agriculteurs et éleveurs/transhumants, une fois identifié, s'il n'est pas mortel, sans blessures graves et qu'il ne s'agit que des dégâts, et le mis en cause concerné se présente en acceptant la négociation, le conflit est réglé à l'amiable.

Tableau XI. Processus de règlement de conflits entre agriculteurs et éleveurs.

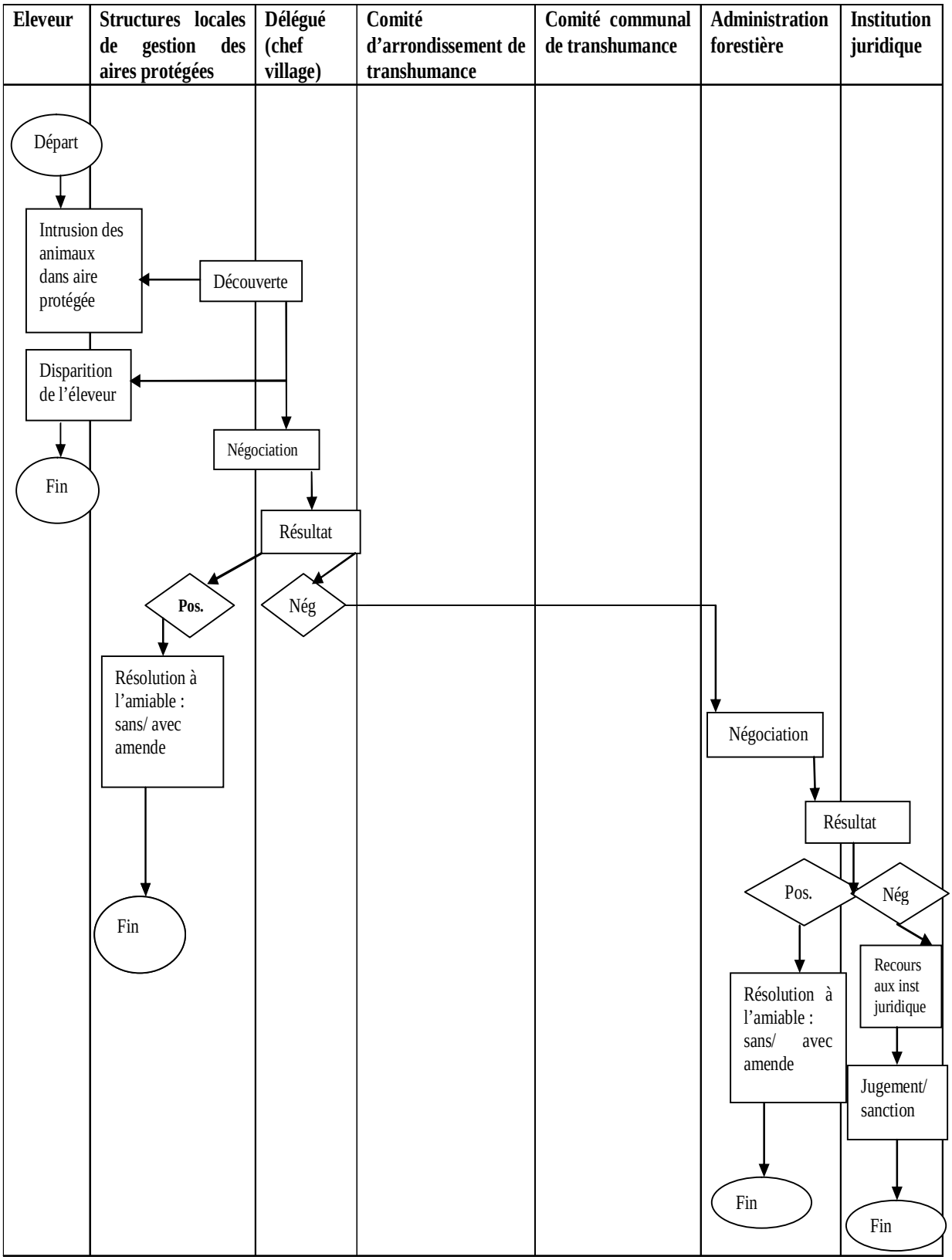


NB : Nég = Négatif ; Pos = Positif ; Inst = Institution

- Si le mis en cause refuse la négociation, l'affaire est transférée au niveau des autorités locales. Si le règlement dépasse leurs compétences, le comité communal de gestion de la

transhumance s'en charge. En cas d'échec, on fait recours aux institutions juridiques pour la sentence.

Tableau XII. Processus de règlement de conflits entre administration forestières et éleveurs.



NB : Nég = Négatif ; Pos = Positif ; Inst = Institution

- Quant au règlement du conflit entre éleveurs/transhumants et responsables de gestion des domaines protégés, le délit est d'abord identifié par les responsables locaux de gestion des réserves protégées après constats. S'il est mortel, l'affaire est gérée directement par les institutions juridiques ;

  S'il s'agit d'un délit non mortel, sans blessures graves, et le présumé coupable se présente, accepte la négociation en reconnaissant les faits qui lui sont reprochés, le problème est réglé à l'amiable avec ou sans amande selon la gravité des dégâts ;

  Si le présumé coupable se présente et refuse la négociation, les autorités locales servent de médiation, en cas de mésentente, le comité communal de transhumance s'en charge. Lorsque la négociation à ce stade n'aboutit pas, les protagonistes se confient aux institutions juridiques ;
- Quel que soit le type de conflit, si le mis en cause disparait et n'est plus retrouvable, l'affaire prend fin.

Ce climat conflictuel entre agriculteurs et éleveurs/transhumants d'une part et entre éleveurs/transhumants et responsables de gestion du domaine protégé d'autre part créé pour l'éleveur un climat de méfiance vis-à-vis de ces deux acteurs qu'il considère comme des menaces pour une exploitation apaisée des ressources pastorales. Il importe alors d'élaborer et de mettre en œuvre une stratégie de dialogue sociale permanente.

Conclusion partielle

La cartographie et l'analyse spatiale des relations entre les différentes entités spatiales des parcours de transhumance en fonction du calendrier pastoral traditionnel ont contribué à la compréhension des modes d'accessibilité aux ressources pastorales et hydriques dans le Moyen-Bénin. Au nombre de ces indicateurs spatiaux, on peut noter les couloirs de passage, les aires de pâturages, les aires protégées, les zones d'accueil, les points d'eau, les cours d'eau.

L'analyse spatiale de ces modes d'accès aux ressources végétales des parcours de transhumance montre une meilleure distribution des aires de pâturages favorisant leur contact avec les couloirs de passage normalement accessible aux éleveurs transhumants. Les points d'eau accessibles par les couloirs de passage sont en grand nombre et mal réparties dans les parcours de transhumance.

Les bras des cours d'eau constituent les sources d'abreuvement les plus exploitées par les troupeaux transhumants au Moyen-Bénin parce qu'ils gardent plus longtemps l'eau que les points d'eau.

La position géographique de ces zones d'accueil pose différemment des problèmes d'accessibilité aux différentes sources d'abreuvement pour les troupeaux transhumants en parcage.

Les conflits d'usage des ressources fourragèreses, hydriques et infrastructures hydrauliques dans le Moyen-Bénin trouvent leurs origines dans les facteurs naturels, anthropiques et politiques.

Leur classification est basée d'une part sur les indicateurs spatialisés d'usage des ressources pastorales, hydriques et infrastructures hydrauliques ; et d'autre part sur les différents protagonistes qui s'y opposent notamment les agriculteurs, les éleveurs, les gendarmes et les forestiers.

Deux types d'acteurs sont mis en exergue dans le processus de gestion des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin. Il s'agit d'une part des protagonistes qui regroupent des éleveurs/transhumants, des agriculteurs ou des responsables de gestion des domaines protégés. D'autre part, on note le groupe des médiateurs de crise constitués par le Chef-village ou Délégué, le Chef d'Arrondissement, les comités locaux de gestion de transhumance, l'administration forestière et les institutions juridiques.

L'examen des résultats issus des modèles d'accessibilité aux ressources fourragères et d'occurrence des conflits liés à leurs usages montre une variation des modes d'accès et de développement des conflits en fonction de l'évolution de la pluviométrie. L'hypothèse H1 qui établit un lien entre l'accessibilité aux ressources fourragères et l'évolution des paramètres bioclimatiques est vérifiée.

Les espèces fourragères les plus importantes aussi bien ligneuses qu'herbacées sont convoitées dans les entités spatiales des parcours de transhumance. La compréhension de leur niche écologique est indispensable à la prédiction future de leur distribution géographique au regard des variabilités climatiques.

CHAPITRE CINQUIEME : MODELISATION DE LA NICHE ECOLOGIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES FOURRAGERES DANS LE MOYEN-BENIN

La mosélisation de la niche écologique a concerné les espèces fourragères ligneuses et herbacées les plus sollicitées en période de transhumance dans le Moyen-Bénin.

5.1 MODELISATION DES NICHES ECOLOGIQUES ET DISTRIBUTION DES LIGNEUX FOURRAGERS *PTEROCARPUS ERINACEUS, KHAYA SENEGALENSIS, AFZELIA AFRICANA* ET *DANIELLIA OLIVERI* EN CONDITION DE VARIABILITES BIOCLIMATIQUES

5.1.1 Contribution des variables environnementales et bioclomatiques au modèle

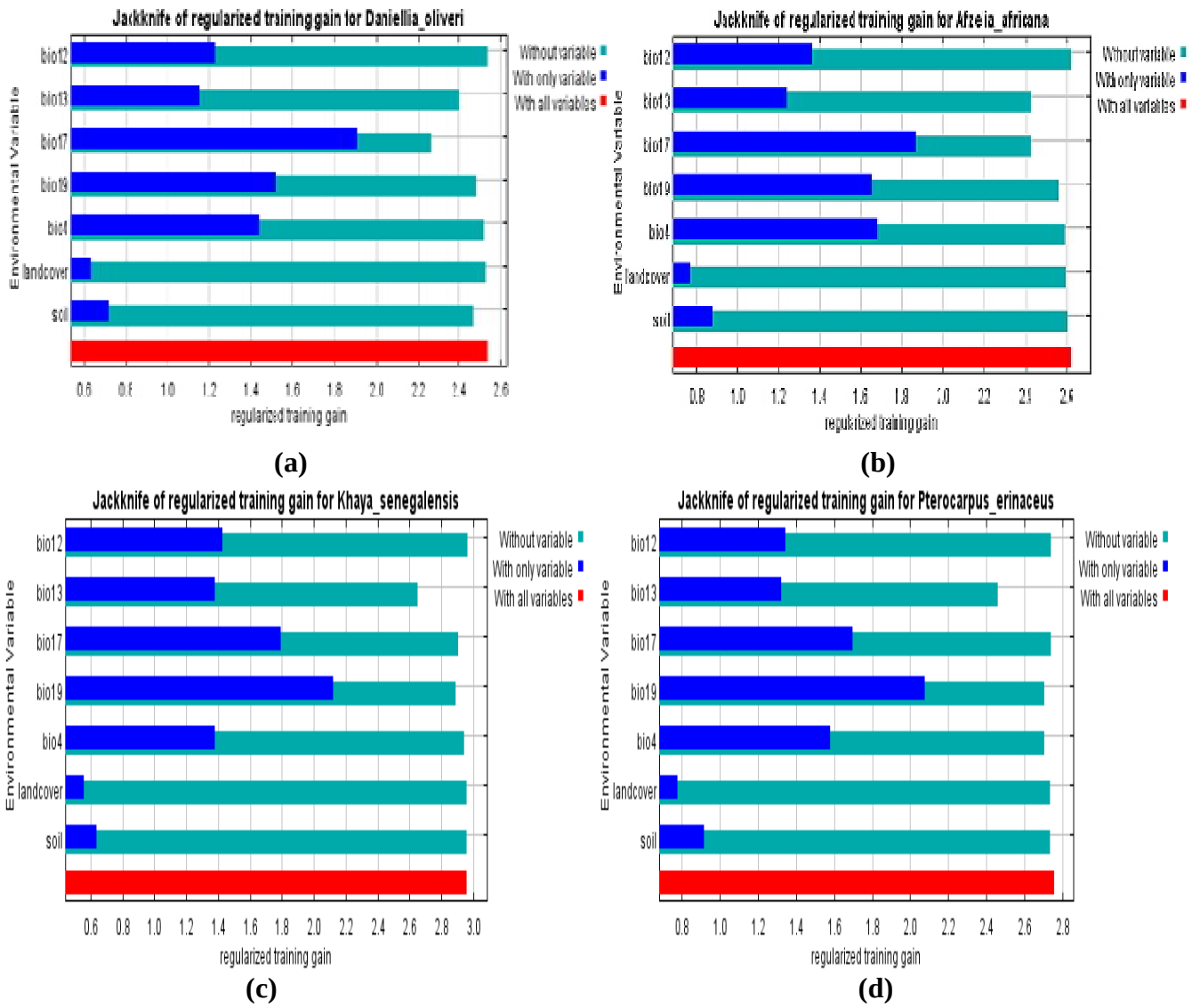
Les variables qui ont le plus contribués à l'édification du modèle sont bio17 (Précipitation du trimestre le plus sec) avec 39,2%, bio19 (Précipitation du trimestre le plus froid) avec 24,8%, et bio4 (Saisonnalité de la température avec 15,7% (Tableau XIII).

Tableau XIII. Contribution des variables généralisation des cartes de distribution potentielle

Code	Paramètres environnementaux et bioclimatiques	Contribution (%)
Bio_17	Précipitation du trimestre le plus sec	***39.2***
Bio_19	Précipitation du trimestre le plus froid	***24.8***
Bio_4	Saisonnalité de la température	***15.7***
Bio_12	Précipitations annuelles	***6***
Bio_13	Précipitation du mois le plus humide	***5.8***
Soil	Nature du sol	***4.4***
Landcover	Couverture du sol	***4***

5.1.2 Importance des variables dans l'exécution du modèle

L'importance des variables a été appréciée à partir du text de Jackknife. L'analyse de Jackknife présentée par les Figures 25a (*Afzelia africana*), 25b (*Daniellia oliveri*), 25c (*Pterocarpus erinaceus*) et 25d (*Khaya senegalensis*) montre que les variables qui ont contribué le plus au développement du modèle lorsqu'elles sont isolément utilisées sont par ordre d'importance bio17, bio4, bio19 pour *Afzelia africana* ; bio17, bio19, bio4, pour *Daniellia oliveri* ; bio19, bio17, bio4 pour *Pterocarpus erinaceus* ; bio19, bio17 pour *Khaya senegalensis*.



Figures 25. Test de Jackknife sur la contribution du modèle à la distribution de *Daniellia oliveri* et d'*Afzelia africana*

Pour chaque variable environnementale, la barre verte montre de combien le gain total est diminué si cette variable spécifique est exclue de l'analyse. Au contraire, la barre bleue montre le gain obtenu si une variable est utilisée isolément et les variables restantes sont exclues de l'analyse.

5.1.3 Validation du modèle

La qualité du modèle a été validée l'une par l'AUC. Les valeurs de l'AUC issues de la mise en œuvre du modèle Maxent et de son test respectivement pour *Afzelia africana* (**0,979 et 0,978**), *Daniellia oliveri* (**0,969 et 0,968**), *Pterocarpus erinaceus* (**0,976 et 0,938**) et *Khaya senegalensis* (**0,977 et 0,934**) (Figures 26a, 26b, 26c, 26d), justifient la bonne performance de l'algorithme Maxent à capturer les variations des données environnementales.

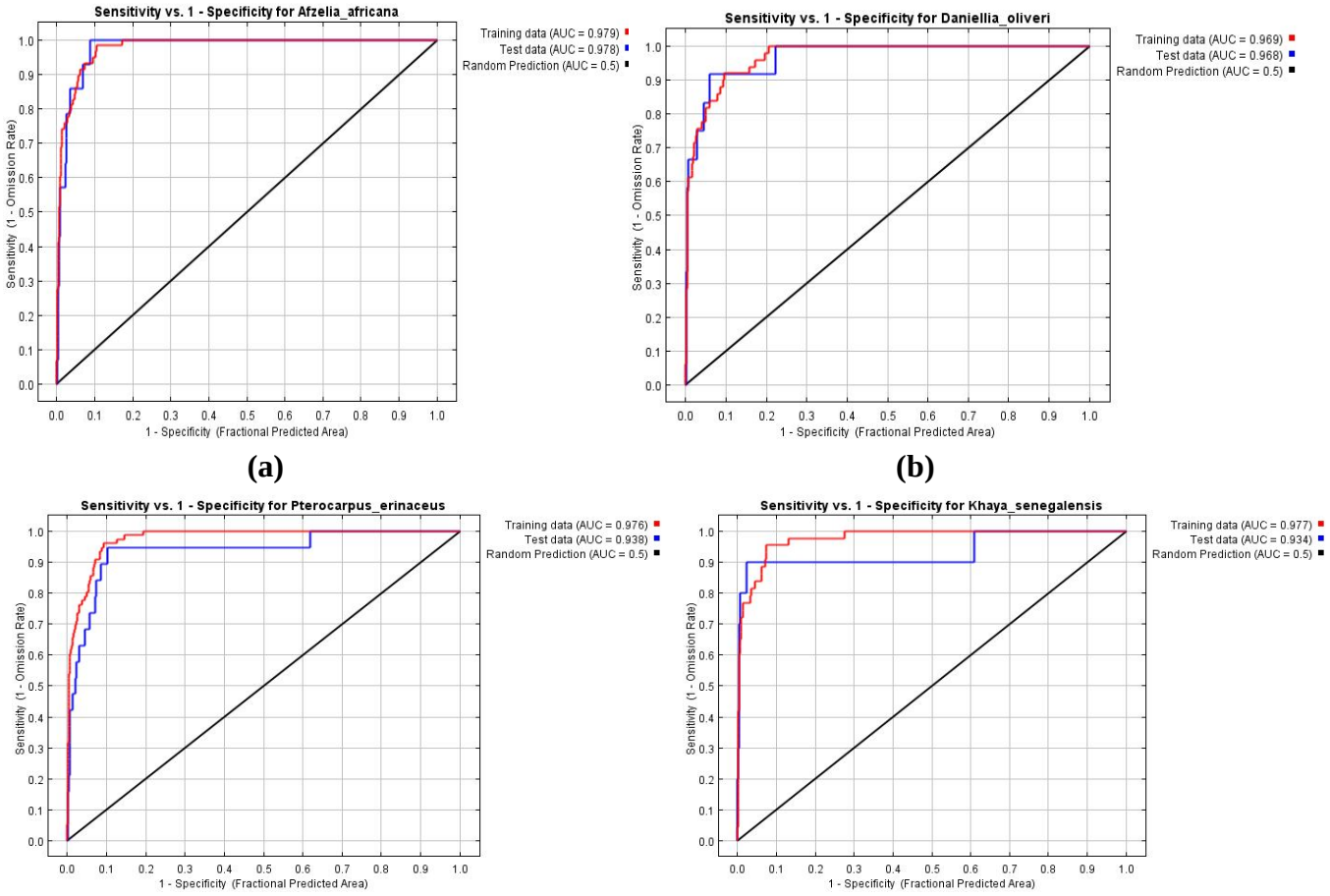


Figure 26. Courbes des valeurs moyennes de l'AUC du modèle de distribution des ligneux fourragers dans le Moyen-Bénin

5.1.4 Distribution potentielle des quatre ligneux fourragers importants

Deux différentes formes de distribution ont été considérées dans la modélisation des espèces fourragères. Il s'agit des distributions présente et future.

5.1.4.1 Distribution potentielle présente des espèces ligneuses fourragères

Trois zones de distribution potentielles des différents ligneux fourragers dont, très peu favorables (0,1<P<0,4), moyennement favorables (0,4<P<0,7), zones très favorables (P>0,7) ont été distinguées. Dans l'ensemble pour toutes les espèces ligneuses fourragères présentes, *Khaya senegalensis* est plus distribuée avec un fort potentiel d'habitat sur de grandes superficies (19,96% ; 29,97% ; 50,07%). Ceci est lié aux conditions bioclimatiques très propices à son développement. On note ensuite un potentiel moyen de présence de *Daniellia oliveri* (11,57% ; 41,17% ; 47,26%) et *Pterocarpus erinaceus* (16,99% ; 41,02% ; 41,99%) sur une superficie importante et une faible distribution d'*Afzelia africana* (14,32% ; 32,64% ; 53,04%) dans le secteur d'étude. Ce potentiel réduit d'*Afzelia africana*, serait certainement lié aux conditions bioclimatiques et environnementales peu propices à la propagation de l'espèce (Figures 27).

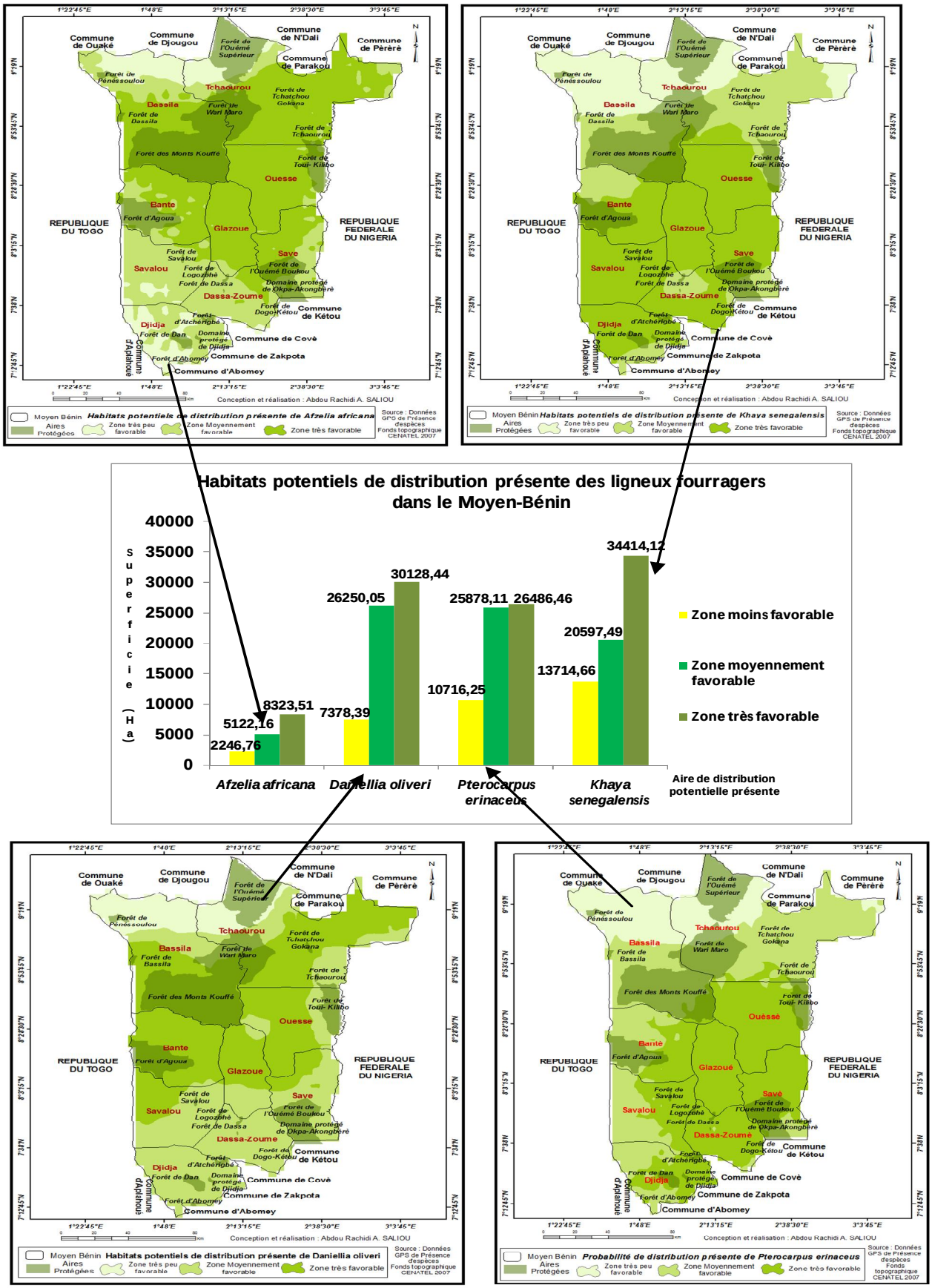


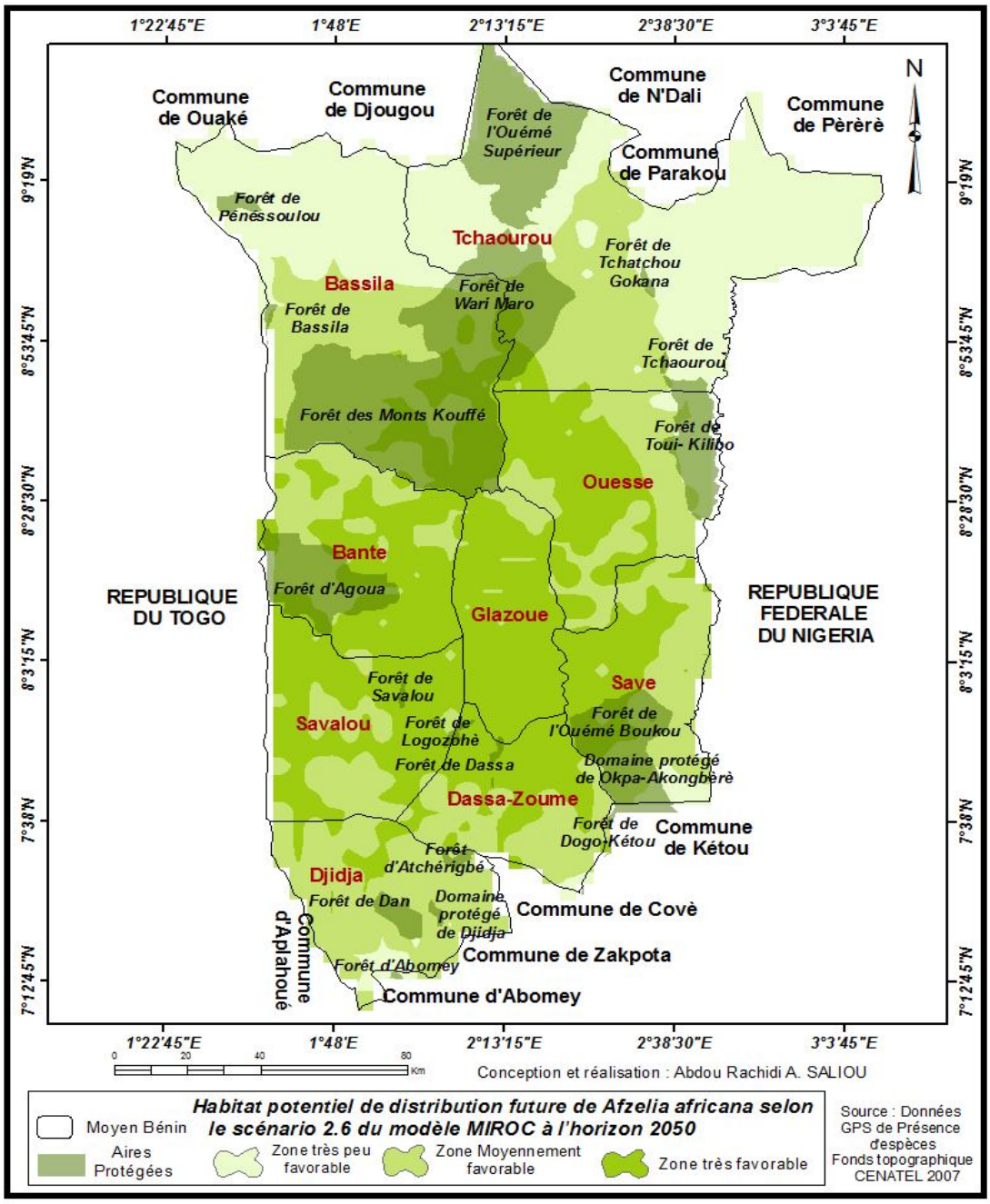
Figure 27. *Aires de distribution géographique présente d'Afzelia Africana, Daniellia oliveri, Khaya senegalensis et Pterocarpus erinaceus dans le Moyen-Bénin*

5.1.4.2 Distribution potentielle future des espèces ligneuses fourragères selon les scénarii climatiques de IPCC avec le modèle MIROC dans le Moyen-Bénin

La prédiction, à l'horizon 2050 de la distribution des ligneux fourragers à partir des scénarii climatiques avec le modèle MIROC, a permis de mettre en évidence l'évolution de leurs habitats potentiels futurs.

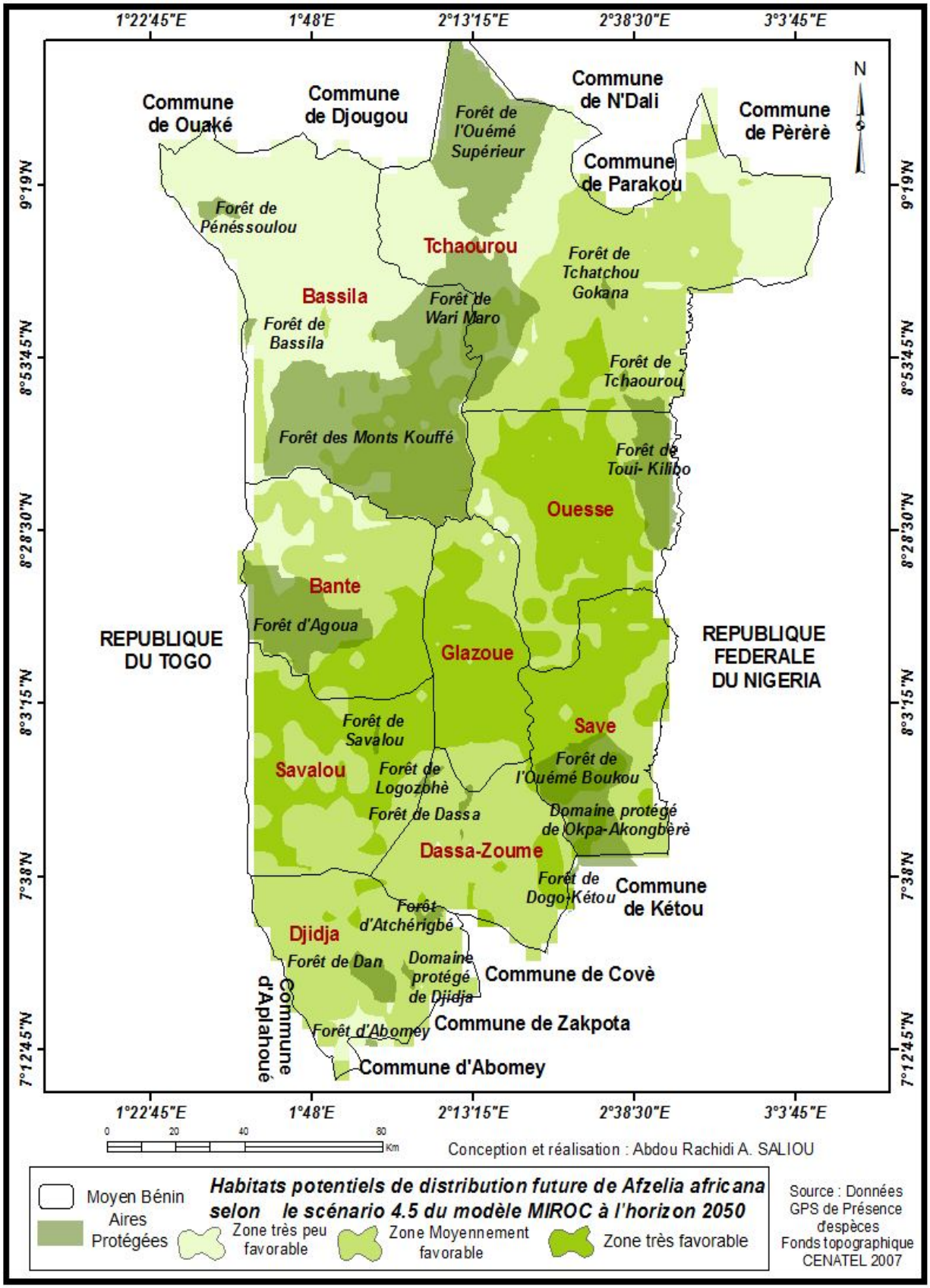
- **Prédiction de distribution d'*Afzelia africana* à l'horizon 2050**

Selon le scénario 2.6 du modèle climatique Miroc, *Afzelia africana* sera présent dans la plupart des aires protégées, menacé au Nord de la zone d'étude et plus distribué vers la partie sud (Figures 28a).

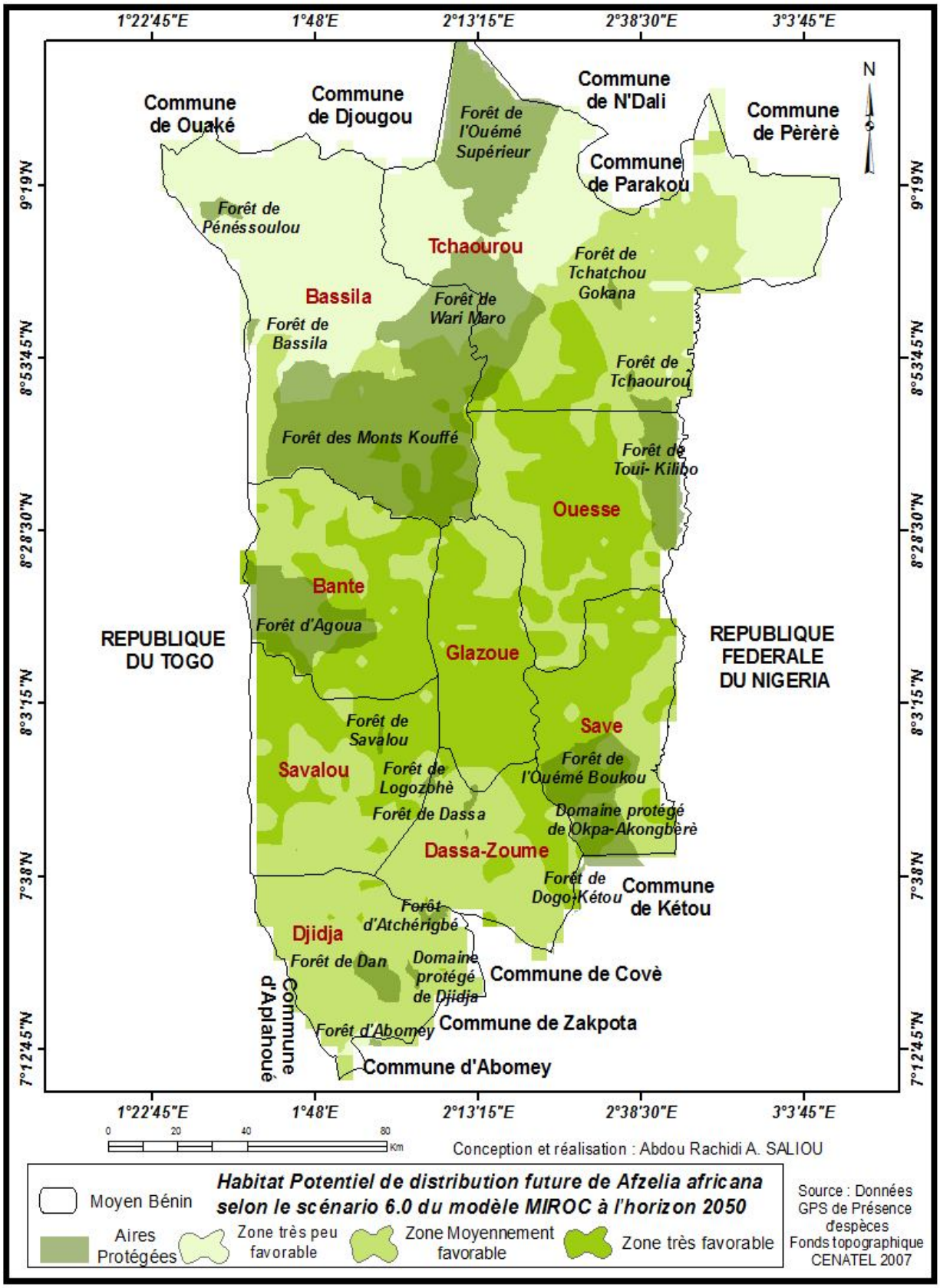


(a)

Concernant les prédictions des scénarii 4.5 (Figures 28b) et 6.0 (Figures 28c), *Afzelia africana* sera moyennement distribué dans la partie centrale du Moyen-Bénin.

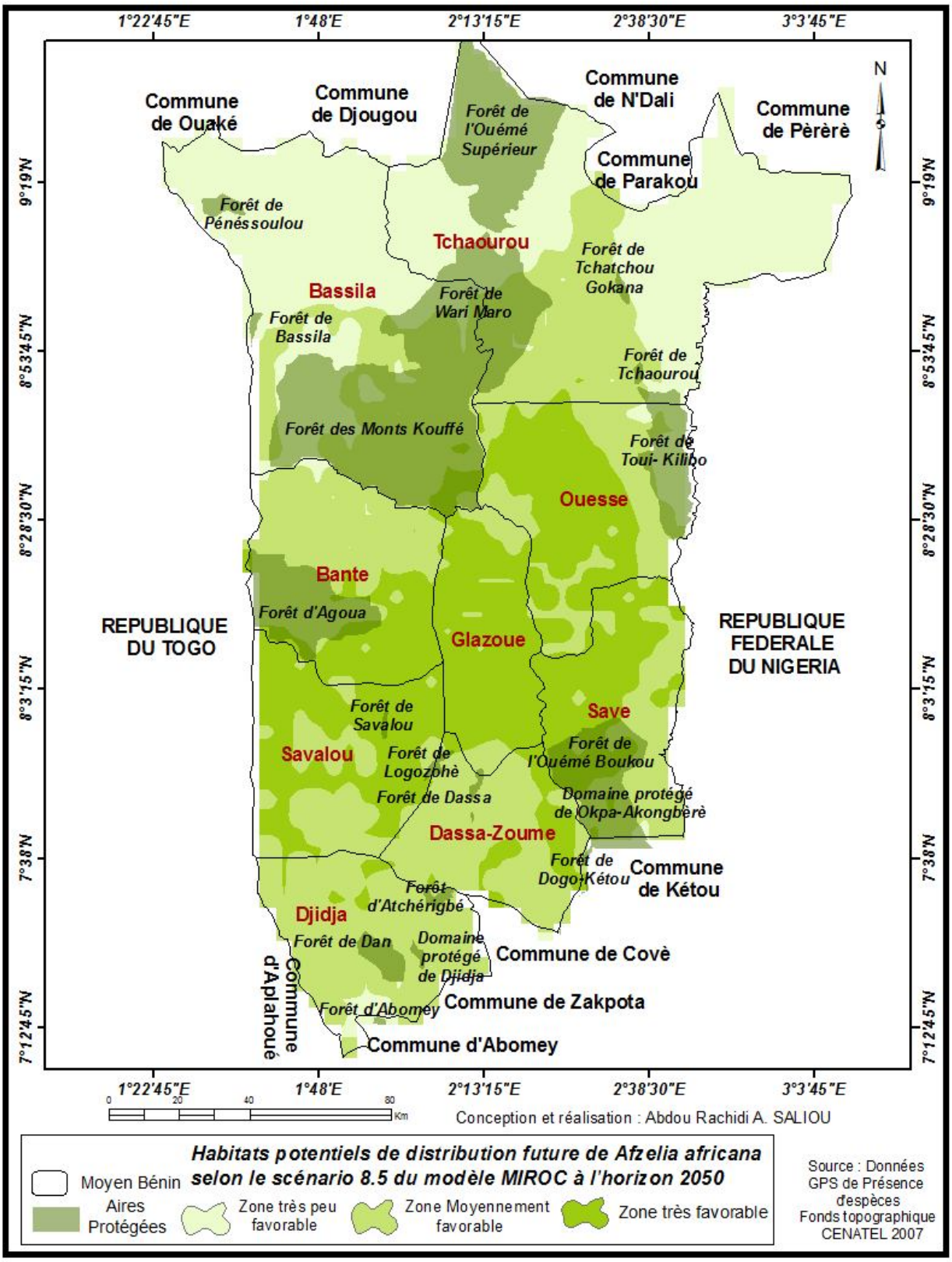


(b)



(c)

Quant au scénario 8.5 l'espèce sera très menacée, même dans les aires protégées où elle est supposée être protégée (Figure 28d).



(d)

La prédiction de la distribution de Afzelia africana à l'horizon 2050 montre pour tous les scénarii une réduction des aires très favorables pour les aires moyennement favorables très favorables (Figure 28e).

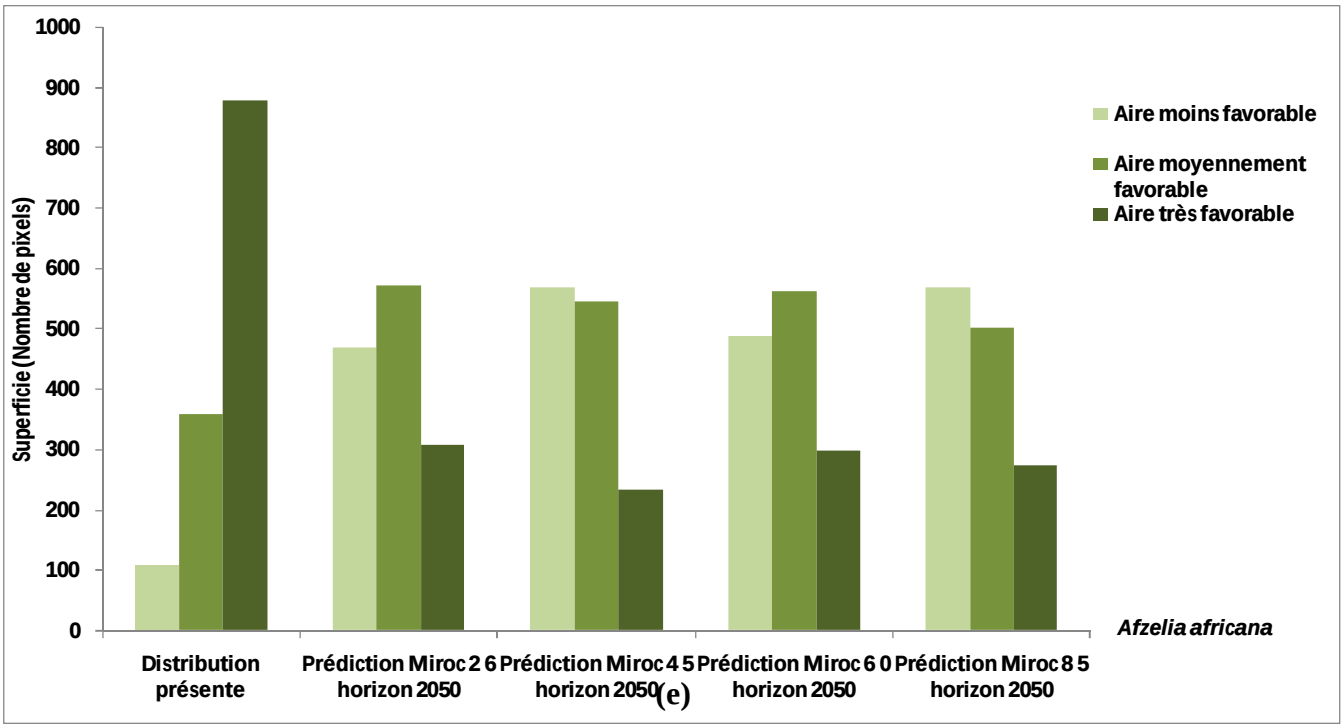


Figure 28. Prédiction de l'aire de distribution d'*Afzelia africana* selon les scénarii du modèle climatique MIROC

En fonction des scénarii on retiendra :

Une forte réduction des aires très favorables (-42,58%) contre une progression des aire moyennement favorables (15,95%) et très peu favorables (26,63%) selon le scénario 2.6 du modèle MIROC.

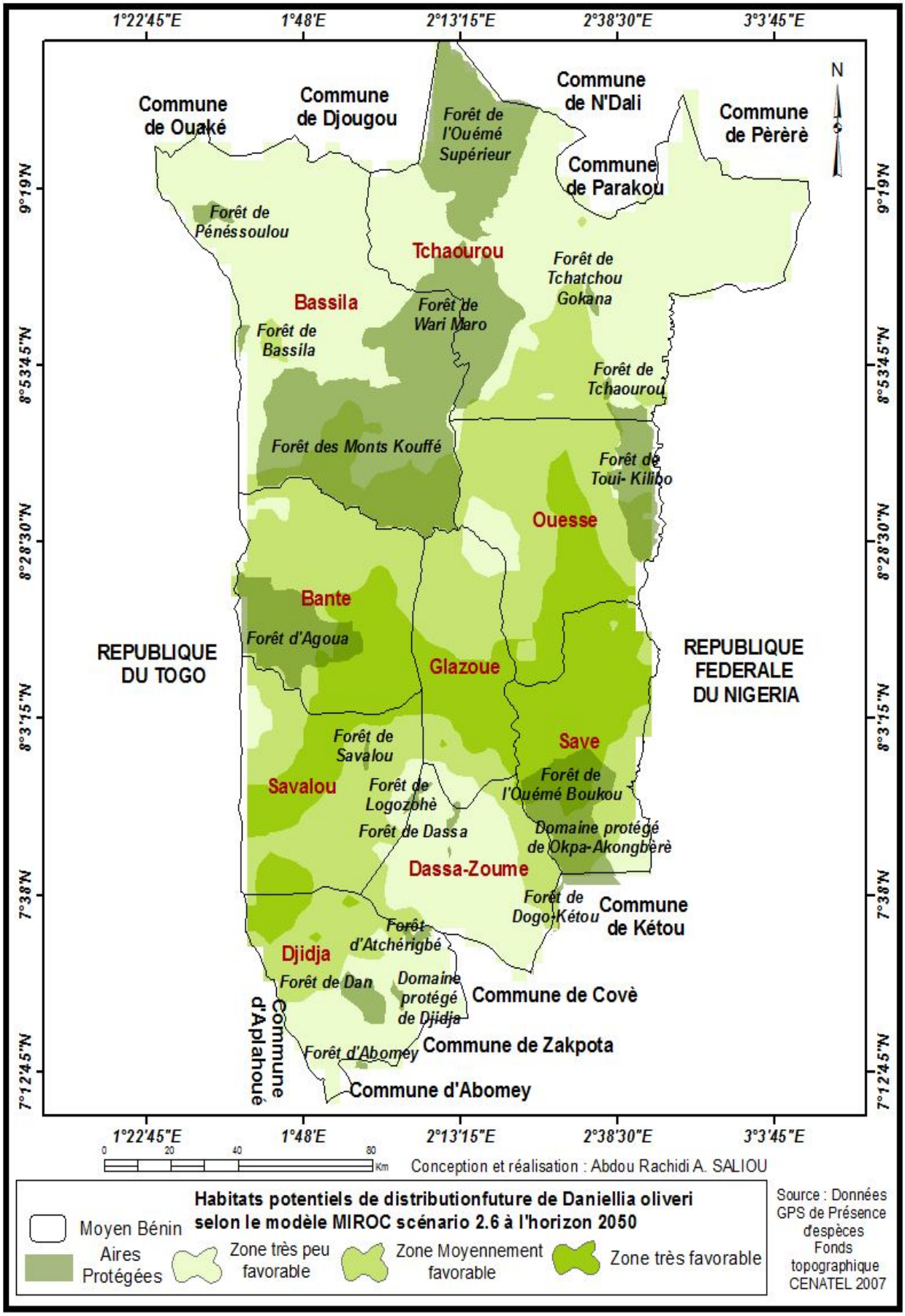
Avec le scénario 4.5, les aires de distribution très favorables seront réduites de (-48,00%), alors que celles peu favorables et moyennement favorables augmenteront respectivement de (34,12%) et (13,87%).

Pour le scénario 6.0, il prédit une réduction de l'aire de distribution très favorable (-43,25%) au profit des aires de distribution moyennement favorables (15,21%) et très peu favorables (28,04%).

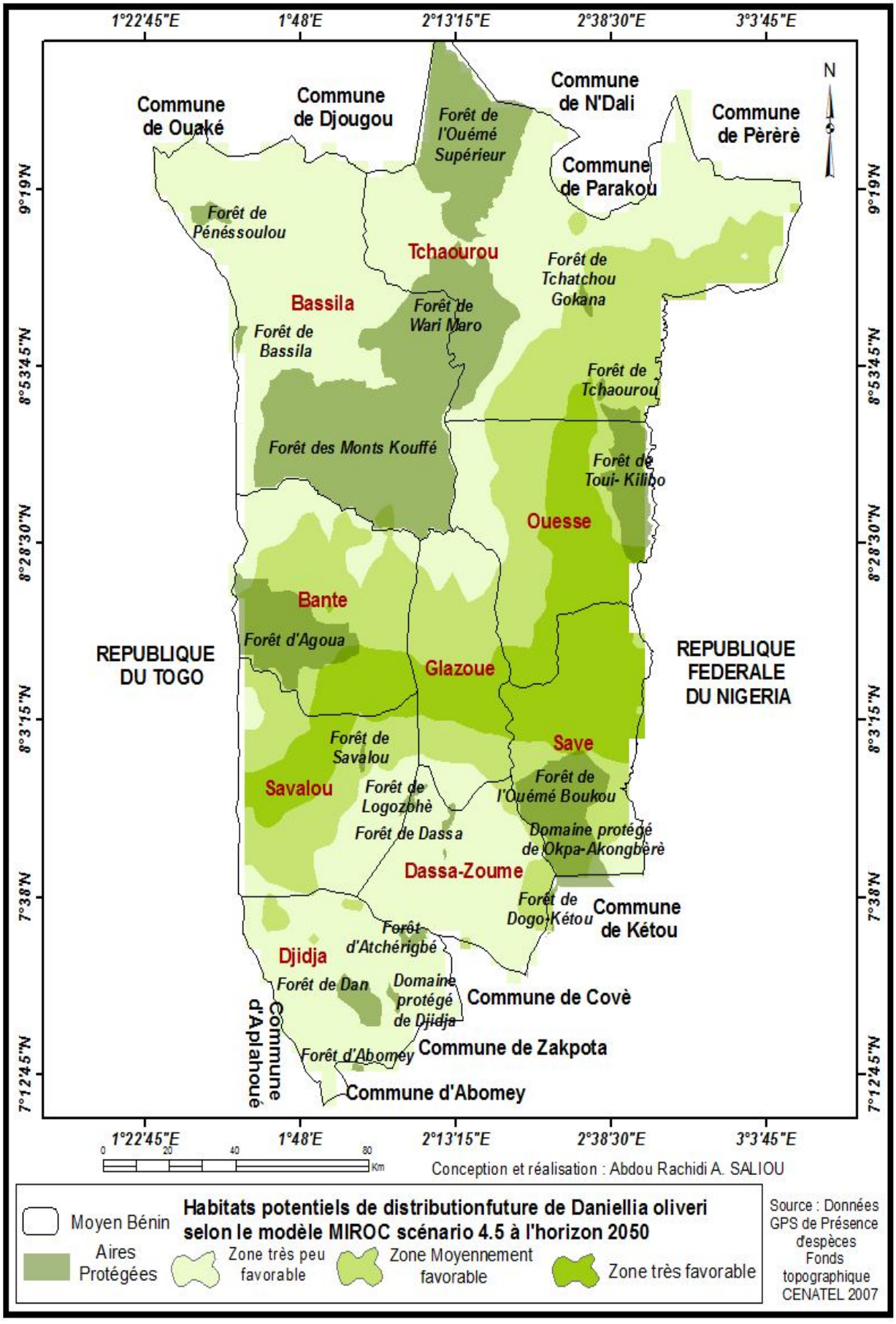
Quant au scénario 8.5, sa prédiction montre une régression de l'aire de distribution très favorables de (-44,96%) contre une augmentation des aires de distribution très peu favorables (34,20%) et moyennement favorables (10,76%).

- **Prédiction de distribution de *Daniellia oliveri* à l'horizon 2050**

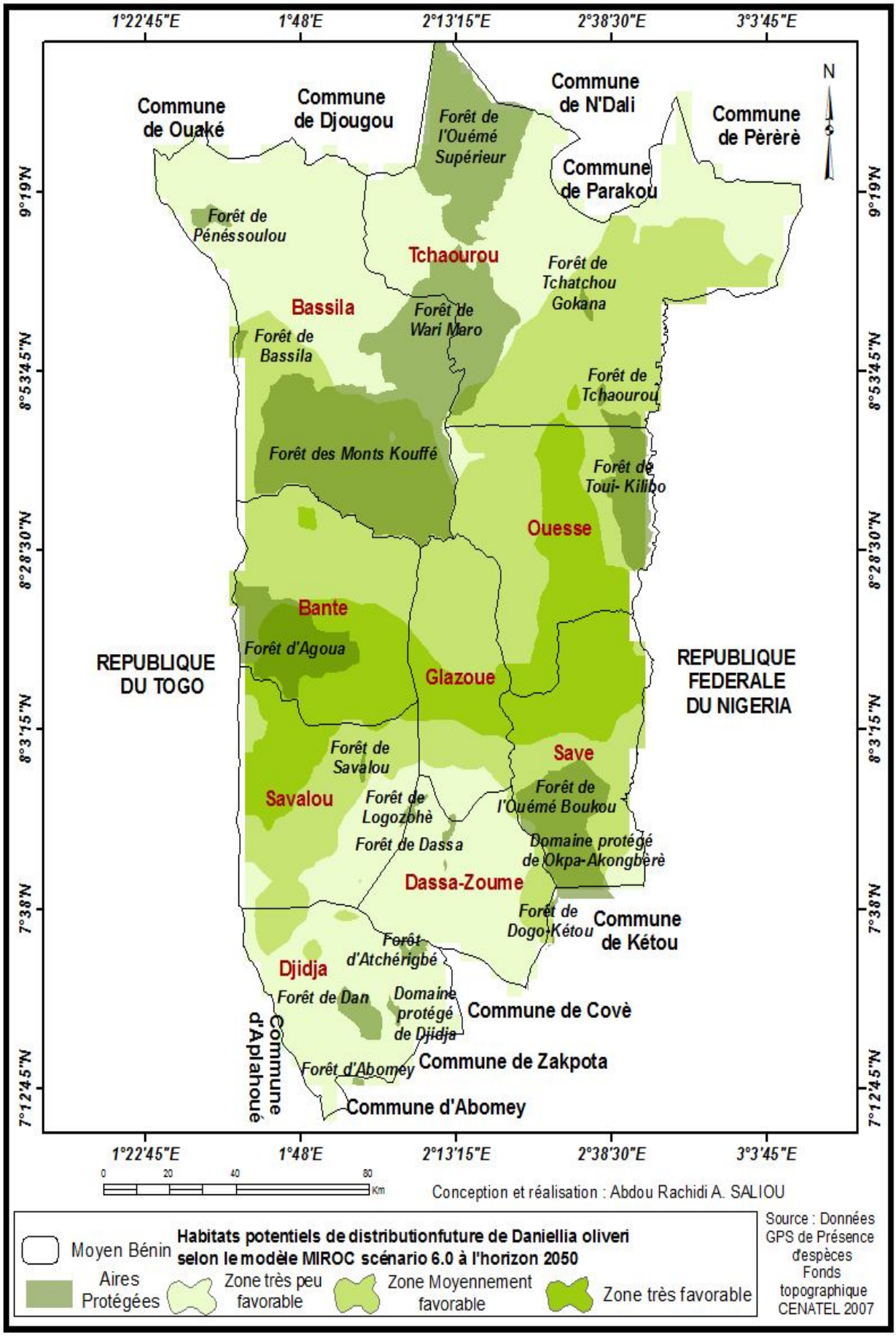
Quel que soit le scénario, le modèle prédit la distribution future de *Daniellia oliveri* uniquement dans la partie centrale et, elle sera beaucoup plus menacée dans les parties septentrionale et méridionale de la zone d'étude (Figures 29a, 29b, 29c, 29d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Commune de Zakpota
Forêt d'Abomey
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Habitats potentiels de distributionfuture de Daniellia oliveri selon le modèle MIROC scénario 2.6 à l'horizon 2050
Moyen Bénin
Aires Protégées
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

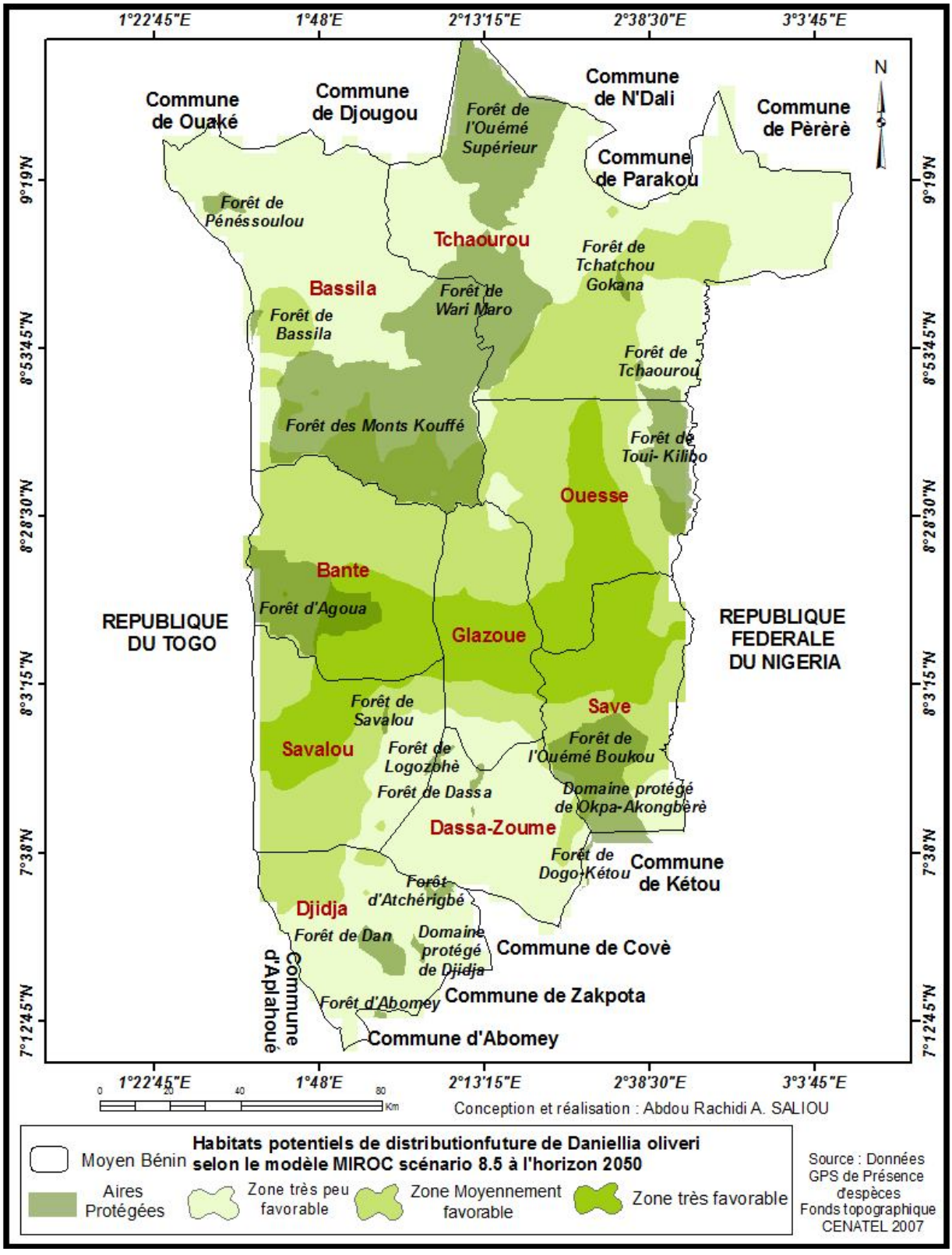
(a)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distributionfuture de Daniellia oliveri selon le modèle MIROC scénario 4.5 à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(b)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Moyen Bénin
Habitats potentiels de distributionfuture de Daniellia oliveri selon le modèle MIROC scénario 6.0 à l'horizon 2050
Aires Protégées
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)



(d)

En ce qui concerne *Daniellia oliveri*, les aires très favorables et moyennement favorables de distribution à l'horizon 2050 pour la scénario 2.6 seront respectivement réduites de (-47,18%) et (-11,94%) au profit des aires très peu favorables qui progresseront de 59,12%.

Quant au scénario 4.5, il prédit une progression des aires très peu favorables de 71,51% au détriment des aires moyennement favorables et très favorables avec des régression respectives de (-24,55%) et (-46,96%).

Le scénario 6.0, prédit une régression des aires moyennement favorables et très favorables respectivement de (-22,63%) et (-45,25%) au profit des aires très peu favorables (67,88%).

Pour le scénario 8.5, les aires moyennement favorables et très favorables régresseront de (-23,81%) et (-41,54%), alors que les aires très peu favorables progresseront de 65,36% (Figure 29e).

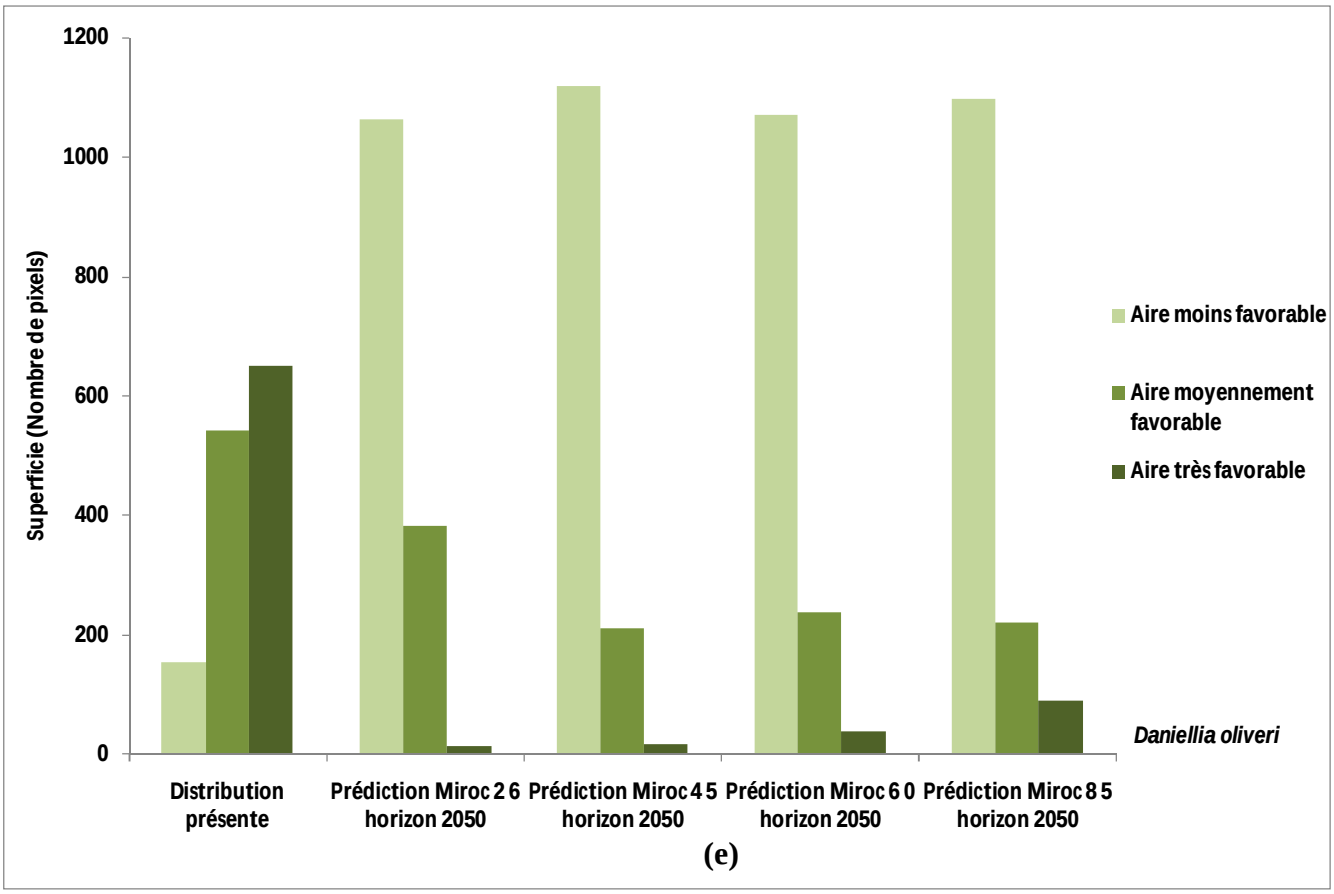
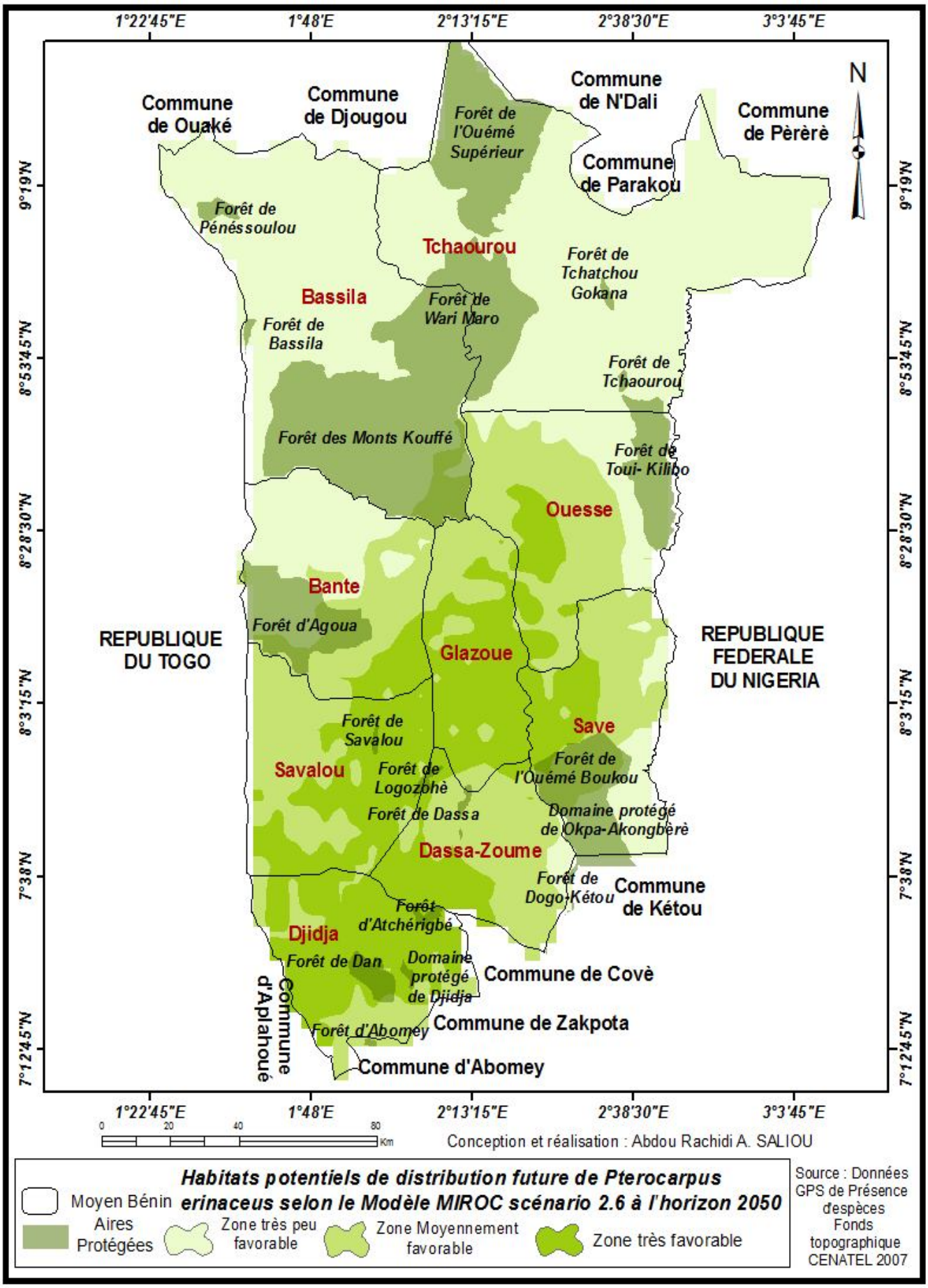


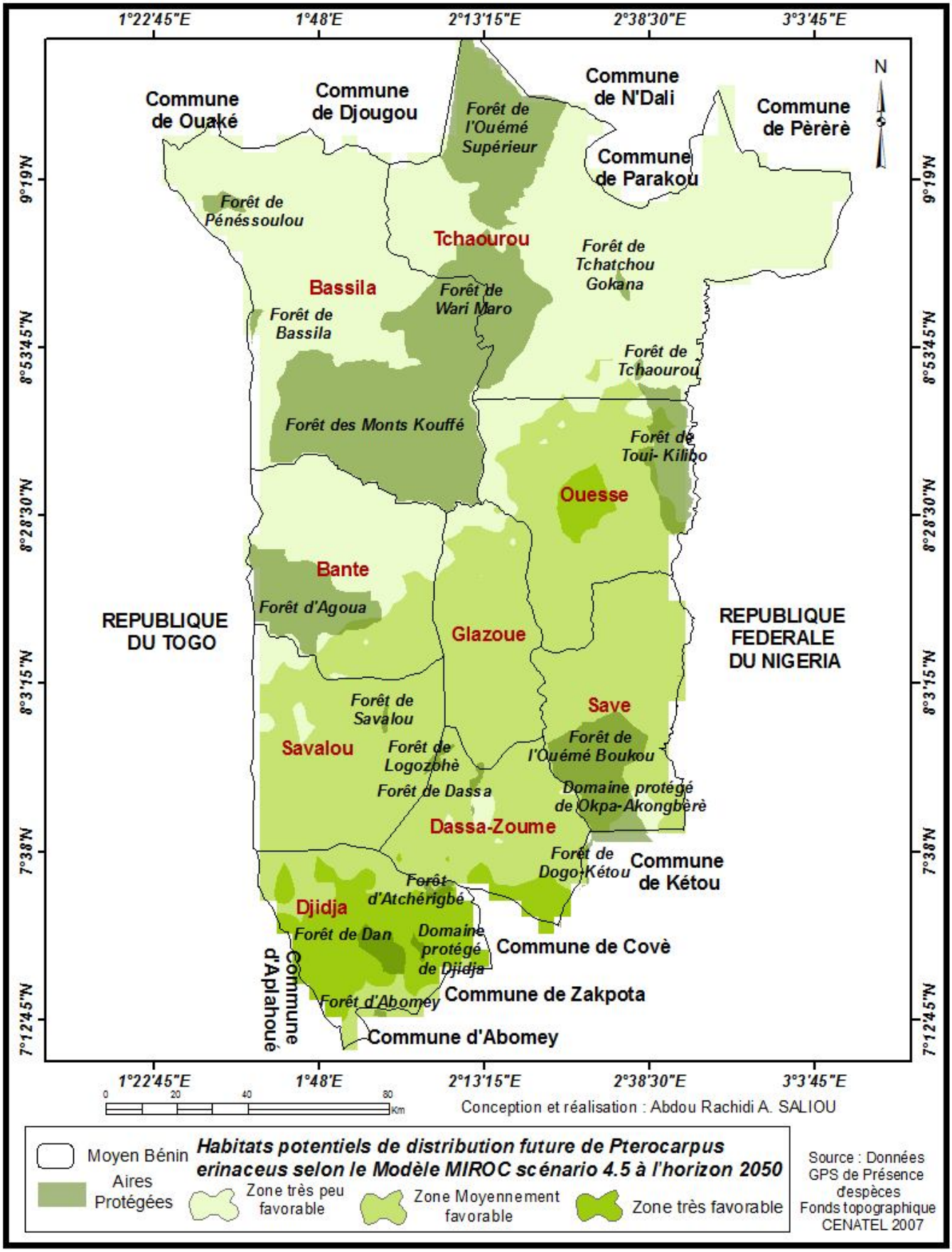
Figure 29. Prédiction et l'aire de distribution de *Daniellia oliveri* selon les scénarii du modèle climatique MIROC

Prédiction de distribution de *Pterocarpus erinaceus* à l'horizon 2050

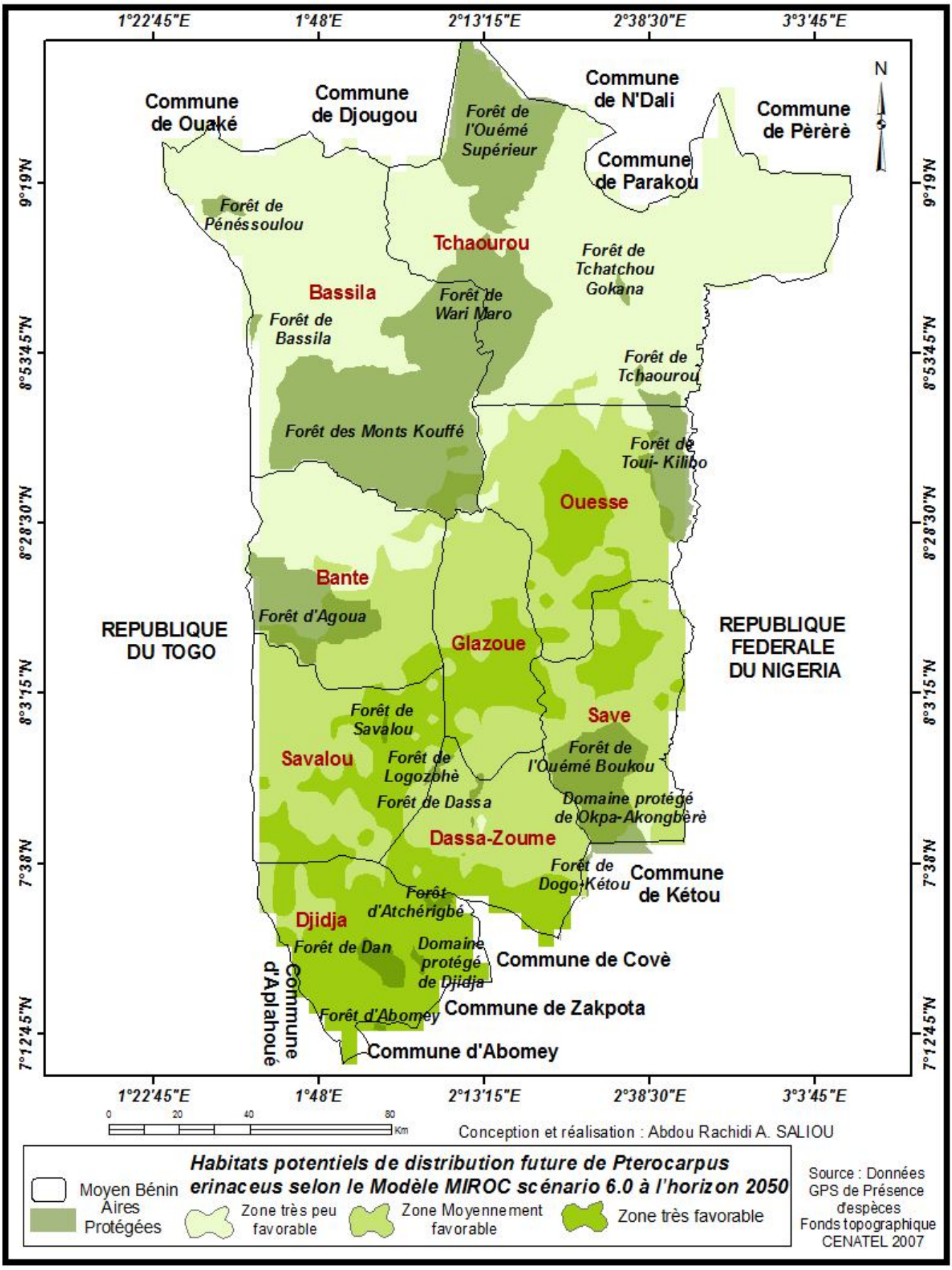
Les scénarii 2.6 et 4.5 du modèle climatique prédisent une forte présence future de l'espèce dans les parties centrale et méridionale du secteur d'étude. On assistera par contre à une forte menace beaucoup plus au Nord, même dans les aires protégées qui conservent encore plus la diversité biologique (Figures 30a, 30b, 30c, 30d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
N
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Habitats potentiels de distribution future de Pterocarpus erinaceus selon le Modèle MIROC scénario 2.6 à l'horizon 2050
Moyen Bénin
Aires Protégées
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

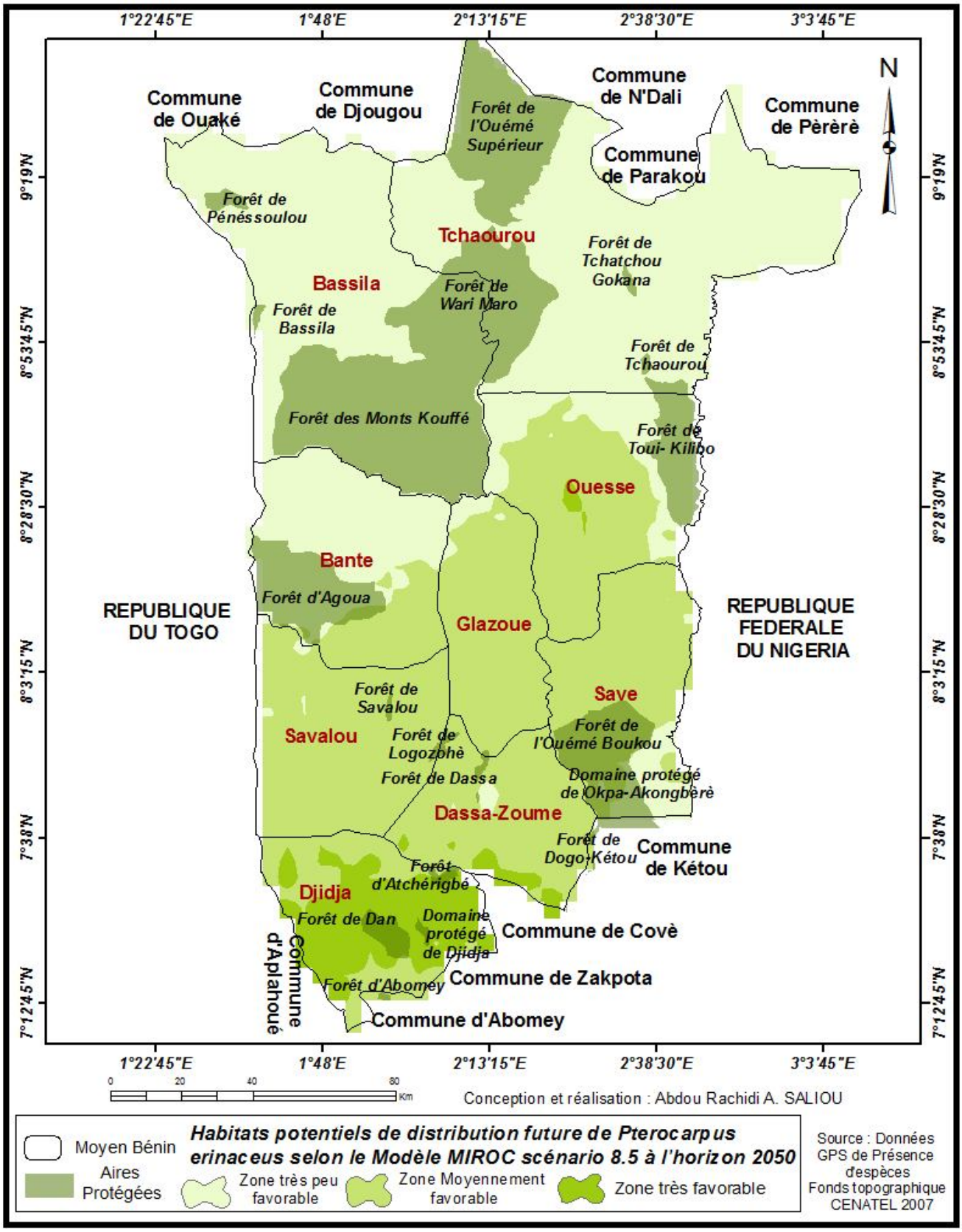
(a)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Glazoue
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Pterocarpus erinaceus selon le Modèle MIROC scénario 4.5 à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(b)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Glazoue
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Habitats potentiels de distribution future de Pterocarpus erinaceus selon le Modèle MIROC scénario 6.0 à l'horizon 2050
Moyen Bénin
Aires Protégées
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)



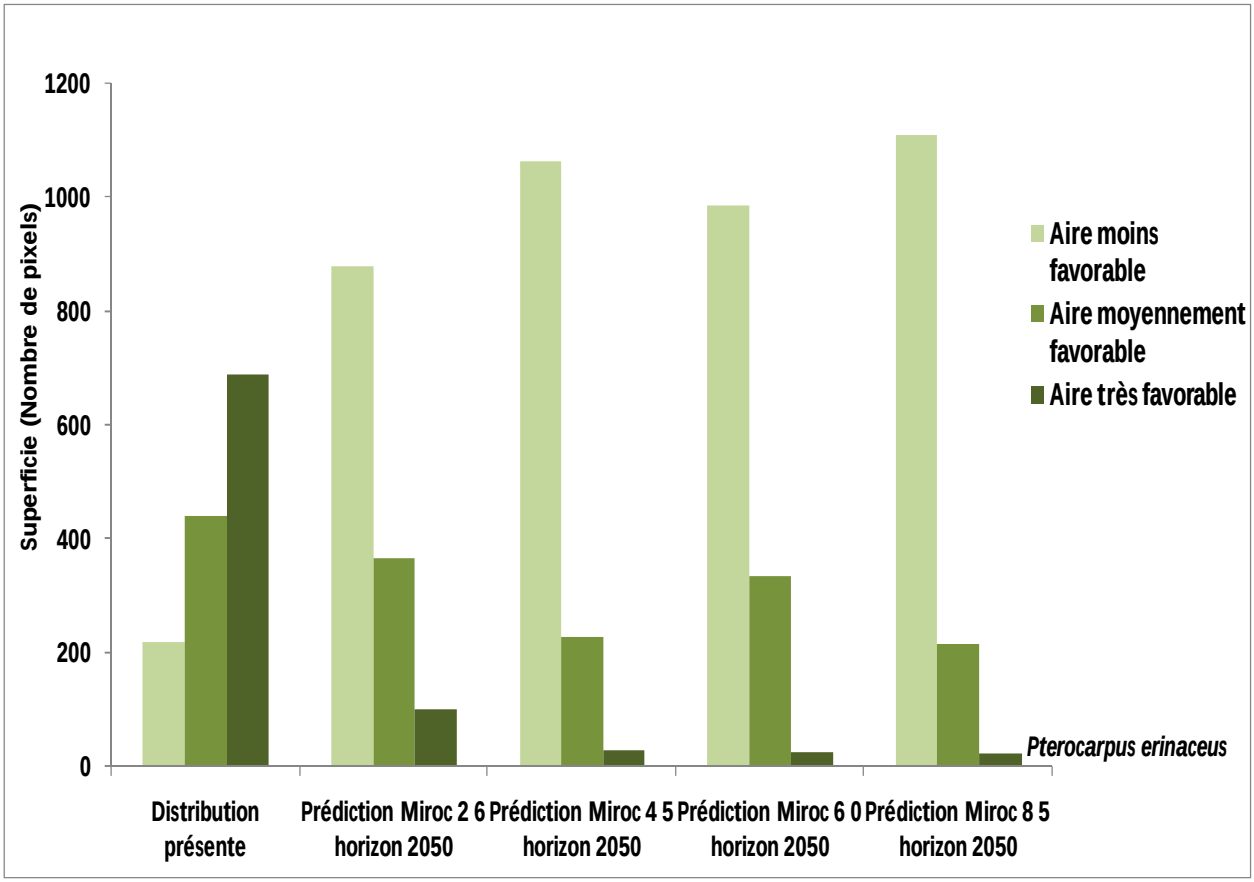
(d)

Les aires très peu favorables à la distribution future de *Pterocarpus erinaceus* sont prédites à une progression de 49,04% au détriment de celles moyennement favorable et très favorables qui seront réduites respectivement de (-5,56%) et (-43,47%) avec le scénario 2.6.

Le scénario 4.5 prédit une augmentation des aires très peu favorables de distribution de *Pterocarpus erinaceus* de 64,48% et une dimihution des aires moyennement favorables et très favorables de (-15,57%) et (-48,91%).

En ce qui concerne le scénario 6.0, il prédit une régression des aires moyennement favorables et très favorables respectivement de (-7,94%) et (-49,11%) et une augmentation de l'aire très peu favorable de 57,05%.

Avec le scénario 8.5, les aires très peu favorables de distribution de *Pterocarpus erinaceus* progresseront de 66,25% tandis que celles moyennement favorable et très favorable regresseront respectivement de (-16,84%) et (-49,41%).

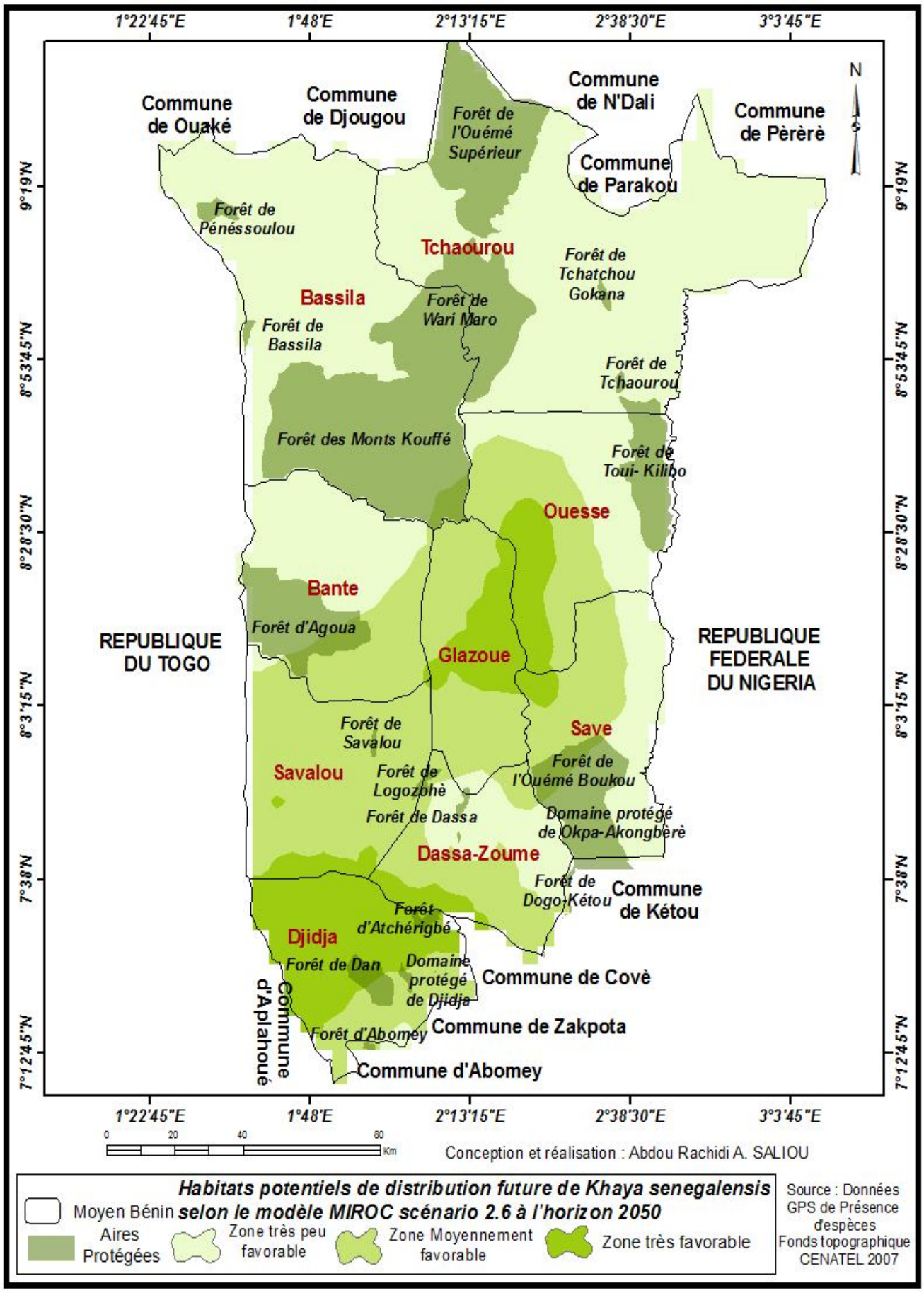


(e)

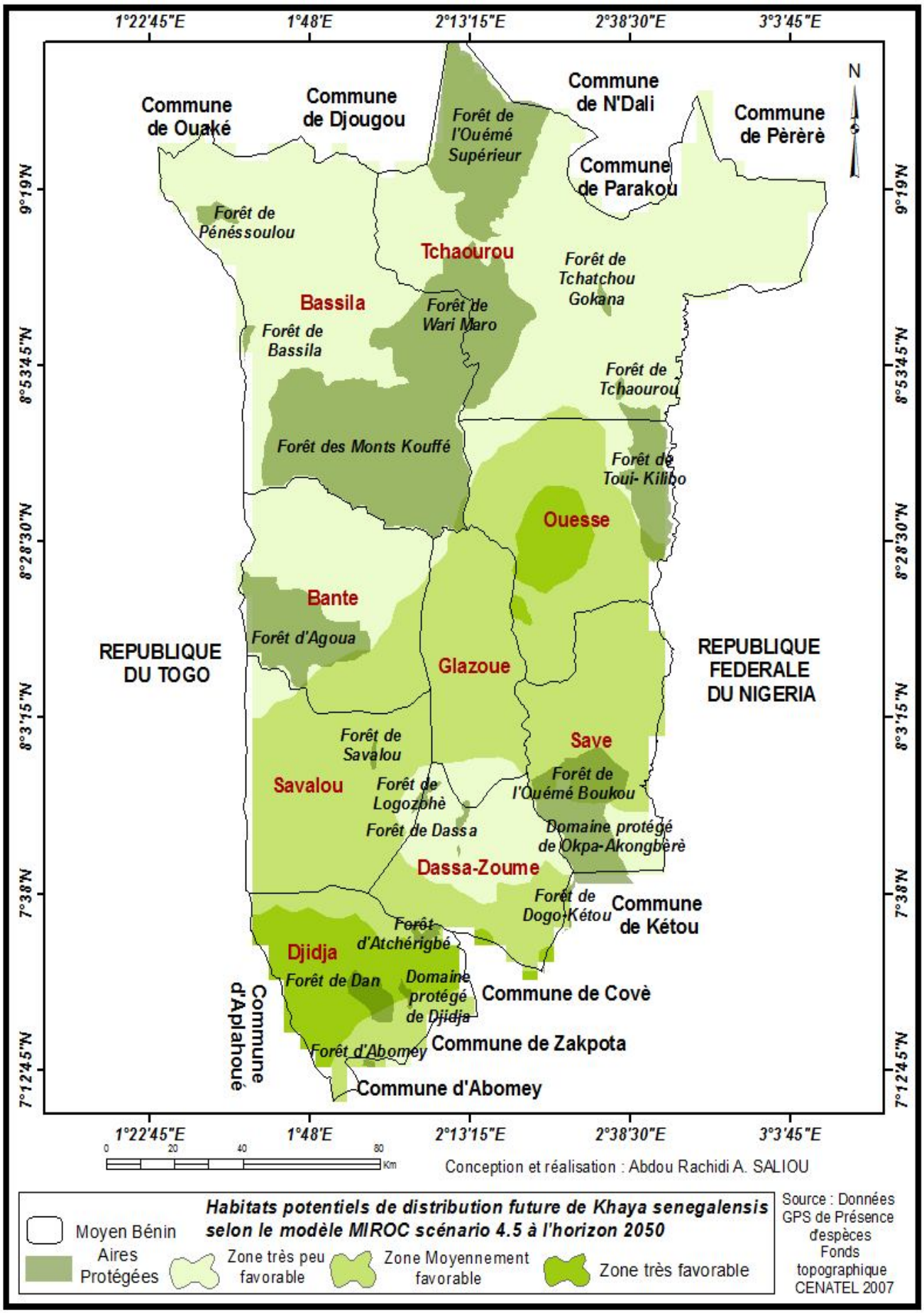
Figure 30. Prédiction de l'aire de distribution de *Pterocarpus erinaceus* selon les scénarii du modèle climatique MIROC

Prédiction de distribution de *Khaya senegalensis* à l'horizon 2050

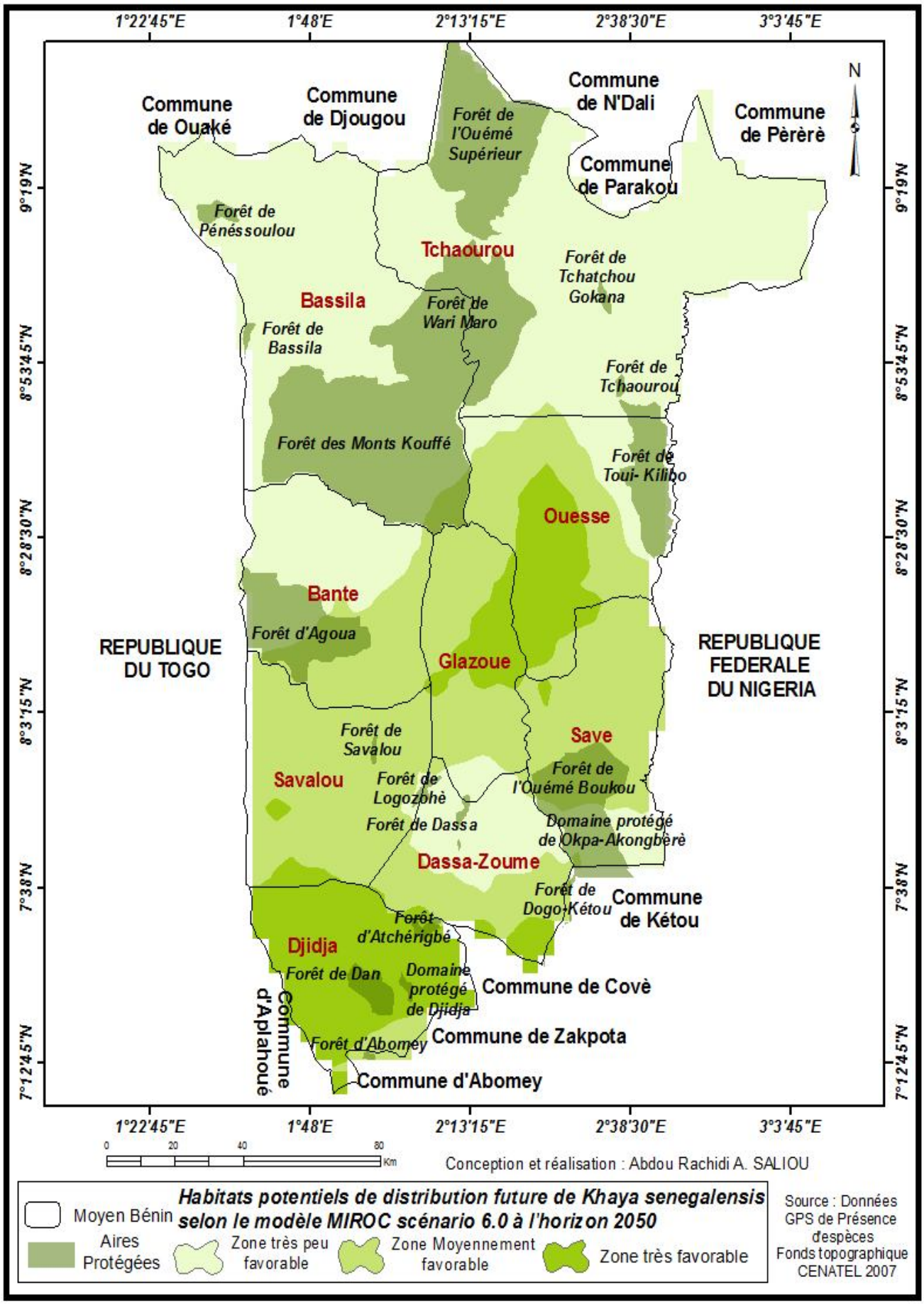
Tous les quatre scénarii prédisent une forte distribution du *Khaya senegalensis* dans les parties centrale et méridionale de la zone d'investigation, et leur très faible présence dans la partie septentrionale et également dans les aires protégées supposées beaucoup plus l'abritée (Figures 31a, 31b, 31c, 31d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Glazoue
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Commune de Zakpota
Forêt d'Abomey
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Habitats potentiels de distribution future de Khaya senegalensis
Moyen Bénin selon le modèle MIROC scénario 2.6 à l'horizon 2050
Aires Protégées
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(a)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Commune de Zakpota
Forêt d'Abomey
Commune d'Abomey
0 20 40 80
Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Habitats potentiels de distribution future de Khaya senegalensis selon le modèle MIROC scénario 4.5 à l'horizon 2050
Moyen Bénin
Aires Protégées
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(b)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80
Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Khaya senegalensis selon le modèle MIROC scénario 6.0 à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)

Le scénario 2.6 du modèle Miroc prédit une diminution de l'aire de distribution très favorable de *Khaya senegalensis* de (-48,29%) (Figure 31 e).

Pour le scénario 4.5, il prédit une réduction des aires de distribution très favorables (-50,82%) et moyennement favorables (-15,73%) et une augmentation des aires très peu favorables (66,54%) de *Khaya senegalensis.*

Concernant le scénario 6.0, sa prédiction montre une augmentation des aires de distribution très peu favorables (51,26%) au détriment de celles moyennement favorables et très favorables (-46,96%).

Quant au scénario 8.5, *Khaya senegalensis* sera menacée sur les aires de distribution moyennement favorables et très favorables avec respectivement, une réduction de (-17,58%) et (-45,99%).

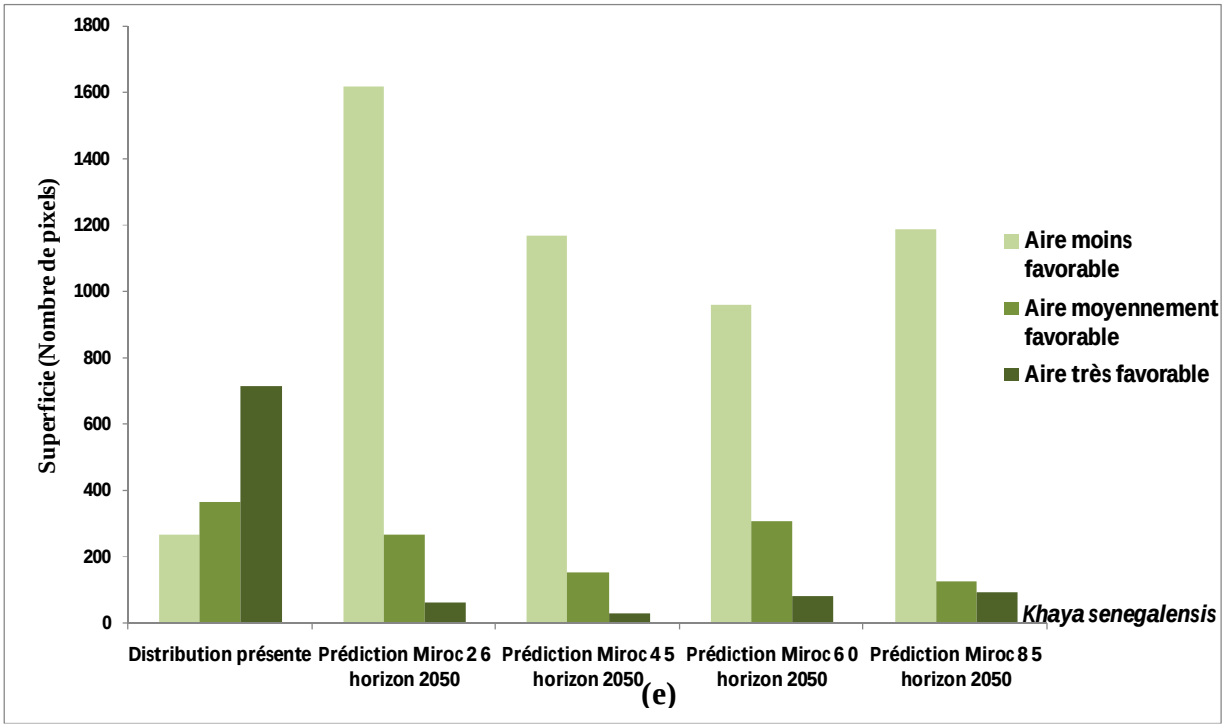


Figure 31. Prédiction de l'aire de distribution de *Khaya senegalensis* selon les scénarii du modèle climatique MIROC

5.1.5 Sensibilité des ligneux fourragers aux variables bioclimatiques dans le moyen-Bénin

Les différentes espèces fourragères dans la modélisation de leur distribution ont présenté une certaine réaction témoignant de leurs seuils d'affectation par les paramètres bioclimatiques et environnementaux. Ainsi, *Afzelia africana* a été très sensible aux précipitations du trimestre le plus froid (Bio19), du trimestre le plus sec (Bio17) et type de sol, qui ont été très déterminant dans sa distribution géographique potentielle avec une probabilité de réponse très proche de 1

quel que soit le scénario du modèle (Figures 32 a, b, c). Pour *Daniellia oliveri*, seules les précipitations du trimestre le plus froid (Bio19) ont marqué le plus sa distribution future pour les quatre scénarii (Figures 33 a, b, c). En ce qui concerne *Pterocarpus erinaceus*, elle a réagi positivement aux précipitations annuelles et du trimestre le plus sec (Bio17) et le plus froid (Bio19) avec une probabilité de réponse proche de 1 (Figures 34 a, b, c). Quant à *Khaya senegalensis* elle a réagi plus avec Bio19 (Précipitation du trimestre le plus froid), Soil (Nature du sol) avec une probabilité proche de 0,7 (Figures 35 a, b, c).

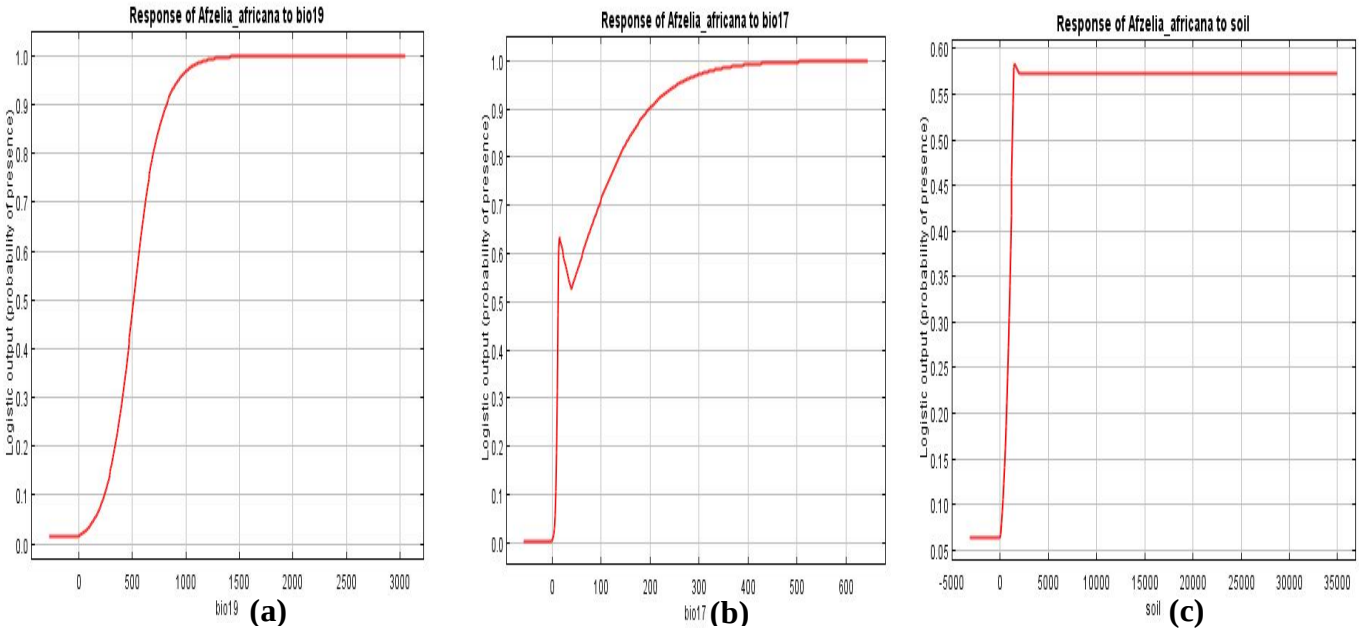


Figure 32. Sensibilité d'*Afzelia Africana* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin

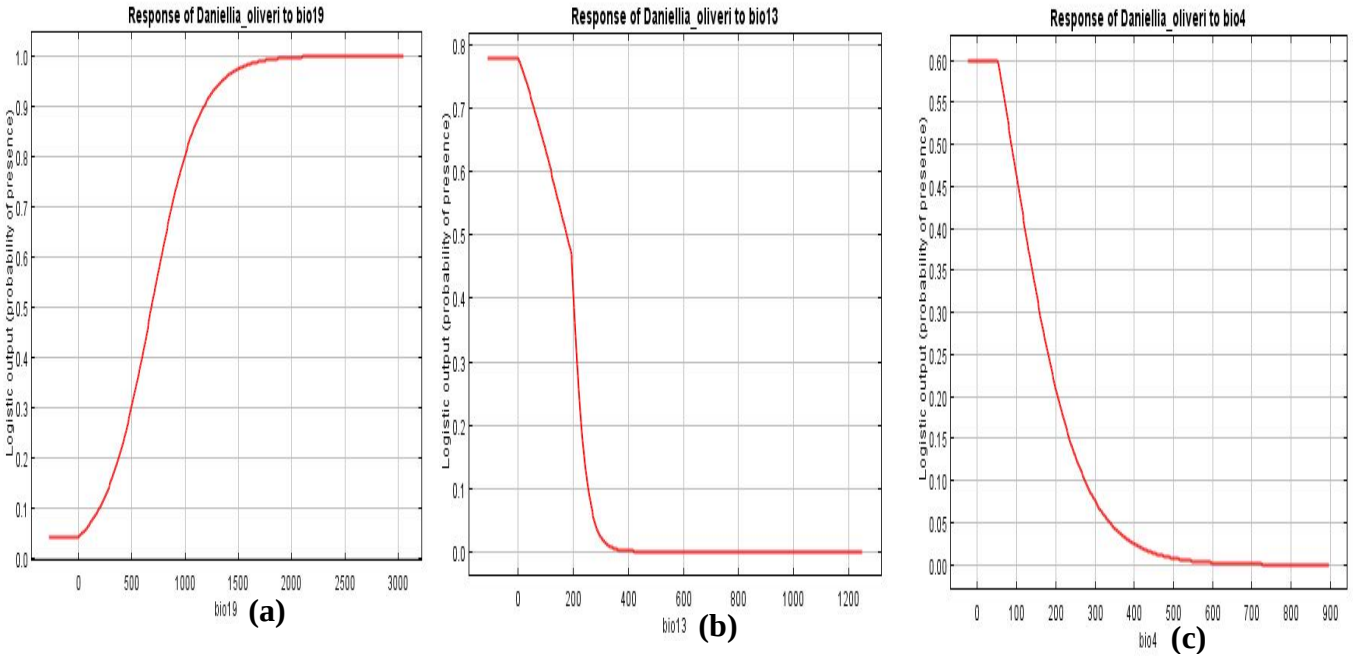


Figure 33. Sensibilité de *Daniellia oliveri* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin

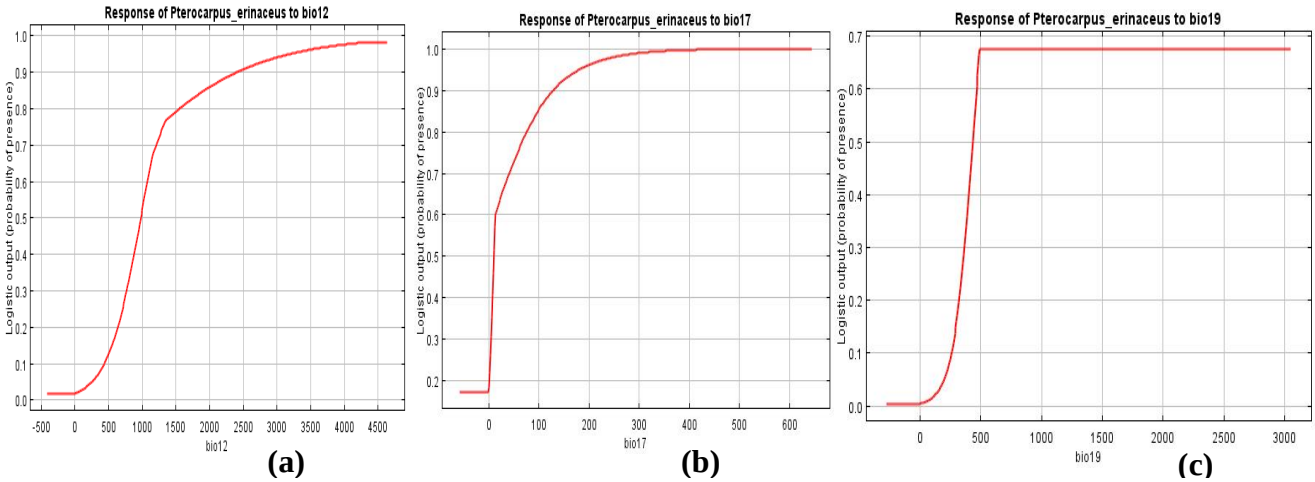


Figure 34. Sensibilité de *Pterocarpus erinaceus* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin

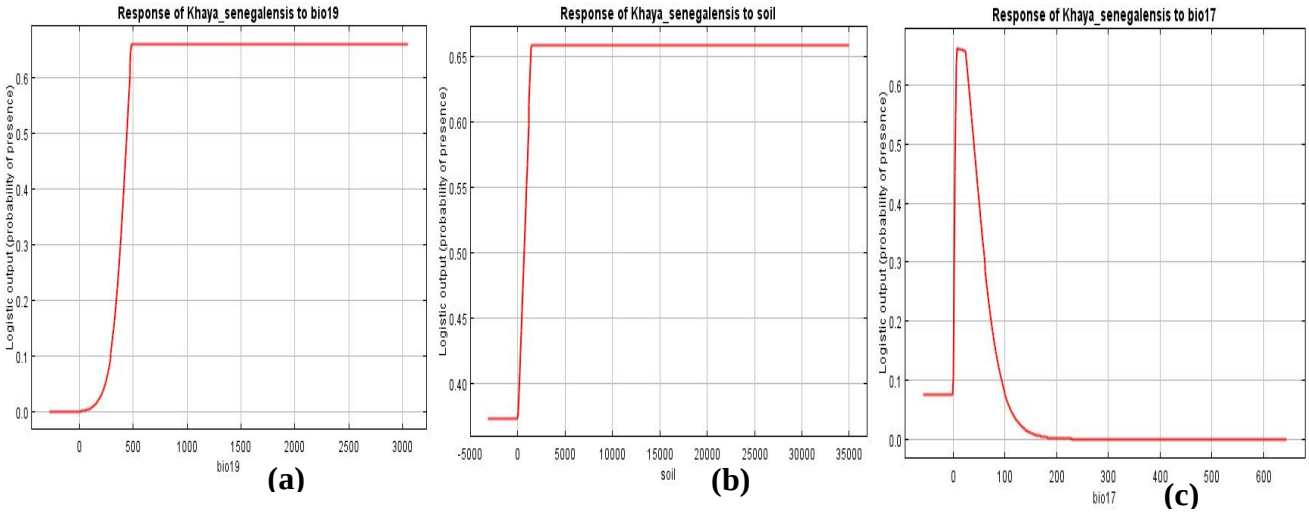


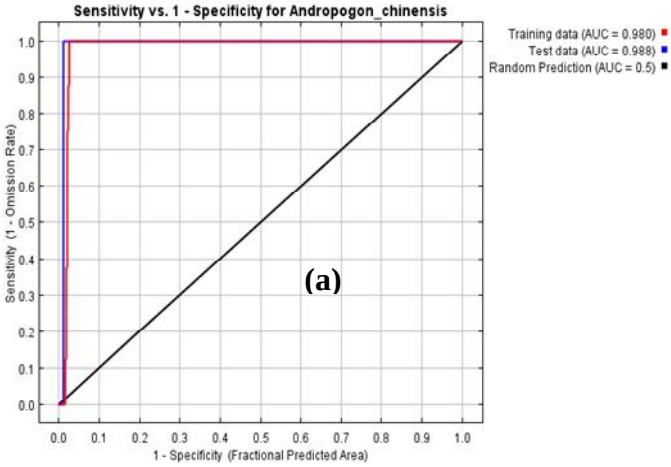
Figure 35. Sensibilité de *Khaya senegalensis* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin

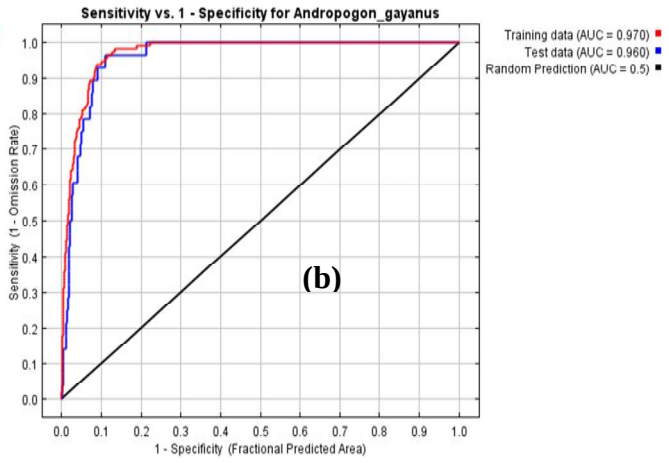
Bien que le réseau des aires protégées soit reconnu pour la conservation des espèces, nos résultats montrent que la distribution de *Afzelia africana* et *Pterocarpus erinaceus* est menacée dans les aires protégées du Moyen-Bénin.

5.2 VARIABILITES BIOCLIMATIQUES ET DISTRIBUTION SPATIALE DES HERBACEES FOURRAGERES IMPORTANTES DANS LE MOYEN-BENIN

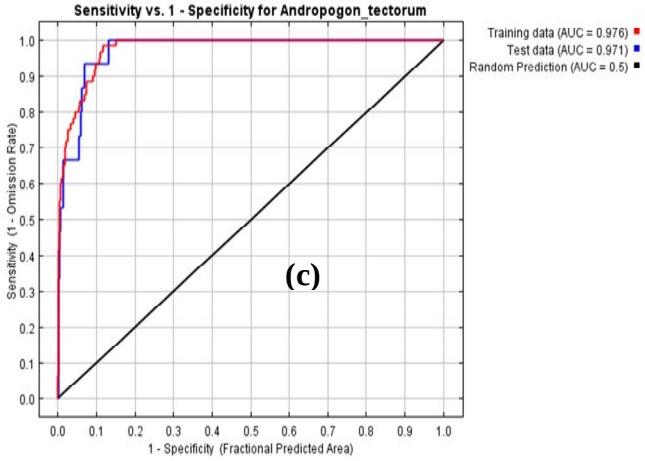
5.2.1 Evaluation du modèle

Les valeurs de l'AUC obtenues pour le test et le modèle avec une probabilité de prédiction de 0,5 sont respectivement de (0,988 et 0,980) pour *Andropogon chinensis*, (0,960 et 0,970) pour *Andropogon gayanus* (**Figures 36a et 36b**).





Quant aux valeurs de l'AUC obtenues pour le test et le modèle, elles sont respectivement de (0,971 et 0,976) pour *Andropogon tectorum*, (0,954 et 0,944) pour *Andropogon schirensis*, avec une probabilité de prédiction de 0,5 (**Figures 36c et 36d**).



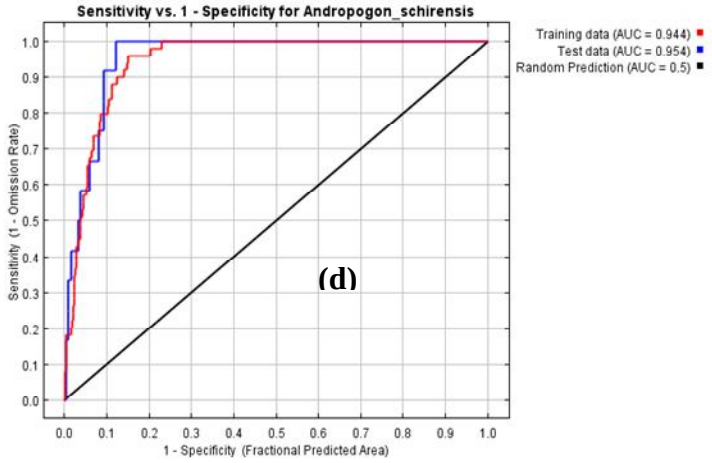


Figure 36. Courbe de la valeur moyenne de l'AUC du modèle de distribution de *Andropogon chinensis, Andropogon gayanus, Andropogon tectorum* et *Andropogon schirensis*

Chacune de ces valeurs étant supérieure à 0,90 ; le modèle est alors de bonne qualité.

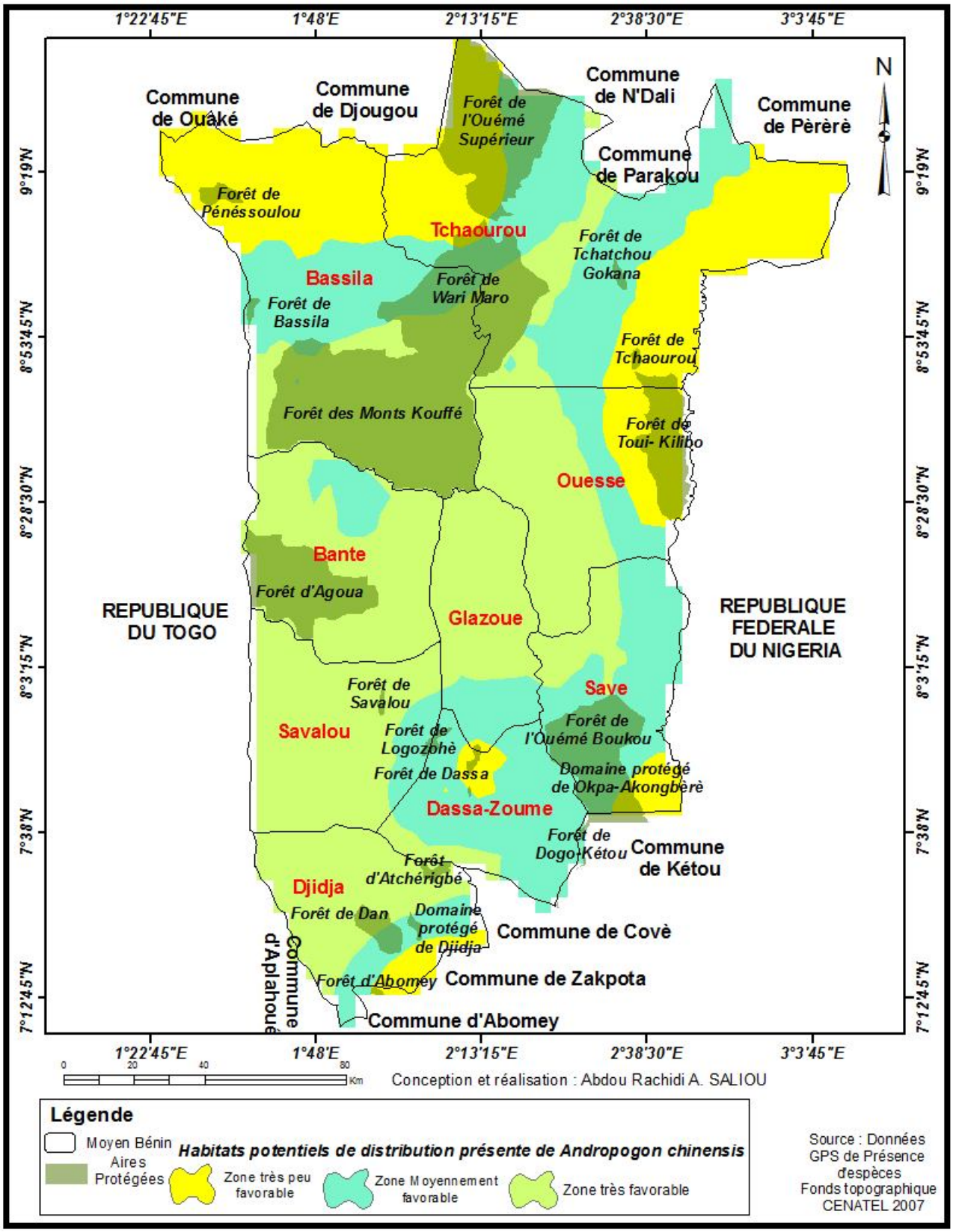
5.2.2 Modélisation de la distribution géographique des herbacées fourragères les plus convoitées par les éleveurs transhumants dans le Moyen-Bénin

Deux types de distribution géographique ont été distingués au cours de la modélisation. Il s'agit de la distribution potentielle présente et de la prédiction de la distribution future des herbacées fourragères.

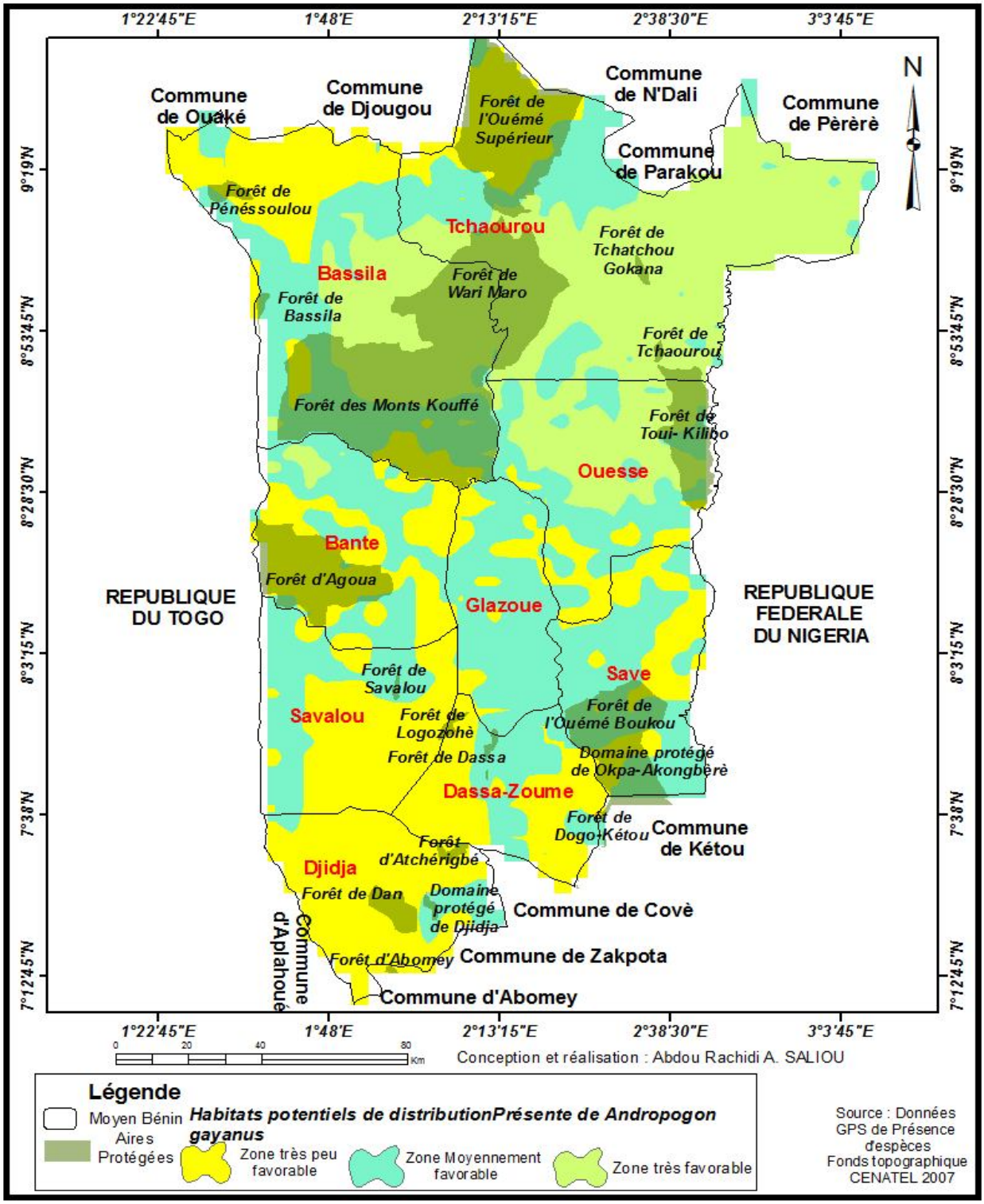
5.2.2.1 Distribution potentielle présente d'Andropogon gayanus, Andropogon chinensis, Andropogon schirensis et Andropogon tectorum dans le Moyen-Bénin

La distribution des herbacées fourragères les plus appétées dans le Moyen-Bénin varie suivant les espèces. Ainsi, *Andropogon chinensis* est très fortement distribuée dans les parties centrale et méridionale, moyennement distribué dans la partie septentrionale du secteur d'étude (Figure

37a). En ce qui concerne *Andropogon gayanus*, elle présente un potentiel de distribution très élevé dans la partie septentrionale, moyennement élevé dans la partie centrale et faible dans la partie méridionale du secteur d'étude (Figure 37b).

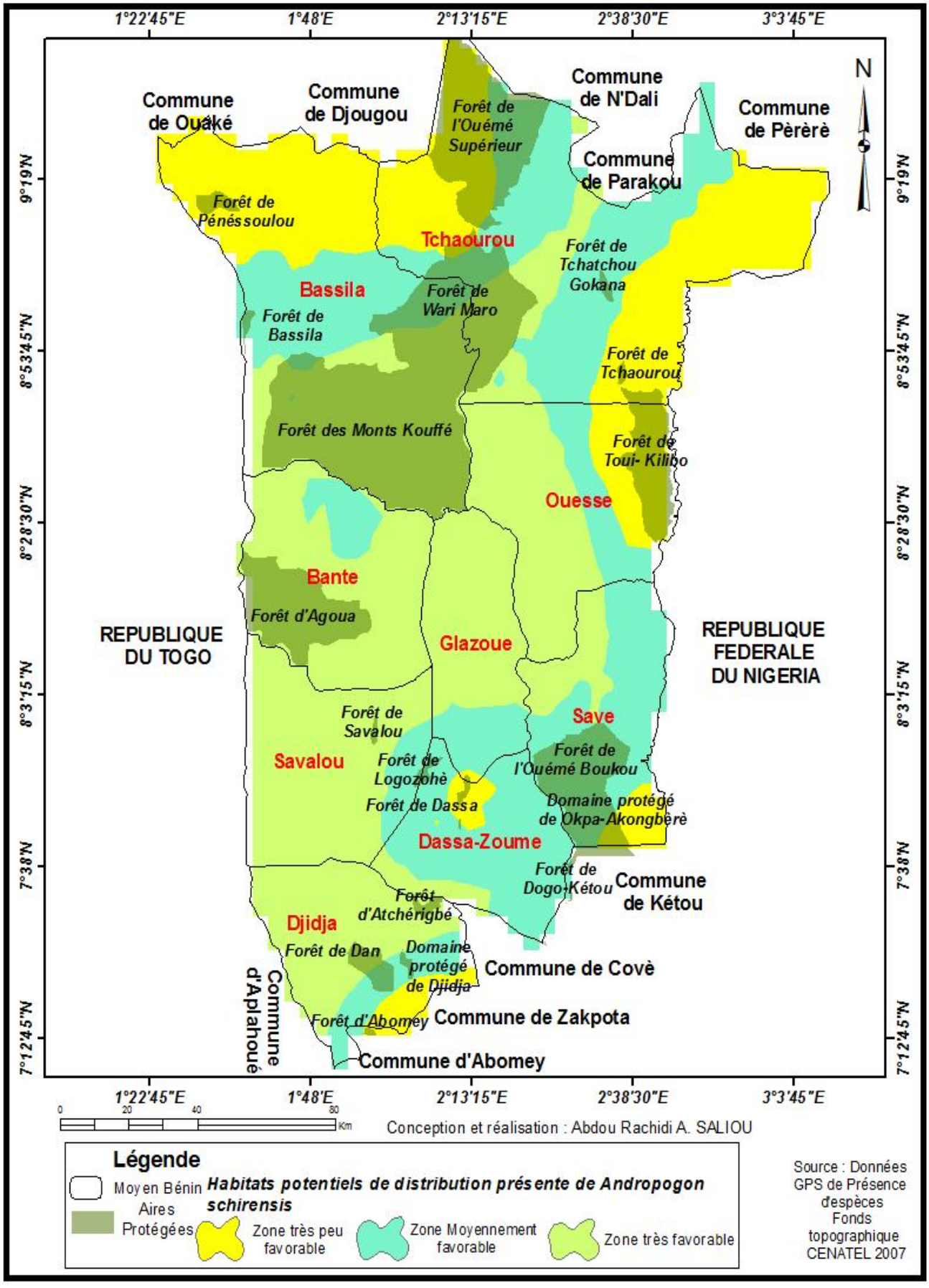


(a)

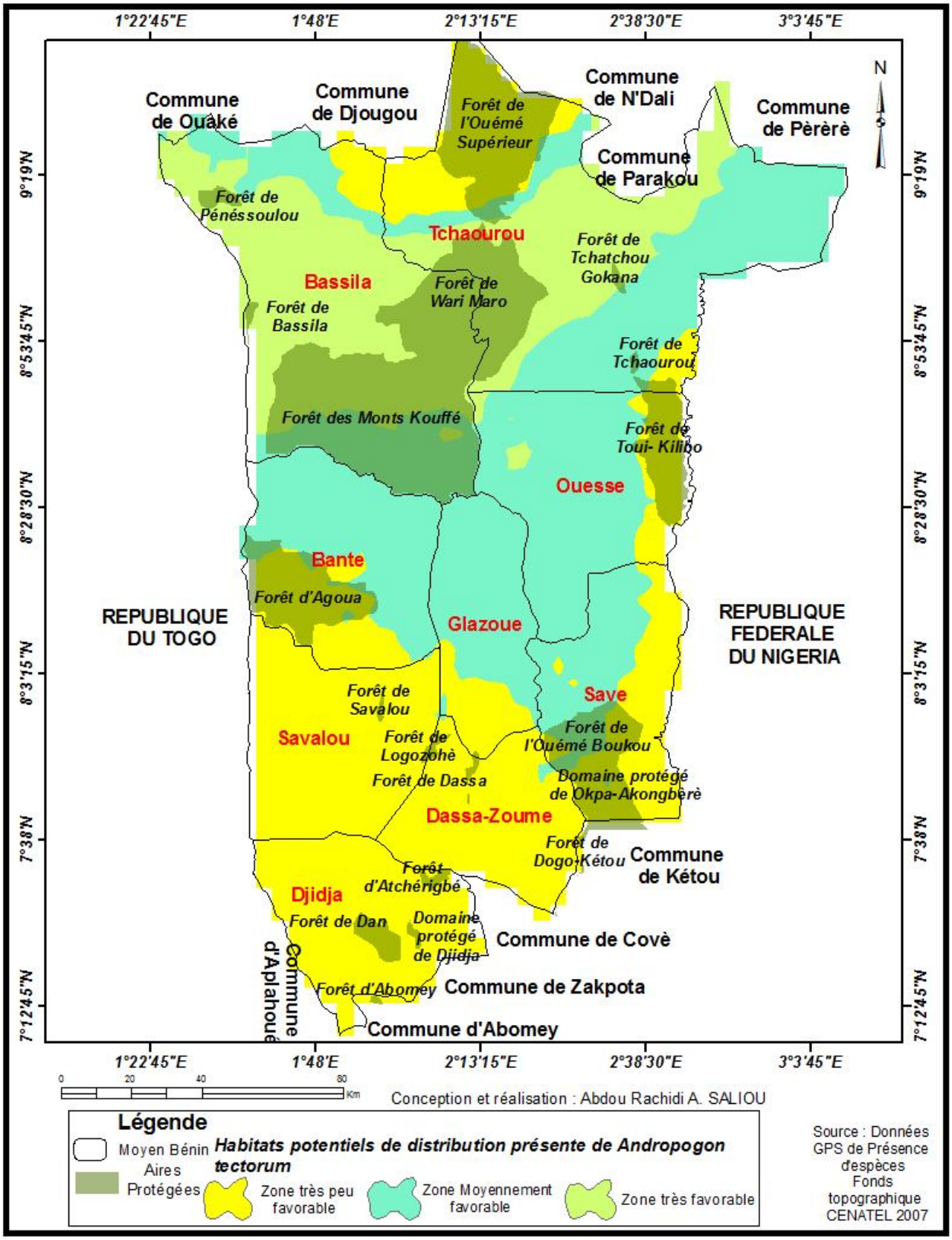


(b)

Andropogon schirensis est très fortement distribuée dans les parties centrale et méridionale, moyennement distribuée dans la partie septentrionale du secteur d'étude (Figure 37c). Quant à *Andropogon tectorum*, elle est très fortement distribuée dans la partie méridionale, moyennement présente dans la partie centrale, avec une probabilité d'aire de distribution très faible dans la partie septentrionale (Figure 37d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution présente de Andropogon schirensis
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)



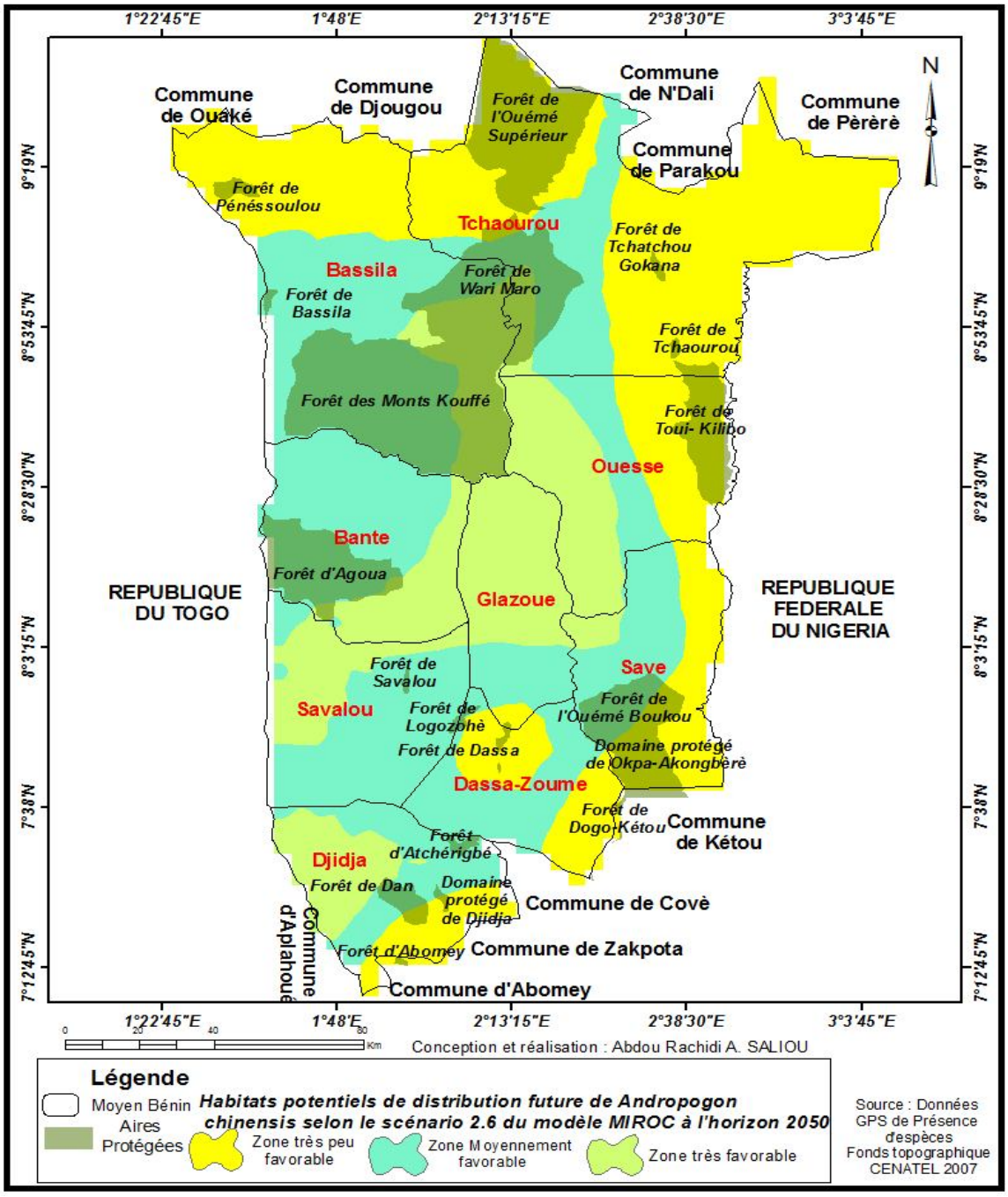
(d)

Figure 37. Aires de distribution présente de *Andropogon chinensis Andropogon gayanus Andropogon schirensis* et *Andropogon tectorum* dans le Moyen-Bénin

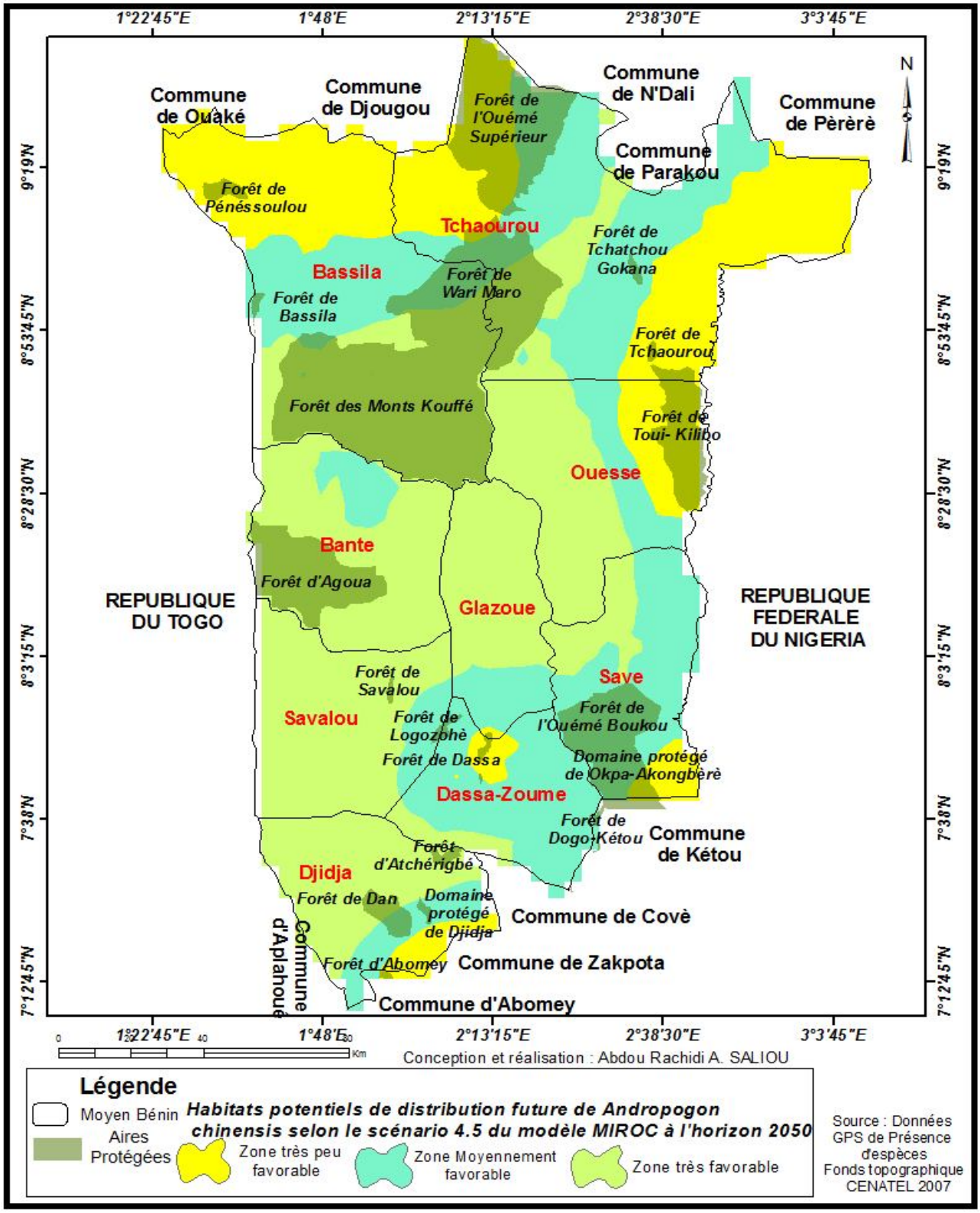
5.2.2.2 Distribution potentielle future d'Andropogon schirensis, Andropogon gayanus, Andropogon chinensis, et Andropogon tectorum dans le Moyen-Bénin

Quatre scénarii climatiques du modèle MIROC ont été utilisés pour prédire la distribution future d'*Andropogon schirensis, A. gayanus, A. chinensis, et A. tectorum* à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin. La distribution future des herbacées fourragères varie différemment suivant les scénarii du modèle climatique MIROC utilisés.

Ainsi, les scénarii 2.6 et 4.5 montrent une prédiction de distribution d'*Andropogon chinensis* avec une probabilité plus élevée au centre, moyenne dans la partie méridionale et faible dans la partie septentrionale de la zone d'étude à l'horizon 2050 (Figures 38a et 38b).

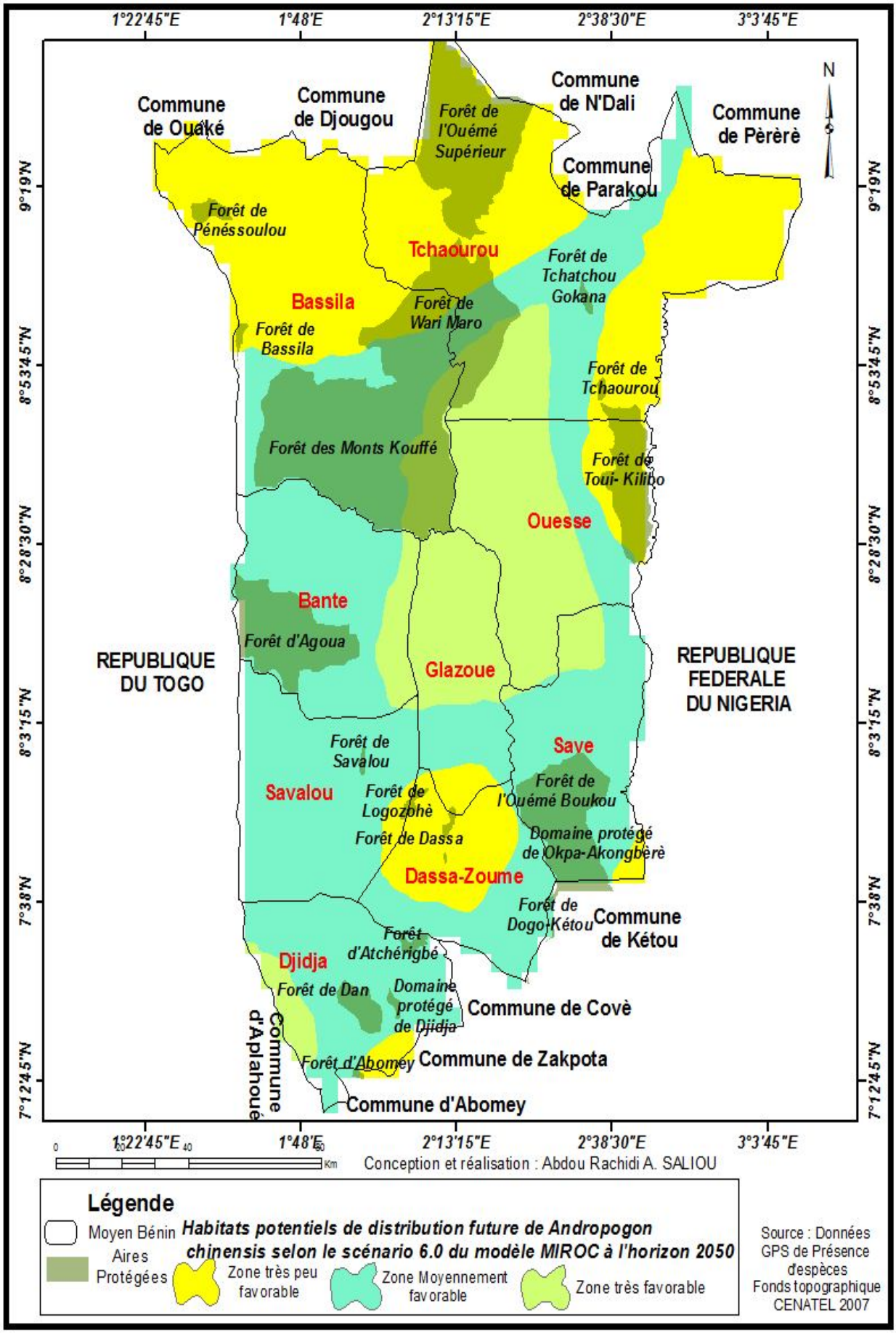


(a)

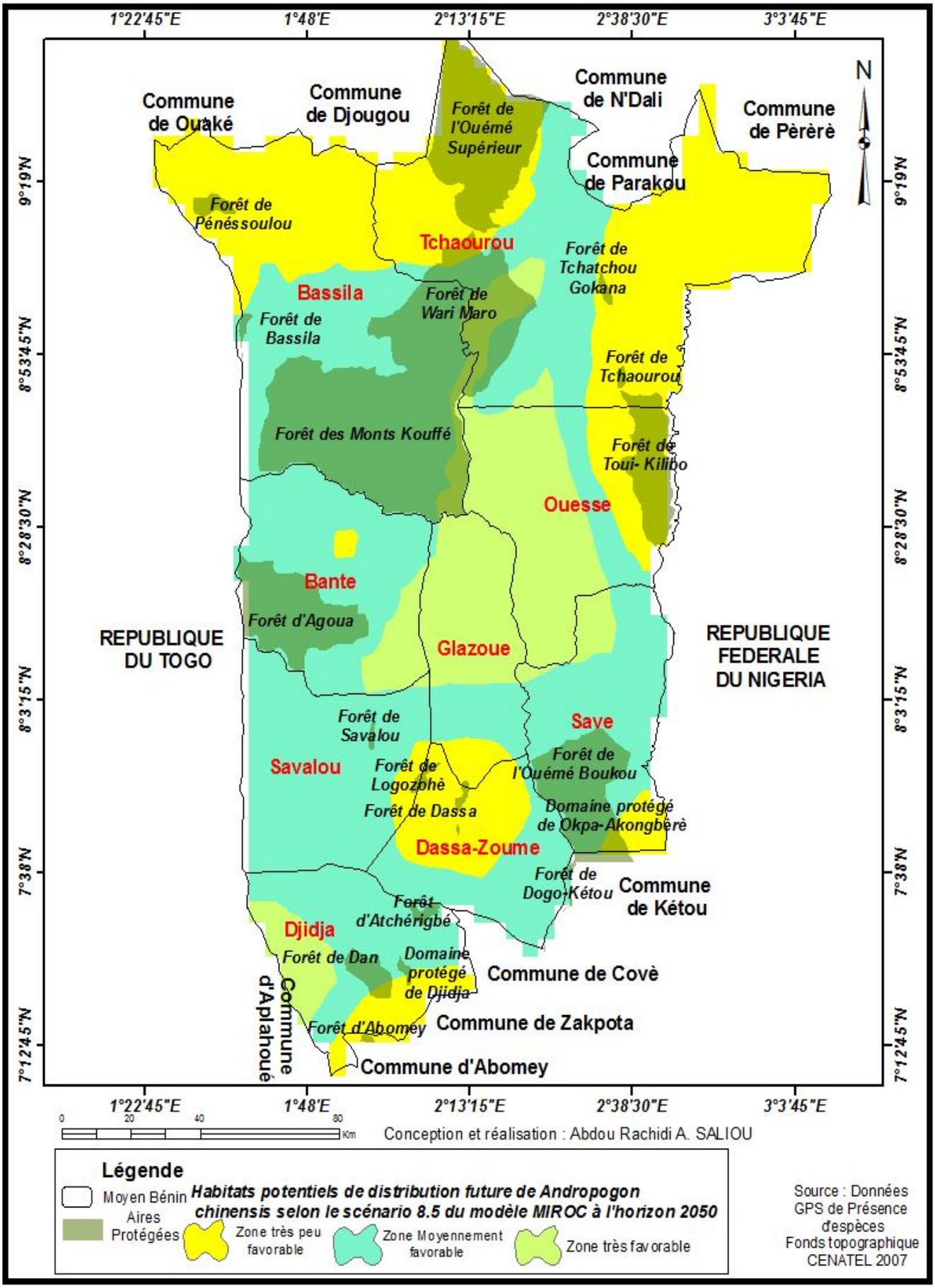


(b)

Par contre, avec les scénarii 6.0 et 8.5 *Andropogon chinensis* présente une prédiction de distribution de forte probabilité dans la partie centrale, moyennement distribuée dans la partie méridionale avec un habitat potentiel réduit dans la partie septentrionale à l'horizon 2050 (Figures 38c et 38d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon chinensis selon le scénario 6.0 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon chinensis selon le scénario 8.5 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(d)

La prédiction d'*Andropogon chinensis* (Figure 38e) montre avec le scénario 2.6, du model Miroc une réduction de l'aire de distribution très favorable (-40%) au profit des aires moyennement favorable (15,36%) et très peu favorable (24,70%) dans le Moyen-Bénin.
Le scénario 4.5, prédit que l'aire de distribution très favorable connaîtra une réduction de (-11,13%) pendant que les aires de distribution très peu favorable et moyennement favorable augmenteront respectivement de (3,71%) et (7,42%).

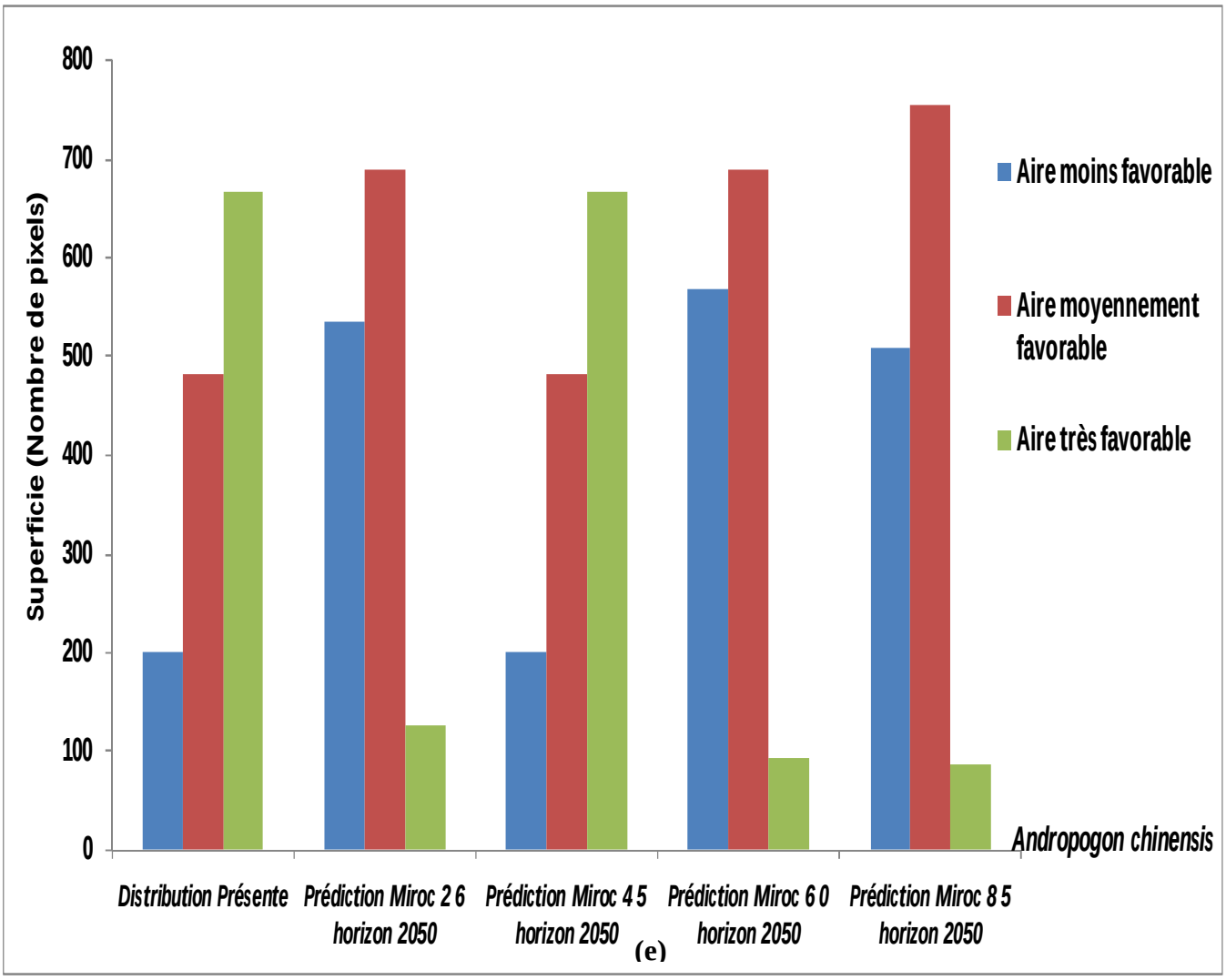
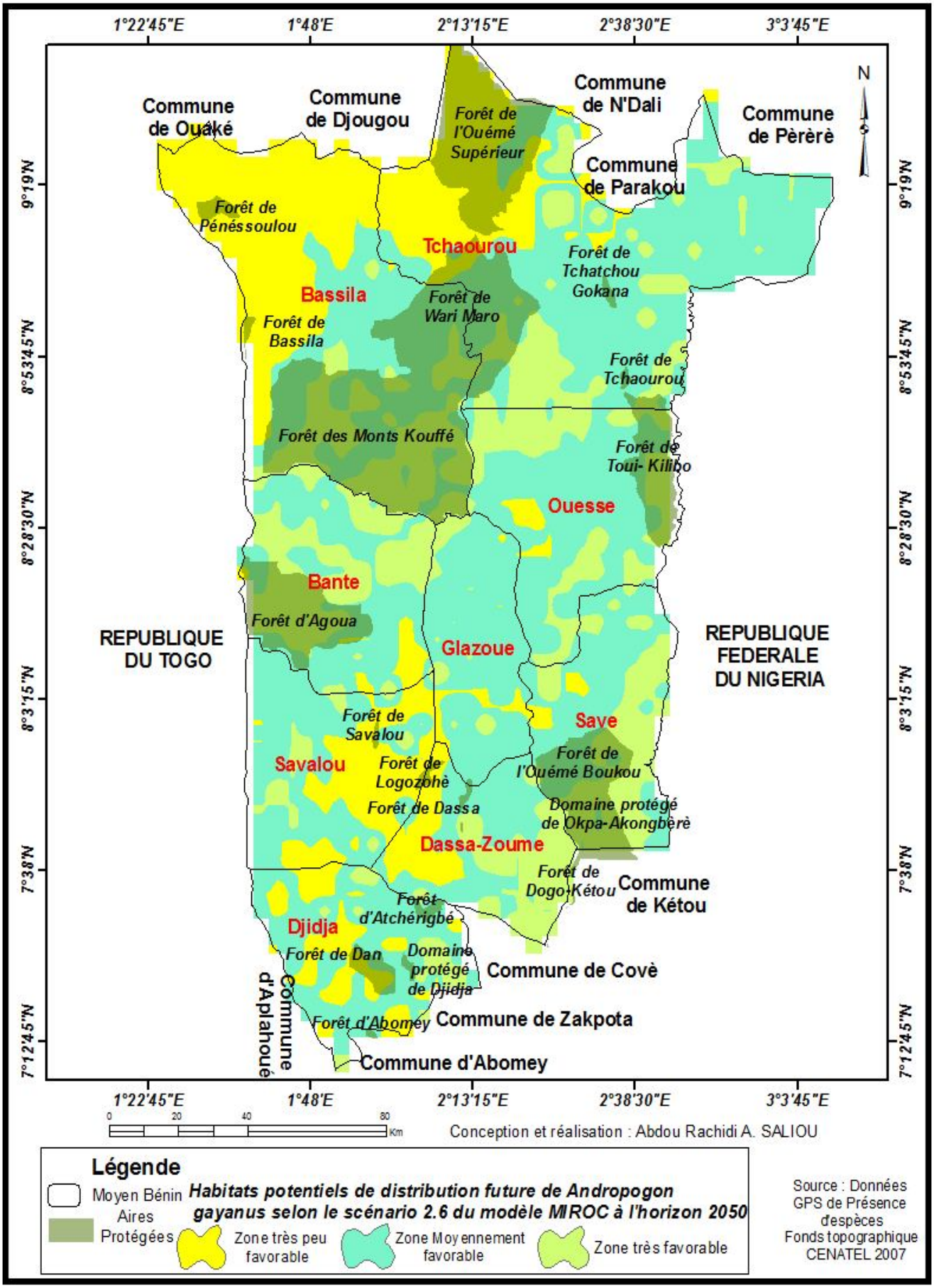
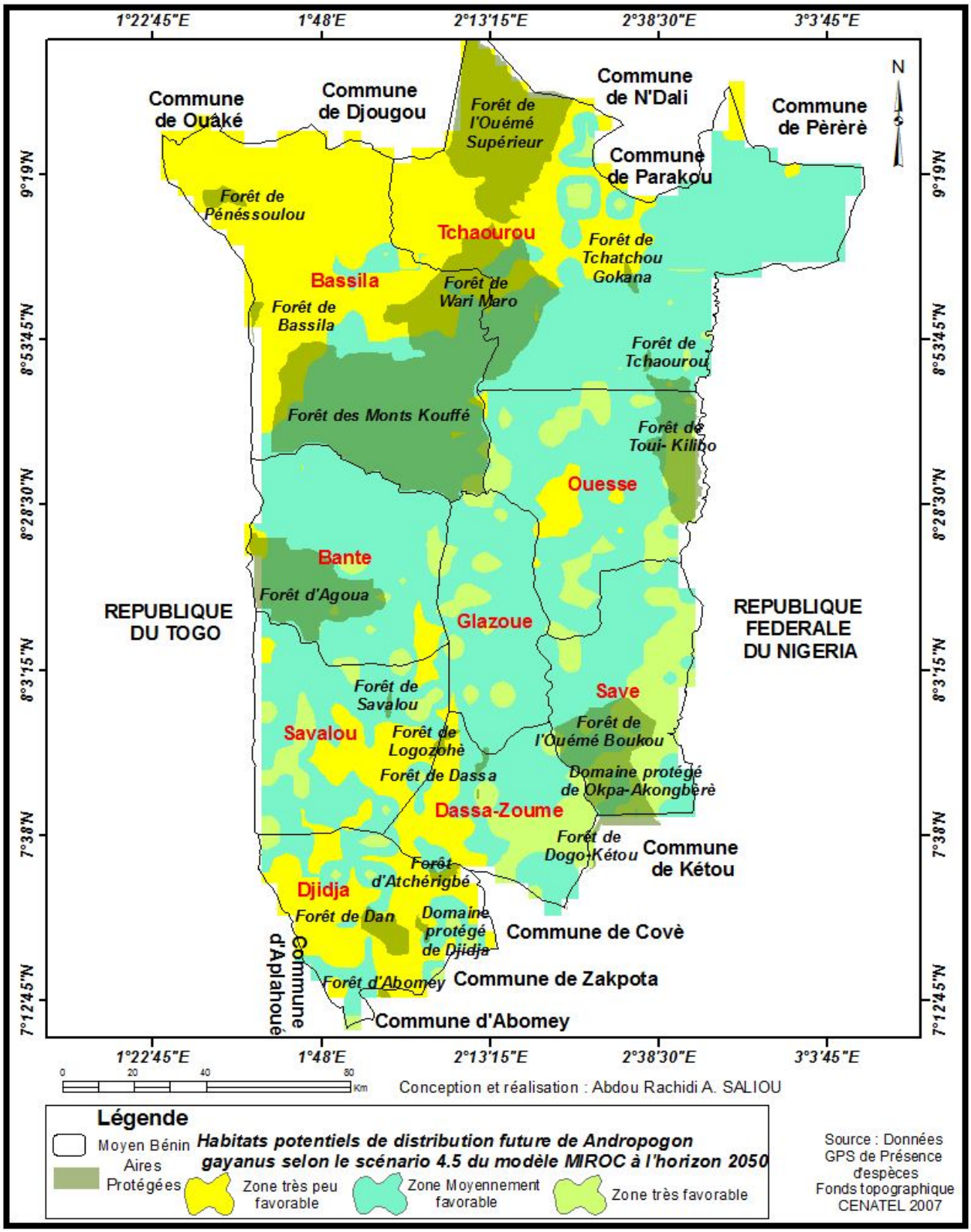


Figure 38. Aire et Prédictions de distribution d'*Andropogon chinensis* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin

Pour le scénario 6.0, on assitera à une réduction de l'aire de distribution très favorable de *A. chinensis* de (-42,51%) et une augmentation des aires très peu favorable (27,15%) et moyennement favorable (15,36%).
Quant au scénario 8.5 il prédit une augmentation des aires de distribution très peu favorable (22,85%) et moyennement favorable (20,18%) au détriment de l'aire très favorable (-43,03%).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon gayanus selon le scénario 2.6 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

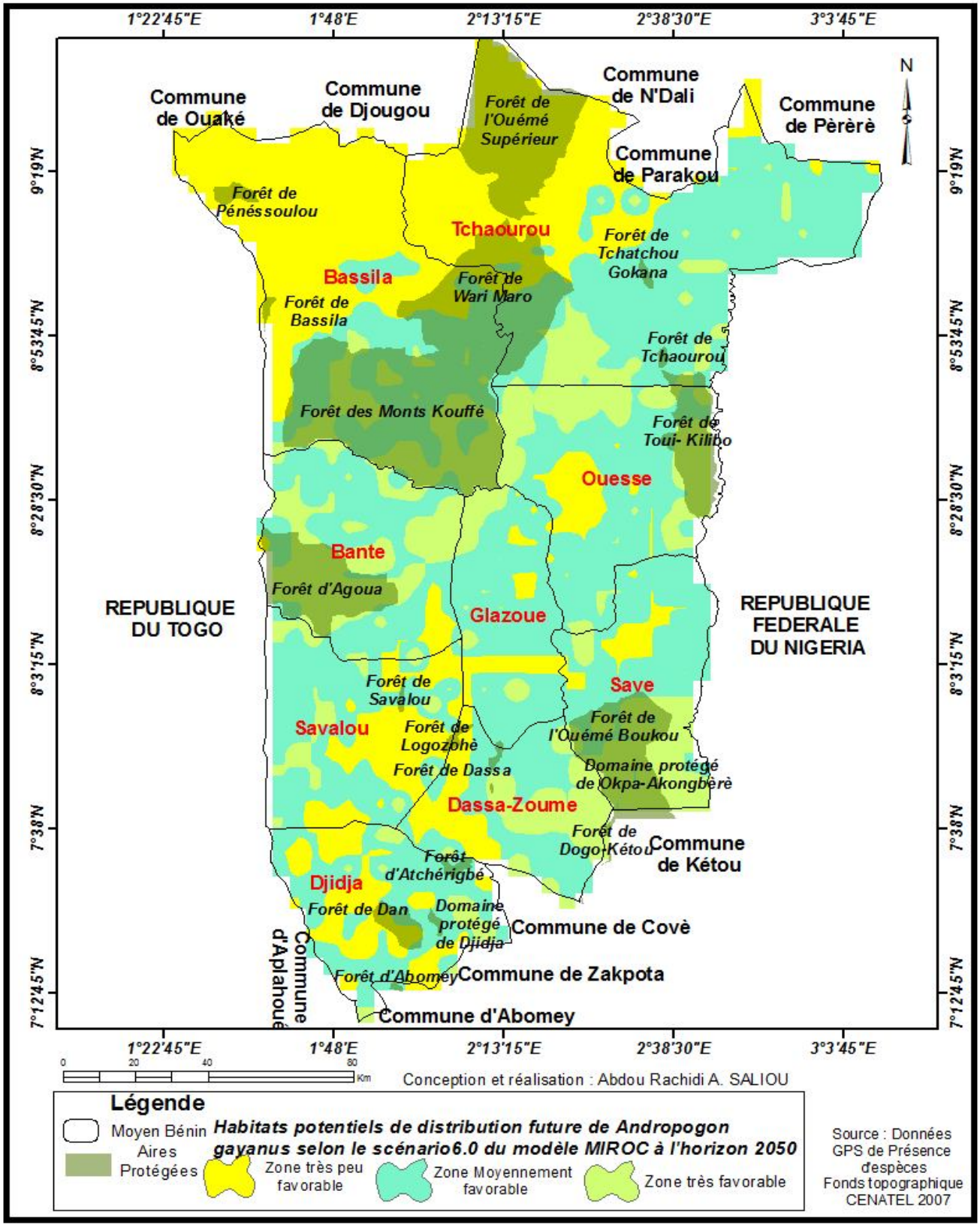
(a)



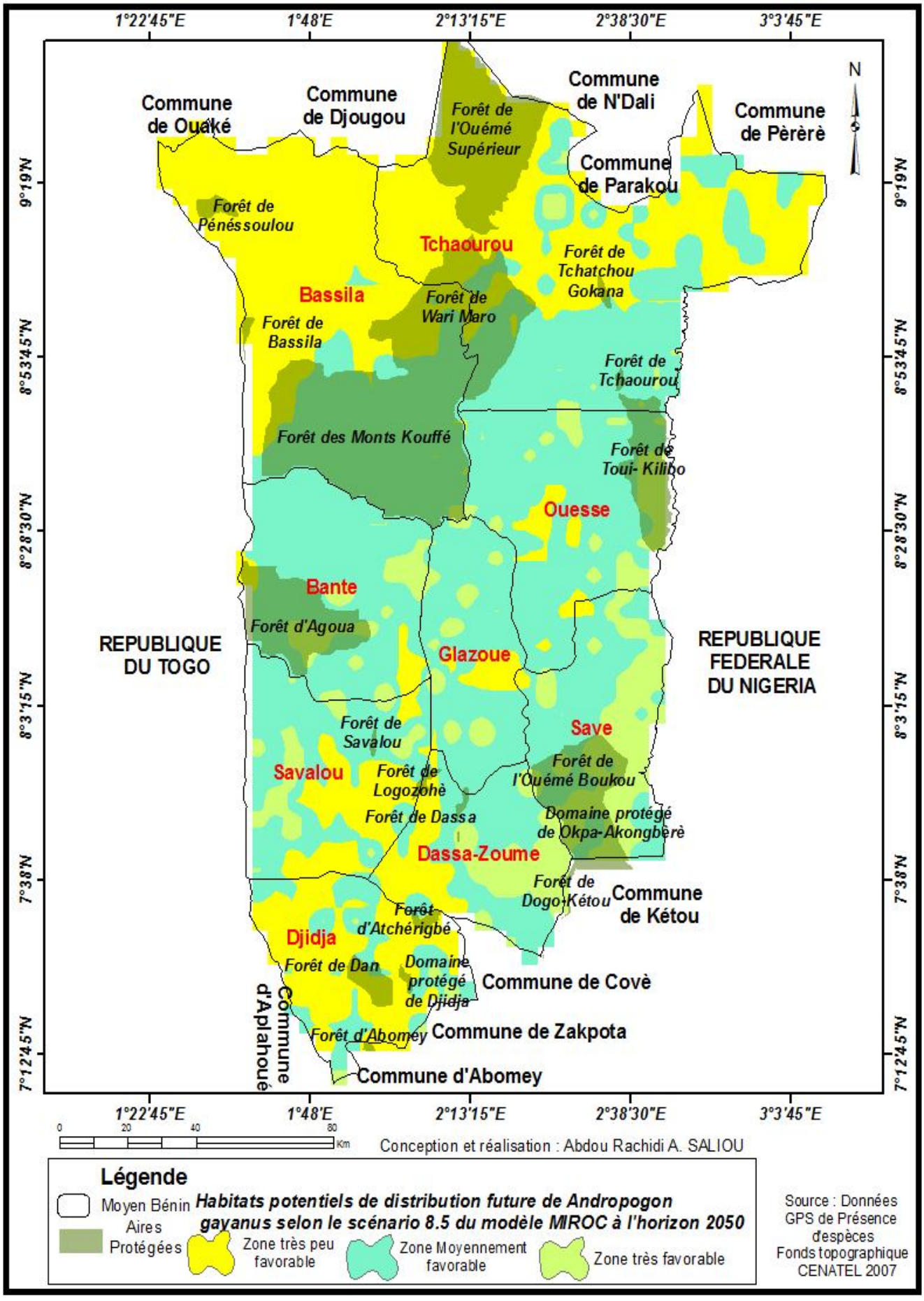
(b)

Les scénarii 2.6 et 4.5 du modèle climatique appliqués à la modélisation de la distribution future d'*Andropogon gayanus* à l'horizon 2050 ont prédit une forte distribution de l'espèce au sud, moyenne au centre et une au nord du secteur de recherche (Figures 39a et 39b).

Avec le scénario 6.0, *Andropogon gayanus* sera plus distribuée dans tout le secteur de la recherche à l'exception de la partie nord-ouest où sa distribution sera faible. Quant au scénario 8.5, il prédit une distribution élevée au centre, faible au nord et au sud du secteur de recherche. (Figures 39c et 39d).



(c)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon gayanus selon le scénario 8.5 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(d)

La prédiction de la distribution de *Andropogon gayanus* à l'horizon 2050 monte quel que soit le scénario une réduction des aires de distribution très favorable et moyennent favorable au profit de l'aire de distribution peu favorable (figure 39e).

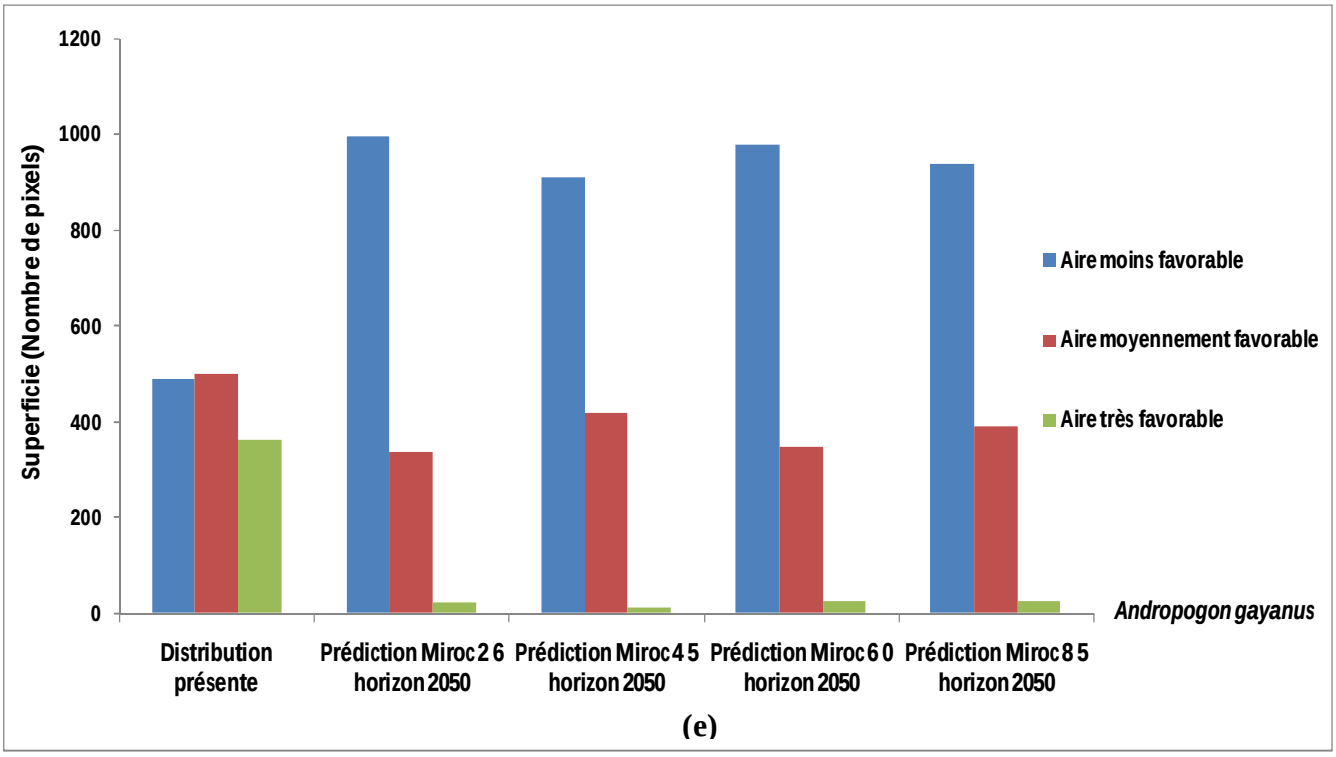


Figure 39. Aire et Prédictions de distribution d'*Andropogon gayanus* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin

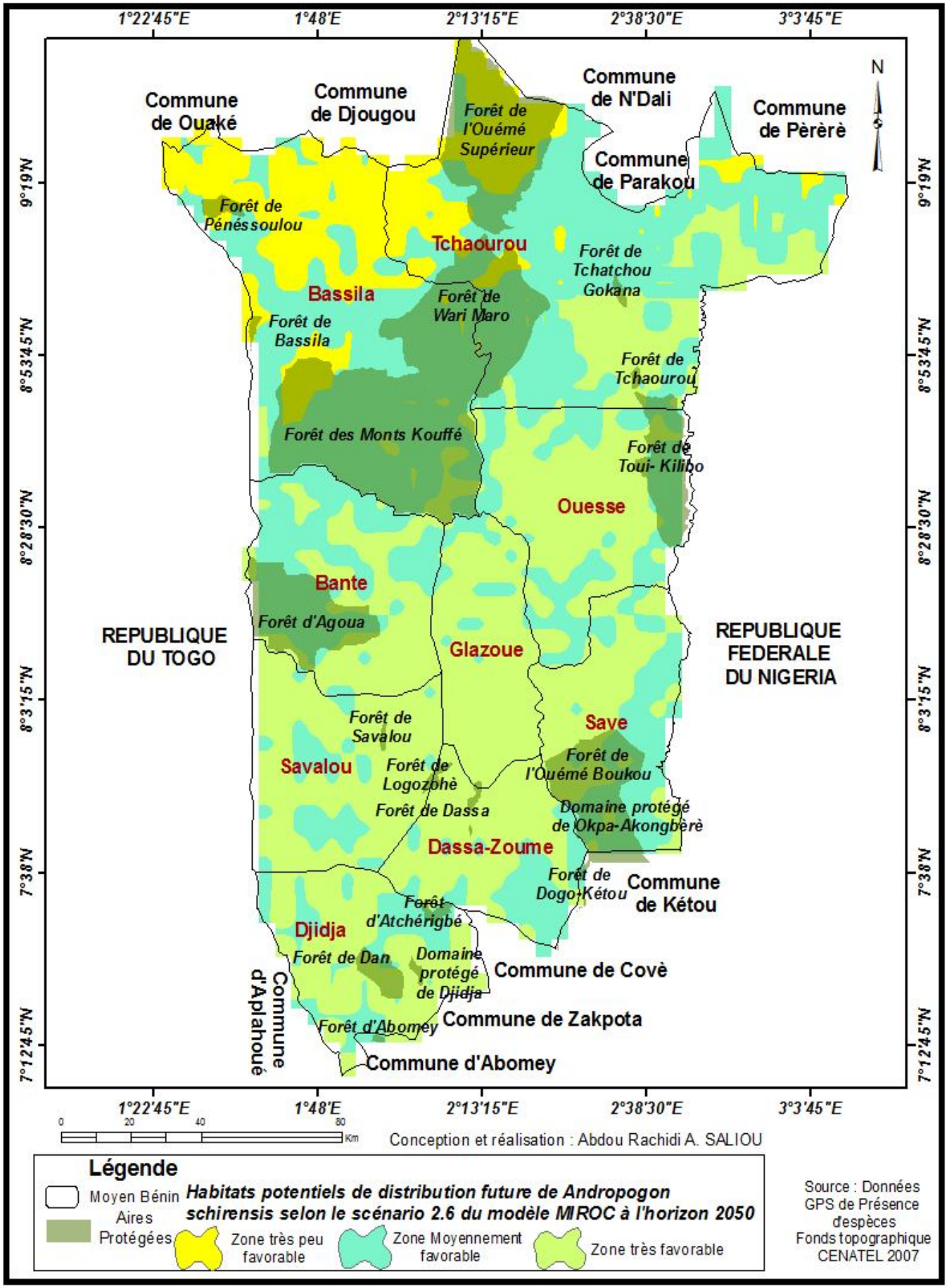
Ainsi, le scénario 2.6, prédit la réduction des aires très favorables de (-25,22%), moyennement favorables (-12,09%), et l'extension de l'aire très peu favorable (37,31%).

Concernant le scénario 4.5 du modèle, la prédiction de distribution de l'espèce montre une augmentation de l'aire très peu favorable (31,66%) au détriment des aires moyennement favorable (-5,85%) et très favorable (-25,81%).

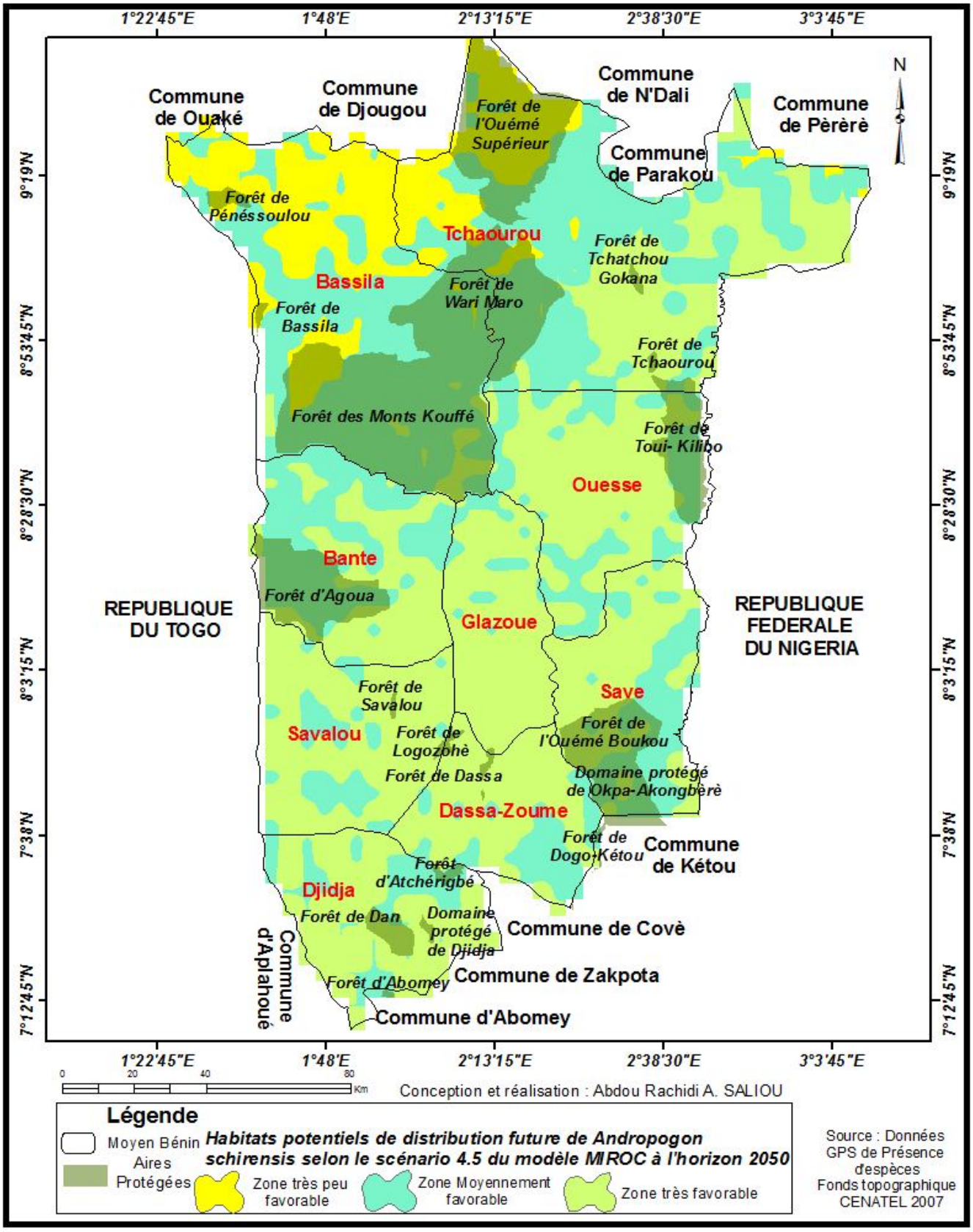
Pour le scénario 6.0, les aires moyennement favorable et très favorable seront respectivement réduites de (-11,28%) et (-24,85%) au profit de l'aire très peu favorable (36,13%).

Le scénario 8.5, prédit pour la distribution de l'espèce, une augmentation de l'aire très peu favorable (32,94%) et une réduction des aires moyennement favorable (-8,16%) et très favorable (-24,78%).

Les scénarii 2.6 et 4.5 prédisent une distribution d'*Andropogon schirensis* à l'horizon 2050, très élevée du sud au centre et très faible dans la partie septentrionale (Figures 40a et 40b).

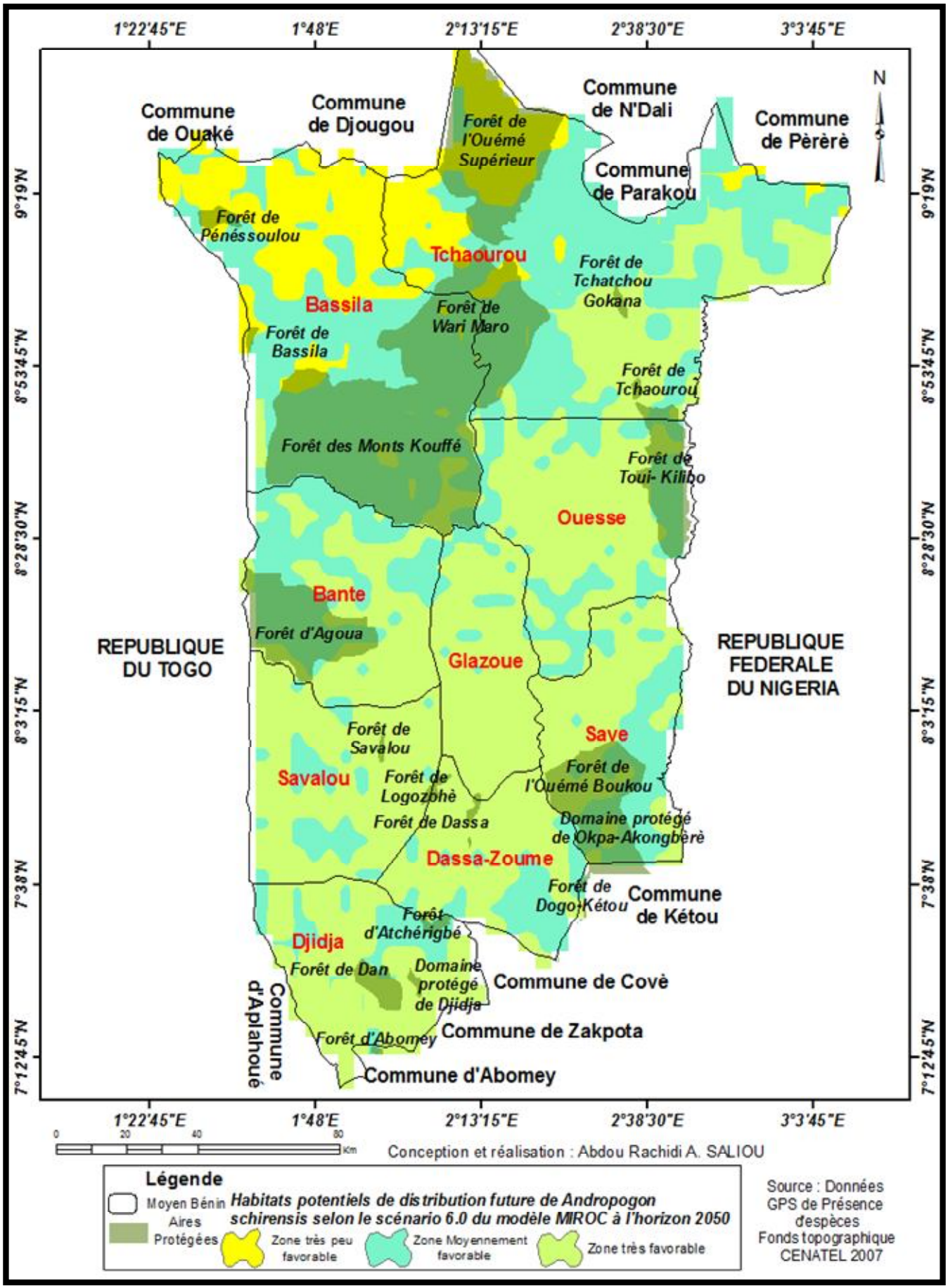

1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon schirensis selon le scénario 2.6 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(a)

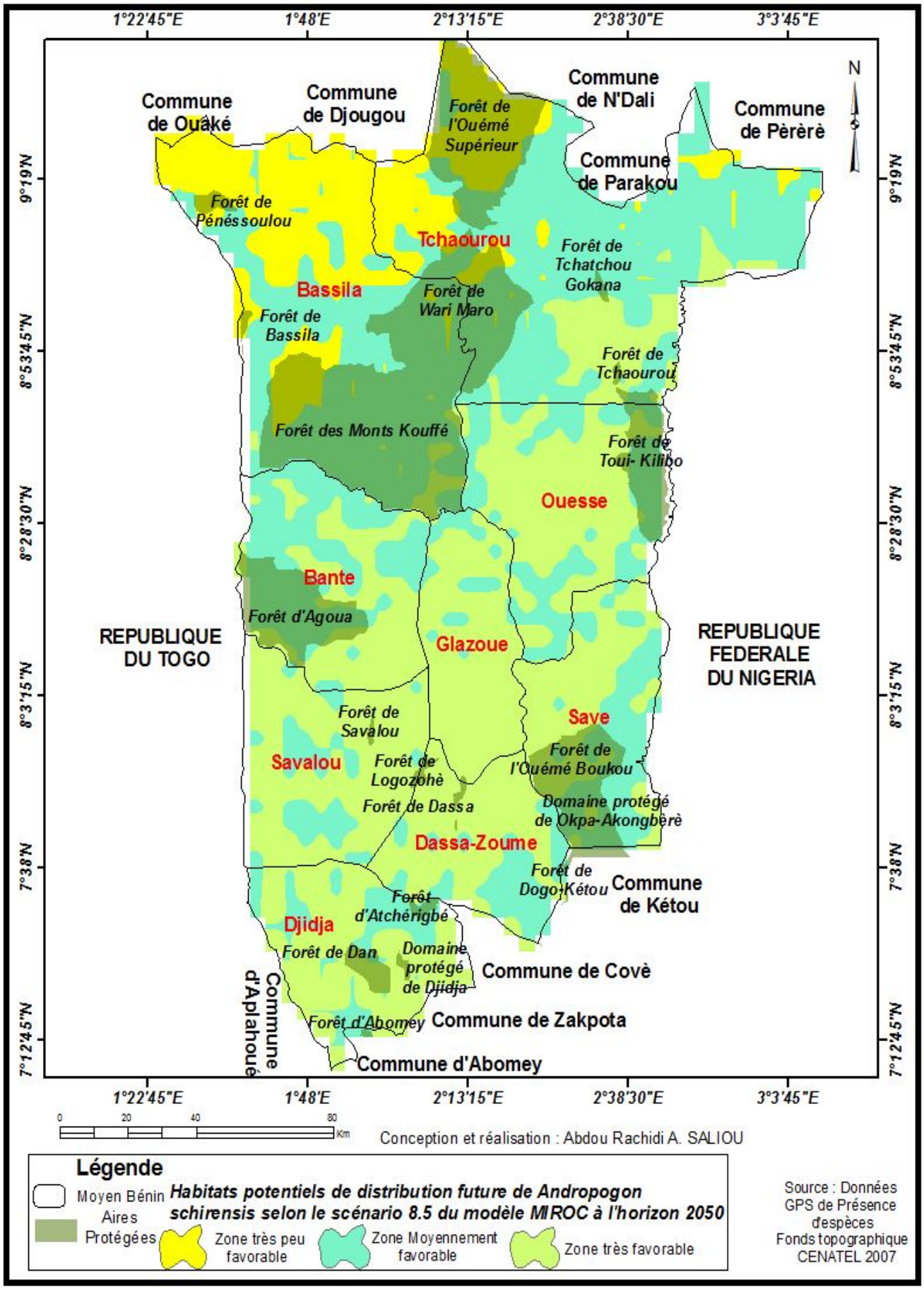


(b)

Concernant les scénarii 6.0 et 8.5, ils présentent une prédiction de la distribution d'*Andropogon schirensis* plus élevée du sud au centre, et modérée du centre au nord du secteur d'étude (Figures 40c et 40d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Commune de Zakpota
Forêt d'Abomey
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon schirensis selon le scénario 6.0 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouâké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon schirensis selon le scénario 8.5 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(d)

La prédiction à l'horizon 2050 d'*Andropogon schirensis* montre une augmentation des aires très favorables pour tous les quatre scénarii (Figure 40e).

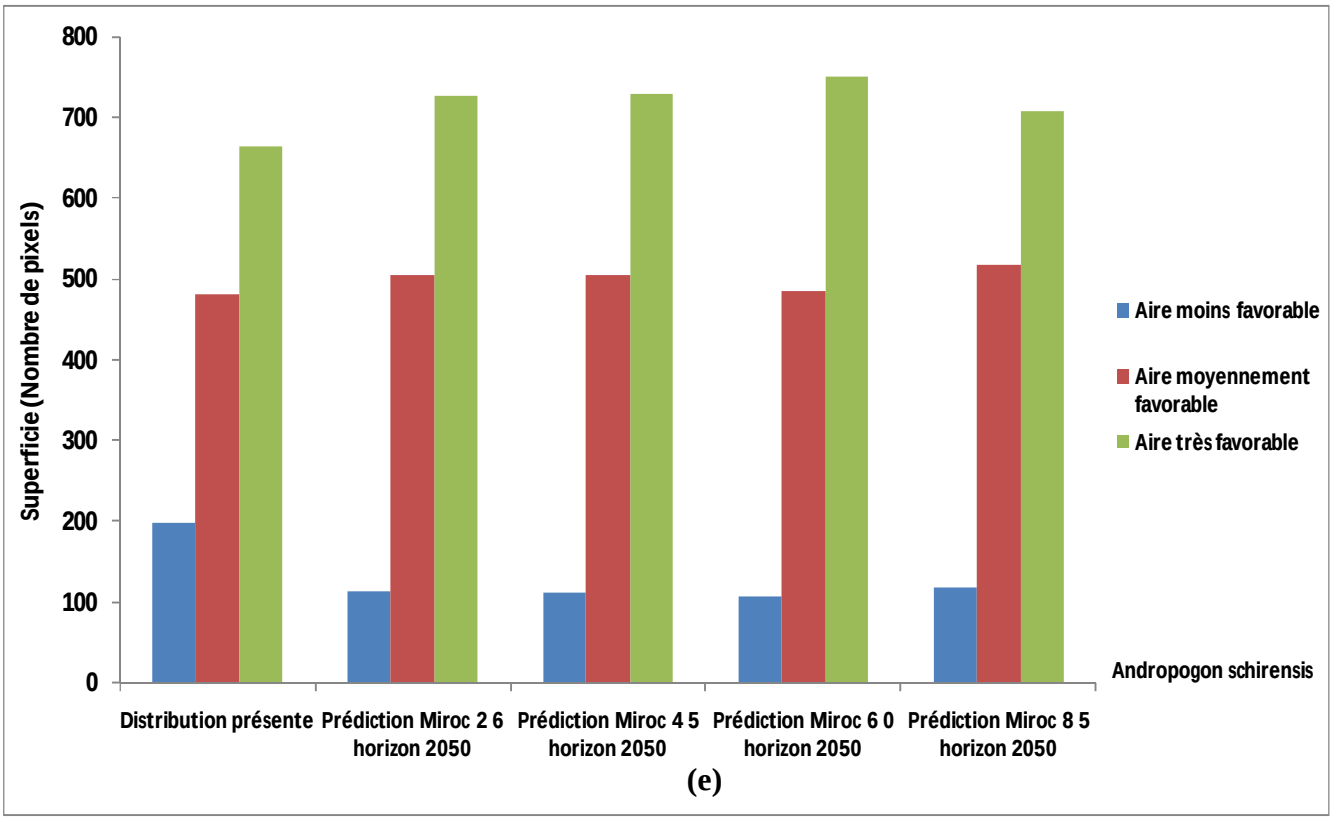


Figure 40. Prédictions et Aire de distribution d'*Andropogon schirensis* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin

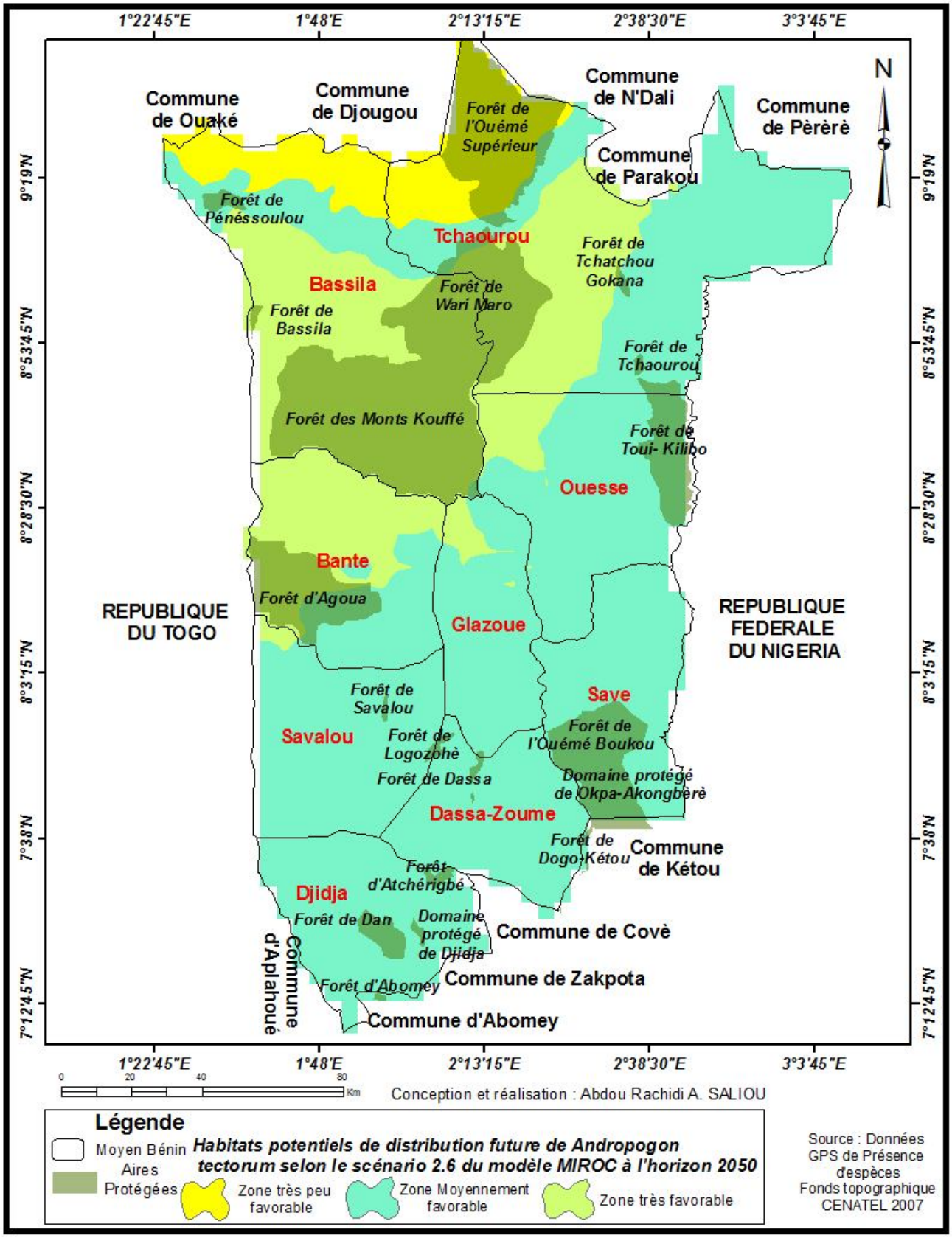
Ainsi, pour le scénario 2.6, les aires moyennement favorable et très favorable de *Andropogon schirensis* progresseront respectivement de (1,71%) et (4,60%) et l'aire peu favorable regressera de (-6,31%).

Avec le scénario 4.5, l'aire peu favorable de distribution de l'espèce diminuera de (-6,45%) au profit des aires moyennement favorable (1,71%) et très favorable (4,75%).

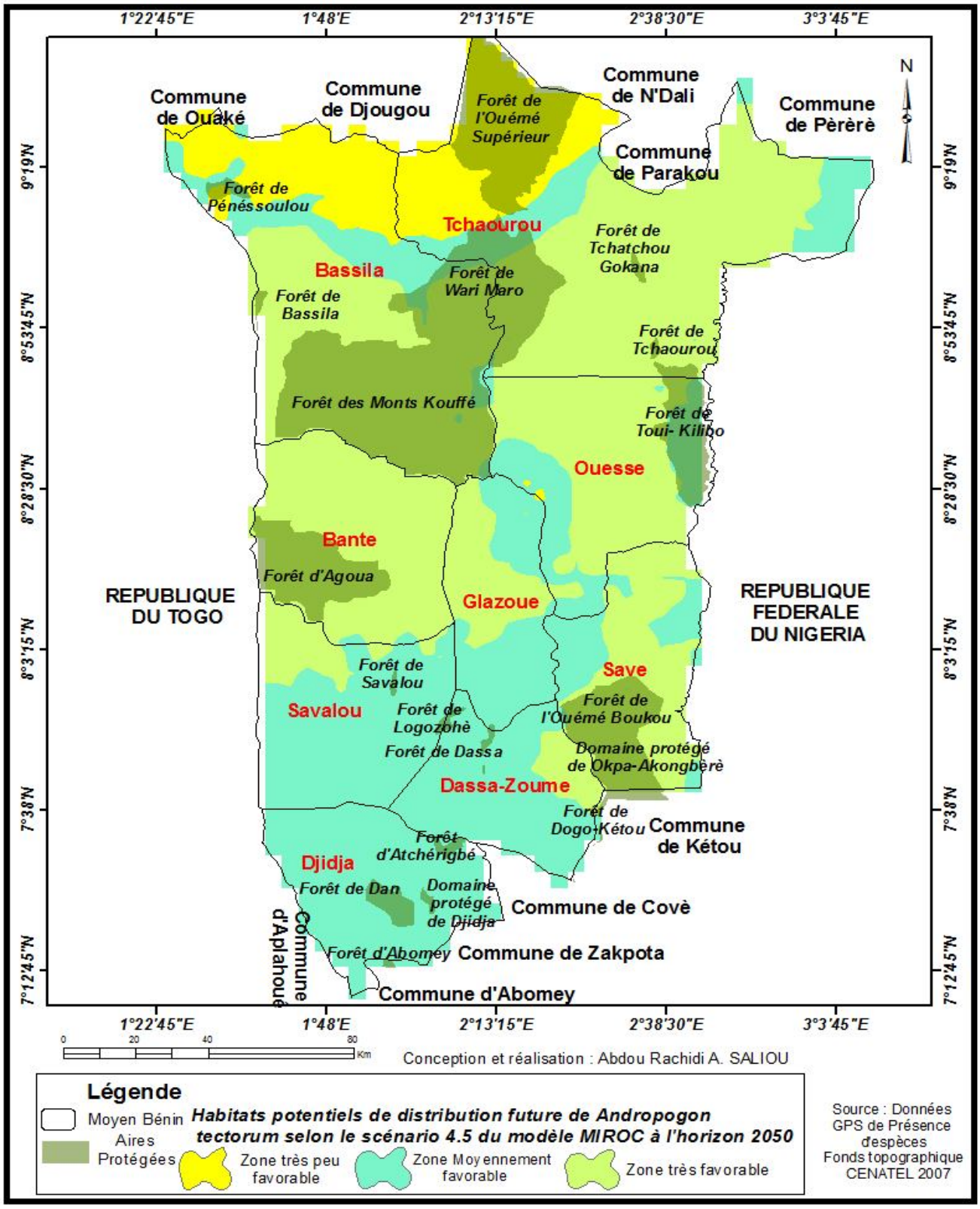
Concenant le scénario 6.0, les aires moyennement favorable et très favorable de distribution de *Andropogon schirensis* progresseront respectivement de (0,37%) et (6,45%) et l'aire peu favorable sera réduite de (-6,82%).

Le scénario 8.5 prédit pour la distribution de *Andropogon schirensis,* une réduction de l'aire peu favorable (-6,08%) au profit des aires moyennement favorable (2,82%) et très favorable (3,26%).

La prédiction d'*Andropogon tectorum* à partir des scénarii climatiques 2.6 et 4.5 du modèle MIROC à l'horizon 2050 traduit une forte distribution de l'espèce dans la partie centrale, moyenne du sud au nord-est, et une très faible au nord-ouest (Figures 41a et 41b).

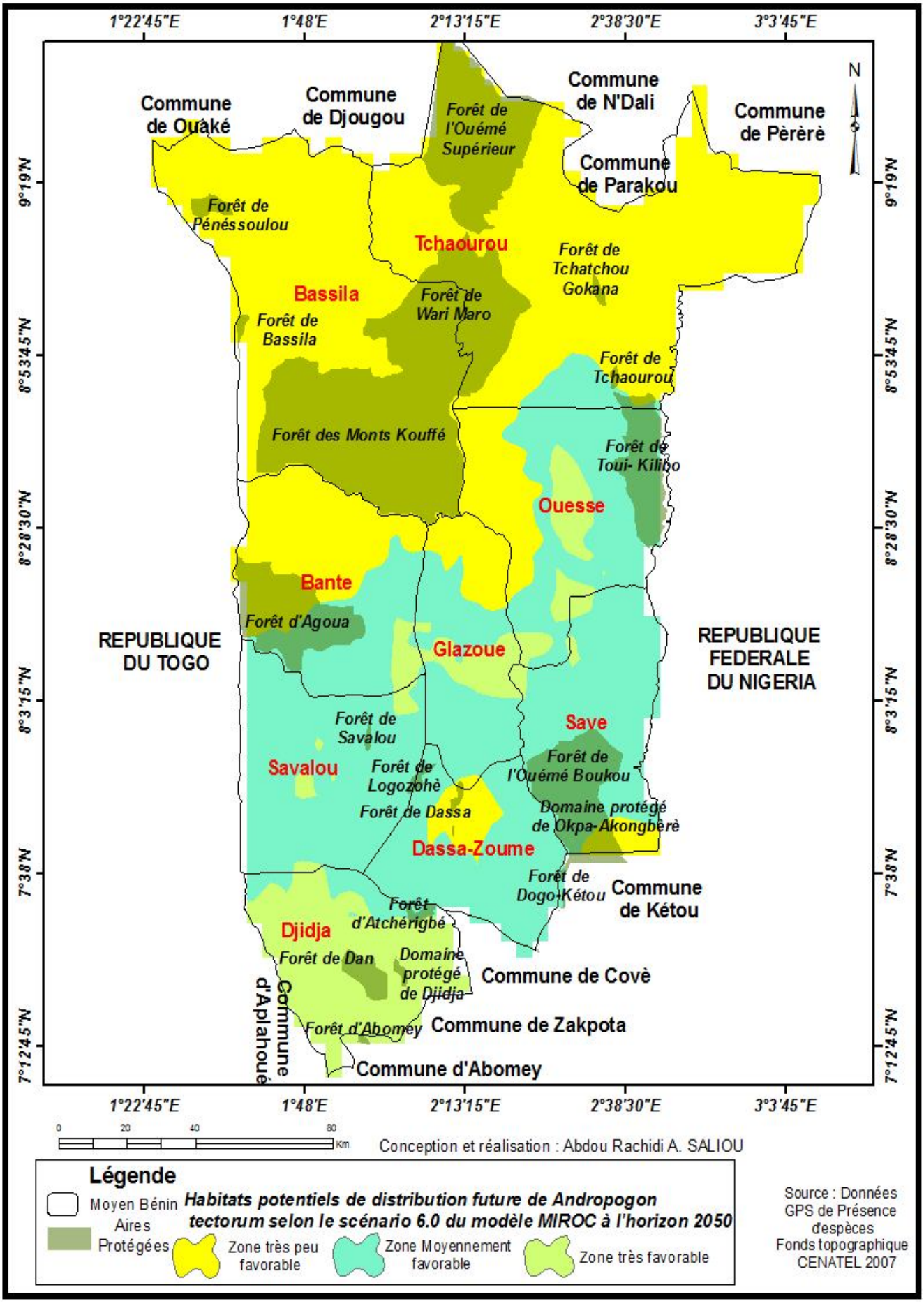


(a)

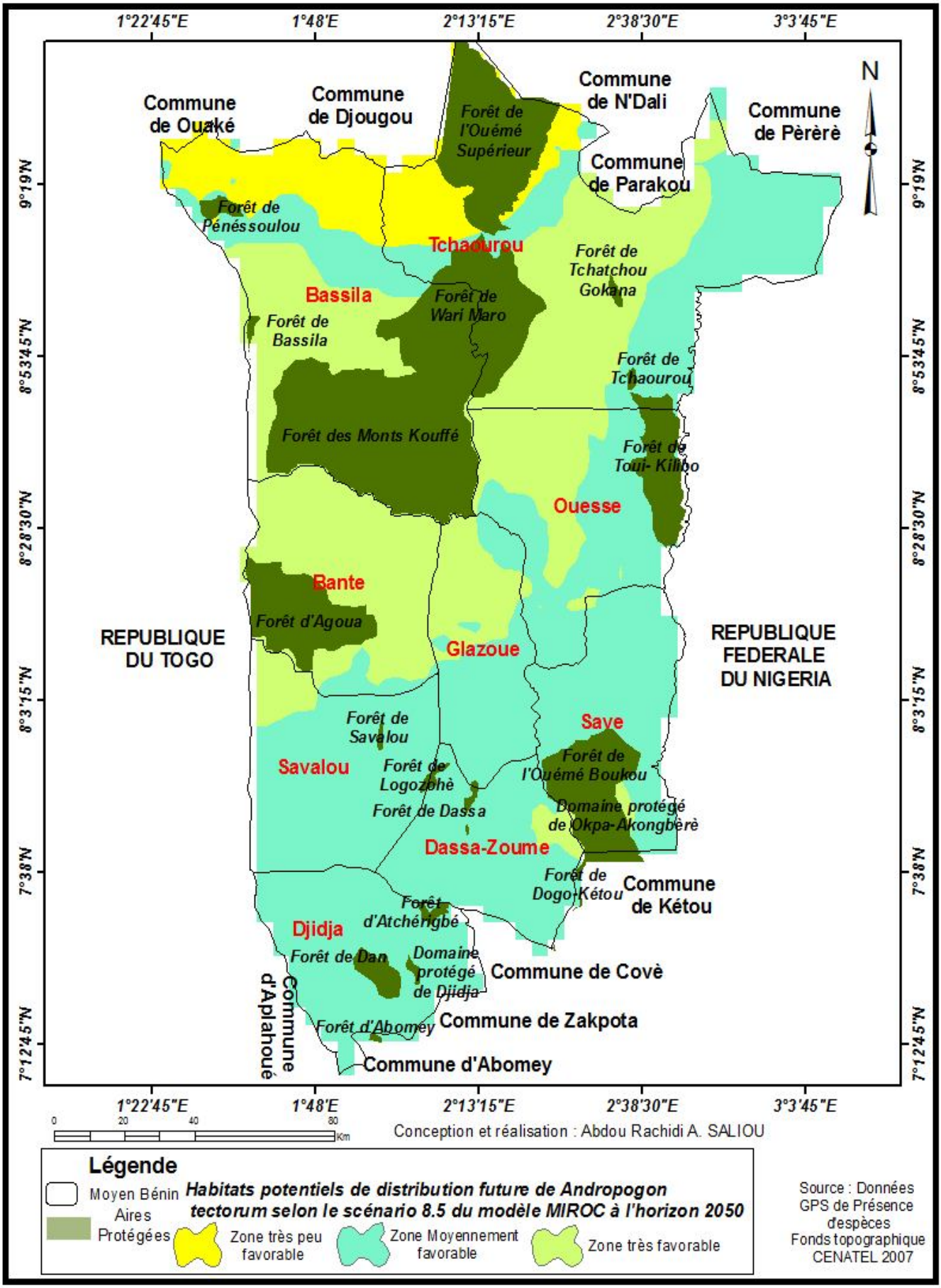


(b)

Avec le scénario 6.0, la distribution d'*Andropogon tectorum* est très élevée au sud, moyenne au centre et faible au nord du Moyen-Bénin (Figure 41c). Quant au scénario 8.5, il permet de prédire une distribution de *A. tectorum*, plus élevée au centre, moyenne du sud au nord-est, et très faible au nord-ouest du secteur de recherche (Figure 41d).


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon tectorum selon le scénario 6.0 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(c)


1°22'45"E
1°48'E
2°13'15"E
2°38'30"E
3°3'45"E
9°19'N
8°53'45"N
8°28'30"N
8°3'15"N
7°38'N
7°12'45"N
N
Commune de Ouaké
Commune de Djougou
Commune de N'Dali
Commune de Pèrèrè
Commune de Parakou
Forêt de l'Ouémé Supérieur
Forêt de Pénéssoulou
Tchaourou
Forêt de Tchatchou Gokana
Bassila
Forêt de Wari Maro
Forêt de Bassila
Forêt de Tchaourou
Forêt des Monts Kouffé
Forêt de Toui- Kilibo
Ouesse
Bante
Forêt d'Agoua
REPUBLIQUE DU TOGO
Glazoue
REPUBLIQUE FEDERALE DU NIGERIA
Forêt de Savalou
Save
Savalou
Forêt de Logozohè
Forêt de l'Ouémé Boukou
Forêt de Dassa
Domaine protégé de Okpa-Akongbèrè
Dassa-Zoume
Forêt de Dogo-Kétou
Commune de Kétou
Forêt d'Atchérigbé
Djidja
Forêt de Dan
Domaine protégé de Djidja
Commune de Covè
Commune d'Aplahoué
Forêt d'Abomey
Commune de Zakpota
Commune d'Abomey
0 20 40 80 Km
Conception et réalisation : Abdou Rachidi A. SALIOU
Légende
Moyen Bénin
Aires Protégées
Habitats potentiels de distribution future de Andropogon tectorum selon le scénario 8.5 du modèle MIROC à l'horizon 2050
Zone très peu favorable
Zone Moyennement favorable
Zone très favorable
Source : Données GPS de Présence d'espèces
Fonds topographique CENATEL 2007

(d)

Tous les scénarii à l'exception du scénario 6.0 du model Miroc prédisent une augmentation de l'aire de distribution très favorable d'*Andropogon tectorum* à l'horizon 2050 (Figure 41e).

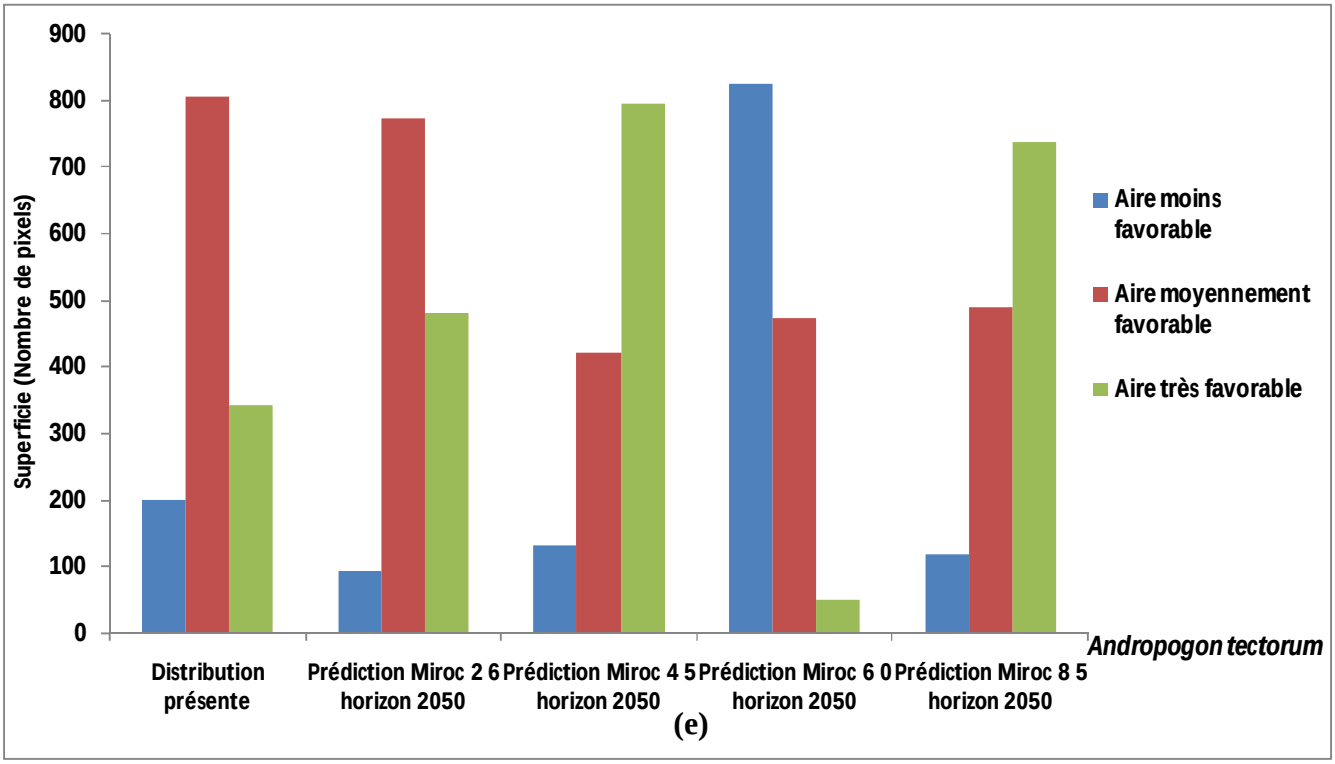


Figure 41. Prédictions et Aires de distribution d'*Andropogon tectorum* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin

En effet, le scénario 2.6 prédit une réduction des aires de distribution peu favorable (-8,09%) et moyennement favorable (-2,37%) au profit de l'aire très favorable (10,46%).

Avec le scénario 4.5, l'aire de distribution très favorable de *Andropogon tectorum* augmentera de (33,75%) au détriment des aires peu favorable et moyennement favorable qui diminueront respectivement de (-5,12%) et (-28,64%).

5.2.3 Impact des variabilités climatiques sur la distribution des herbacées fourragères les plus convoitées par les transhumants dans le Moyen-Bénin

Les variabilités climatiques ont influencé la distribution présente d'*Andropogon schirensis, A. gayanus, A. chinensis, et A. tectorum* dans le Moyen-Bénin.

La corrélation entre les variables bioclimatiques et la distribution des herbacées fourragères peut s'expliquer à travers la réponse de chaque espèce à l'action de chacune des variables bioclimatiques et biophysiques ayant déterminé sa distribution (Figures 42, 43, 44, et 45). Ces courbes montrent comment chaque variable environnementale affecte la prédiction dans Maxent. Chacune d'elle représente un modèle différent, à savoir un modèle Maxent créé en utilisant uniquement la variable correspondante.

Ainsi, la prise en compte de toutes les variables à la fois permet de noter que *Andropogon chinensis* a répondu favorablement au seuil de probabilité de 100% à Bio19 (précipitation du trimestre le plus froid) dans sa contribution à la distribution de l'espèce comparativement à sa réponse défavorable aux variables Bio 13 (Précipitation du mois le plus humide), Bio4 (Saisonnalité de la température), Bio12 (Précipitations annuelles).

On peut donc dire que Bio19 (précipitation du trimestre le plus froid) a été le paramètre le plus déterminant de la distribution géographique potentielle d'*Andropogon chinensis* dans le Moyen-Bénin (Figure 42 a).

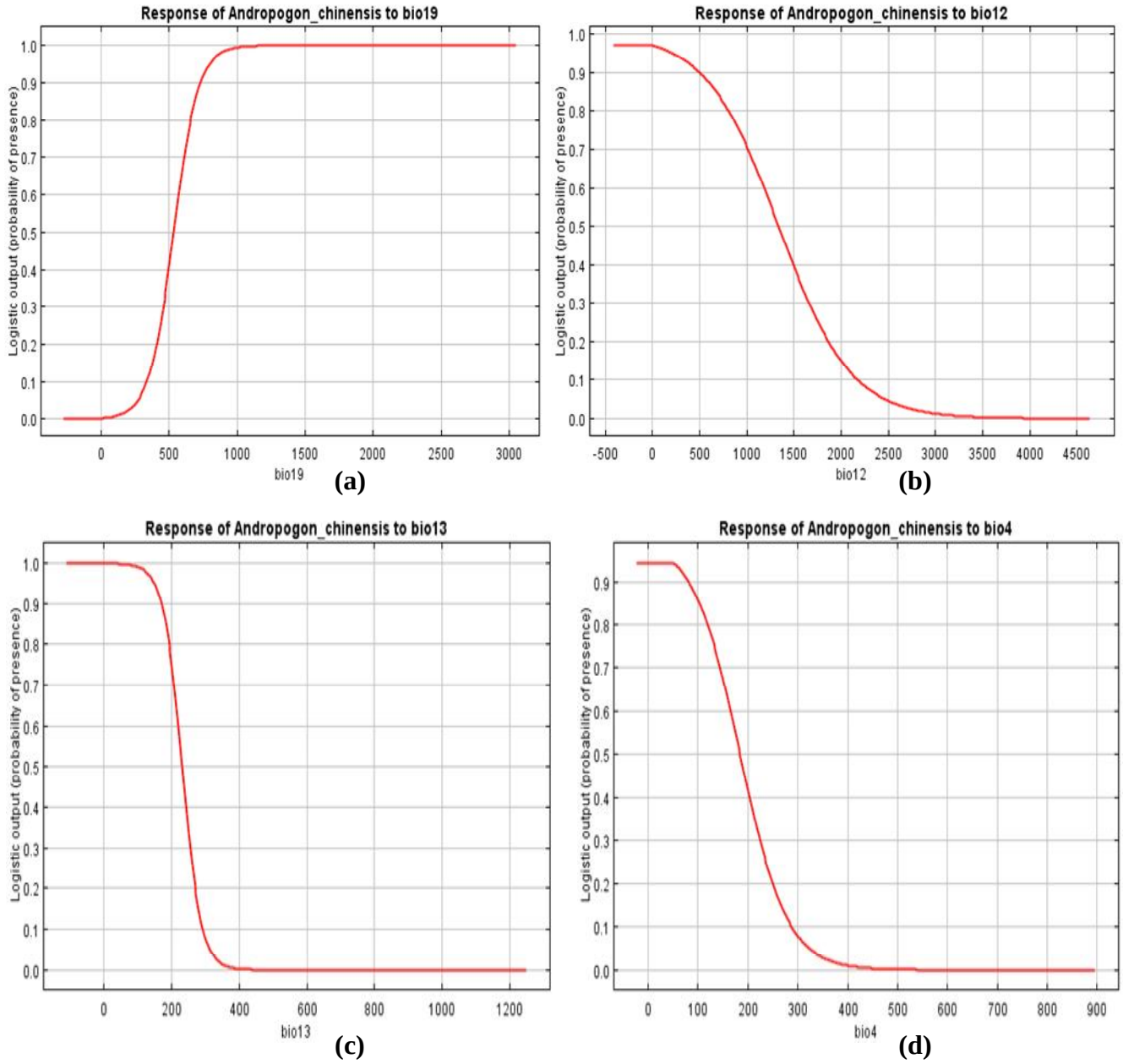
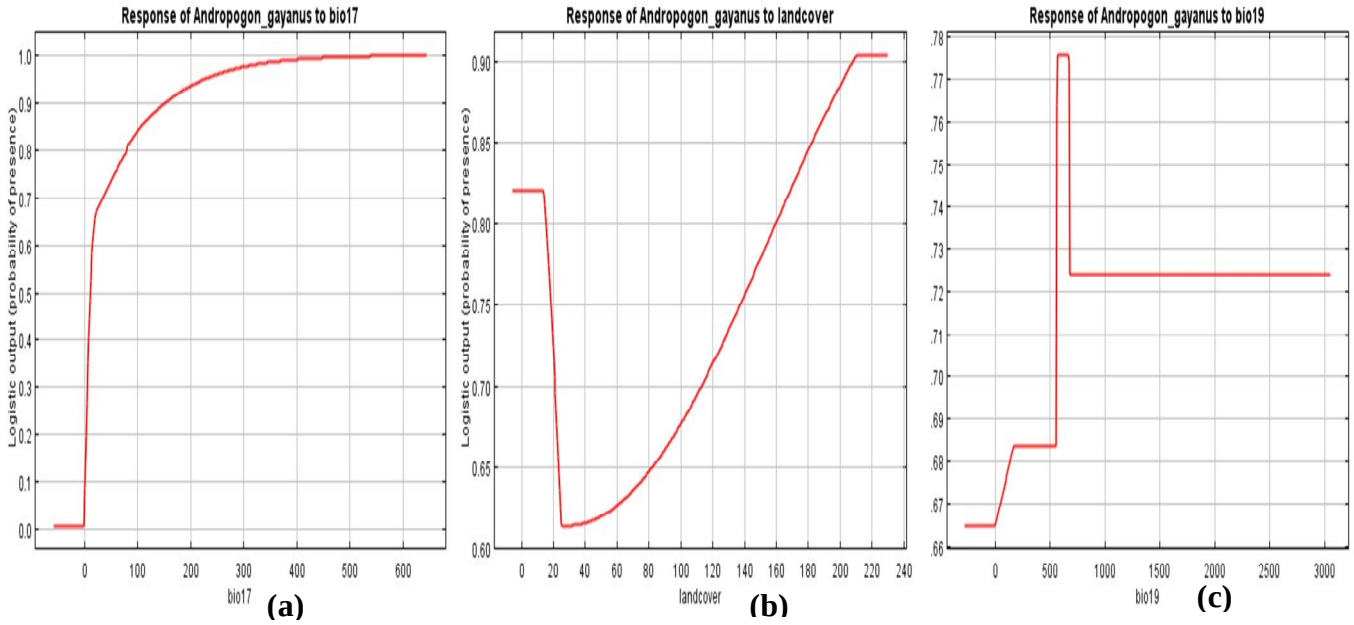


Figure 42. Réponses de *Andropogon chinensis* aux variables climatiques

Sur les six paramètres ayant contribué à la modélisation d'*Andropogon gayanus*, trois ont reçu favorablement la réponse de l'espèce. Il s'agit de Bio 17 (précipitation du trimestre le plus sec), Bio19 (précipitation du trimestre le plus froid) et Landcover (couverture du sol).



Ces trois variables sont les plus importantes dans la distribution d'*Andropogon gayanus* (Figures 43a, b et c).

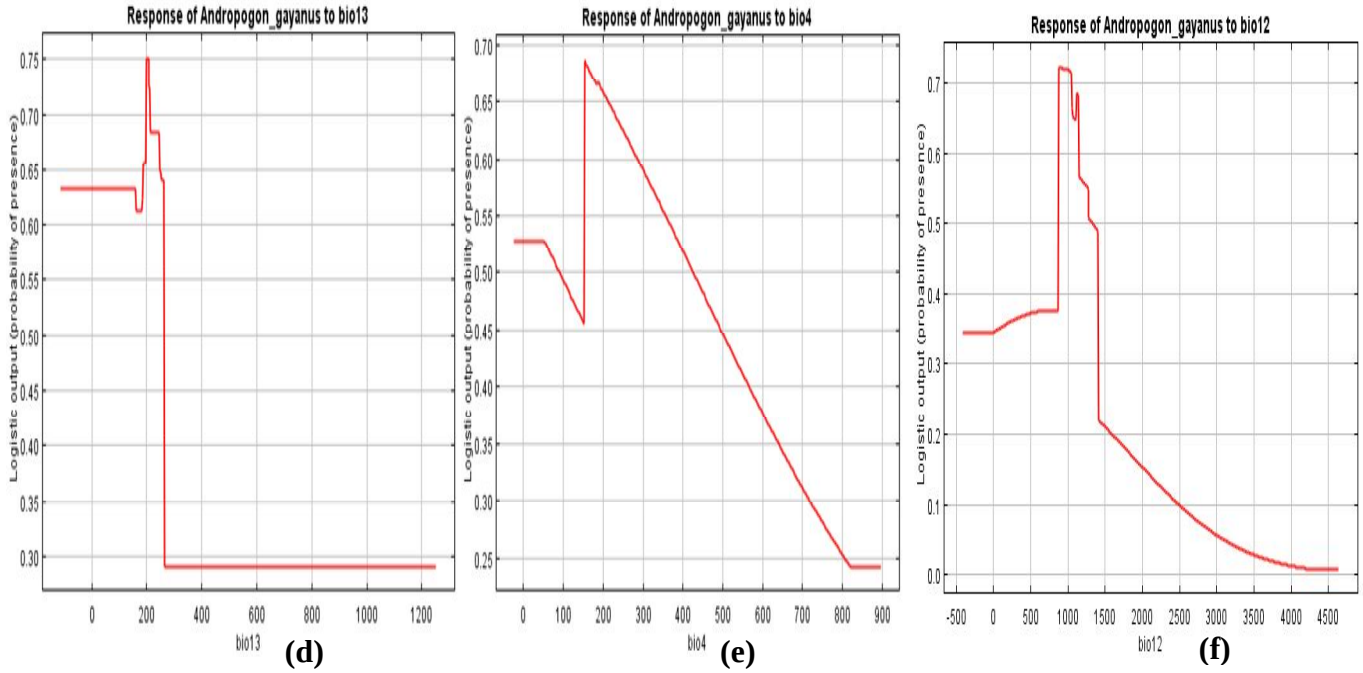


Figure 43. Réponses de *Andropogon gayanus* aux variables climatiques Bio17, Landcover et Bio19, Bio13, Bio4 et Bio12

Des six variables ayant contribué à la modélisation, seules Bio 12 (Précipitations annuelles) Bio4 (Saisonnalité de la température), Landcover (couverture du sol) ont reçu favorablement la réponse d'*Andropogon schirensis* (Figures 44a, b et c). La combinaison de ces trois variables a été déterminante dans la distribution de cette espèce.

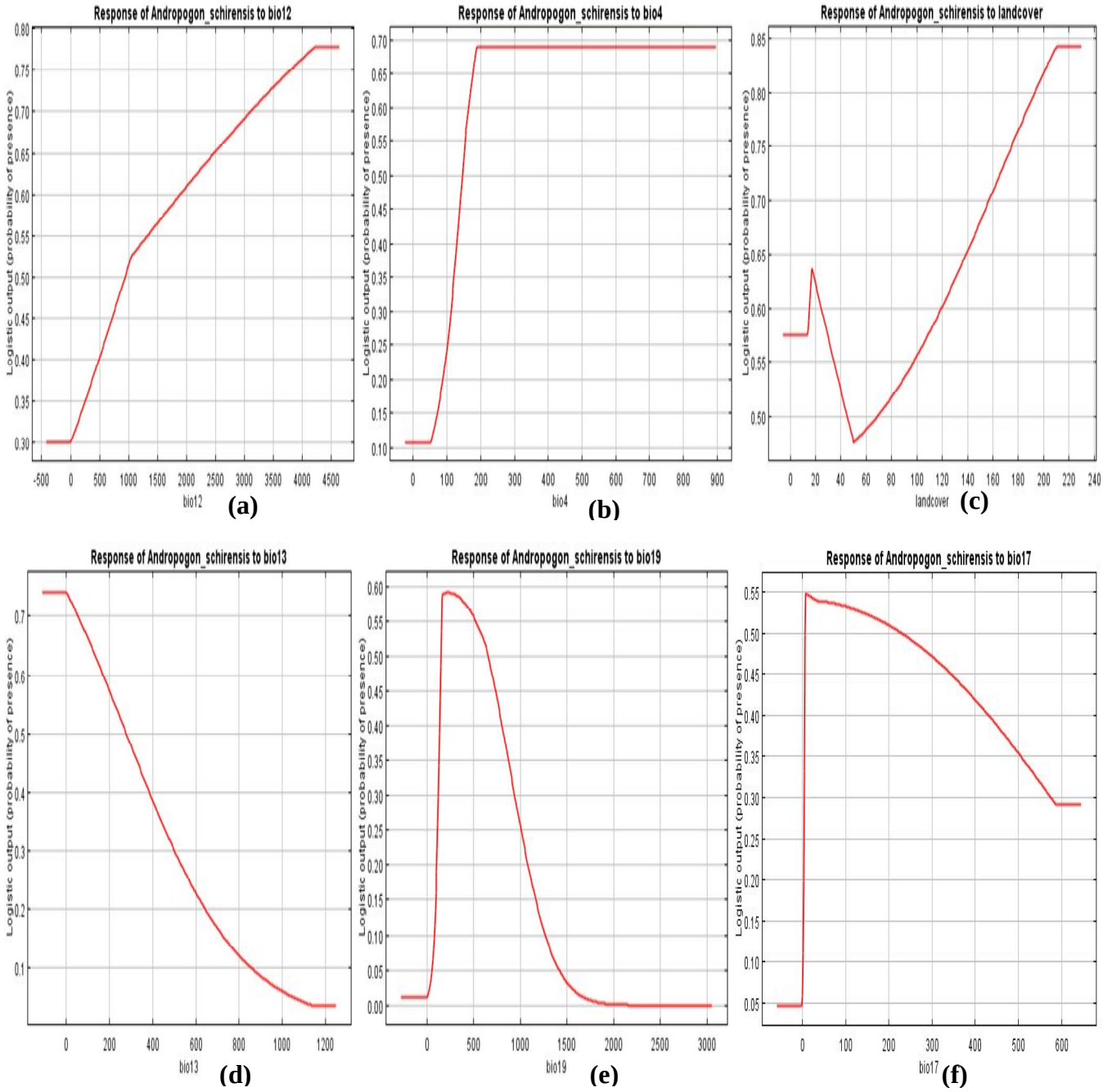


Figure 44. Réponses de *Andropogon schirensis* aux variables climatiques Bio12, Bio4 et Landcover et Bio13, Bio19 et Bio17

Parmi les six variables ayant participé à la modélisation de la distribution de *Andropogon tectorum*, seules deux ont reçu défavorablement la réponse de l'espèce.

Les quatre variables auxquelles *Andropogon tectorum* a répondu favorablement sont Bio 12 (Précipitations annuelles) Bio 4 (Saisonnalité de la température), Bio 17 (précipitation du trimestre le plus sec), Bio19 (précipitation du trimestre le plus froid) (Figures 45 a, d, e et f).

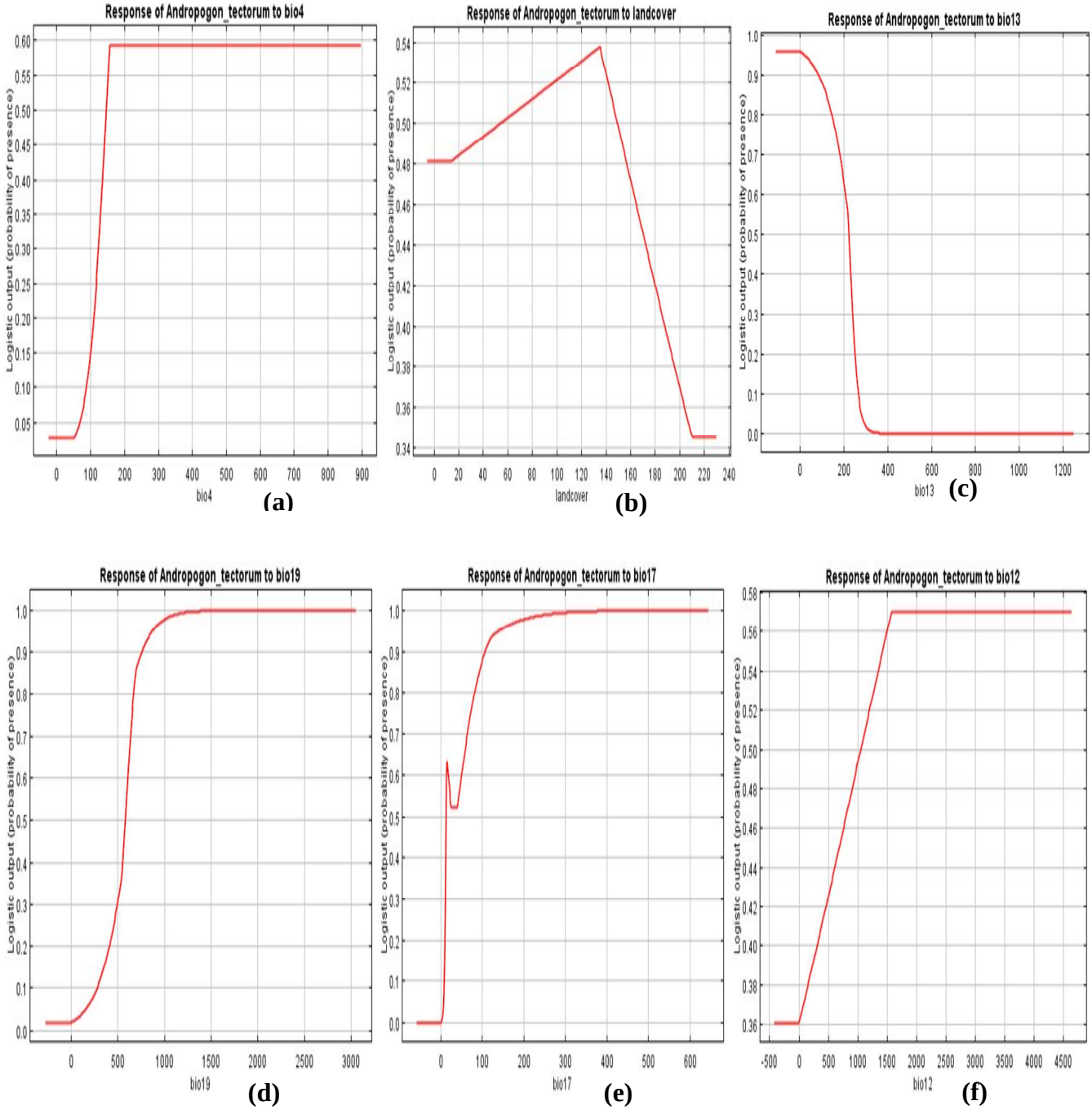


Figure 45. Réponses de *Andropogon tectorum* aux variables climatiques Bio19, Bio17 et Bio12, Bio4, Landcover et Bio13

Conclusion partielle

L'étude de la niche écologique et de la prédiction de la distribution des herbacées et ligneux fourragers les plus sollicités pendant les périodes de transhumance dans le Moyen-Bénin a mis en exergue le lien existant entre les variables mésologiques et leur distribution géographique. Quatre scénarii climatiques dont un optimiste, deux intermédiaires et un pessimiste ont été utilisés. La modélisation de l'évolution des paramètres de l'environnement révèle que les espèces fourragères étudiées devraient, pour la plupart à l'avenir, se déplacer vers le sud, beaucoup plus pluvieux. La démarche méthodologique adoptée dans ce travail conduit à une approche globalement satisfaisante de la distribution des espèces en fonction des facteurs écologiques. Le modèle de Maximum entropie appliqué a été évalué et validé grâce aux valeurs de l'AUC de chacune des espèces, supérieures à 0,90 et témoignant de sa bonne qualité à prédire la distribution des espèces. De telles études pourront servir de support de prise de décision pour assurer une gestion durable des ressources fourragères. L'analyse de l'action conjuguée des paramètres bioclimatiques, biophysiques et des activités anthropiques permet de prédire la tendance évolutive des parcours de transhumance et de leurs unités d'occupation.

CHAPITRE SIXIEME : PREDICTION DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

6.1 FACTEURS ANTHROPIQUES DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Plusieurs facteurs anthropiques expliquent les pressions sur les parcours de transhumance et leur dynamique dans le Moyen-Bénin. Il s'agit de la densité de la population, des migrations agricoles et de l'accroissement du cheptel de ruminants (Bovins, Ovins, Caprins).

6.1.1 Densité de population de 1992 à 2013 dans le Moyen-Bénin

La densité de population est un indicateur important de pression sur les ressources naturelles. En effet, cette densité varie selon les communes et différentes années. Les recensements de la population du Bénin de 1992 et 2013 ont permis d'apprécier l'évolution de la densité de population dans les communes du Moyen-Bénin (Figures 46 et 47).

L'analyse de la Figure 46 permet de noter qu'en 1992, les communes de Bassila (8,11 habitants/km²), Tchaourou (9,63 habitants/km²), présentent les plus faibles densités de populations ; les communes de Ouèssè (17,36 habitants/km²), Bantè (17,41 habitants/km²), Savè (19,60 habitants/km²) des densités moyennes ; les communes de Djidja (25,76 habitants/Km²), Savalou (26,97 habitants/km²) des densités fortes et les communes de Glazoué (33,56 habitants/km²), Dassa (37,42 habitants/km²) avec de très fortes densités.

Quant à la densité de la population en 2013 dans le Moyen-Bénin (Figure 47), elle est faible dans les communes de Bassila (22,86 habitants/Km²), Tchaourou (32,08 habitants/Km²) ; moyenne dans les communes de Savè (37,73 habitants/Km²), Bantè (39,86 habitants/Km²) ; forte dans les communes de Ouèssè (47,27 habitants/Km²), Savalou (53,77 habitants/Km²), Djidja (55,59 habitants/Km²) ; et très forte dans les communes de Dassa (65,49 habitants/Km²), Glazoué (69,80 habitants/Km²).

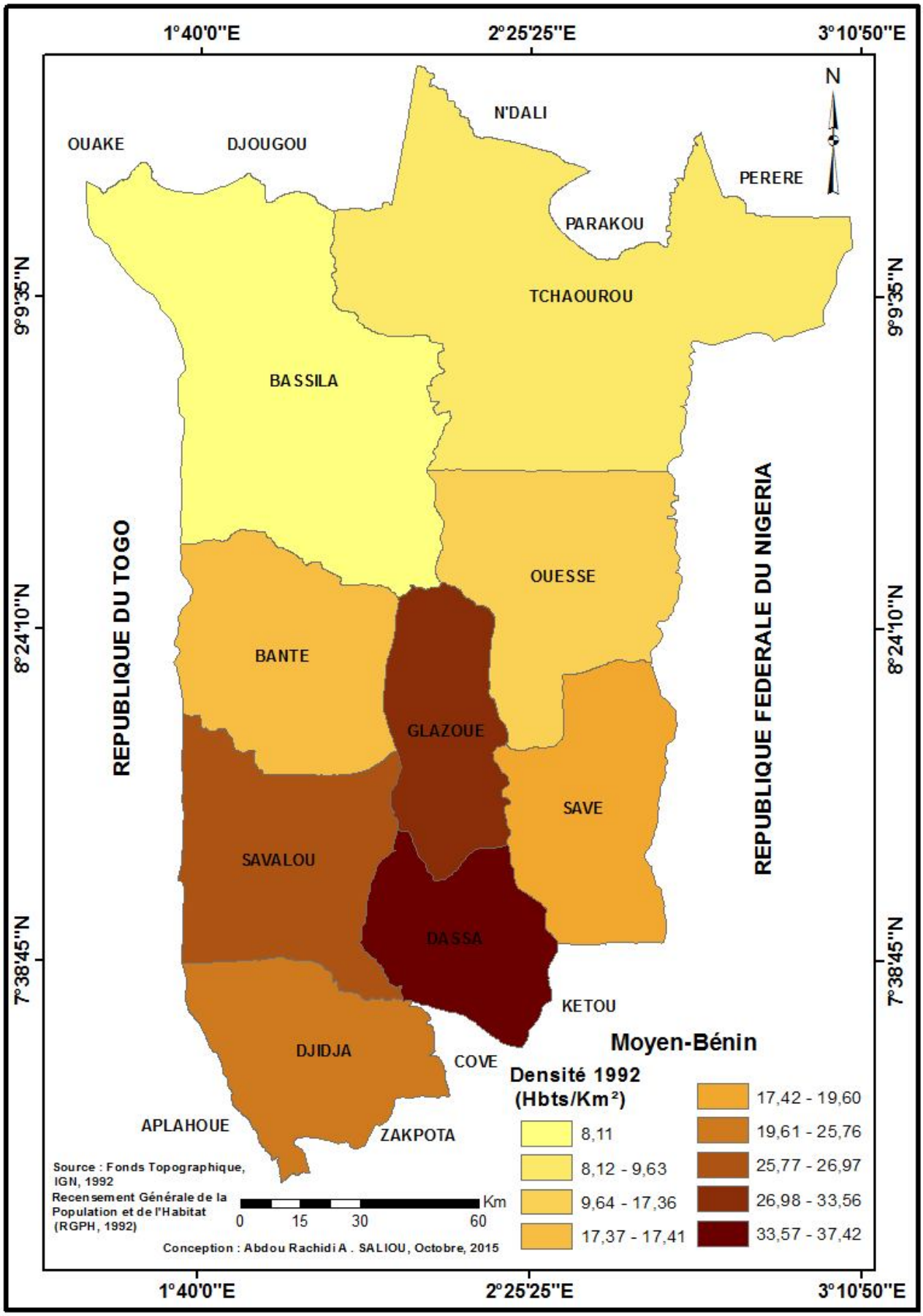


Figure 46. Densité de population en 1992 dans le Moyen-Bénin

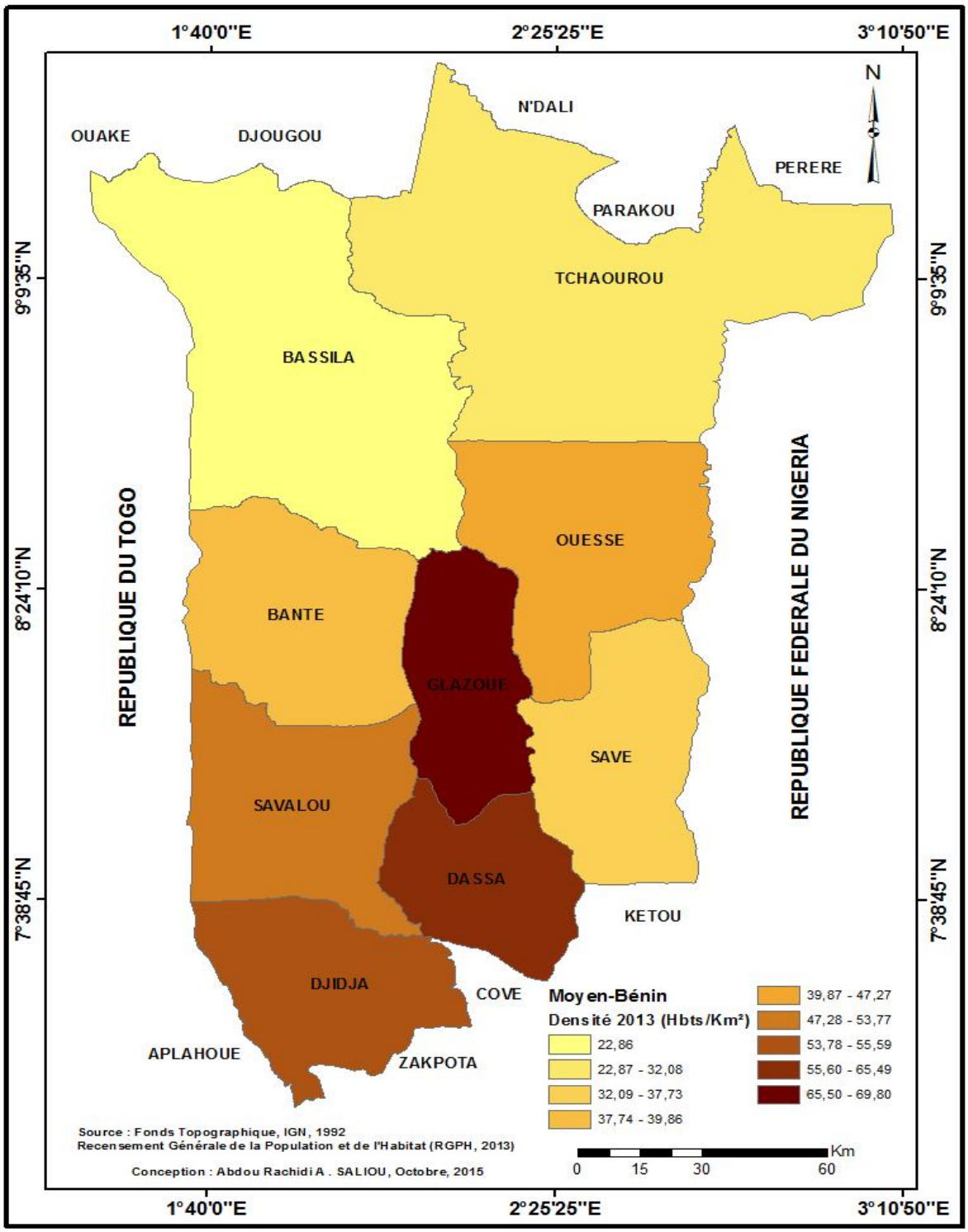


Figure 47. Densité de population en 2013 dans le Moyen-Bénin

L'évolution de la densité de population de 1992 à 2013 dans le Moyen Bénin, montre que toutes les communes de ce secteur de recherche ont connu une évolution croissante de leur densité de populations pendant deux décénnies. Les communes dont les densités de population ont fortement augmentées sont Glazoué (36,24 habitants/Km²), Ouèssè (29,91 habitants/Km²) Djidja (29,83 habitants/Km²), Dassa-Zoumè (28,07 habitants/Km²), Savalou (26,80 habitants/Km²) ; alors que les communes de Tchaourou (22,45 habitants/Km²) Bantè (22,45

habitants/Km²) ont connu une augmentation moyenne de leur densité. Quant aux communes de Bassila (14,75 habitants/Km²), Savè (18,12 habitants/Km²) avec un faible accroissement de densité de population. Cette croissance continue de la densité de population entraine des pressions sur les ressources naturelles en général et les ressources pastorales du Moyen-Bénin en particulier.

6.1.2 Migration agricole

Les migrants agricoles rencontrés dans le Moyen-Bénin ont suivi quatre axes de migrations (Figure 48).

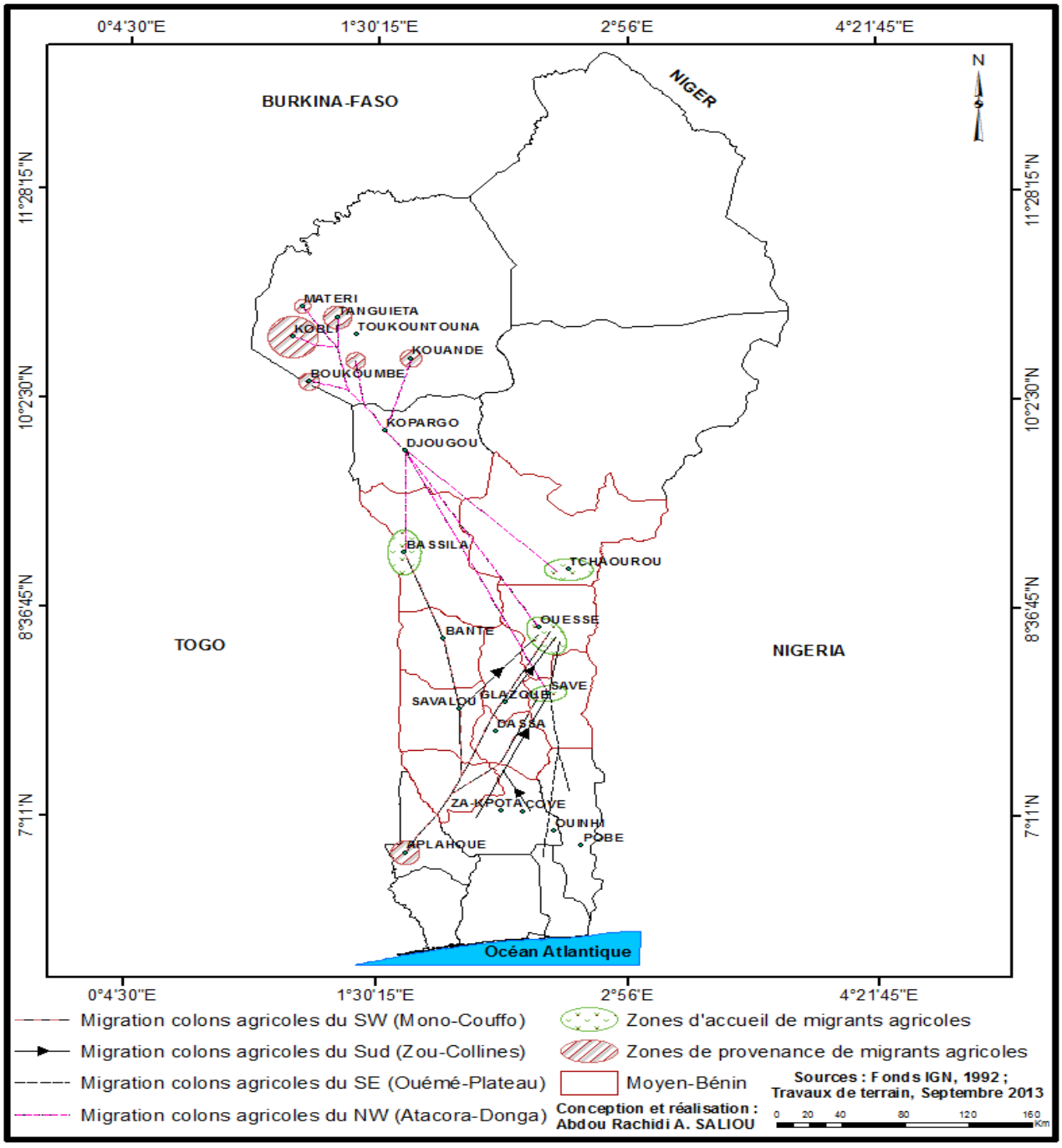


Figure 48. Migration agricole dans le Moyen-Bénin

Une première vague contrainte par le non accès aux terres fertiles pour l'agriculture, lié à la présence des aires protégées et les chaînes de montagne, a quitté le Nord-ouest du pays. Il s'agit des populations en provenance des communes de Boukoumbé, Tanguiéta, Matéri, Kobli, Toukountouna, Ouaké et Kouandé.

La deuxième vague de migrants agricoles provient de la partie méridionale du pays. Elle comprend les colons agricoles du plateau d'Abomey, du Sud-Est (Ouémé-Plateau), du Sud-Ouest (Mono-Couffo) confrontées à l'explosion démographique limitant la disponibilité de terres fertiles pour l'agriculture.

6.1.3 Evolution du cheptel et dégradation des parcours de transhumance

Le cheptel qui exploite les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin est composé de bovins, caprins, et d'ovins. Avec l'amélioration de la santé animale à travers la promotion de plusieurs projets de développement dans le secteur de l'élevage des ruminants, et les sécheresses des années 1970 et 1980 dans les pays sahéliens à forte dégradation du potentiel fourrager, le cheptel ruminant a connu une croissance importante dans le Moyen-Bénin.

6.1.3 1 Evolution du cheptel bovin des parcours de transhumance

La population du cheptel bovin dans le Moyen-Bénin augmente depuis plusieurs décénies. On note de 2008 à 2013 pendant la période de transhumance une forte concentration de têtes de bovins dans les communes de Tchaourou (47000 têtes), Savalou (32000 têtes), et concentration relativement faible dans les communes de Djidja (14000 têtes) Ouèssè (15000 têtes) (Figure 49).

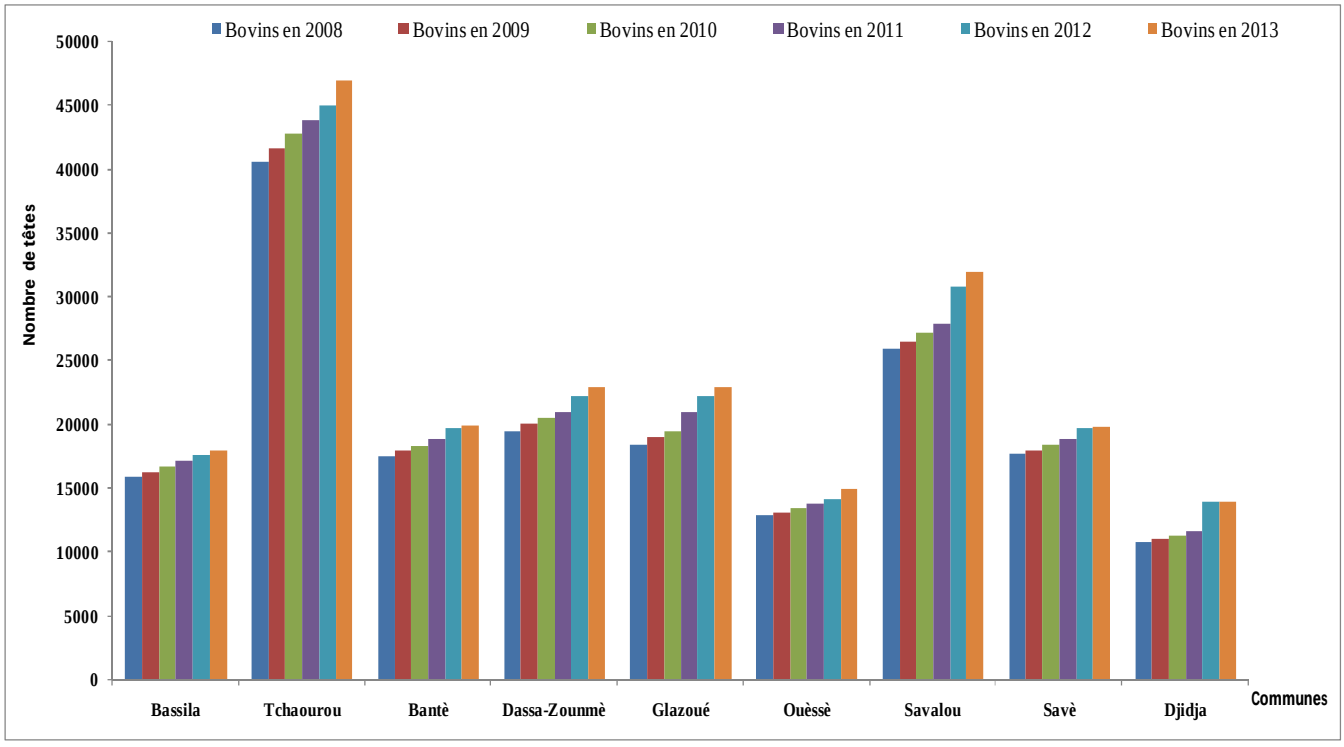


Figure 49. Estimation de l'évolution du cheptel bovin dans le Moyen Bénin

Cependant, le taux d'accroissement du cheptel pendant la période de transhumance est fort dans les communes de Djidja (28,44%), Glazoué (24,32%), Savalou (23,08%) et faible dans les communes de Savè (11,80%), Bassila (13,33%), Bantè (13,64%). Cet accroissement sans cesse du cheptel bovin n'est pas resté sans conséquences sur les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

6.1.3.2 Contribution à la dégradation des parcours de transhumance par le cheptel bovins

Les différentes pressions exercéespar le cheptel bovin sont liées au broutage, au piétinement en rapport avec la superficie pâturable (Figure 50). Les communes dont les ressources fourragères subissent une forte pression du cheptel bovin sont respectivement Djidja (22,14%), Glazoué (19,57%) et Savalou (18,75%). Par contre, on note une pression relativement faible dans les communes de Savè (10,55%) ; Bassila (11,76%) ; et Bantè (12%).

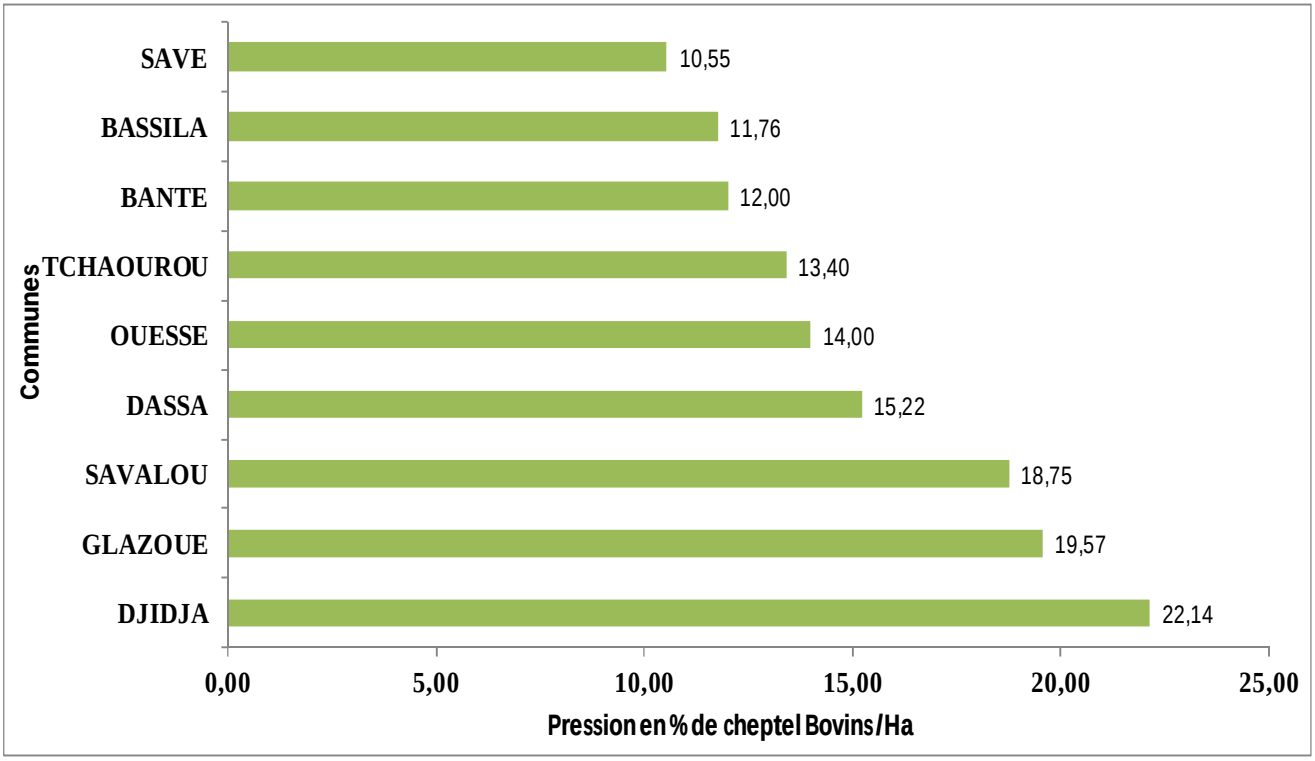


Figure 50. Pression du cheptel bovin sur les parcours de transhumance du Moyen Bénin

6.1.3 3 Evolution du cheptel ovin des parcours de transhumance

La concentration du cheptel ovin dans le Moyen-Bénin est relativement élevée respectivement dans les communes de Tchaourou (15000 têtes), Bassila (9450 têtes) et faible dans les communes de Bantè (4300 têtes), Dassa-Zoumè (4300 têtes), Ouèssè (4500 têtes) (Figure, 51). Cependant, le taux d'accroissement du cheptel ovin est élevé dans les communes de Bantè (10,26%), Dassa Zoumè (10,26%) et faible dans les communes Bassila (7,39%), Djidja (7,69%) et Savalou (7,79%). Ce croît du cheptel ovin constitue un facteur de pression sur les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

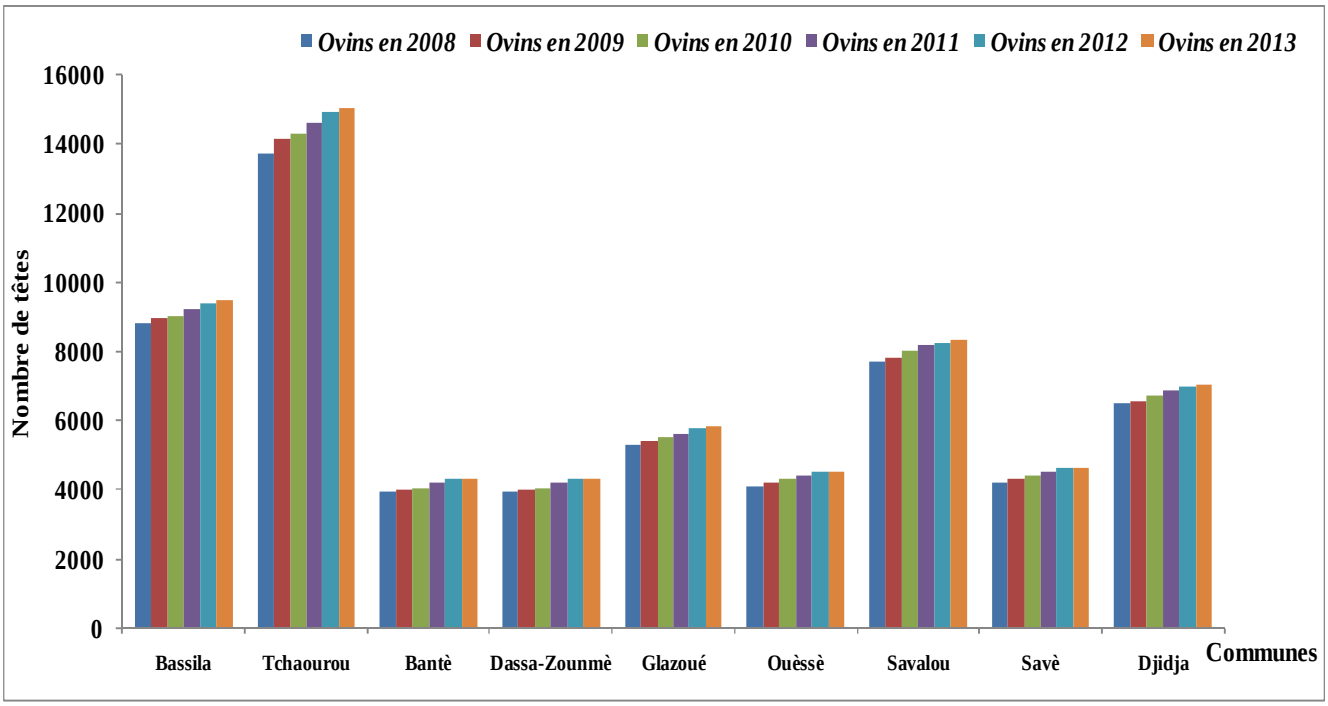


Figure 51. Estimation de l'évolution du cheptel Ovin dans le Moyen Bénin

6.1.3.4 Contribution à la dégradation des parcours de transhumance par le cheptel Ovin

Le cheptel ovin de par sa croissance continue contribue à la dégradation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin. Les différentes pressions relevées sur les ressources fourragères sont très élevées dans les communes de Tchaourou (28,29%), Savalou (18,49%), Glazoué (16,28%) et Djidja (15,72%) ; et relativement faible dans les communes de Ouèssè (6%), Bantè (6,41%) et Savè (7,94%) (Figure 52).

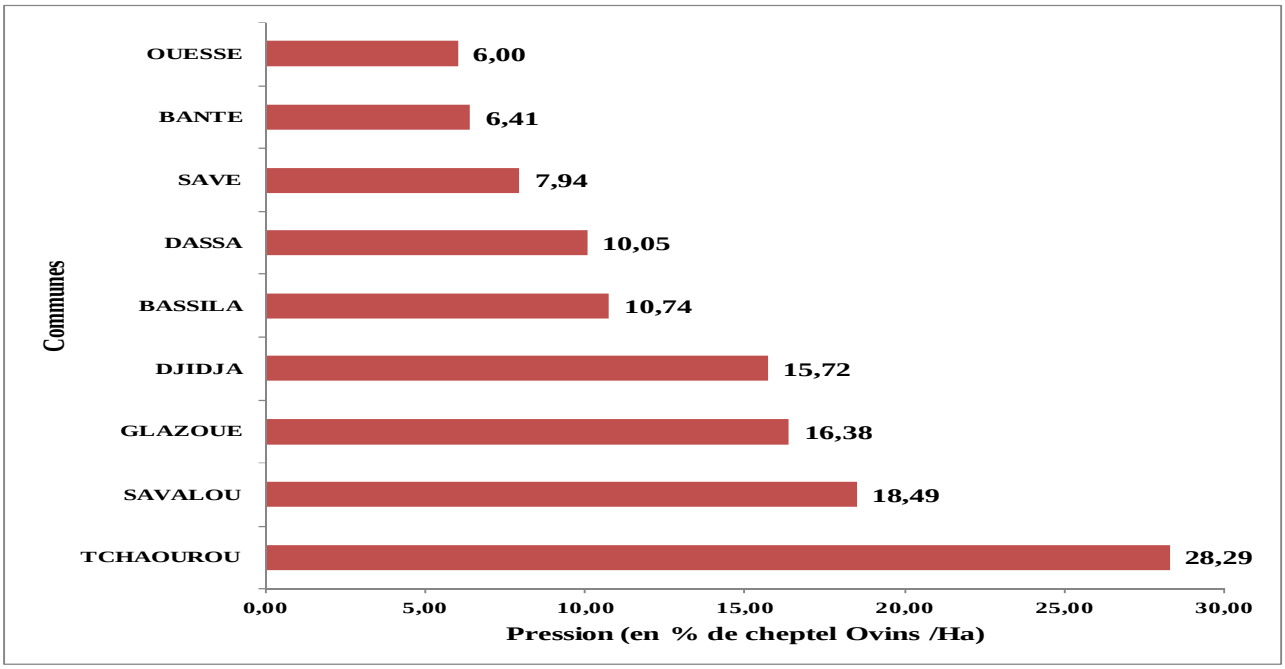


Figure 52. Pression du cheptel ovin sur les parcours de transhumance du Moyen Bénin

6.1.3 5 Evolution du cheptel caprin des parcours de transhumance

Les caprins sont plus présents dans les parties centrale et méridionale du Moyen-Bénin (Figure 53).

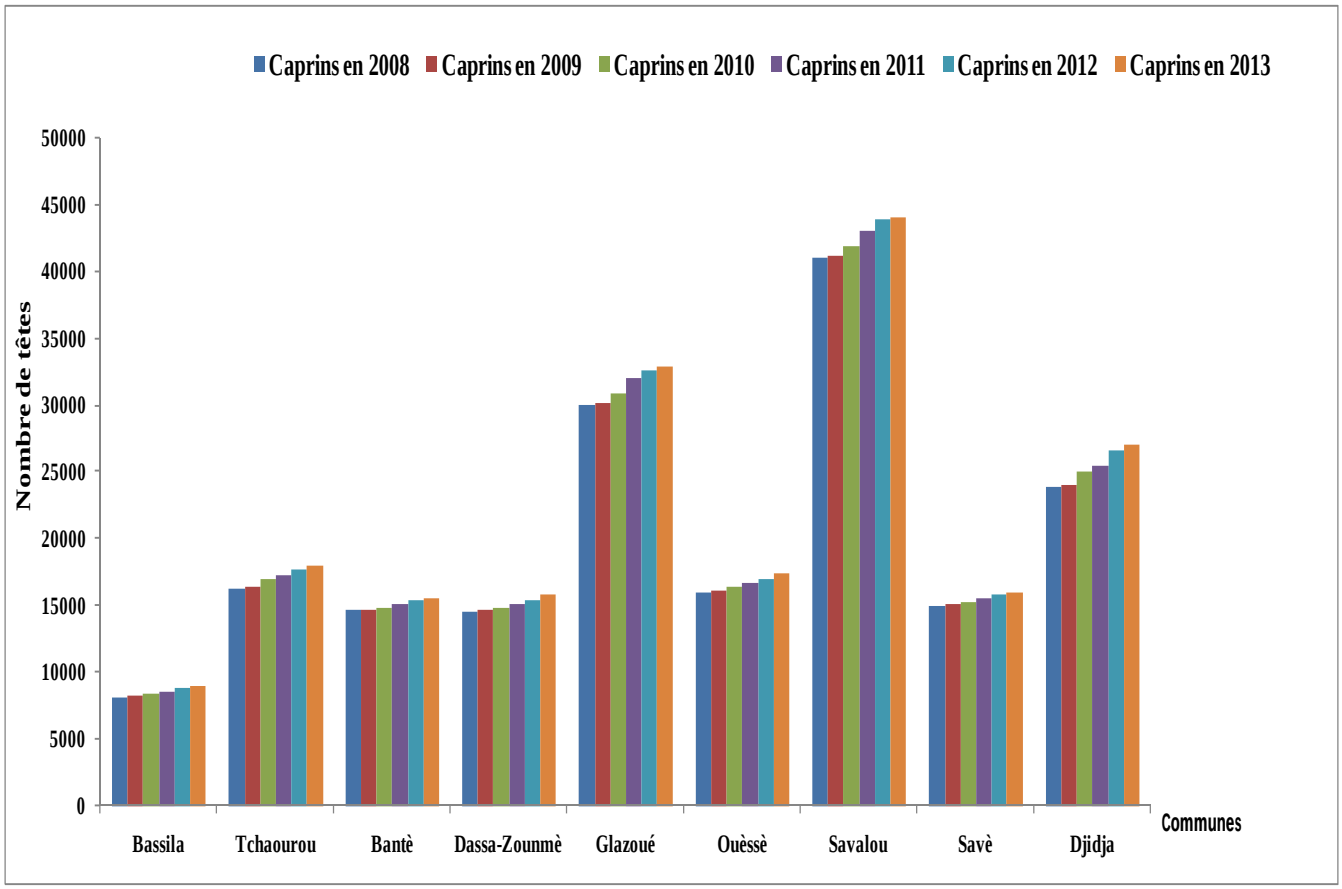


Figure 53. Estimation de l'évolution du cheptel Caprins dans le Moyen Bénin

Les plus grands effectifs de 2008 à 2013 se situent dans les communes de Savalou (44000 têtes), Glazoué (32800 têtes) et Djidja (27000 têtes). Les plus faibles effectifs sont concentrés dans les autres communes dont Bassila (9000 têtes), Bantè (15600 têtes) et Dassa (15800 têtes). Ces ruminants de par leurs actions constituent un facteur de menace pour les ressources pastorales et hydriques.

6.1.3.6 Contribution à la dégradation des parcours de transhumance par le cheptel caprins

Les pressions exercées par les caprins sur les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin varient différemment dans les différentes communes (Figure 54).

En effet, on note que la commune de Djidja est la plus exposée avec une pression de 11,48% de têtes de caprins par hectares. Ceci est du à la faible disponibilité des superficies pâturables et à la forte concentration de têtes de cheptel.

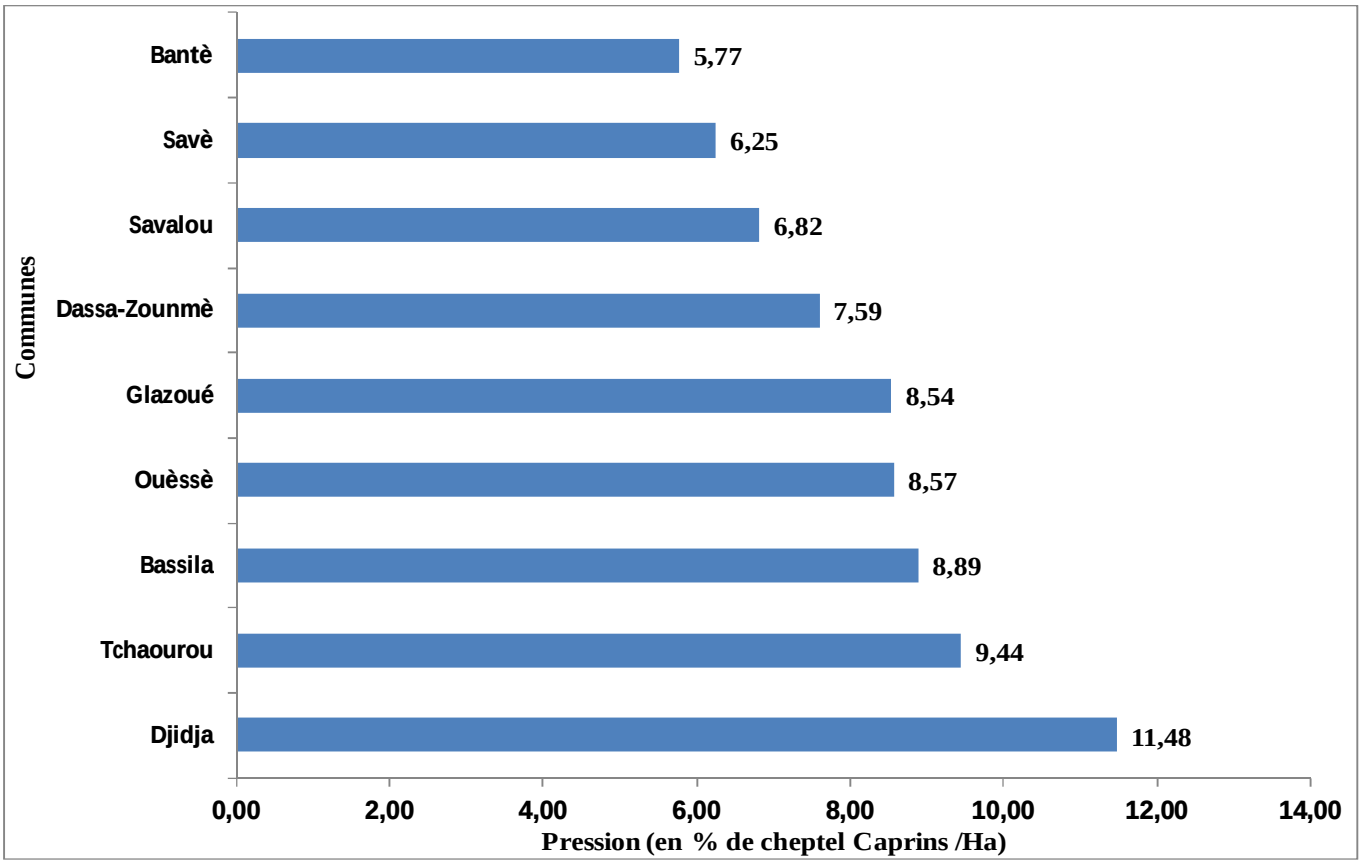


Figure 54. Pression du cheptel caprin sur les parcours de transhumance du Moyen Bénin

Les communes de Bantè (5,77%), Savè (6,25%) et Savalou (6,82%), sont moins menacées à cause de l'équilibre relatif entre le nombre de têtes de ruminants et les superficies pâturables.

6.2 DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Les parcours de transhumance suite aux pressions anthropiques ont connu une dynamique qui varie suivant leur nature.

6.2.1 Répartition des parcours de transhumance en 1990

Les parcours de transhumance en 1990 sont beaucoup plus distribués sur les terres fermes, suivi des zones de dépression et dans les espaces culturaux et post-culturaux (Figure 55).

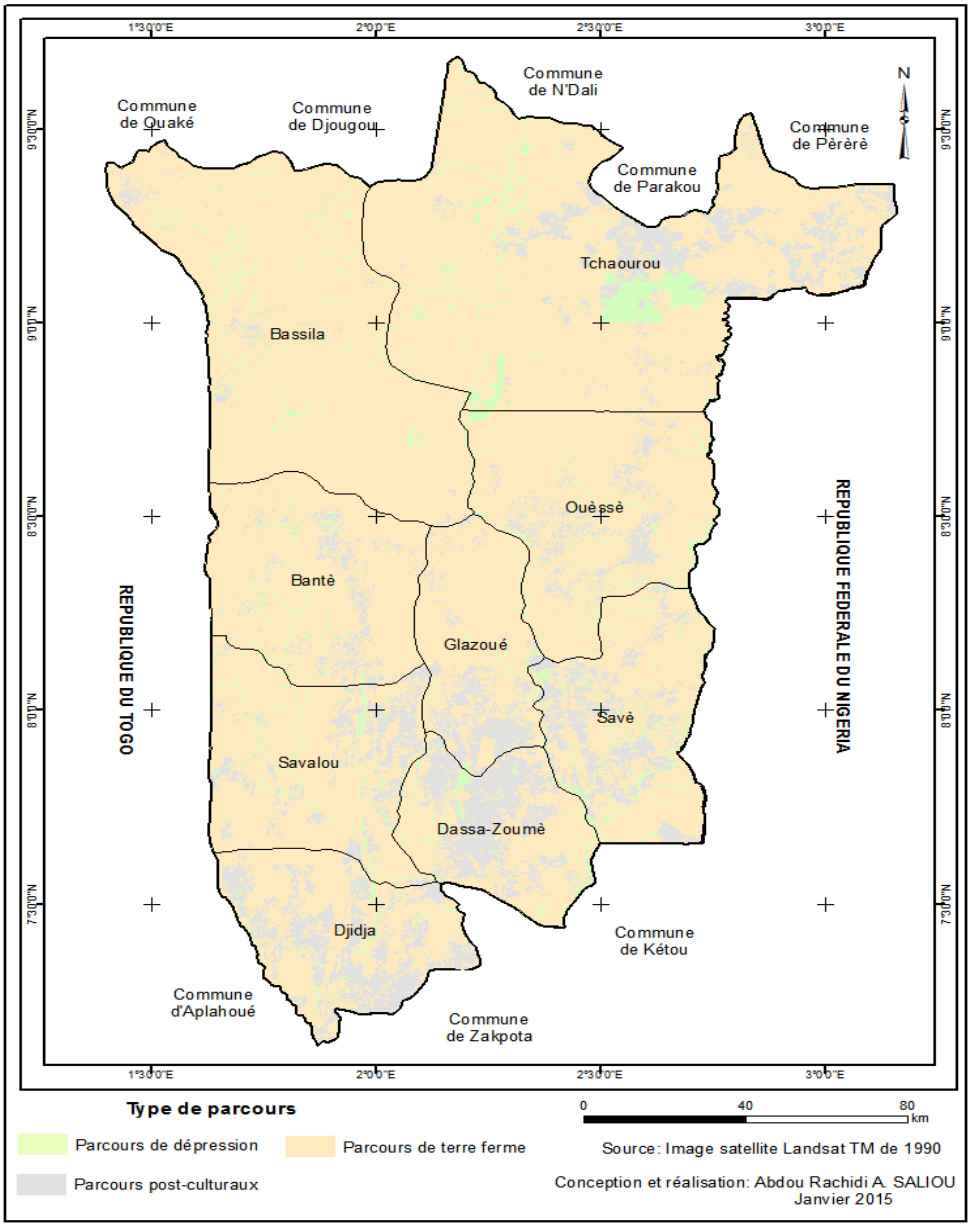


Figure 55. Distribution des parcours de transhumance en 1990

Le tableau XIV ci-dessous montre que les parcours de terre ferme occupent près de 78% des terres parcourues, alors que les parcours post-culturaux sont évaluésà 18,36%.

Tableau XIV : Superficies des parcours de transhumance en 1990

Type de parcours	Superficie 1990 en ha	Proportion 1990 en %
Parcours de dépression	114918,4	3,98
Parcours de terre ferme	2243904,13	77,66
Parcours post-culturaux	530417,47	18,36
Total	2889240	100,00

Quant aux parcours de dépression, ils s'étendent seulement sur près de 4% de l'espace pâturé.

6.2.2 Répartition des parcours de transhumance en 2000

Les parcours de transhumance en 2000 sont également constitués parcours de terre ferme, de dépression, les parcours culturaux et post-culturaux (Figure 56).

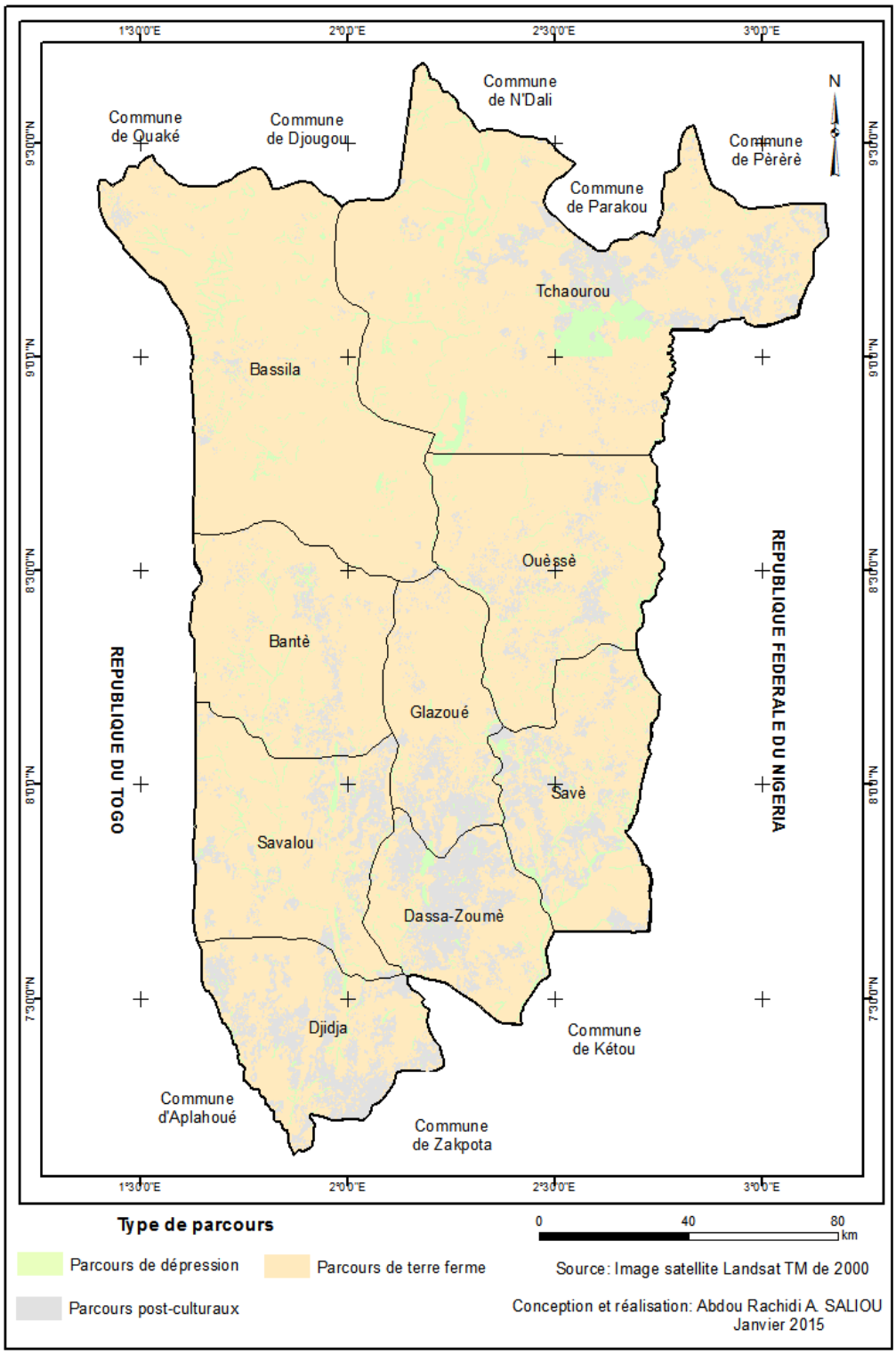


Figure 56. Distribution des parcours de transhumance en 2000

Le tableau XV met en exergue les superficies occupées par les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin en 2000.

Tableau XV : Superficies des parcours de transhumance en 2000

Type de parcours	Superficie 2000 en ha	Proportion 2000 en %
Parcours de dépression	112300,565	3,89
Parcours de terre ferme	2128467,52	73,67
Parcours post-culturaux	648471,915	22,44
Total	2889240	100,00

L'analyse du tableau XV permet de noter que les parcours de terre ferme occupent une superficie de 2128467,52 ha soit environ (74% de la superficie totale). Ensuite viennent les parcours post-culturaux avec une superficie de 648471,915 ha soit (22,44%), et les parcours de dépression couvrant une superficie de 112300,565 ha soit (3,89%).

6.2.3 Répartition des parcours de transhumance en 2010

Les aires de transhumance en 2010 dans le Moyen-Bénin sont constituées de parcours de dépressions, de parcours de terres fermes, de parcours culturaux et post-culturaux (Figure 57).

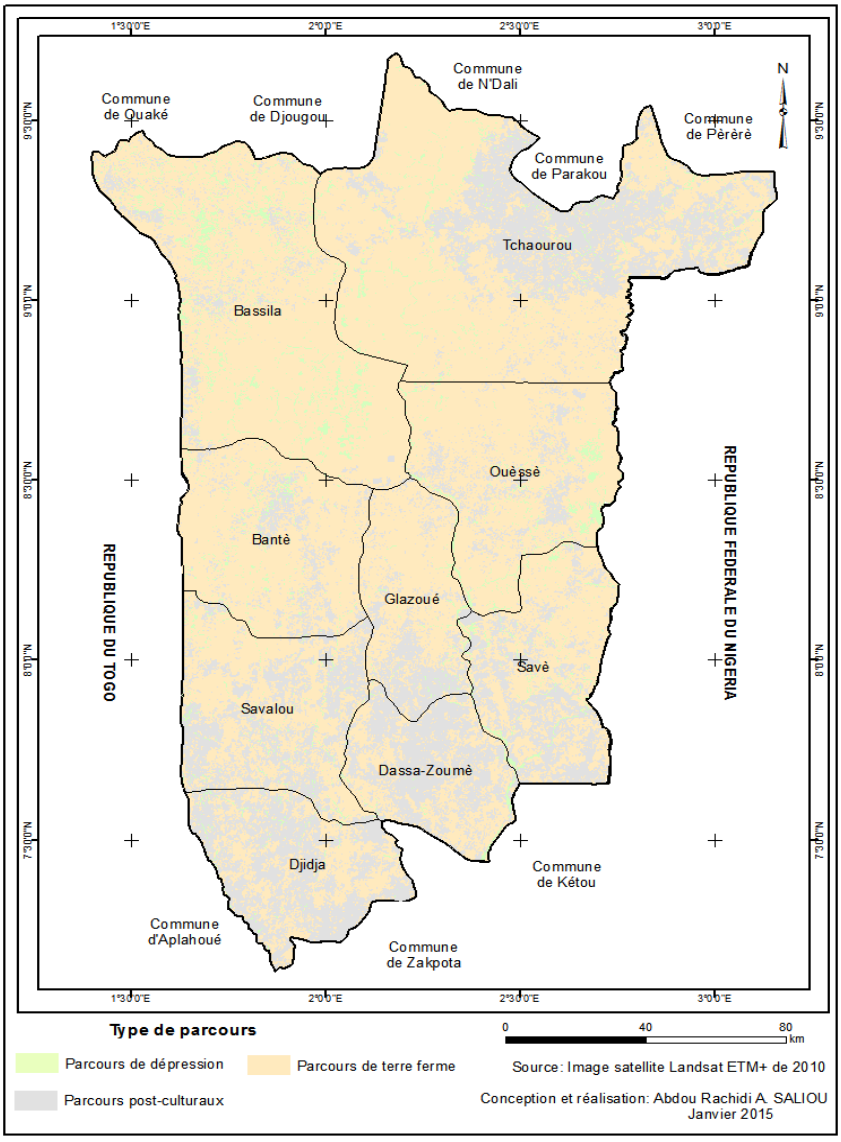


Figure 57. Distribution des parcours de transhumance en 2010

Le tableau XVI présente les superficies occupées par les différents parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

Tableau XVI : Superficies des parcours de transhumance en 2010

Type de parcours	Superficie 2010 en ha	Proportion 2010 en %
Parcours de dépression	109682,73	3,80
Parcours de terre ferme	2013030,91	69,67
Parcours post-culturaux	766526,36	26,53
Total	2889240	100,00

Les aires de distribution des parcours de transhumance en 2010 sont de 2013030,91 ha soit 69,67 % de l'ensemble pour les parcours de terre ferme qui sont en majorité dominants, elles occupent pour les parcours post-culturaux ou culturaux une superficie de 766526,36 ha soit environ 26,53 % des aires disponibles. Quant aux aires des parcours de dépression, ellles se sont amenuisées et sont réduites à 109682,73 ha soit une proportion de 3,80 %.

6.2.4 Synthèse de dynamique des parcours de transhumance de 1990 à 2010

L'évolution des parcours de transhumance de 1990 à 2010, met en exergue une extension continue des parcours post-culturaux ou culturaux avec une progression de 50% au détriment des parcours de terre ferme et de dépression qui ont connu respectivement des regressions de 48,89% et 1,11% (Figure 58).

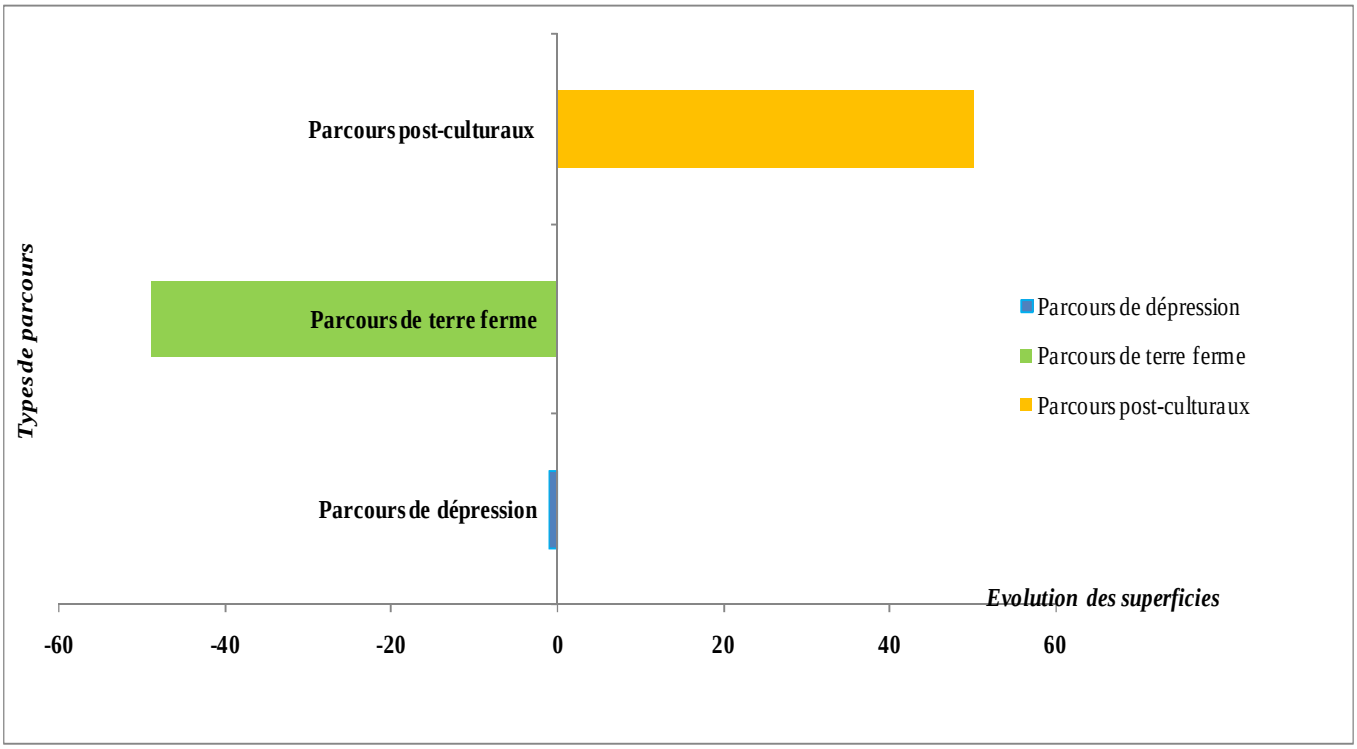


Figure 58. Bilan de la dynamique des parcours de transhumance de 1990 à 2010 dans le Moyen-Bénin

6.2.5 Dynamique prospective des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin

L'analyse de l'évolution des formations des parcours de transhumance participe de l'approche diachronique de leurs écosystèmes. En guise d'analyse prospective, l'évolution des types de parcours du Moyen-Bénin dans le temps est projetée aux horizons 2025 et 2050 sur la base des changements actuels observés (Tableau XVII).

Tableau XVII. Tendance évolutive des parcours de transhumance aux horizons 2025 et 2050

Types de Parcours	Superficie en 1990 (Ha)	Superficie en 2010 (Ha)	Accroissement en 35 ans	Taux d'Accroissement en 35 ans (%)	Proj 2025 (Ha)	Accroissement en 60 ans (Ha)	Taux d'Accroissement en 60 ans (%)	Proj 2050 (Ha)
Parcours de dépression	114918,4	109682,73	-9162,42	-7,97	105755,98	-15707,01	-13,66796788	99211,39
Parcours de terre ferme	2243904,13	2013030,91	-404028,14	-18,01	1839876,0	-692619,66	-30,86672246	1551284,47
Parcours post-culturaux	530417,47	766526,36	413190,56	77,90	943608,03	708326,67	133,5413538	1238744,14
Total	**2889240**	**2889240**			**2889240**			**2889240**

La tendance évolutive des parcours de transhumance aux horizons 2025 et 2050 montre une forte menace des parcours de dépression et de terre ferme avec des taux de régression respectifs de (-7,97%) et (-18,01%) au profit des parcours post culturaux en forte progression avec un taux de (77,90%).

6.3 DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN

La dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin a été appréciée à partir des superficies occupées par les différentes unités d'occupation du sol et de leur évolution dans le temps et dans l'espace.

6.3.1 Occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

L'occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin a été caractérisée à partir des cartes extraites des images Landsat TM des années 1990, 2000 et ETM+ de 2010 (Figures 59, 60 et 61). Ces figures qui présentent les différentes unités d'occupation du sol dans ces parcours de transhumance montrent de 1990 à 2010 une régression des formations naturelles (forêt dense, forêt claire et savane boisée, forêt galerie, savane arborée et arbustive, formation marécageuse, plan d'eau) au profit des formations anthropisées (champs et jachères, sol nu, agglomération, plantation). La couverture de ces unités d'occupation du sol a été estimée de 1990 à 2010.

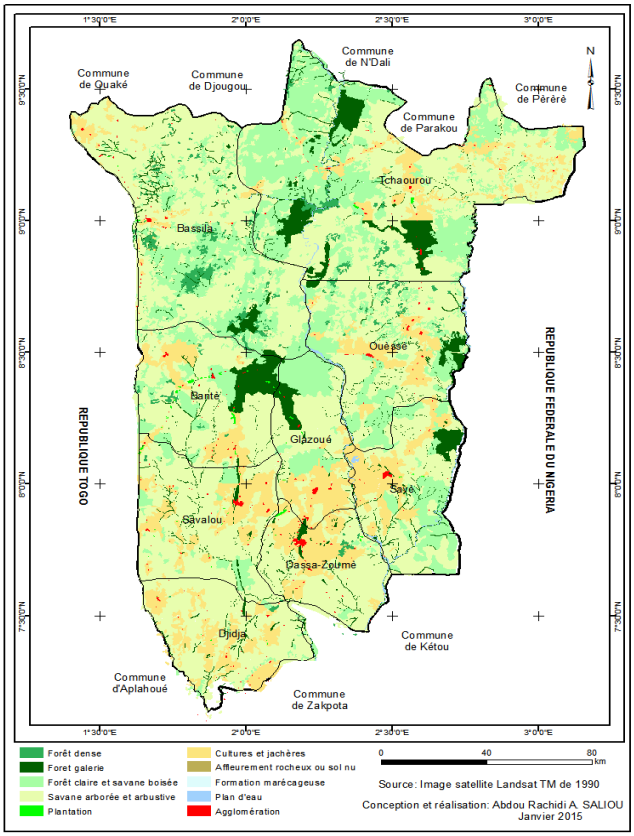


Figure 60. Occupation du Sol en 1990 dans le Moyen-Bénin

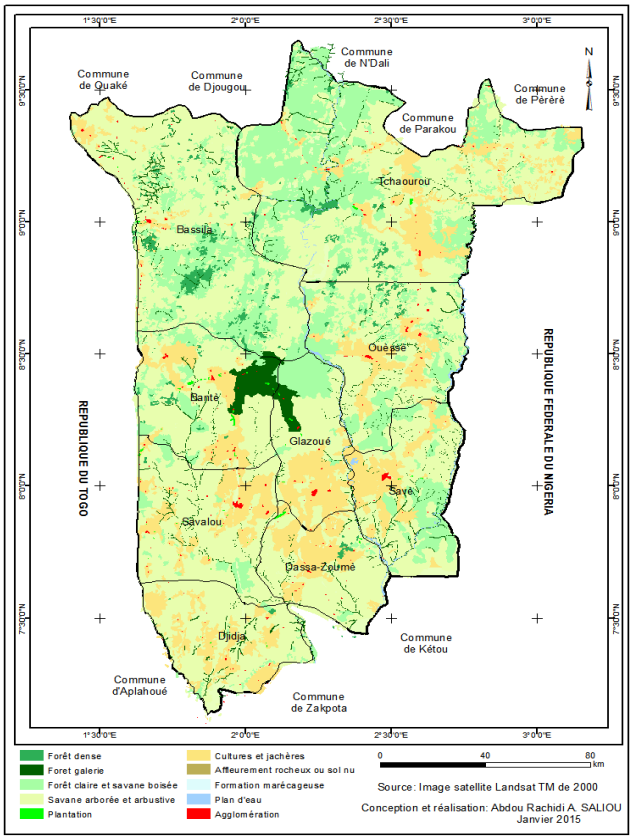


Figure 59. Occupation du Sol en 2000 dans le Moyen-Bénin

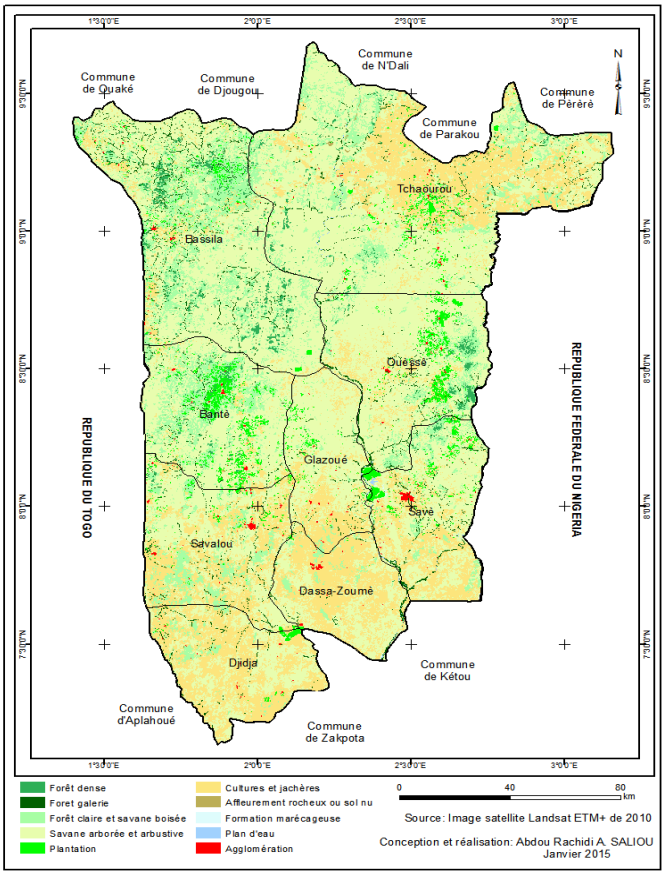


Figure 61. Occupation du Sol en 2010 dans le Moyen-Bénin

6.3.2 Taux de couverture des unités d'occupation du sol de 1990 à 2010 dans le Moyen-Bénin

Le tableau XVIII présente le taux de couverture des unités d'occupation du sol dans les parcours de transhumance de 1990 à 2010 dans le Moyen-Bénin.

Tableau XVIII. Proportion des unités d'occupation du sol de 1990 2010 dans le Moyen-Bénin

Unité d'Occupation du Sol	Année 1990		Année 2000		Année 2010	
	Superficie (Ha)	Proportion (%)	Superficie (Ha)	Proportion (%)	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)
Forêt dense	71542,21	2,48	54976,55	1,90	38410,89	38410,89
forêt galerie	81032,66	2,80	74084,535	2,56	67536,41	67536,41
Forêt claire et savane boisée	402302,33	13,92	395790,325	13,70	389278,32	389278,32
Savane arborée et arbustive	1727502,95	59,79	1669901,23	57,80	1612374,30	1612374,30
Plantation	127	0,0044	319,785	0,01	512,57	512,57
Affleurement rocheux ou sol nu	79451,73	2,75	82189,86	2,84	84927,99	84927,99
Culture et jachère	495244,98	17,14	581973,6	20,14	668302,22	668302,22
Formation marécageuse	20036,22	0,69	18584,365	0,64	17132,51	17132,51
Plan d'eau	10450,63	0,36	9496,285	0,33	8541,94	8541,94
Agglomération	1549,29	0,054	1923,46	0,07	2222,85	2222,85
Total	**2889240**	**100**	**2889240**	**100**	**2889240**	**2889240**

L'analyse des superficies occupées montre respectivement que les unités d'occupation du sol qui dominent les parcours de transhumance sont respectivement les savanes arborée et arbustive avec un taux de couverture de 59,79% en 1990 et 57,80% en 2000; culture et jachère (17,14% en 1990, 20,14% en 2000) ; forêt claire et savane boisée (13,92% en 1990, 13,70% en 2000). Les unités d'occupation du sol ayant un taux de couverture important en 2010 sont les savanes arborée et arbustive (55,81%), cultures et jachères (23,13%), forêt claire et savane boisée (13,47%).

6.3.3 Détection des changements de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin de 1990 à 2010

La dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Moyen-Bénin de 1990 à 2010 a été appréciée à partir des changements détectés dans l'évolution des superficies des différentes unités d'occupation du sol.

La Figure 62 ci-après présente la synthèse de cette dynamique de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance de 1990 à 2010.

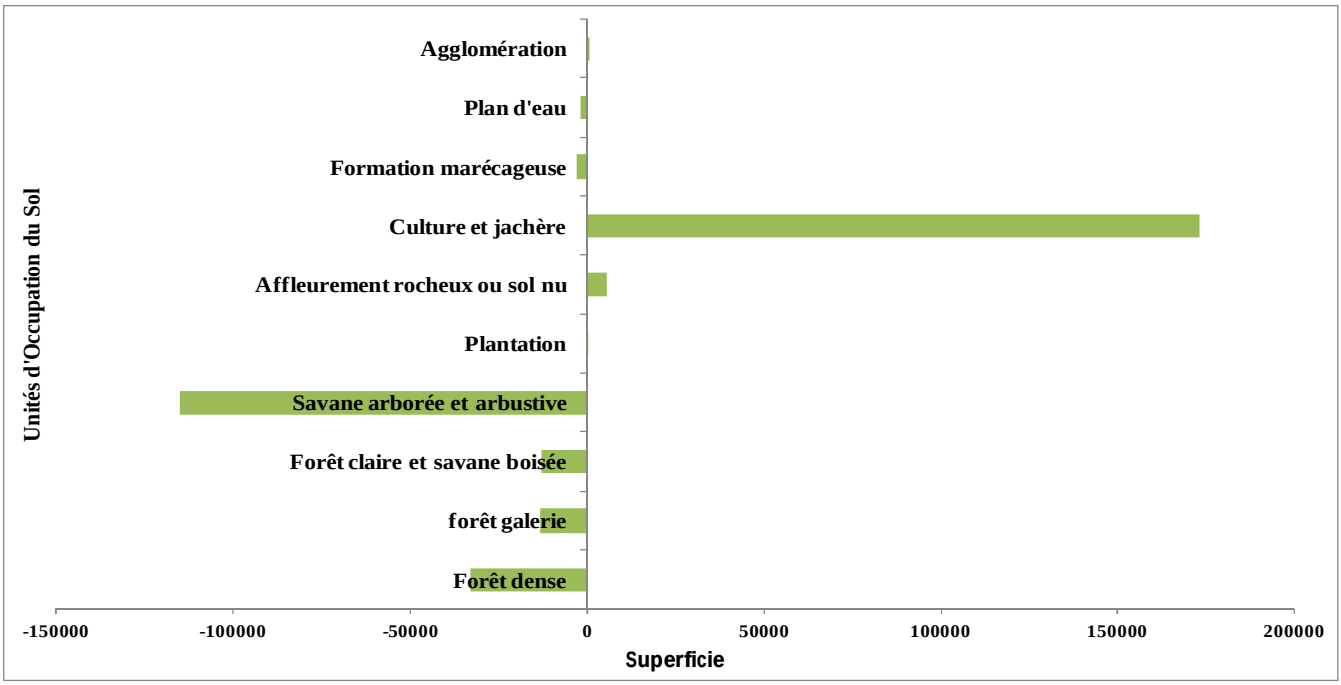


Figure 62. Synthèse de l'Occupation du Sol de 1990 à 2010 dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

Ainsi, de 1990 à 2000, sur les dix unités d'occupation du sol des parcours de transhumance, six ont connu un accroissement négatif et quatre ont progressé. Celles qui ont régressé sont constituées de forêt dense (-16565,66 ha), forêt galerie (-6948,125 ha), forêt claire et savane boisée (-6512,005 ha), savane arborée et arbustive (-57601,72 ha), formation marécageuse (-1451,855 ha), plan d'eau (-954,345 ha). Quant aux unités d'occupation du sol ayant progressé, elles regroupent les plantations (192,785 ha), Affleurement rocheux ou sol nu (2738,13 ha), Culture et jachère (86728,62 ha), agglomération (374,17 ha).

De 2000 à 2010, les unités d'occupation du sol ayant regressé sont : La forêt dense (-16565,66 ha), la forêt galerie (-6548,13 ha), la forêt claire et la savane boisée (-6512,01 ha), la savane arborée et la savane arbustive (-57526,93 ha), la formation marécageuse (-1451,86 ha), le plan d'eau (-954,345 ha). Par contre, d'autres unités d'occupation du sol ont connu une progression. Il s'agit de : Plantation (192,79 ha), affleurements rocheux (2738,13 ha), culture et jachère (86328,62 ha), agglomération (299,39 ha).

6.3.4 Projection à court et à moyen terme de la dynamique de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

La dynamique des unités d'occupation du sol dans le Moyen-Bénin a été projetée sur deux horizons temporels. Il s'agit des horizons 2025 et 2050 présentés par le tableau ci-dessous.

Tableau XIX. Projection des unités d'occupation du sol dans le Moyen-Bénin

Unité occupation du Sol	Superficie 1990 (Ha)	Superficie 2010 (Ha)	Taux accroissement 1990 à 2010	Projection 2025 (Ha)	Projection 2050 (Ha)	Evolution
Forêt dense	71542,21	38410,89	-4,63	-1159524658	-1987807658	Régression
forêt galerie	81032,66	67536,41	-1,67	-472287717,3	-809693967,3	Régression
Forêt claire et savane boisée	402302,33	389278,32	-0,32	-455438047,7	-781038297,7	Régression
Savane arborée et arbustive	1727502,95	1612374,30	-0,67	-4027775247	-6905991497	Régression
Plantation	127	512,57	30,36	13495077	23134327	Progression
Affleurement rocheux ou sol nu	79451,73	84927,99	0,69	191748551,7	328655051,7	Progression
Culture et jachère	495244,98	668302,22	3,49	6057498645	10383929645	Progression
Formation marécageuse	20036,22	17132,51	-1,45	-101609813,8	-174202563,8	Régression
Plan d'eau	10450,63	8541,94	-1,83	-66793699,37	-114510949,4	Régression
Agglomération	1549,29	2222,85	4,35	23576149,29	40415149,29	Progression
Total	**2889240**	**2889240**		**2889240**	**2889240**	

L'analyse du tableau XIX permet de noter une regression continue et très poussée des formations naturelles (forêt dense, forêt galerie, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive, formation marécageuse et plan d'eau) au profit des plantations, sol nu, culture et jachère, et agglomération ayant fortement progressé.

Conclusion partielle

L'étude des parcours de transhumance dans le Moyen Bénin a été faite à partir de leurs typologies et unités d'occupation du sol. La dynamique de ces parcours de transhumance a été appréciée grâce à l'analyse de différents facteurs dont la densité de population, les migrations agricoles, l'évolution du cheptel principalement bovin, ovin et caprin. Une étude diachronique des types de parcours et de leurs unités d'occupation du sol de 1990 à 2010, montre un amenuisement des parcours de dépression et de terre ferme au profit des parcours culturaux et post-culturaux. Il importe de noter également au niveau des unités d'occupation du sol une progression des zones de cultures, plantation, agglomération, affleurement rocheux ou sol nu au détriment de forêt dense, forêt galerie, forêt claire et savane boisée, formation marécageuse en régression. Une projection aussi bien de la dynamique des parcours de transhumance que de leurs unités d'occupation du sol à cout (horizon 2025) et à moyen (horizon 2050) terme a été faite afin de prédire la dynamique future des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin. Cette dynamique met en exergue les vulnérabilités des parcours de transhumance.

CHAPITRE SEPTIEME : VARIABILITES CLIMATIQUES DANS LES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN

7.1 FACTEURS CLIMATIQUES DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Le climat, en zone soudanienne, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Il permet d'établir des relations avec les différentes formations végétales, vues sous l'angle biologique.

Les paramètres de température et de précipitation ont été abordés comme des variables de base pour cette thèse. Elles sont caractérisées par une grande variabilité, que ce soit dans le temps à l'échelle interannuelle ou à l'échelle mensuelle ou dans l'espace. Pour expliquer cette variabilité en lien avec la gestion de la transhumance, la série d'observations de 1965 à 2010 et 10 stations et postes météorologiques ont été utilisés.

7.1.1 Régime des températures

Le régime des températures présentent l'évolution des températures moyennes maximales et minimales de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin.

- **Températures moyennes maximales de 1965 à 2010**

Les températures maximales de 1965 à 2010 suivent les mêmes allures dans les stations synoptiques du Moyen-Bénin (Figure 63).

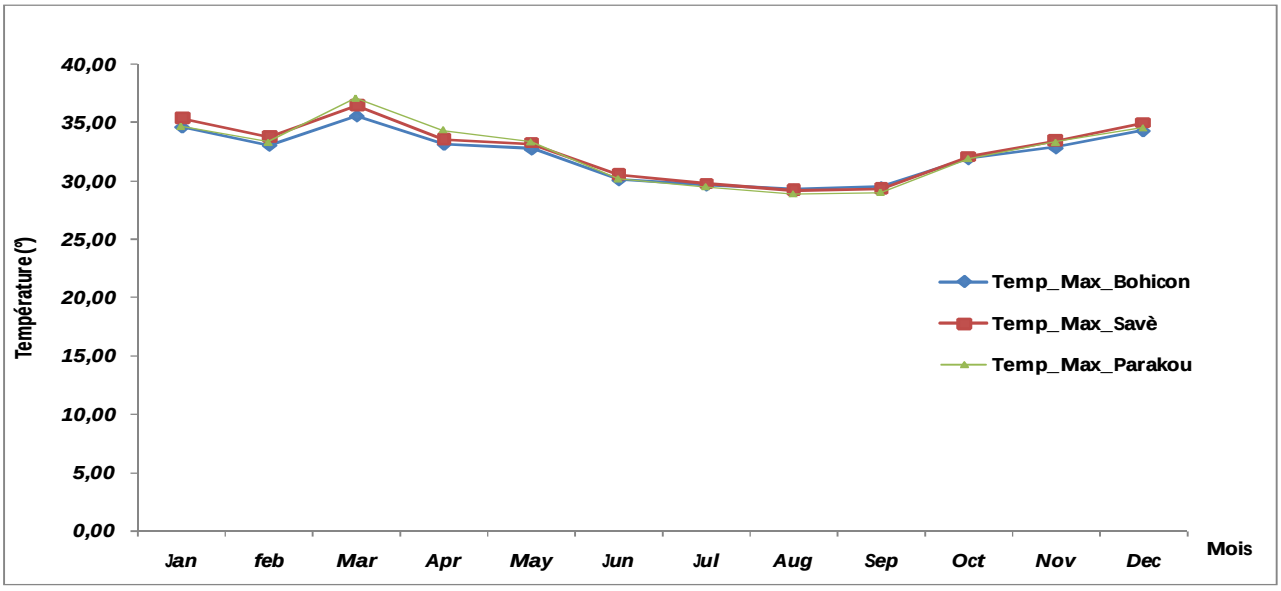


Figure 63. Variation mensuelle des températures moyennes maximales de 1965 à 2010

Ces températures sont plus importantes pendant la saison sèche (novembre à avril) et réduite en période des pluies (mai à octobre), mais elles sont plus élevées dans les stations de Parakou, Savè que celle de Bohicon.

La variabilité des températures mensuelles peut être encore vue de plus près en faisant la distinction entre les mois chauds et les mois froids.

Les températures des mois plus chauds ont été appréciées à partir des moyennes maximales.

- **Températures moyennes maximales des mois les plus chauds de 1965 à 2010**

Les températures maximales des mois les plus chauds dans le Moyen-Bénin de 1965 à 2010 varient suivant les différentes stations synoptiques. Elle est faible (34°C) à la station de Bohicon et relativement élevée dans les stations de Savè (35,16°C) et de Parakou (35,25°C) (Figure, 64).

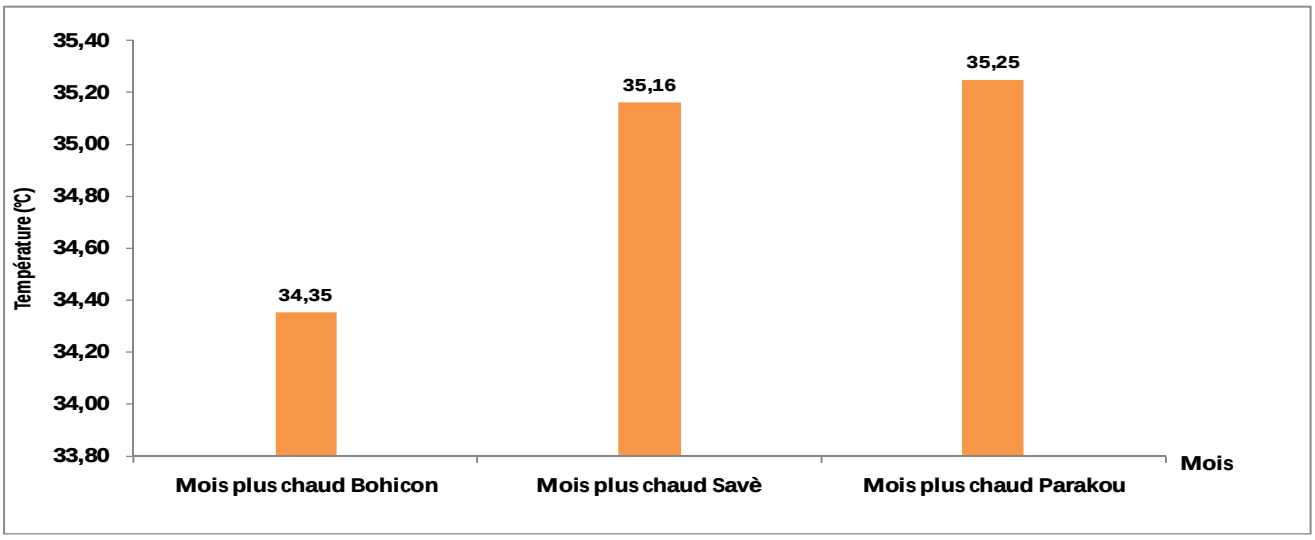


Figure 64. Variation des températures moyennes maximales des mois les plus chauds (Fevrier-Mars) de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin

- **Températures moyennes minimales de 1965 à 2010**

Les températures moyennes minimales de 1965 à 2010 présentent la même évolution dans les différentes stations du Moyen-Bénin (Figure 65).

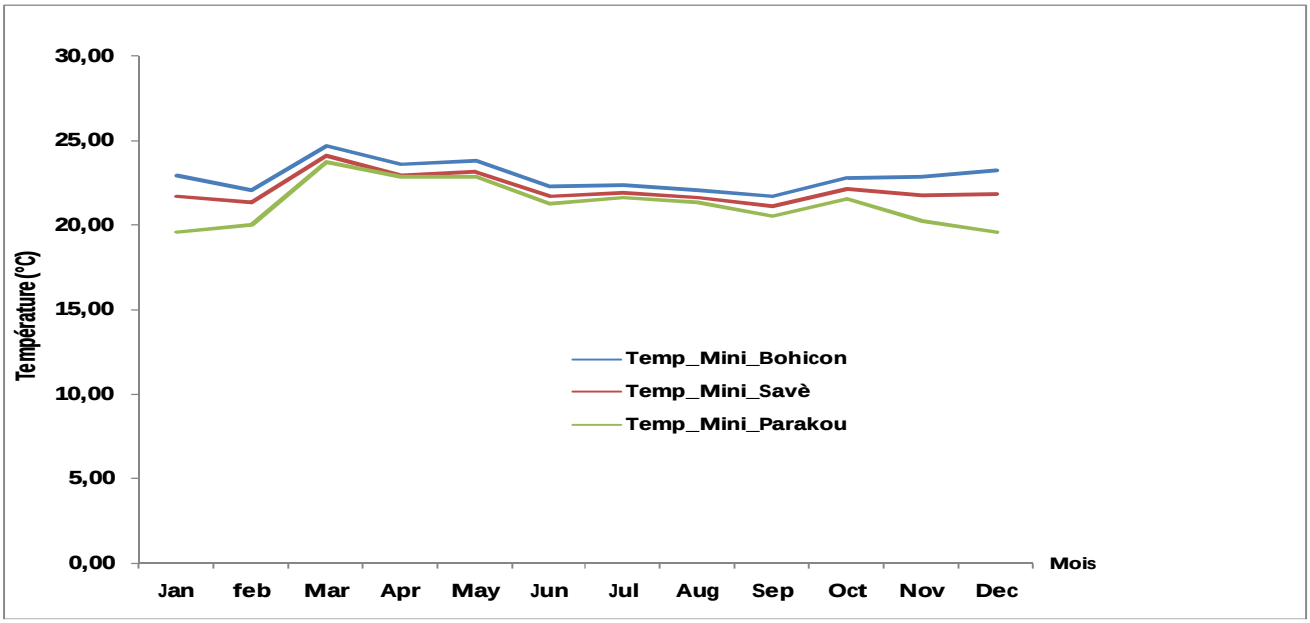


Figure 65. Variation mensuelle des températures minimales de 1965 à 2010

Les valeurs moyennes des minimas sont respectivement plus élevées dans les stations de Savè et de Bohicon, et faible dans la station de Parakou (Figure 65).

Températures moyennes minimales des mois plus froids de 1965 à 2010

Les températures moyennes minimales des mois plus froids sont variables en fonction des différentes stations synoptiques dans le Moyen-Bénin (Figure 66).

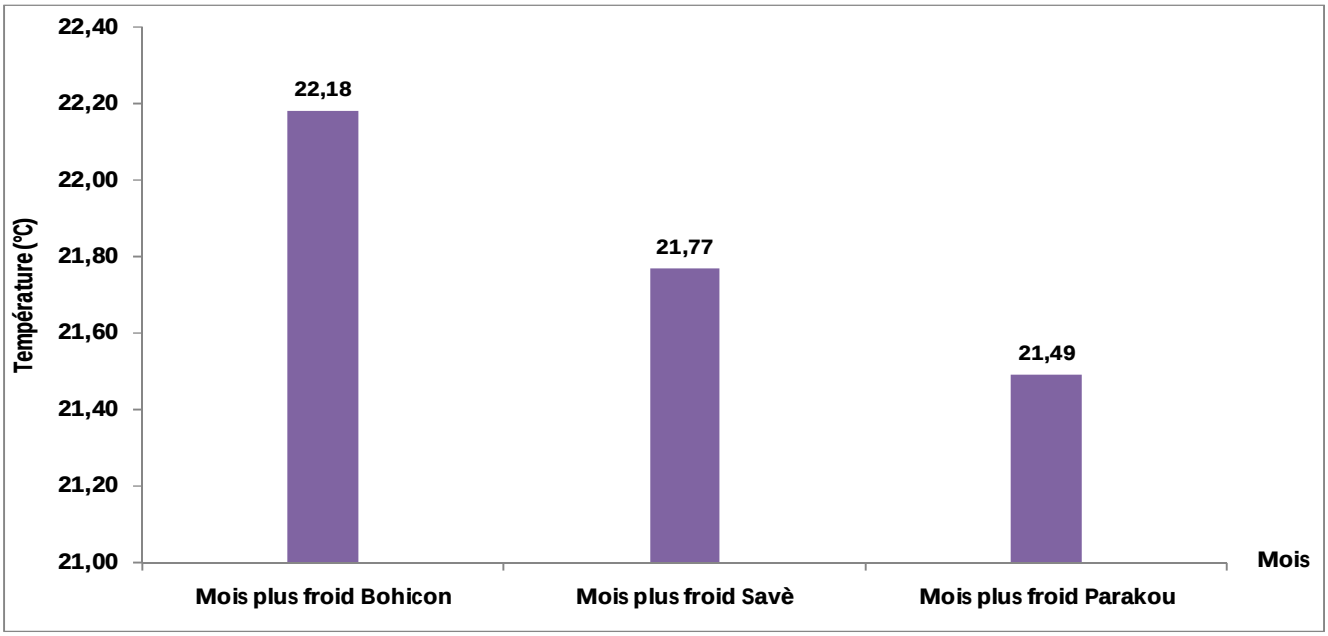


Figure 66. Variation des températures moyennes minimales des mois les plus froids (Juillet-Août) de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin

La moyenne des mois les plus froids est plus élevée à la station de Bohicon (22,18°C) et plus faible à la station de Parakou (21,49°C) (Figure, 66).

7.1.2 Régime des précipitations

Les précipitations ont un rôle très important pour la productivité dans les parcours de transhumance en région soudanienne. Elles sont caractérisées par leur régime irrégulier et leur répartition inégale.

Variabilité saisonnière du régime pluviométrique

La péjoration pluviométrique observée dans le Moyen-Bénin perturbe fondamentalement les activités agropastorales. Le diagnostic de ce phénomène atteste d'une forte variabilité aussi bien dans leur abondance que dans leur répartition saisonnière et spatiale (Figure 67).

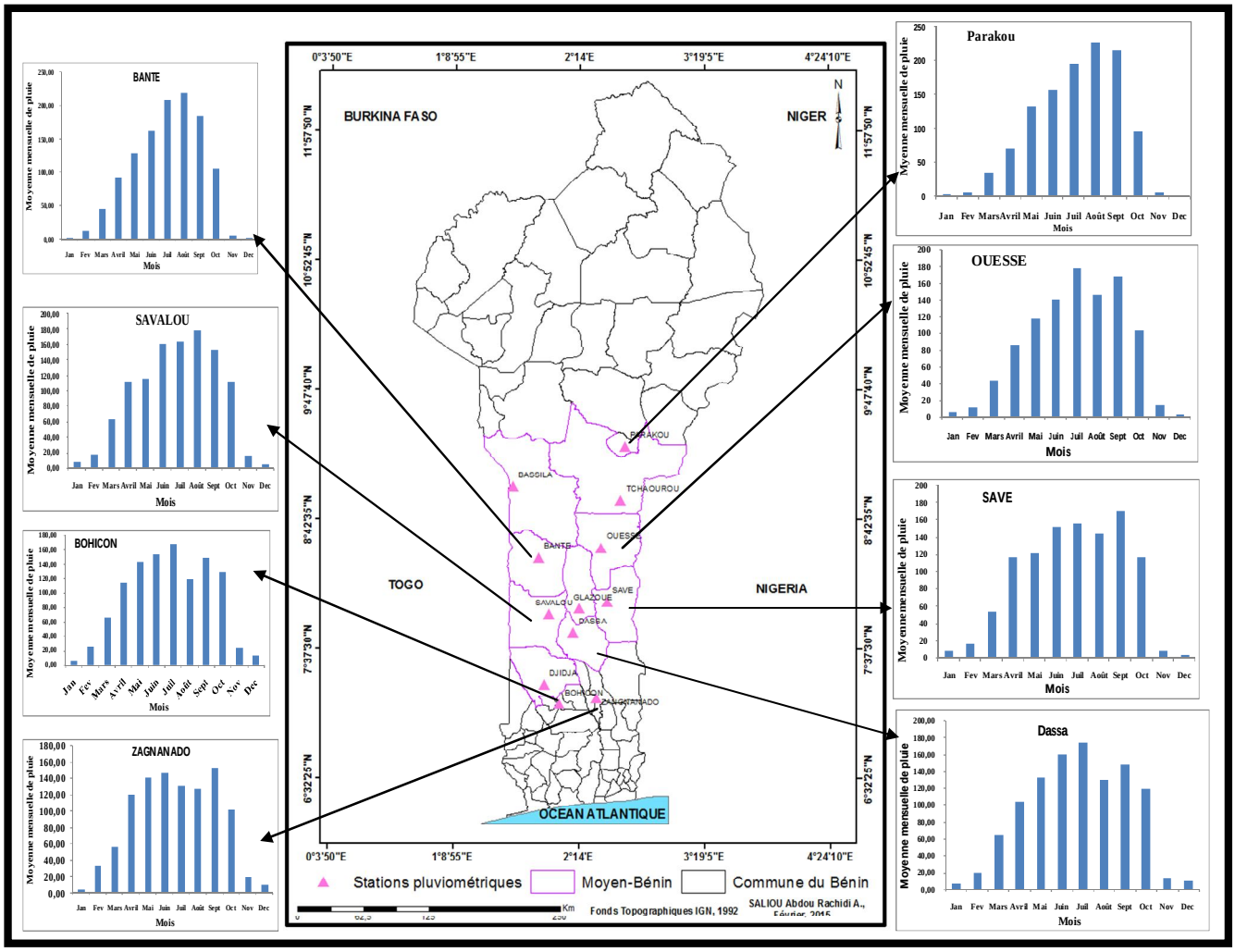


Figure 67. Répartition spatiale et saisonnière du régime pluviométrique de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin

L'étude de la variabilité saisonnière dans le Moyen-Bénin déterminée à partir de l'évolution comparée du régime pluviométrique de huit stations pluviométriques permet de noter que les stations synoptiques de Bohicon, Savè et les postes pluviométriques de Zagnanado, Dassa Ouèssè bénéficiant de leur influence présentent un régime bimodal dont les maxima se situent en Juillet et en Septembre.

Par contre la station synoptique de Parakou et les postes pluviométriques de Bantè, Savalou sont caractérisés par un régime unimodal ayant pour maximum des précipitations le mois d'Août. La région de Savè constitue pour le secteur d'étude une zone de transition où s'estompent les influences de la mousson du sud-ouest et de l'alizé continental appelé harmattan du nord-est.

❖ **Variabilité interannuelle**

Le calcul de l'indice pluviométrique moyen a permis d'analyser la variabilité temporelle des précipitations dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin. La Figure 68 présente les anomalies pluviométriques calculées dans cette région.

De l'analyse de cette Figure, il ressort une répartition hétérogène des intensités pluviométriques sur toute la région entre 1965 et 2010. Dans l'ensemble, le front pluvieux a pris une prépondérance sur les fronts déficitaires durant ces quatre dernières décennies. Ainsi, les années excédentaires à intensité variable représentent près de 51 % tandis que les années déficitaires avoisinent 49 %. La répartition des indices standardisés des précipitations dans cet espace de transhumance de ruminants présente plusieurs caractéristiques remarquables.

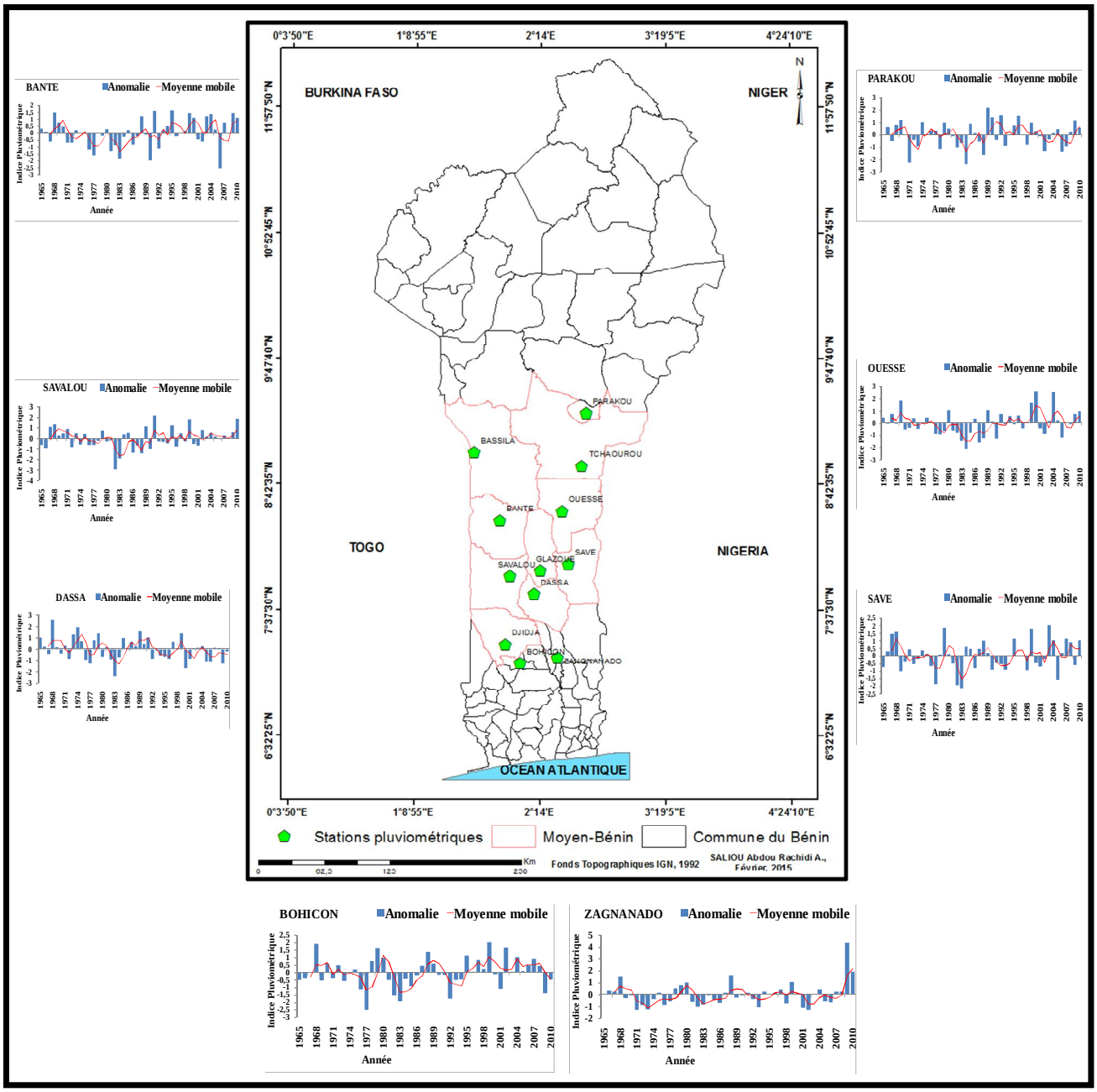


Figure 68. Variabilité interannuelle des précipitations de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin

On observe d'une part dans la région une inclinaison Ouest-Est, avec des quantités assez importantes de précipitations à l'Ouest (Bantè : 1161,38 mm) ; et d'autre part, la partie Est parait relativement moins arrosée avec des totaux moyens annuels d'environ 1080 mm au

niveau de Parakou. Par ailleurs, la distribution des totaux pluviométriques annuels augmente légèrement en intensité au fur et à mesure que l'on descend du nord (Parakou : 1080 mm) vers le sud de la région (Dassa-Zoumè : 1120,18 mm).

De façon générale, il est observé qu'à l'échelle du Moyen-Bénin, les plus fortes anomalies positives de précipitations sont enregistrées dans la série chronologique au niveau de la seconde moitié de la décennie 1960 puis les décennies 1990 et 2000.En revanche, les plus fortes anomalies négatives sont observées au début des années 1970 et 1980. Cette situation se justifie par la récession pluviométrique pluriannuelle qui a touchée tout le continent africain pendant les mêmes périodes.

7.1.3 Analyse en Composante Principale (ACP) de la pluviométrie

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) permet déterminer l'espace des variables et leurs valeurs propres.

❖ **Espace des variables**

Cet espace présente sur le plan factoriel des deux composantes principales, deux grands groupes démarqués (Figure 69).

Le premier groupe de stations (Bohicon, Zagnanado, Savè, Dassa) constitue une zone de pluviométrie élevée et à tendance d'humidité forte. Cette zone peut être subdivisée en deux sous groupes climatiques dont le sous groupe à climat subéquatorial (Bohicon, Zagnanado) et celui à climat de transition (Savè, Dassa). La zone constituée par les stations de ce premier grand groupe est favorable à l'accueil des transhumants à cause de son importante disponibilité en ressources fourragères et hydriques en qualité et en quantité pendant la saison sèche.

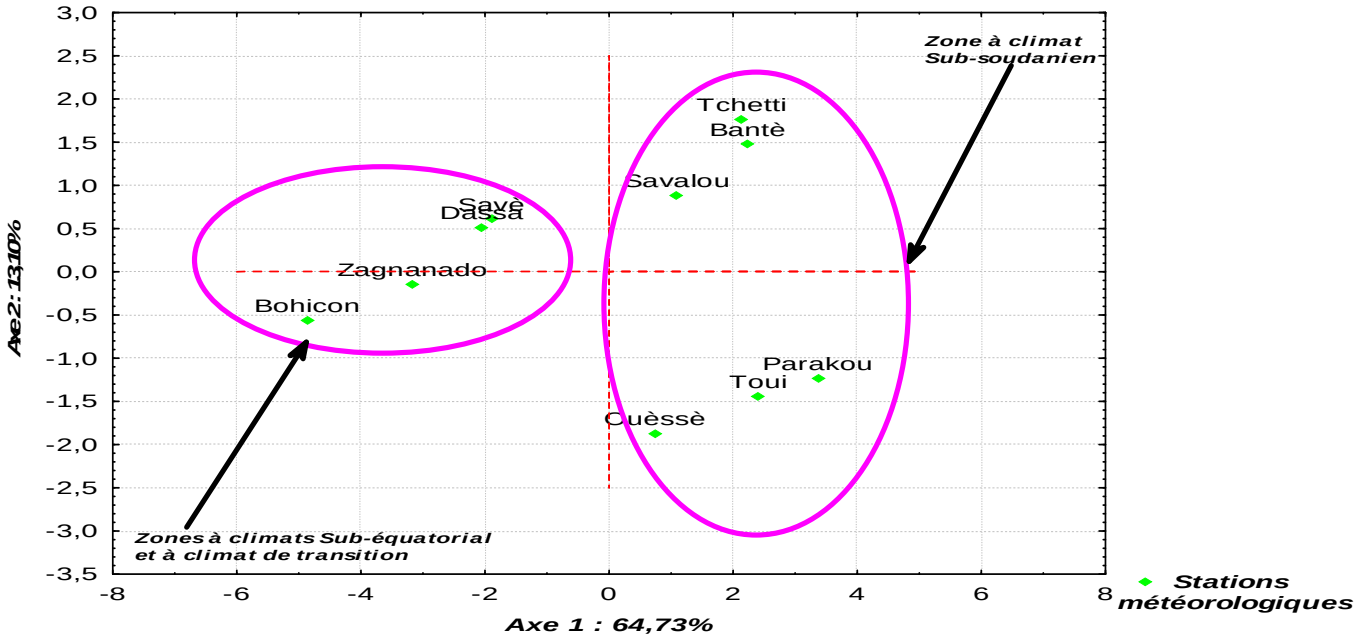


Figure 69. Projection des stations pluviométriques sur le plan factoriel (1x2)

Le deuxième grand groupe rassemble les stations de zone à pluviométrie moyenne et à humidité réduite (Tchetti, Bantè, Savalou, Ouèssè, Toui, Parakou). Ce deuxième grand groupe permet d'isoler deux sous-groupes de stations. Il s'agit du sous groupe sub-soudanien Sud (Tchetti, Bantè, Savalou) très proche du climat de transition entre le sub-équatorial et le soudanien ; et du sous-groupe sub-soudanien Nord (Ouèssè, Toui, Parakou) à pluiviométrie réduite et à humidité faible. Ce deuxième groupe sert d'accueil aux mouvements de transhumance des communes de l'Alibori, du Borgou et des pays frontaliers dont le Niger, le Nigeria et le Burkina Faso.

❖ **Valeurs propres**

La première composante principale des valeurs propres explique près de 65% de la variance totale et la deuxième plus de 13%. Ensuite, il y a une brusque chute à moins de 10% (Figure 70). Les deux premières expliquent seules la variance totale à 77,83%.

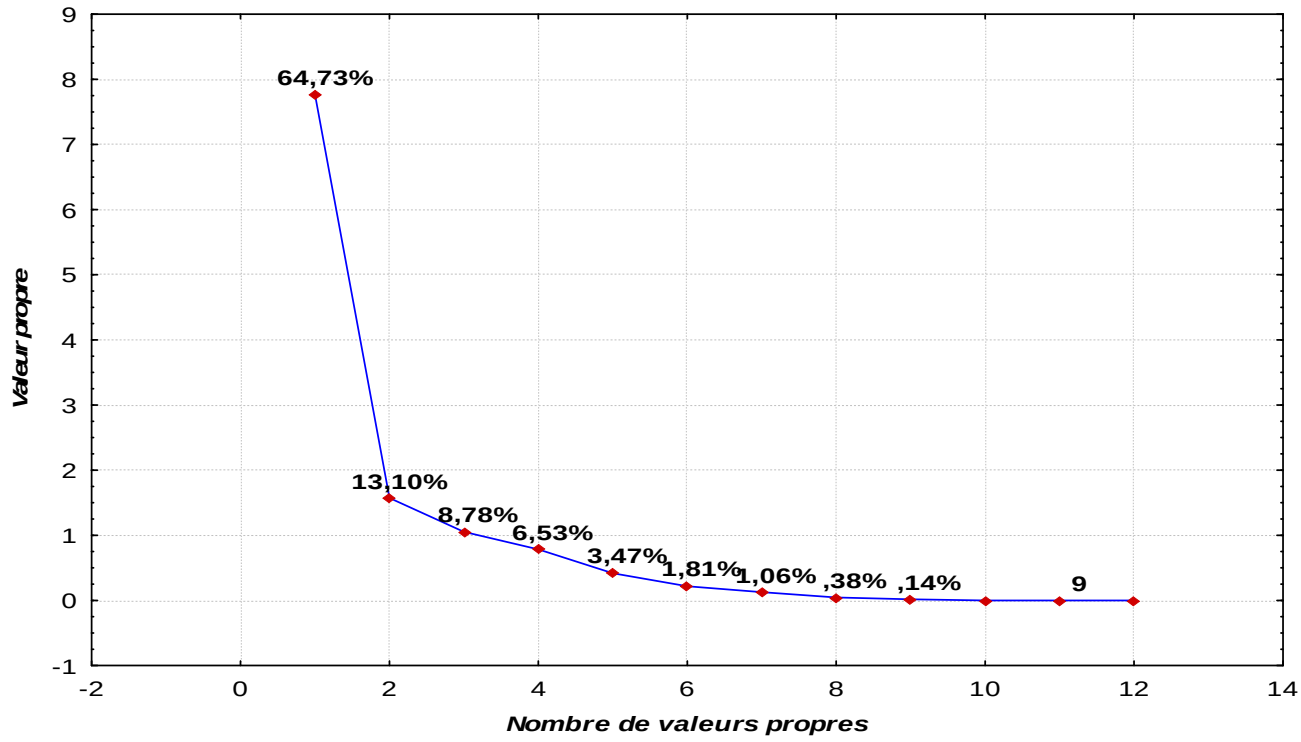


Figure 70. Eboulis des valeurs propres des composantes de Moyenne pluviométriques mensuelle (1965-2010)

7.1.4 Projection de pluviométrie Température et ETP et Indice de Stress Agroclimatique à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin

L'évolution de la pluviométrique, la température, l'évapotranspiration potentielle et de l'indice de stress agroclimatique à l'échelle annuelle en 2050 a été déterminée dans le Moyen-Bénin.

La situation pluviométrique dans le Moyen-Bénin se traduit par l'évolution des paramètres pluviométriques au niveau des différents postes de relevés pluviométriques (Tableau XX).

Tableau XX. Evolution de la pluviométrie dans les postes de relevés pluviométriques

Postes Pluviométriques	Pluies annuelles en mm		
	Moyenne (1965-2010)	**Valeur en 2050**	**Variation (%)**
Bantè	1172,47	1005	-14,28
Dassa	1075,12	915	-14,89
Ouèssè	1022,51	904	-11,59
Savalou	1102,19	940	-14,71
Toui	1051,41	963,88	-8,32
Zagnanado	1046,94	851,51	-18,66
Tchetti	1006,30	700	-30,44

La pluviométrie annuelle va décroitre dans toute la région. Les stations de Tchetti et de Zagnanado seront les plus affectées par la baisse pluviométrique (respectivement -30,44 % et -18,66 %). Dans ce contexte, seuls les les postes pluviométriques de Zagnanado et Tchetti enregistreront des hauteurs de pluies qui n'atteindront pas les 900 mm, seuil pluviométrique minimum pour un bon développement de *Khaya senegalensis*, *Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus* et *Daniellia oliveri*.

Quant aux herbacées fourragères telles que *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, *Andropogon chinensis* et *Andropogon schirensis* dont les seuils pluviométriques sont compris entre 500 et 900 mm, elles seront moins affectées par les tendances pluviométriques en 2050.

Le tableau ci-après présente l'évolution de la pluviométrie annuelle, la température et l'ETP dans les sous-régions de Bohicon, Savè et Parakou en 2050 (Tableau XXI).

Tableau XXI. Evolution de Pluviométrie, Température et ETP en 2050 dans le Moyen-Bénin

Sous-régions	Paramètres	Moyenne annuelle (1965-2010)	Valeur annuelle en 2050	Variation
BOHICON	Pmoy An	1097,67 mm	1119,97 mm	+22,30 mm
	Tmoy	27,55°C	28,27°C	+0,72°C
	ETP	1525,53 mm	1450 mm	-75,53 mm
SAVE	Pmoy An	1076,15 mm	920 mm	-156,15 mm
	Tmoy	27,39°C	29,1°C	+1,71°C
	ETP	1480,40 mm	1460 mm	-20,4 mm
	ISA	48	58	+16,66%
PARAKOU	Pmoy An	1146,70 mm	1170 mm	+23,3 mm
	Tmoy	26,92°C	29,2°C	+2,28°C
	ETP	1575,41 mm	1640 mm	64,59 mm
	ISA	55	62	+12,8%

L'analyse du présent tableau permet de noter en 2050 une baisse de la pluviométrie dans les régions de savè. Par contre on assistera à l'augmentation de cette moyenne pluviométrique dans les régions de Parakou et de Bohicon. En ce qui concerne la température moyenne, elle

connaîtra une augmentation dans tout le Moyen-Bénin. Elle sera de 0,72°C à Bohicon, 1,71°C à Savè et de 2,28°C à Parakou.

Quant à l'ETP, elle augmentera seulement dans les régions de Parakou avec une variation de 64,59 mm et diminuera dans les régions de Savè et de Bohicon avec respectivement une variation de -20,4 mm, -75,53 mm en 2050.

Au total, les changements climatiques attendus à l'horizon 2050 se manifesteront par une tendance à la baisse des totaux pluviométriques, une contraction de la saison humide et une augmentation de la température moyenne dans la région d'étude.

7.2 PRATIQUES DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

La gestion de la transhumance dans le Moyen-Bénin a été caractérisée par la spatialisation et l'outil FFOM (Forces Faiblesses Opportunité et Menaces).

7.2.1 Spatialisation de la transhumance dans le Moyen-Bénin

La spatialisation de ce mouvement cyclique permet de noter que l'amplitude de déplacement est très variable, allant généralement du Nord au Sud en début de saison sèche et du Sud vers le Nord en début de saison de pluie (Figure 71).

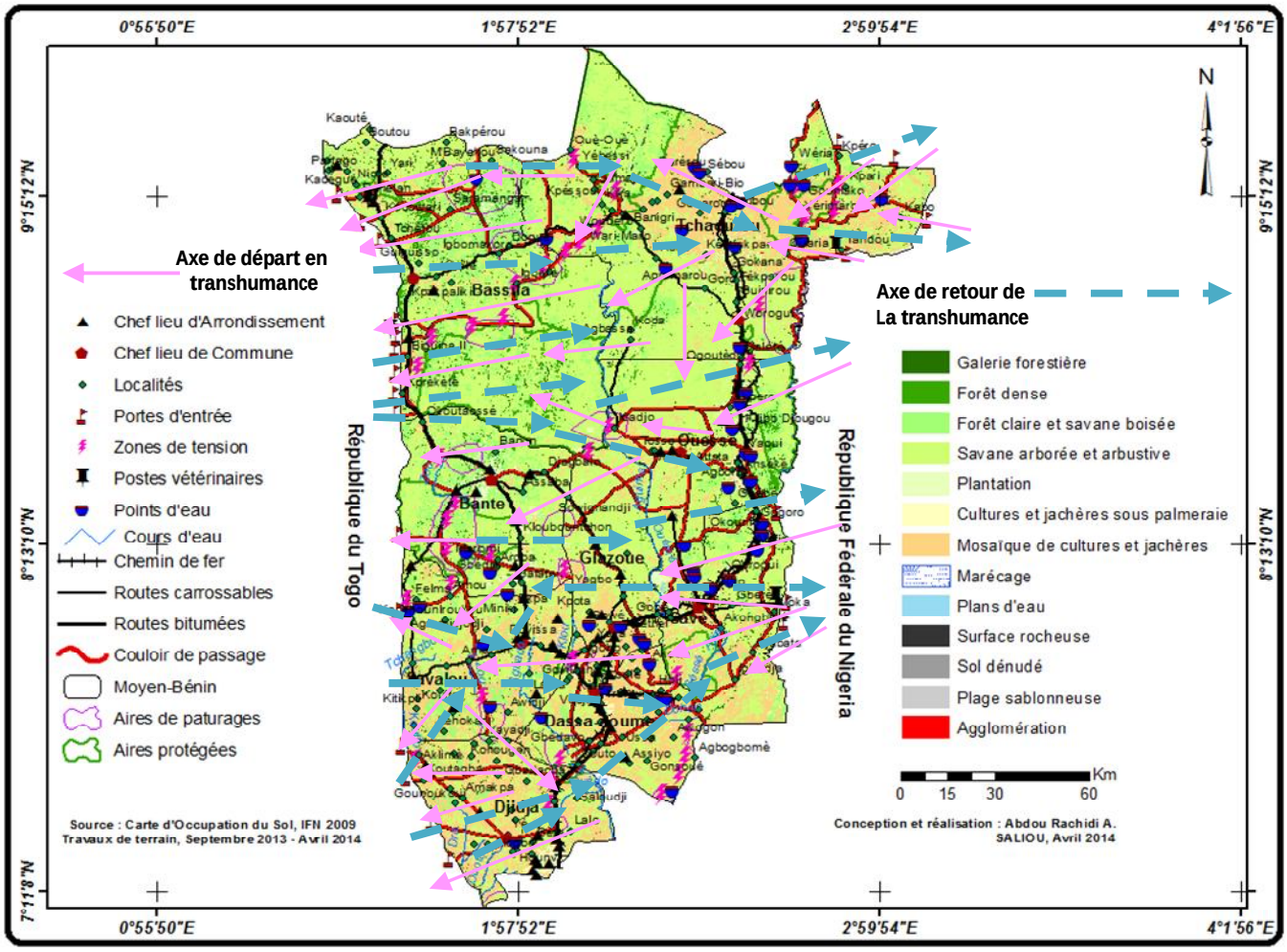


Figure 71. Carte de transhumance dans le Moyen-Bénin

La transhumance est à la fois un mode de vie et de système de production. Dans le Moyen-Bénin, elle se déroule selon un schéma cyclique presque invariable, dicté par les conditions écologiques et climatiques annuelles, à l'intérieur d'un espace dont plusieurs secteurs sont successivement exploités au cours de l'année. La figure 71 présente les mouvements de transhumance de de troupeaux de bétail et d'éleveurs qui s'effectuent du Nord vers le Sud à la recherche de point d'abreuvement et de fourrage, et du Sud vers le Nord pour le retour aux lieux de départ. Elle met en évidence les couloirs de passage qui facilitent la circulation de l'éleveur et de son troupeau et l'accessibilité aux points d'abreuvement et aires de pâturage dans le Moyen-Bénin.

Ces mouvements annuels se succèdent tant que les conditions pluviométriques et socio-économiques restent relativement stables. Ils ont permis jusqu'alors la valorisation des ressources pastorales pour la production des troupeaux (Photos 9 et 10).



Photo 9**.** Troupeaux de bétail en transhumance dans la commune de Djidja (Cliché Saliou, 2014)



Photo 10**.** Retour de transhumance dans la commune de Tchaourou (Cliché Saliou, 2014

7.2.2 Forces Faiblesses Opportunités Menaces de la transhumance dans le Moyen-Bénin

Les forces, faiblesses, opportunités et menaces liées aux pratiques de transhumance en fonction du calendrier traditionnel dans le Moyen-Bénin se résument dans le tableau XXII.

En effet, les forces de la pratique de transhumance de ruminants domestiques sont d'une part la disponibilité dans les parcours de repousse de graminées pérennes, d'eau grâce au potentiel en mares, barrages constituants les points d'eau, aux cours d'eau temporaires que permanents ; de fourrage naturel, de biomasse pendant respectivement les périodes pré-humide, humide et post-humide. D'autre part, elles résident également dans la disponibilité de résidus de récoltes, de fourrages aériens, des bas-fonds et dépression au cours des périodes pré-aride et aride.

Tableau XXII. Modèle FFOM de suivi de la transhumance

PERIODES	FORCES	FAIBLESSES	OPPORTUNITES	MENACES
Seeto (Période pré-humide)	-Disponibilité de repousses sur les parcours de transhumance et d'eau dans les sources d'abreuvement	-Occupation des couloirs de passage par les cultures	Pluies précoces	-Erosion des sols de parcours de transhumance
N'dungu (Période humide)	-Disponibilité de fourrages de plateau et flancs de collines -Fort déstockage du cheptel	Conflits de retour aux zones de départ	Abondance de pluies	-Inondation des bas-fonds ou dépression -Erosion des sols de parcours de transhumance
Yaanè (Période post-humide)	-Disponibilité de fourrages naturels et de biomasse	-Occupation des couloirs de passage de bétail par les champs	Diversité, qualité et quantité de fourrages naturels Exploitation des pâturages de plateau	Non praticabilité des bas-fonds inondables -Attaques de mouche Tsé-tsé et contact élevé de maladies
Dabuné (Période pré-aride)	-Disponibilité de résidus de récoltes (Tiges de maïs, mil, fanes de riz)	-Blocage des couloirs de passage -Développement de conflits agro-éleveurs	Possibilité d'exploitation des bas-fonds	-Lignification du fourrage graminéen -Médiocrité, baisse de la qualité et de la palatabilité du fourrage graminéen
Ceedu (Période aride)	-Disponibilité de fourrage aérien -Disponibilité de fourrages dans les parcours de dépression	-Développement de conflits éleveurs-forestiers (occupation aires protégées par transhumants) -Faible déstockage du cheptel	Possibilité d'exploitation des ligneux fourragers	-Absence de pluies -Forte aridité -Chaleur intense -Assèchement de certains points d'abreuvement

Cependant, au-delà des forces, la transhumance présente quelques faiblesses qui se traduisent par l'occupation des couloirs de passage par les cultures dans les champs, les conflits de retour des transhumants vers les zones de départ pendant respectivement les périodes pré-humide, humide et post-humide. Quant aux périodes pré-aride et aride, leurs faiblesses se justifient respectivement par l'occurrence des conflits entre agriculteurs par l'usage des couloirs de transhumance, et conflits forestiers et transhumants liés à l'incursion dans les aires protégées.

Les opportunités liées aux pratiques de transhumance concernent les pluies précorces et abondantes des périodes préhumide et humide ; la diversité, la qualité, l'exploitation des parcours de plateau et des dépressions au cours des périodes post-humide et pré-aride ; et exploitation du pâturage aérien lors de la période aride (Photo 11).



Photo 9. Exploitation du pâturage aérien (*Afzelia africana*) par un adolescent transhumant pour le bétail à Boukousséra dans l'arrondissement de Tchatchou (Cliché Saliou, Août 2014)

Les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin sont soumis à des menaces au cours des différentes saisons. Au nombre de ceux-ci, on peut retenir l'exposition de leurs sols à l'érosion hydrique ou à l'inondation pendant les périodes pré-humide et humide, l'attaque du cheptel transhumant par la mouche Tsé-tsé et leur contact élevé de maladies lors de la période post-humide, la forte aridité et assèchement des points d'abreuvement pendant la période aride.

7.3 REGIME D'HUMIDITE ET PRATIQUES DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Il existe une variabilité intra-annuelle de l'eau disponible pour les plantes en général et les espèces fourragères en particulier dans le Moyen-Bénin.

Le bilan climatique permet de diviser l'année en des périodes bioclimatiques successives correspondant à des périodes de développement végétatif en relation avec les pratiques de transhumance. On peut donc retenir :

- La période sèche au cours de laquelle la courbe des précipitations est en dessous de la moitié de celle de l'ETP (P< ½ ETP). On peut toutefois observer des pluies précoces pendant cette période. La période sèche correspond à la maturation, la fructification, au ralentissement des activités métaboliques (Novembre-Décembre), puis à la faible réserve en eau dans le sol pour favoriser un retour des activités métaboliques des plantes (Janvier-Avril). Elle est caractérisée par une très faible précipitation dans les régions de Bohicon, Savè et une quasi absence de pluie dans la région de Parakou (Figures 72, 73, 74).

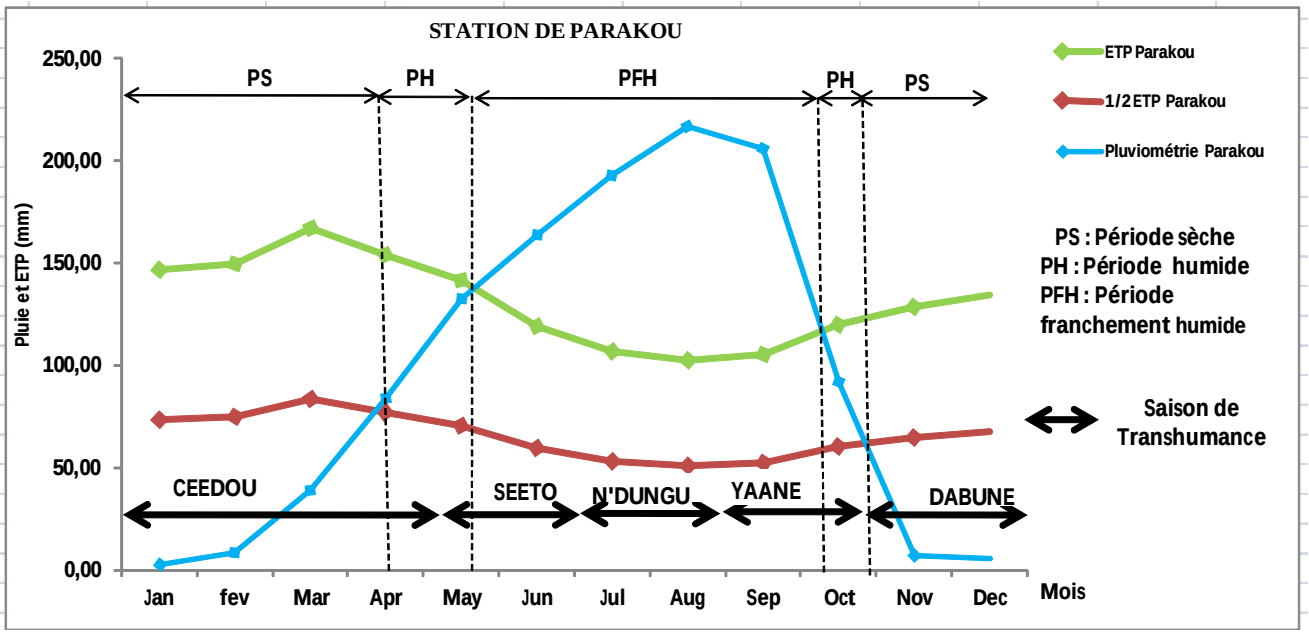


Figure 72. Diagramme climatique et succession du calendrier traditionnel de transhumance dans la région de Parakou (Source : ASECNA, 2012 et travaux de terrain, 2013)

On note une évapotranspiration plus forte dans la région de Parakou que celles de Savè et de Bohicon. Deux saisons traditionnelles de transhumance se succèdent au cours de ces périodes. Il s'agit de celles de Dabuné (Novembre-Décembre) et de Ceedu (Janvier-Avril) pendant lesquelles les transhumants n'ont comme seule alternative pour les ruminants que l'exploitation des résidus de récoltes, des ligneux fourragers, des bas-fonds et bras de cours d'eau permanent.

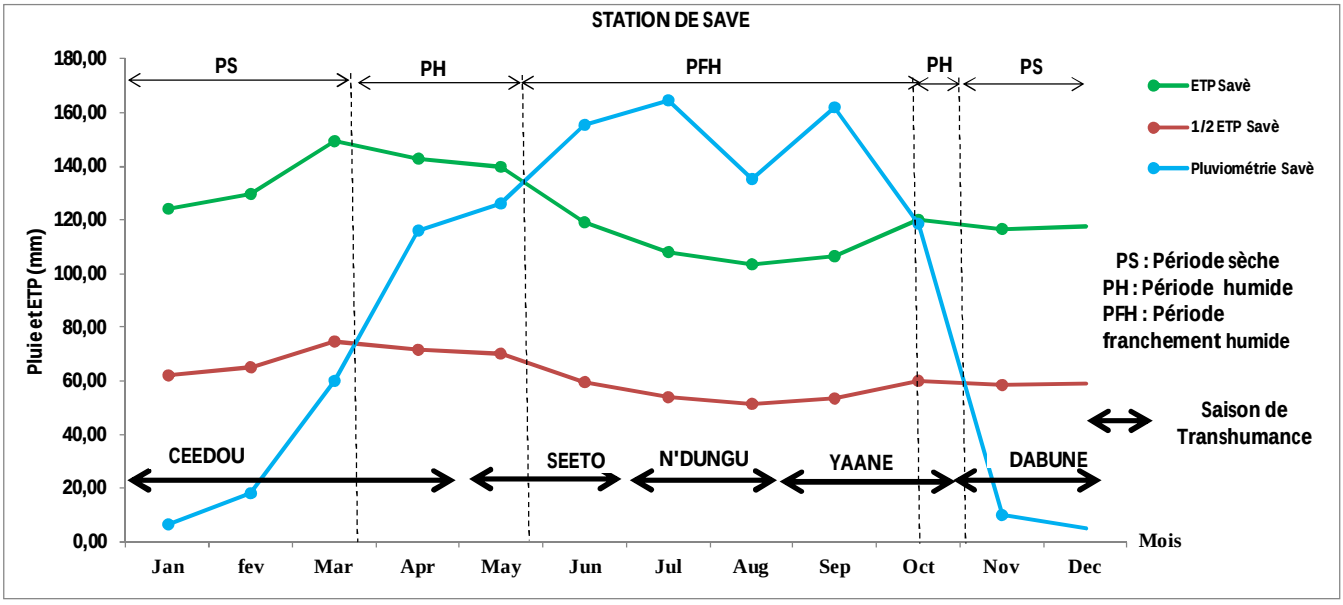


Figure 73. Diagramme climatique et succession du calendrier traditionnel de transhumance dans la région de Savè (Source : ASECNA, 2012 et travaux de terrain, 2013)

❖ la période humide, durant laquelle la courbe de ½ ETP passe sous celle des précipitations. Le bilan des apports et des pertes en eau est mis en exergue au cours de cette période qui va,

de l'instant où le déficit maximal du sol, au point de flétrissement, commence à décroitre sous l'effet des premières pluies, jusqu'au moment où ce déficit est de nouveau atteint après l'utilisation et l'épuisement total des réserves utilisables du sol. Les pluies antérieures ayant servi à reconstituer le stock d'eau de la tranche superficielle asséchée au-delà du point de flétrissement ou ayant été évaporées, alors le déficit du sol nu commence en général à diminuer en régions tropicales, quand la pluviosité devient égale à ½ ETP. Cette période correspond également au démarrage des précipitations (Avril-Mai) dans la région de Bohicon (Figure 74) et (Mai-Juin) dans les régions de Savè (Figure 73) et de Parakou Figure 72). Le sol commence par se remplir d'eau et on note le démarrage des activités métaboliques suivi d'un début de la croissance, et de l'apparition des bourgeons. La courbe des précipitations est en dessous de celles de l'Evapotranspiration (ETP). Cette période répond bien à la saison traditionnelle de transhumance de Seeto qui bénéficie des pluies précoces favorables aux repousses et à l'alimentation des sources d'abreuvement des ruminants.

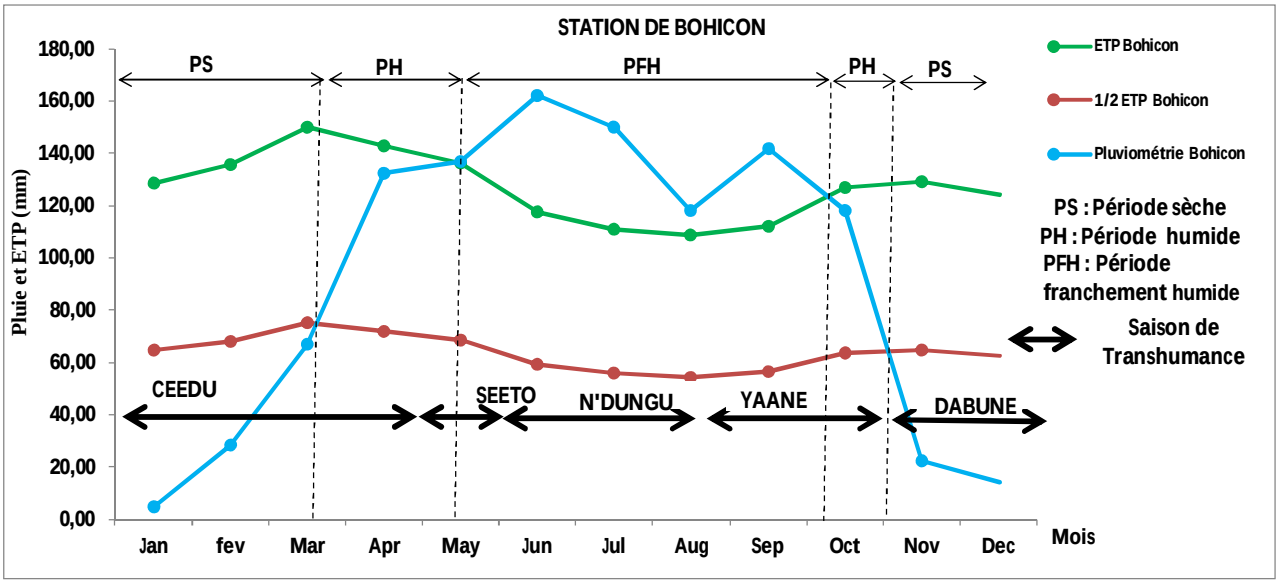


Figure 74. Diagramme climatique et succession du calendrier traditionnel de transhumance dans la région de Bohicon (Source : ASECNA, 2012 et travaux de terrain, 2013)

❖ La période franchement humide est la période durant laquelle la courbe de l'ETP passe sous celle des précipitations. La quantité d'eau dans le sol est excédentaire. C'est également la période de pleine végétation (Figures 72, 73, 74). Elle s'étant de Mai à mi-Octobre. Ainsi, de Mai à mi-juin, le sol commence par se remplir d'eau. Cette période correspond à la forte reprise du couvert végétal, période propice pour le pâturage traditionnel de Seeto. De mi-juin à octobre, la courbe des précipitations est au dessus de celle de l'Evapotranspiration

potentielle, la quantité d'eau dans le sol est excédentaire. Les bas-fonds deviennent inondables et non praticables par les ruminants, les animaux exploitent alors les fourrages des plateaux ou les flans des collines (pâturage de N'doungoun). D'octobre à novembre, phase de maturation et de fructification, les graminées se lignifient, ainsi donc le fourrage graminéen devient médiocre mais exploitable par les ruminants (pâturage de Yané).

7.4 PERCEPTIONS DES TRANSHUMANTS SUR LES PRATIQUES ET LA GESTION DE LA TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Les résultats issus des travaux d'enquêtes de terrain ont permis de mettre en exergue les perceptions des transhumants sur les pratiques de transhumance. Ils portent sur la disponibilité, le respect, les nouvelles positions des couloirs de passage de transhumance, l'amenuisement des aires de pâturage et le mode d'exploitation des ligneux.

La plupart des transhumants rencontrés ont reconnu la disponibilité des couloirs de passage (Tableau XXIII).

Tableau XXIII. Disponibilité de couloirs de passage pour la transhumance

Modalité	Effectifs	Pourcentage
Oui	194	99,0
Non	2	1,0
Total	196	100,0

Ces couloirs de passage disponibles à 99% ne sont pas respectés par les différents usagers et n'occupent par conséquent plus les mêmes positions qu'au départ.

La recherche de pâturage constitue l'un des mobiles de déplacement des transhumants. Les aires de ces pâturages diminuent pour diverses raisons dans le Moyen-Bénin (Figure 75).

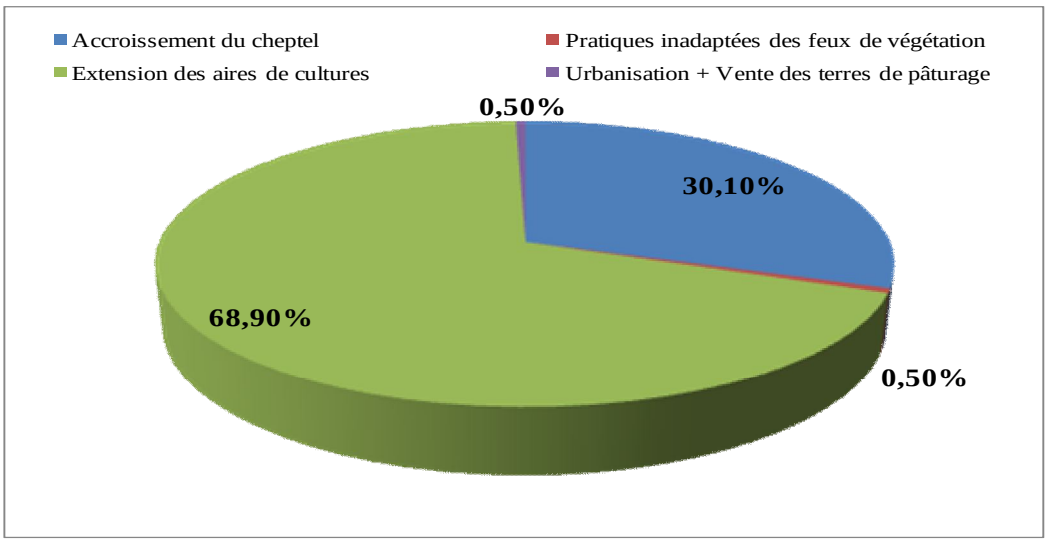


Figure 75. Raisons d'amenuisement des aires de pâturage

L’amenuisement des aires de pâturage dans le Moyen-Bénin est justifié beaucoup plus par l’extension des aires de cultures (68,90%) et les pressions liées à l’accroissement du cheptel transhumant et local (30,10%).

Face à la réduction des aires de pâturage et à l’accroissement des besoins d’alimentation, les transhumants font appel aux ligneux fourragers beaucoup plus accessibles en saison sèche.

Le tableau XXIV met en exergue les modes d’exploitation de ces ligneux fourragers.

Tableau XXIV. Mode d'exploitation des ligneux au cours de la transhumance

Modalité	Effectifs	Pourcentage
Emondage au quart	5	2,6
Emondage à moitié	31	15,8
Emondage total	160	81,6
Total	196	100,0

Les ligneux fourragers convoités par les transhumants sont pour la plupart exploités soit par émondage à moitié (15,8%) ou soit par émondage total (81,60%).

CHAPITRE HUITIEME : VULNERABILITES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Les questions de vulnérabilités des parcours de transhumance concernent les perceptions communautaires des facteurs de vulnérabilités des ressources fourragères, et l'analyse spatiale des différentes vulnérabilités climatiques en cours dans le Moyen-Bénin selon les acteurs.

8.1 PERCEPTIONS COMMUNAUTAIRES DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES RESSOURCES FOURRAGERES

La vulnérabilité des ressources fourragères est imputable à plusieurs facteurs selon les différents acteurs. Selon ces derniers, les principaux facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères sont : la carbonisation, la croissance démographique, l'exploitation illégale de bois d'œuvre, l'extension des zones de culture, les feux tardifs de végétation, les perturbations climatiques et le surpâturage. L'analyse de perception a été faite à partir des rangés attribués à chaque facteur par les acteurs dans l'ordre décroissant d'incidence ou d'effet sur les ressources fourragères selon leur groupe, leur âge, leur origine, leur niveau d'instruction et leur groupe socioculturels. Le test de rang de Kendall a été ensuite utilisé pour comparer les rangs attribués.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des classes d'âges des acteurs directs**

Le tableau XXV présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des classes d'âges des acteurs directs.

Tableau XXV. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des classes d'âges des acteurs.

Classe d'âges	Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
< 50	3	7	1	1	4	6	5
≥ 50	3	7	2	1	4	6	5
Rg moyen	**3**	**7**	**1,5**	**1**	**4**	**6**	**5**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; S : Surpâturage ; Rg : Rang

De l'analyse du tableau XXV, il ressort que les acteurs indépendamment de leurs âges classent les différents facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères au même rang à l'acception de l'exploitation illégale de bois d'œuvre dont les adultes classe en 1er rang et les personnes âgées en 2ème rang. En moyenne, l'extension des zones de culture sur les aires de transhumance est classée au 1er rang tandis que la croissance démographique est classée au 7ème rang. Les trois facteurs les plus importants sont donc l'extension des zones de culture (Rg = 1), l'exploitation

illégale de bois d'œuvre (Rg = 1,5) et la carbonisation (Rg = 3). Les résultats du test de rang Kendall révèlent une différence non significative entre classements selon les classes d'âges des acteurs ($\chi^2 = 11{,}94 \ ; \ ddl = 6 \ ; \ p = 0{,}063$) avec un coefficient de concordance W = 0,99.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des origines des acteurs directs**

Le tableau XXVI présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des origines des acteurs directs.

Tableau XXVI. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des origines des acteurs

Origines	**Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères**						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Allochtone	3	7	2	1	4	6	5
Autochtone	3	7	1	1	4	6	5
Rg moyen	**3**	**7**	**1,5**	**1**	**4**	**6**	**5**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

L'analyse de ce tableau fait ressortir un classement au même rang des différents facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères effectué par les acteurs quelle que soit leur origine, à l'exception de l'exploitation illégale de bois d'œuvre que les allochtones ont classé au 2ème rang pendant que les autochtones l'ont fait au 1er rang. L'extension des zones de culture sur les aires de transhumance est classée au 1er rang tandis que la croissance démographique est classée au 7ème rang. Les trois facteurs les plus importants sont donc l'extension des zones de culture (Rg = 1), l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 1,5) et la carbonisation (Rg = 3). Les résultats du test de rang Kendall révèlent une différence non significative entre classements selon les origines ($\chi^2 = 11{,}94 \ ; \ ddl = 6 \ ; \ p = 0{,}063$) avec uncoefficient de concordance W = 0,99.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des professions des acteurs directs**

Le tableau XXVII présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des professions des acteurs directs.

Tableau XXVII. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des professionnels et acteurs directs

Professions	**Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères**						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Agriculteur	3	7	1	3	4	6	6
Eleveur	3	7	2	1	4	6	5
Rg moyen	**3**	**7**	**1,5**	**2**	**4**	**6**	**5,5**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

Pour ce qui concerne la perception des acteurs, on constate que les agriculteurs et les éleveurs ont classé au même rang les différents facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères à l'exception de l'exploitation illégale de bois d'œuvre ; l'extension des zones de culture sur les aires de transhumance et le surpâturage. Ces facteurs ont été classés par les agriculteurs respectivement au 1er, 3ème et 6èmerang ; les éleveurs quant à eux l'ont fait respectivement au 2ème, 1er et 5èmerang. Les trois facteurs les plus importants sont donc l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 1,5), l'extension des zones de culture (Rg = 2) et la carbonisation (Rg = 3). Les résultats du test de rang Kendall attestent une différence non significative entre classements selon les professions ($\chi^2 = 11{,}56;\ ddl = 6;\ p = 0{,}072$) avec un coefficient de concordance W = 0,96.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction du niveau d'instruction des acteurs directs**

Le tableau XXVIII présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction du niveau d'instruction des acteurs directs.

Tableau XXVIII. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction du niveau d'instruction des acteurs directs.

Niveau d'instruction	**Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères**						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Aucun	3	7	1	1	4	6	5
Primaire	3	7	1	1	4	6	5
Secondaire 1er cycle	2	7	1	3	5	6	4
Secondaire 2éme cycle	2	7	1	3	5	6	4
Supérieur	3	5	1	2	3	7	6
Rg moyen	**2,6**	**6,6**	**1**	**2**	**4,2**	**6,2**	**4,8**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

De l'analyse du tableau XXVIII, on peut retenir que les acteurs ayant aucun niveau et le niveau primaire ont classé les différents facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères au même rang. Cette manière diffère de celle des acteurs ayant les niveaux secondaires : 1er et 2nd cycle qui ont eux aussi classé ces facteurs au même rang. Par contre, les acteurs du niveau supérieur ont classé différemment les facteurs à l'exception de l'exploitation illégale de bois d'œuvre qu'ils ont classé au 1er rang comme les autres acteurs des autres niveaux. Les trois facteurs les plus importants sont donc l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 1), l'extension des zones de culture (Rg = 2) et la carbonisation (Rg = 2,6). Les résultats dultest de rang Kendall attestent une différence significative entre classements selon le niveau

d'instruction des acteurs ($\chi^2 = 27{,}18; ddl = 6; p = 0{,}000$) avec uncoefficient de concordance W = 0,90.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects.**

Le tableau XXIX présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects.

Tableau XXIX. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects.

Acteurs indirects	**Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères**						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Autorités locales	4	3	2	1	5	7	6
Membres Comité villageois	3	6	2	1	4	7	5
Rg moyen	**3,5**	**4,5**	**2**	**1**	**4,5**	**7**	**5,5**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

On constate, après l'analyse du tableau XXVI, que les autorités locales et les membres des comités villageois ont classé les facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères aux différents rangs à l'exception de l'extension des zones de culture sur les aires de transhumance et les perturbations climatiques qu'ils ont classé au même rang respectivement au 1er et 7ème rang. Les trois facteurs principaux sont donc l'extension des zones de culture (Rg = 1), l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 2) et la carbonisation (Rg = 3,5).

Les résultats du test de rang Kendall révèlent une différence non significative entre classements selon les autorités locales et des membres des comités villageois ($\chi^2 = 10{,}71$; $ddl = 6$; $p = 0{,}098$) avec un coefficient de concordance W = 0,89.

Après cette première étape de six tests avec deux significatifs à savoir celui selon les niveaux d'instruction et les groupes socio-culturels, les test ont été continué en procédant cette fois à un croisement premièrement entre les autorités locales, membres des comités villageois et les agriculteurs ; deuxièmement, entre les autorités locales, membres des comités villageois et éleveurs ; troisièmement entre les autorités locales, membres des comités villageois, les agriculteurs et les éleveurs.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les agriculteurs**

Le tableau XXX présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les agriculteurs.

Tableau XXX. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les agriculteurs

Acteurs indirects et agriculteurs	**Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères**						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Autorités locales	4	3	2	1	5	7	6
Membres Comité villageois	3	6	2	1	4	7	5
Agriculteurs	3	7	1	3	4	6	6
Rg moyen	**3,33**	**5,33**	**1,67**	**1,67**	**4,33**	**6,67**	**5,67**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

On remarque, après analyse de ce tableau, que les agriculteurs tout comme les autorités locales et les membres des comités villageois ont classé aux différents rangs les facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères. En effet, l'exploitation illégale de bois d'œuvre, l'extension des zones de culture et les perturbations climatiques ont été classés respectivement au 2ème, 1er et 7ème rang, par les autorités locales et les membres des comités villageois. Les agriculteurs les ont classés respectivement au 1er 3ème et 6ème rang. Les trois facteurs principaux sont donc l'extension des zones de culture (Rg = 1,67), l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 1,67) et la carbonisation (Rg = 3,33).

Les résultats du test de rang Kendall révèlent une différence significative entre classements des facteurs de vulnérabilité selon les autorités locales, membres des comités villageois et les agriculteurs ($\chi^2 = 14{,}81 \; ; \; ddl = 6 \; ; \; p = 0{,}022$) avec uncoefficient de concordance W = 0,82.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les éleveurs**

Le tableau XXXI présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les éleveurs.

Tableau XXXI. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les éleveurs

Acteurs indirects et éleveurs	**Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères**						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Autorités locales	4	3	2	1	5	7	6
Membres Comité villageois	3	6	2	1	4	7	5
Eleveurs	3	7	2	1	4	6	5
Rg moyen	**3,33**	**5,33**	**2**	**1**	**4,33**	**6,67**	**5,33**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

De l'analyse du tableau XXXI, il ressort que tous les trois groupes d'acteurs : les éleveurs, les membres des comités villageois et les autorités locales ont classé les facteurs de vulnérabilité des ressources aux rangs différents à l'exception de l'extension des zones de culture sur les aires de transhumance et l'exploitation illégale de bois d'œuvre qu'ils ont respectivement classé au 1er et 2ème rang. Aussi, pendant que les éleveurs et les membres des comités villageois ont classé la carbonisation et les feux tardifs de végétation au 3ème et 4ème rang, les autorités locales les ont classés respectivement au 4ème et 5ème rang. Toutefois, ils sont tous unanimes sur le fait que l'extension des zones de culture sur les aires de transhumance (Rg =1), vient en tête des facteurs de dégradation des ressources suivi de l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 2) et la carbonisation (Rg = 3,33).

Les résultats du test de rang Kendall révèlent une différence significative entre classements des facteurs de vulnérabilité selon les autorités locales, membres des comités villageois et les éleveurs ($\chi^2 = 15{,}71 \; ; \; ddl = 6 \; ; \; p = 0{,}016$) avec un coefficient de concordance W = 0,86.

- **Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs directs et indirects**

Le tableau XXXII présente les rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs directs et indirects.

Tableau XXXII. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs directs et indirects

Acteurs directs et indirects	Facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères						
	C	CD	EBO	EZC	FVT	PC	S
Autorités locales	4	3	2	1	5	7	6
Membres Comité villageois	3	6	2	1	4	7	5
Agriculteurs	3	7	1	3	4	6	6
Eleveurs	3	7	2	1	4	6	5
Rg moyen	**3,25**	**5,75**	**1,75**	**1,50**	**4,25**	**6,50**	**5,50**

C : Carbonisation ; CD : Croissance démographique ; EBO : Exploitation illégale de bois d'œuvre ; EZC : Extension des zones de culture ; FVT : Feux de végétation tardifs ; PC : Perturbations climatiques ; Surpâturage ; Rg : Rang

De l'analyse de ce tableau, on constate que tous les acteurs ont classé aux différents rangs les facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères. Cependant, les éleveurs, les membres des comités villageois et les agriculteurs ont classé au même rang les facteurs : carbonisation, feux de végétation tardifs respectivement au 3ème et 4ème rang. Quant aux facteurs : extension des zones de culture sur aires de transhumance et exploitation illégale de bois d'œuvre, les éleveurs,

les membres des comités villageois et les autorités locales les ont classés respectivement au 1er et 2ème rang. Par contre, les agriculteurs les ont classés respectivement au 3ème et 1er rang adoptant ainsi une attitude de protection de leur activité.

Les résultats du test de rang Kendall révèlent une différence significative entre classements des facteurs de vulnérabilité selon les autorités locales, membres des comités villageois, les éleveurs et les agriculteurs ($\chi^2 = 20{,}21;\ ddl = 6;\ p = 0{,}003$) avec uncoefficient de concordance W = 0,84.

8.2. ANALYSE DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES RESSOURCES FOURRAGERES SELON LES DIFFERENTS ACTEURS

8.2.1 Extension des zones de culture, un facteur plus destructeur des ressources fourragères que l'exploitation du bois d'œuvre, la carbonisation, le surpâturage, la croissance démographique et les perturbations climatiques

L'augmentation des besoins en terres pour l'agriculture conduit à l'extension des zones de culture. Les terroirs villageois étant de plus en plus occupés dans les Communes de Bantè et Savalou par les plantations d'anacardiers, les couloirs et aires de transhumance sont de plus en plus émiettés pour les besoins de nouvelles terres fertiles. Selon les autorités locales, les membres des comités villageois et les éleveurs, l'extension des zones de culture est le facteur le plus destructeur des ligneux et des herbacées. En effet, l'agriculture pratiquée dans le secteur est de type extensif, sur brûlis utilisant assez d'espaces et des outils rudimentaires notamment la daba avec généralement de faibles rendements. Dans ce cas, les agriculteurs abattent tous les arbres se trouvant sur les espaces emblavés par rapport aux exigences en énergie solaire de certaines cultures telles que le coton (Photo 12) et l'igname.



Photo 10. Champ de coton à Akpaka, Cliché : Bio Sannou, 2013

La Photo 12 montre un champ de coton (6 ha) à Akpaka dans lequel presque tous les arbres sont défrichés. On peut voir jusqu'à 300 m, tous les arbres sont presqu'à sec formant ainsi un ''cimetière d'arbres''. Ce même espace servira à cultiver l'igname la saison suivante, raison

fondamentale de la destruction. Les espèces de grandes valeurs médicinales et socio-économiques (bois d'œuvre) ne sont pas toujours sauvegardées. L'ampleur des dégâts traduit les incidences négatives de cette pratique sur les plans social, économique et environnemental.

8.2.2 Exploitation du bois d'œuvre un facteur moins destructeur des ligneux fourragers que l'agriculture

Les autorités locales, les membres des comités villageois et les éleveurs attestent que l'exploitation du bois d'œuvre est une activité qui vient au second rang après l'agriculture (EZC). Pour eux, l'exploitant fait un choix sélectif des essences à abattre au lieu d'une destruction systématique de toutes ces essences. Par contre, selon les agriculteurs, l'exploitation du bois d'œuvre est l'activité qui dégrade le plus les ligneux et les herbacées. Les espèces abattues par les exploitants sont celles recherchées le plus dans l'alimentation du bétail à savoir : *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus erinaceus*, *Afzelia africana* etc. En effet, les exploitants après qu'ils aient abattu les arbres ne procèdent plus au reboisement afin de compenser plus ou moins les pertes. De même, les rémanents laissés par ces derniers dans la zone détruisent tout, herbacées comme arbustes lors d'un passage de feu de végétation. Cette activité a pris une ampleur qui devient source de multiples dénonciations de la part des agriculteurs. La Photo 13 présente un tas de madriers d'*Afzelia africana*.



Photo 11. Vue d'une partie d'un tas de bois d'œuvre à Bantè-Centre, Cliché : Bio Sannou, 2013

La Photo 13 montre un tas de madriers à Bantè centre prêts à la vente ou à la transformation. On peut apprécier la qualité du type de ligneux abattus (*Afzelia africana*). L'ampleur de l'exploitation forestière est ainsi indexée.

8.2.3 Carbonisation, une activité moins destructrice des ligneux et herbacées que l'exploitation du bois d'œuvre et l'agriculture (EZC)

Selon tous les acteurs (autorités locales, membres des comités villageois, agriculteurs et éleveurs), la carbonisation est une activité qui vient en troisième position après l'agriculture et l'exploitation des bois d'œuvre. Elle consiste à transformer le bois en charbon, une autre source

d'énergie utilisée par les ménages surtout dans les centres urbains. L'utilisation importante de cette source dans ces ménages urbains à fait accroître sa production. Le constat sur le terrain est qu'elle n'est plus à l'actif des allochtones seuls (Lokpa, Yom et Adja); même les autochtones s'y adonnent et trouvent que cela leur permet de satisfaire certains de leurs besoins que les revenus issus des cultures agricoles et de la commercialisation des noix d'anacarde ne règleraient pas entièrement : scolarité des enfants, santé, mariage etc. En somme, contrairement aux exploitants de bois d'œuvre qui ne font pas du reboisement un souci primordial, les charbonniers sont par ailleurs agriculteurs et mettent en terre en retour des plants d'anacardiers sur des parcelles données.

8.2.4 Feu de végétation tardif, un facteur moins destructeur que l'agriculture, l'exploitation du bois d'œuvre, et la carbonisation

Par rapport aux rangs moyens calculés, le feu de végétation vient au quatrième rang de destruction, les classements des membres des comités villageois, des éleveurs et des producteurs le confirment. Il existe deux modes de feu de végétation. Les feux de végétation précoces pratiqués avant la fin de la saison pluvieuse. L'intérêt ici est de réduire les effets dévastateurs des feux tardifs sur les éléments de la biodiversité végétale. Beaucoup d'agriculteurs estiment qu'à cause des plantations d'anacardes, qu'ils font précocement des pare-feu pour les protéger. Les feux de végétation tardifs calcinent tout sur leur parcours. Aussi bien éleveurs, agriculteurs, charbonniers et exploitants ont une responsabilité partagée dans la pratique des feux de végétation tardifs.

8.2.5 Surpâturage, une activité moins destructrice des ligneux et herbacées que l'exploitation du bois d'œuvre, l'agriculture, la carbonisation et les feux de végétation tardifs

Le surpâturage est une pratique qui consiste à exploiter de façon excessive des ressources fourragères. Selon les rangs moyens calculés, il est au cinquième rang et même selon les éleveurs. Cela s'explique par le fait, qu'en saison pluvieuse il y a suffisamment de ressources fourragères. Pendant la grande saison sèche, disent-ils, c'est en raison du nombre insuffisant de points d'eau permanents, qu'ils vont au Togo ou dans les régions d'Agonli, Lalo et Aplahoué où il y a assez de points d'eau et de fourrages dans les bas-fonds de ces zones d'accueil. Pour les éleveurs, l'émondage est moins destructif des ligneux que l'exploitation du bois d'œuvre, l'agriculture et la carbonisation. L'arbre émondé continuera à exister toujours tant qu'un agriculteur, exploitant ou charbonnier ne le coupe. Toutefois, en exerçant une pression forte et permanente sur une aire de transhumance donnée par un effectif élevé de bovins, certaines espèces ligneuses et herbacées se raréfient.

8.2.6 Croissance démographique, un facteur plus destructeur des ressources pastorales que les perturbations climatiques

L'augmentation de la population est un facteur qui selon les membres des comités villageois, les éleveurs et agriculteurs est un facteur qui a peu d'incidences sur les ressources fourragères en particulier et naturelles en général. Cette attitude s'explique par une double méconnaissance. D'abord simplement parce qu'en partant de l'exemple du noyau familial en milieu rural, lorsque l'effectif des membres augmente, les besoins fondamentaux chez l'homme (se nourrir, se loger, se vêtir, se soigner, s'éduquer), connaissent aussi un accroissement. Ensuite, la croissance démographique est le facteur fondamental ou clé qui explique, ou induit les autres. Autrement dit, chacun d'eux est lié à ce facteur car, on ne peut parler d'exploitation excessive de bois d'œuvre, de carbonisation par exemple que lorsque la population augmente en même temps que les besoins. Les autorités locales, en tant que décideurs et acteurs de la mise en œuvre des politiques de développement, comprennent bien les enjeux que présente l'augmentation de la population c'est ce qui justifie leur classement au troisième rang pour certains d'entre eux et au premier rang pour d'autres.

8.2.7 Perturbations climatiques comme facteur destructeur des ressources pastorales

L'homme est l'élément au centre du réchauffement climatique qui se traduit, par ses ambitions grandioses d'assurer sa propre survie et de maîtriser le monde à partir par exemple, de la mise en place d'industries lourdes émettrices de gaz à effet de serre. En dehors de l'homme, on a les phénomènes naturels tels que les volcans. Ce sont les conséquences de ce réchauffement qui se traduisent par les perturbations climatiques (abondance ou insuffisance de pluie, calendrier imprécis etc.). C'est au vu de la non mise en corrélation directe de ce facteur d'avec les autres facteurs, qu'ils l'ont tous classé au dernier rang.

En somme, tous ces facteurs ont une incidence négative sur l'environnement en général et sur les ressources pastorales en particulier. Ils sont donc les déterminants fondamentaux du déclenchement des conflits entre agriculteurs et éleveurs. En effet, la dégradation de ces ressources explique, leur vulnérabilité et donc, leur faiblesse à supporter les effectifs de plus en plus élevés des bovins d'où la gestion de l'espace devient un enjeu important pour ces deux groupes d'acteurs : agriculteurs et éleveurs. Car, autant les parcours de transhumance sont importants pour l'éleveur pour l'alimentation de son troupeau; autant l'agriculteur accepte les exploiter pour son champ.

8.3 VULNERABILITES CLIMATIQUES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE ET STRATEGIES D'ADAPTATION DANS LE MOYEN-BENIN

La variabilité climatique dans le Moyen-Bénin conduit à des extrêmes climatiques qui menacent les parcours de transhumance et le cheptel transhumant. Les transhumants ont une certaine connaissance des manifestations des vulnérabilités climatiques sur les parcours naturels et développent par conséquent des stratégies d'adaption comme éléments de réponses.

8.3.1 Perceptions des transhumants sur les vulnérabilités climatiques des parcours

Les transhumants détiennent des connaissances sur les menaces climatiques auxquelles sont soumis les parcours naturels dans le Moyen-Bénin. Le tableau XXXIII présente les différentes modalités des vulnérabilités climatiques sur les parcours de transhumance.

Tableau XXXIII. Vulnérabilités climatiques des parcours naturels selon les transhumants

Modalité	Effectifs	Pourcentage (%)
Inondation	131	66,84
Erosion hydrique	85	43,37
Sécheresse	72	36,73

Les menaces climatiques des parcours naturels selon les transhumants sont les vulnérabilités à l'inondation (66,84 %), l'érosion hydrique (43,37 %) et la sécheresse (36,73 %. La modélisation de ces différentes vulnérabilités permettra de mieux les spatialiser.

8.3.2 Modélisation des vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance

Les parcours de transhumance du Moyen-Bénin sont vulnérables aux risques d'inondation, d'érosion hydrique et de sécheresse. Ces différentes vulnérabilités ont été évaluées qualitativement, et cartographiées à partir de l'analyse multicritère.

8.3.2.1 Cartographie des vulnérabilités d'inondation des parcours de transhumance

L'inondation est une submersion temporaire par l'eau des terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Plusieurs facteurs combinés contribuent à l'occurrence du risque à l'inondation dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin. Au nombre de ces facteurs, on peut retenir l'indice pluviométrique, la nature du sol et l'indice topographique déterminé à partir du Modèle Numérique d'Altitude (MNA).

- **Sensibilité suivant la nature du sol**

La nature du sol permet d'apprécier sa perméabilité et son aptitude à s'inonder. Le facteur pédologique est caractérisé par l'hydromorphie des sols. La Figure 76 présente la sensibilité de ces types de sol à l'inondation.

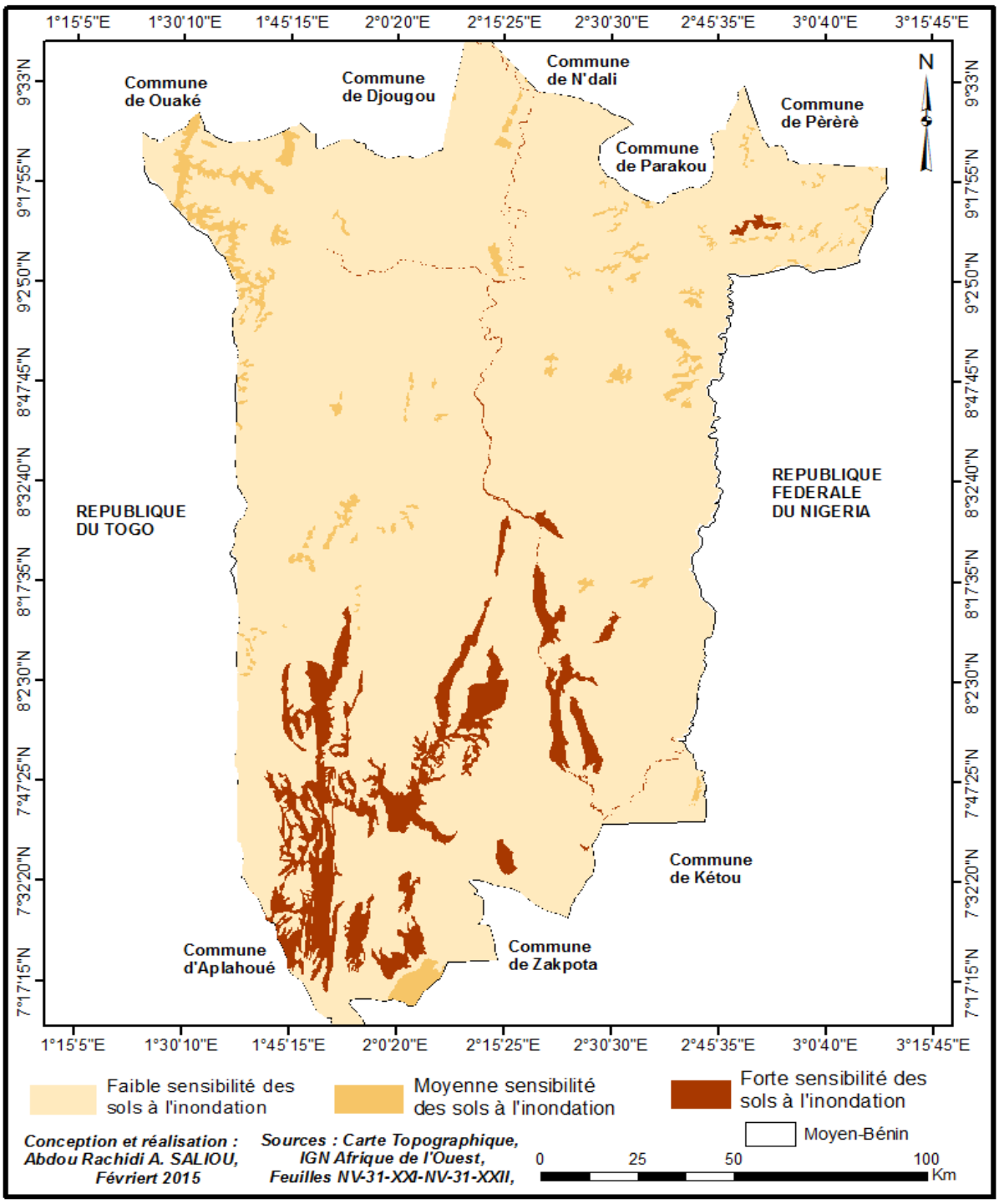


Figure 76. Sensibilité des types de sols à l'inondation

L'analyse de cette figure montre une faible sensibilité à l'inondation des sols parcours de transhumance à 70 % beaucoup plus dans les parties centrale et méridionale, moyenne à 10 % et forte à 20 % dans la partie méridionale et septentrionale du Moyen-Bénin.

Les types de sols liés à une faible vulnérabilité sont en majorité les sols ferrugineux ; en ce qui concerne les sols ferralitiques et minéraux bruts leur contribution à la vulnérabilité à

l'inondation est moyenne. Quant aux sols hydromorphes, leur nature d'hydromorphie est très favorable à l'occurrence d'inondation dans le Moyen-Bénin.

Sensibilité de l'indice topographique

Le relief est une donnée fondamentale pour l'étude de tous les phénomènes naturels régis par la gravité et qui obéissent aux lois physiques de l'écoulement. Le Modèle Numérique d'Altitude (MNA) a une grande influence puisqu'elle fournit des informations sur les dénivelées. Le gradient de la pente agit directement sur le ruissellement, l'infiltration et par ricochet peut favoriser l'inondation (Figure 77).

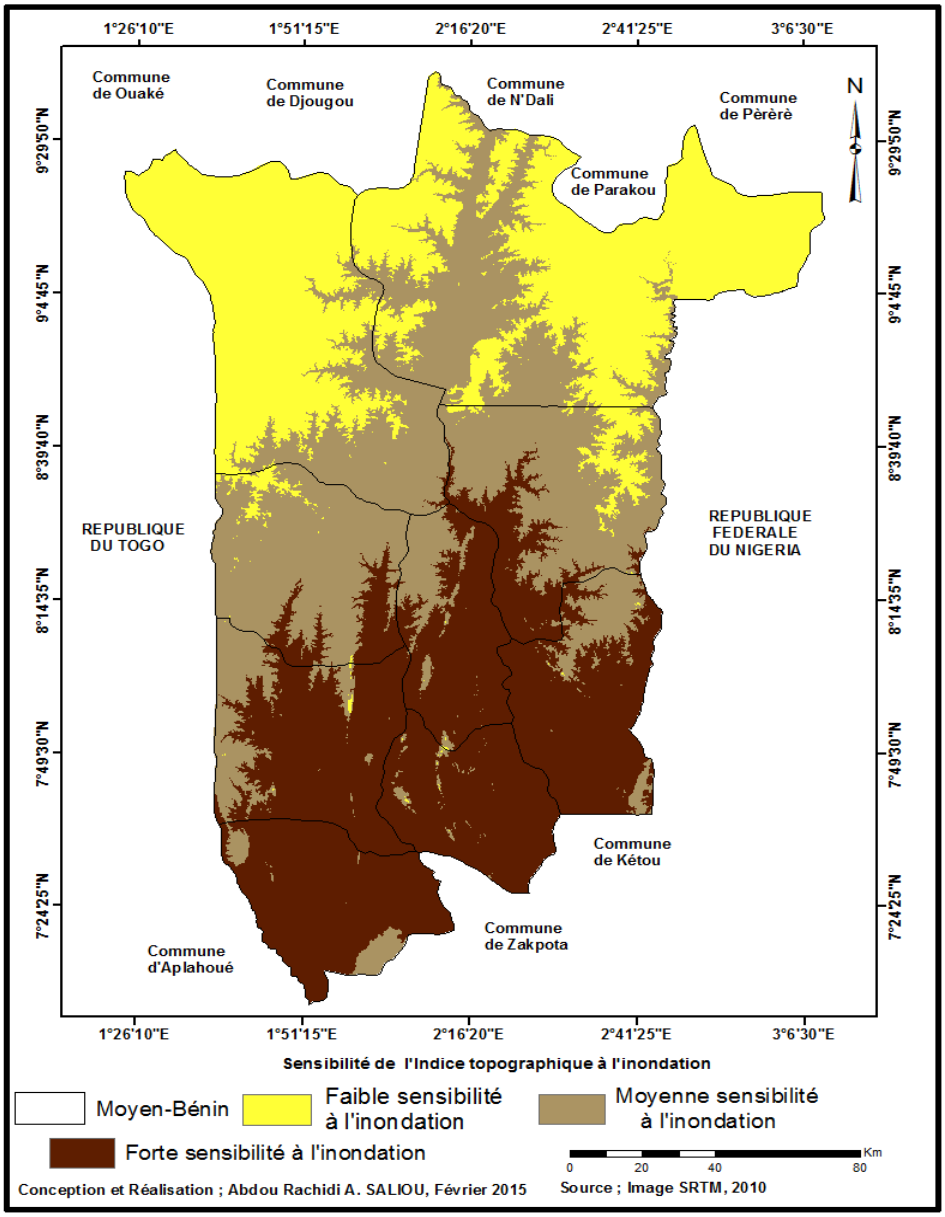


Figure 77. Sensibilité de l'indice topographique à l'inondation

La présente figure met en exergue la sensibilité de l'indice topographique à l'inondation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

Elle est beaucoup plus dominée par une sensibilité faible de l'indice topographique à l'inondation à 35 %, moyenne à 40 % et forte à 25 %, dans les parcours de transhumance du secteur d'étude.

Sensibilité du couvert végétal

Le couvert végétal joue un rôle important dans la protection du sol à l'inondation (Figure 78).

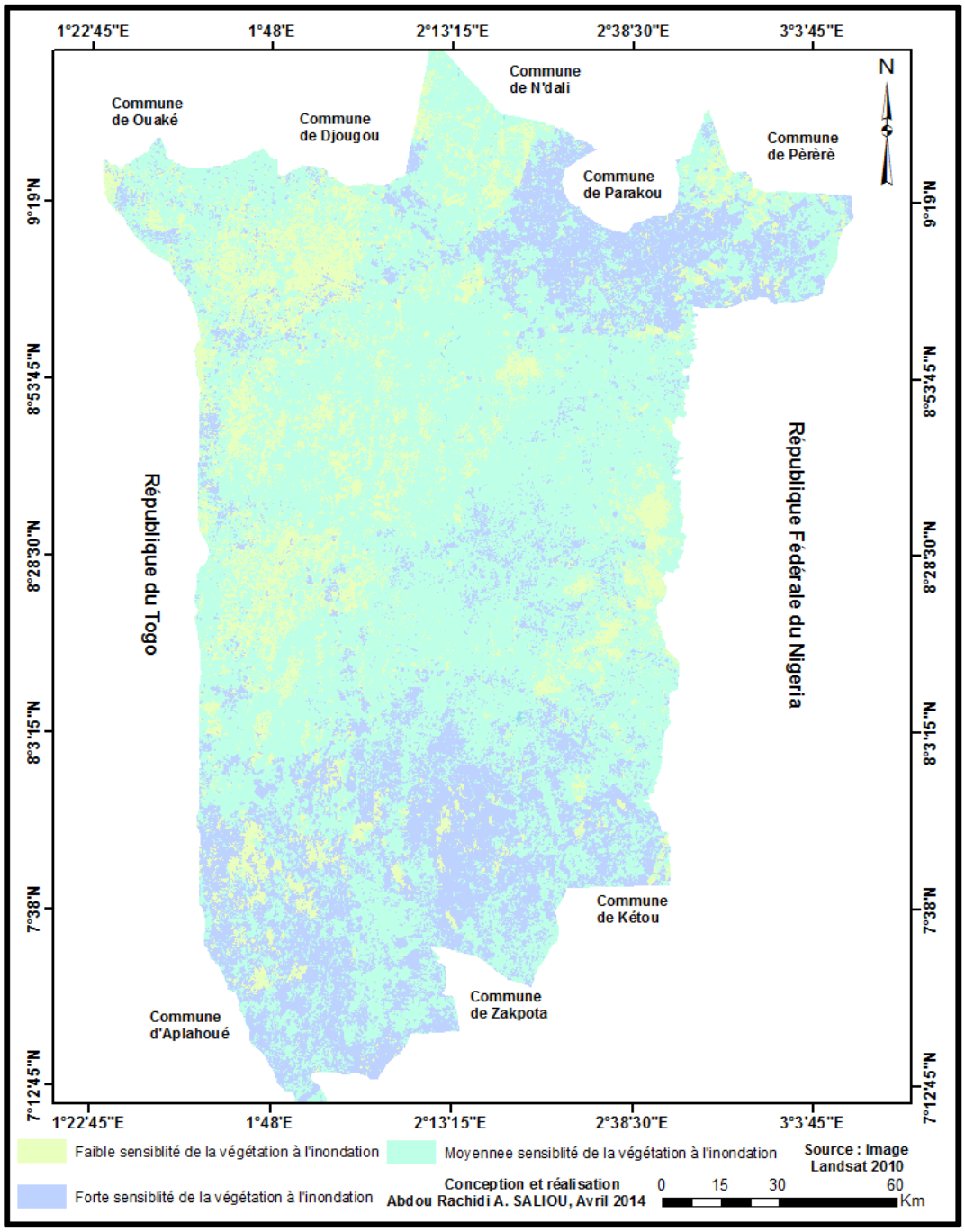


Figure 78. Sensibilité du couvert végétal à l'inondation

Moins le sol est couvert, plus il est exposé au risque d'inondation. La sensibilité à l'inondation du couvert végétal montre une faible exposition (10%) dispersée dans la zone, une moyenne

exposition (55%) répartie beaucoup plus au centre et au nord-ouest, et une forte exposition (35%) distribuée au sud et au nord-est des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

Les zones de faible sensibilité sont ceux des forêts dense, forêt claire et savane boisée, et galerie forestière ; les zones de moyenne sensibilité couvre les savanes arborées et arbustives, les champs et jachères ; et les zones de forte sensibilité sont les sols nus.

Sensibilité du flux d'accumulation d'eau

Les zones d'accumulation donnent des indications sur l'orientation et la vélocité d'écoulement des eaux suivant les valeurs de pentes du terrain (Figure 79).

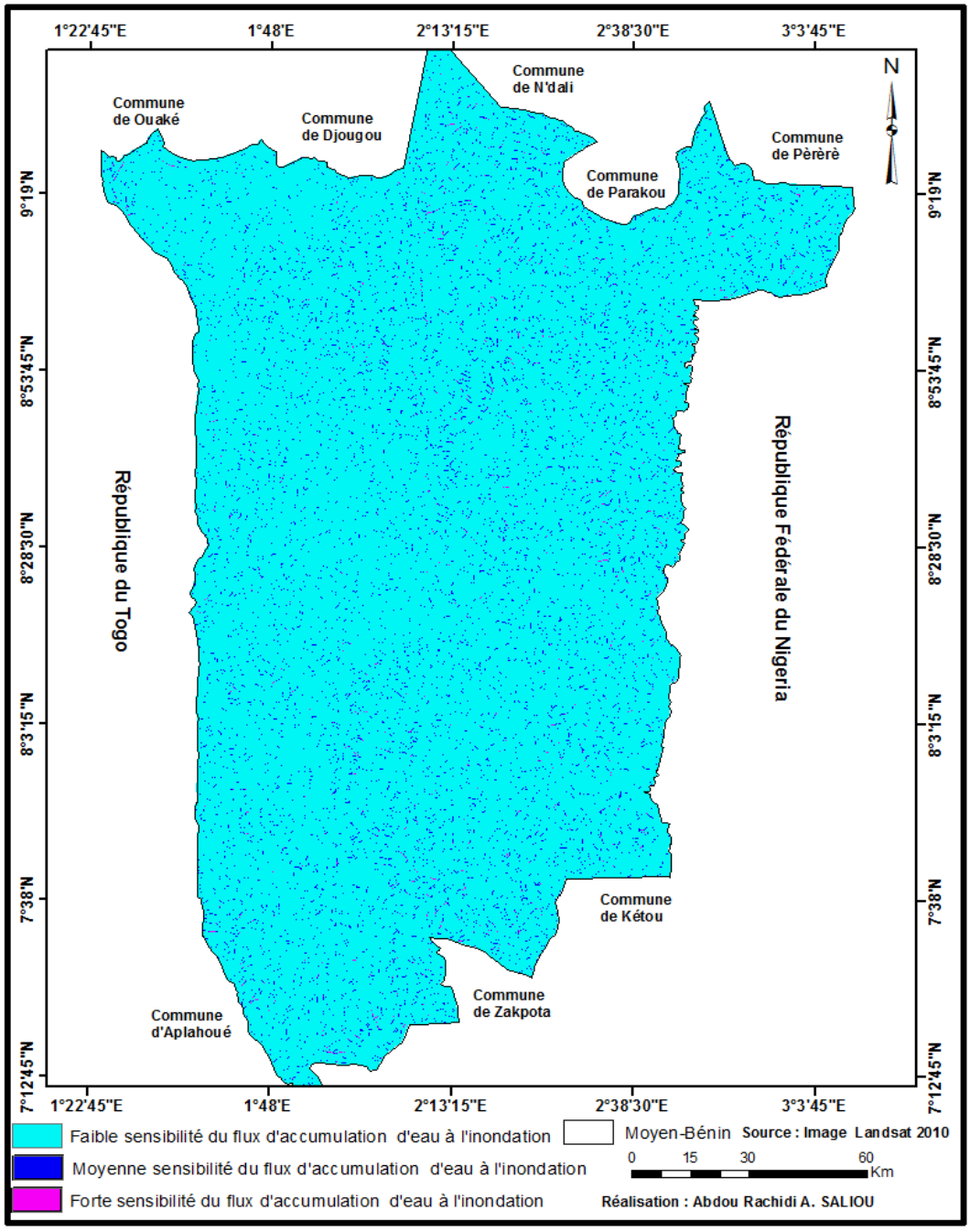


Figure 79. **Sensibilité du flux d'accumulation d'eau à l'inondation**

Elles désignent des aires de rétention d'eau. Le flux d'accumulation d'eau dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin présente deux zones dont une à faible sensibilité à 70 % et une moyenne sensibilité à 30 %. Ces zones de moyenne sensibilité ne sont rien d'autre que les bas-fonds, les dépression et les plaines inondables.

Sensibilité de la pluviométrie

La pluie est l'élément principal de l'humidification du sol. Sans précipitation, il n'y a pas d'humidité du sol.

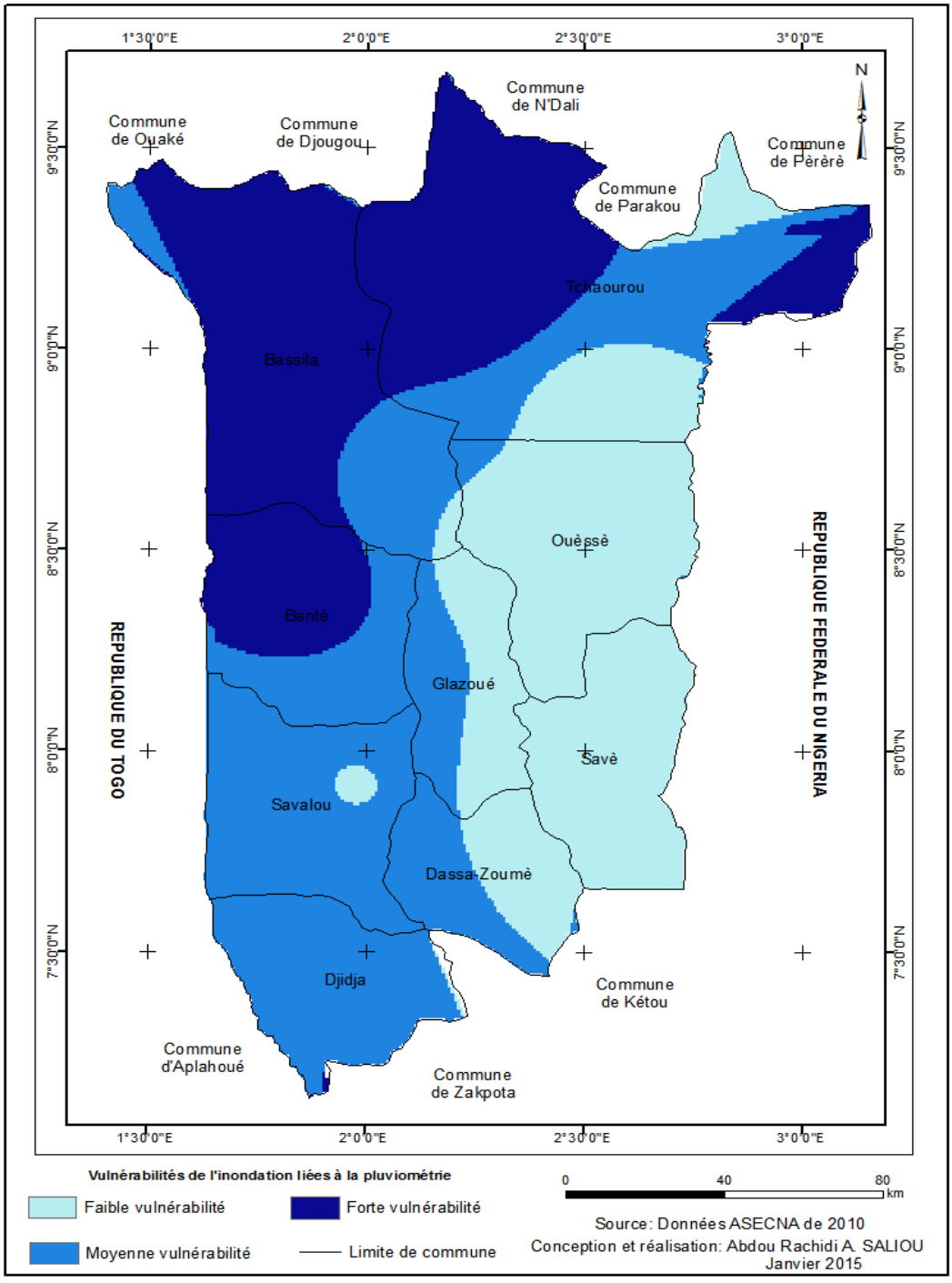


Figure 80. Sensibilité de l'indice pluviométrique à l'inondation

L'humidité du sol est liée à la hauteur de pluie reçue dans cette région. La répartition de la pluviométrie est un facteur d'occurrence d'inondation des parcours de transhumance. La Figure 80 présente la sensibilité de la pluviométrie à l'inondation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.

La sensibilité de l'indice pluviométrie dans le Moyen-Bénin est faible à 26% dans la partie Est et le Centre, moyenne à 34% dans les parties Sud-Ouest et Nord-Est, forte à 40% dans la partie Nord-Ouest.

☞ ***Vulnérabilités à l'inondation des parcours de transhumance du Moyen-Bénin***

Les vulnérabilités à l'inondation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin résultent de la combinaison des sensibilités des facteurs en jeu.

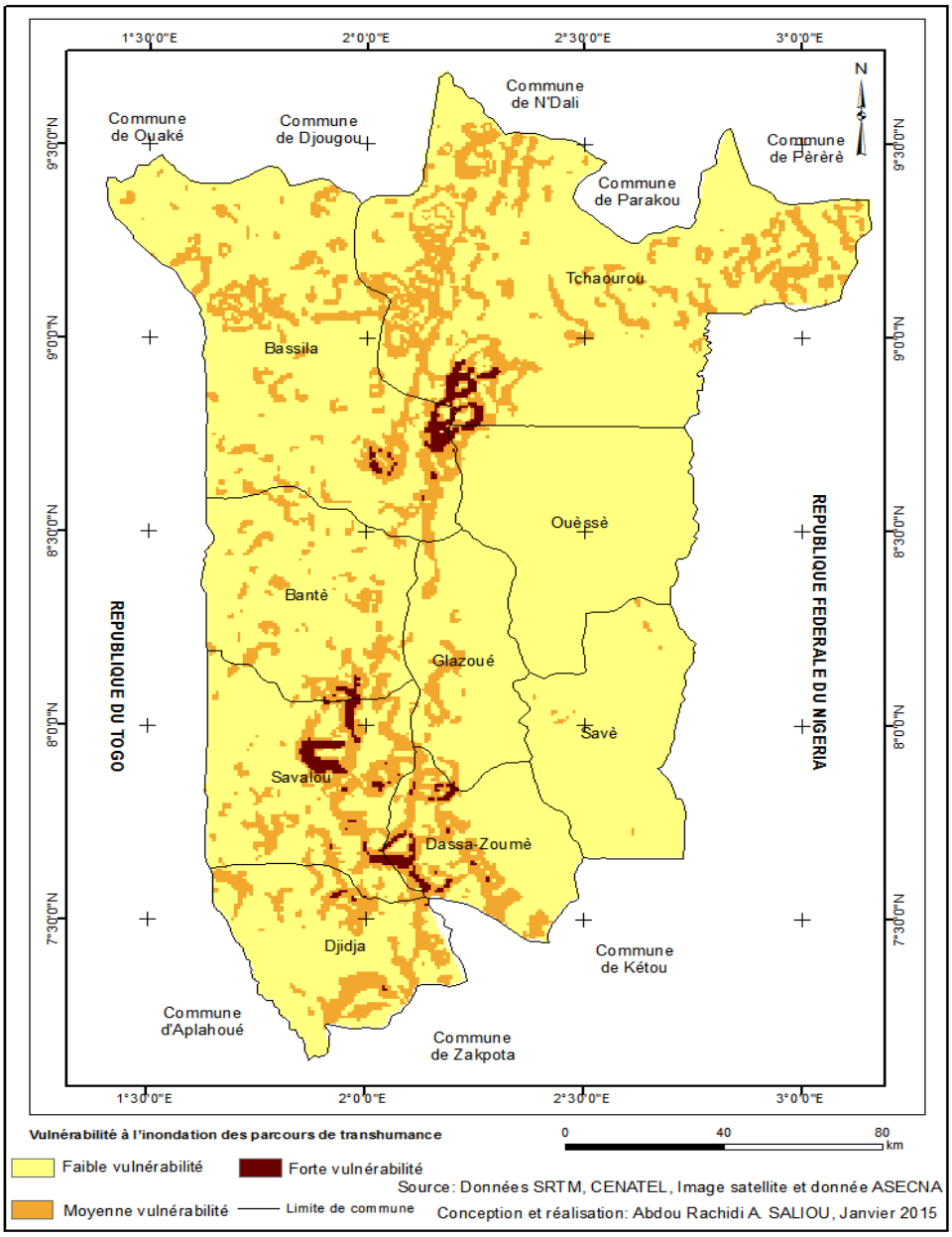


Figure 81. Vulnérabilités des parcours de transhumance à l'inondation dans le Moyen-Bénin

La Figure 81 présente les différentes vulnérabilités à l'inondation des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin. On note la dominance de faible vulnérabilité (75,67%), suivi de celles moyenne (18%) et forte (6,33%).

8.3.2.2 Analyse multicritère et cartographie des vulnérabilités liées au risque d'érosion hydrique

Les vulnérabilités au risque d'érosion des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin sont fonction des sensibilités liées à la pente à travers l'indice topographique, la pluviométrie par l'indice d'érosivité, la nature des sols avec l'indice d'érodabilité, et l'occupation du sol.

- **Sensibilité de l'indice topographique à l'érosion hydrique**

Les sensibilités moyenne (45%) et faible (35%) liées à la pente, prédominent dans la zone d'étude respectivement dans la parties centrale et méridionale. La forte sensibilité (20%) s'étend plus à l'ouest et à l'est de la partie septentrionale (Figure 82).

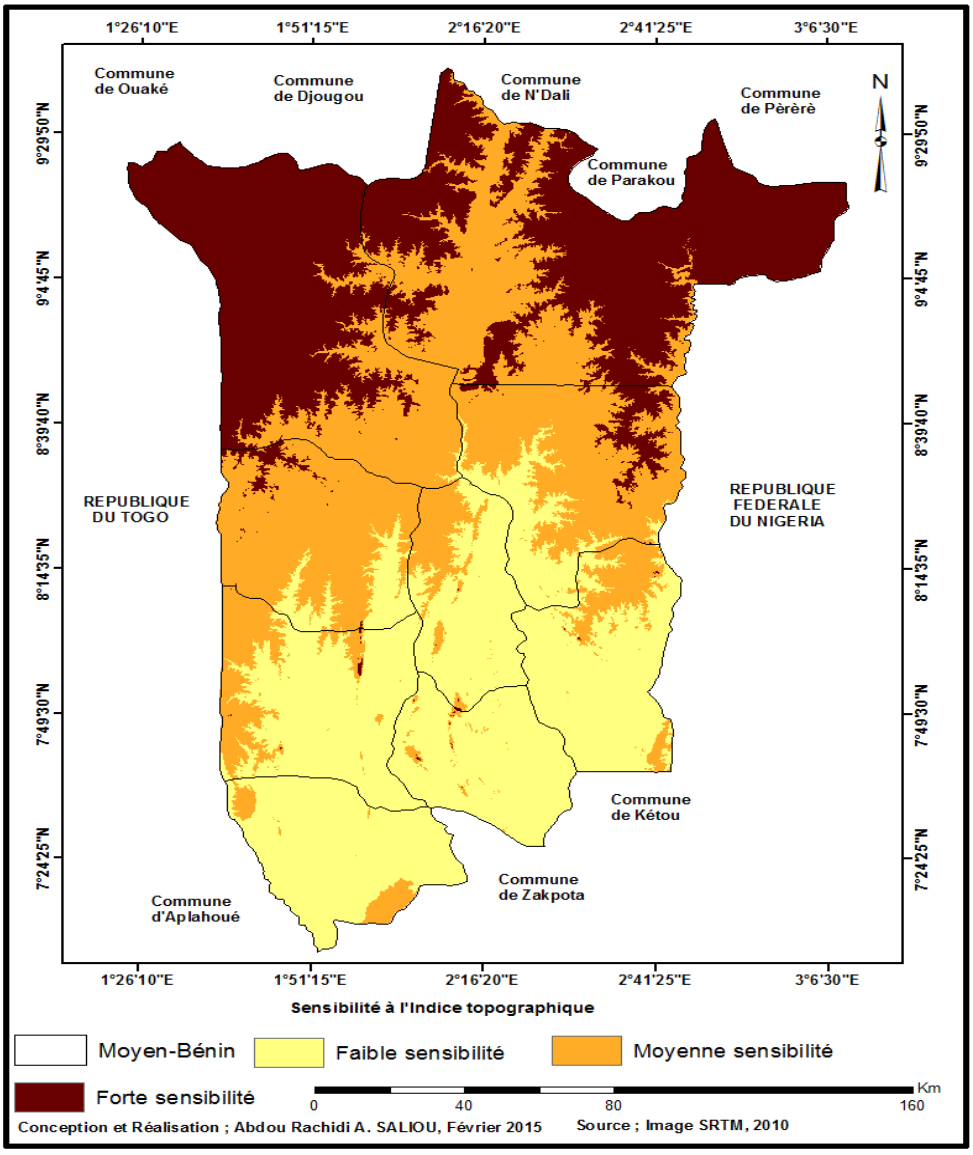


Figure 82. Sensibilité de l'indice topographique à l'érosion hydrique

➢ **Sensibilité de l'indice pluviométrique à l'érosion hydrique**

L'analyse de la carte révèle que plus on va vers l'ouest et le nord ouest plus les pluies deviennent intense et plus l'érosivité est forte. La sensibilité des sols à l'érosivité croit du sud-est vers le nord-ouest, elle est faible à 28 %, moyenne à 51% et élevée à 21 % (Figure 83).

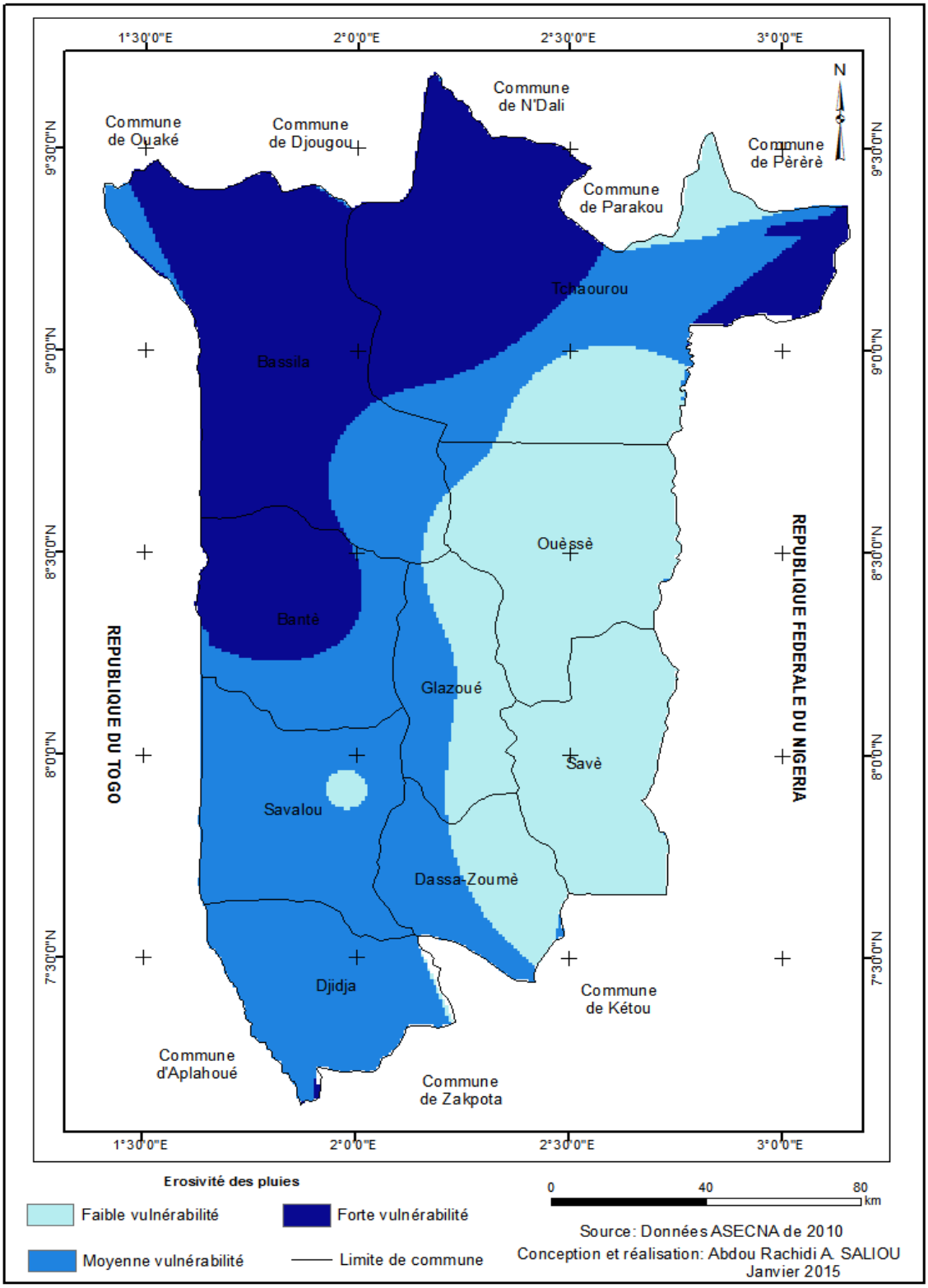


Figure 83. Erosivité des pluies dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin

➢ **Sensibilité de la nature du sol à l'érosion hydrique**

L'érodabilité des sols ou leur sensibilité à l'érosion hydrique dépend de leur nature. Trois types d'érodabilité des sols ont été distingués dans le Moyen-Bénin (Figure 84).

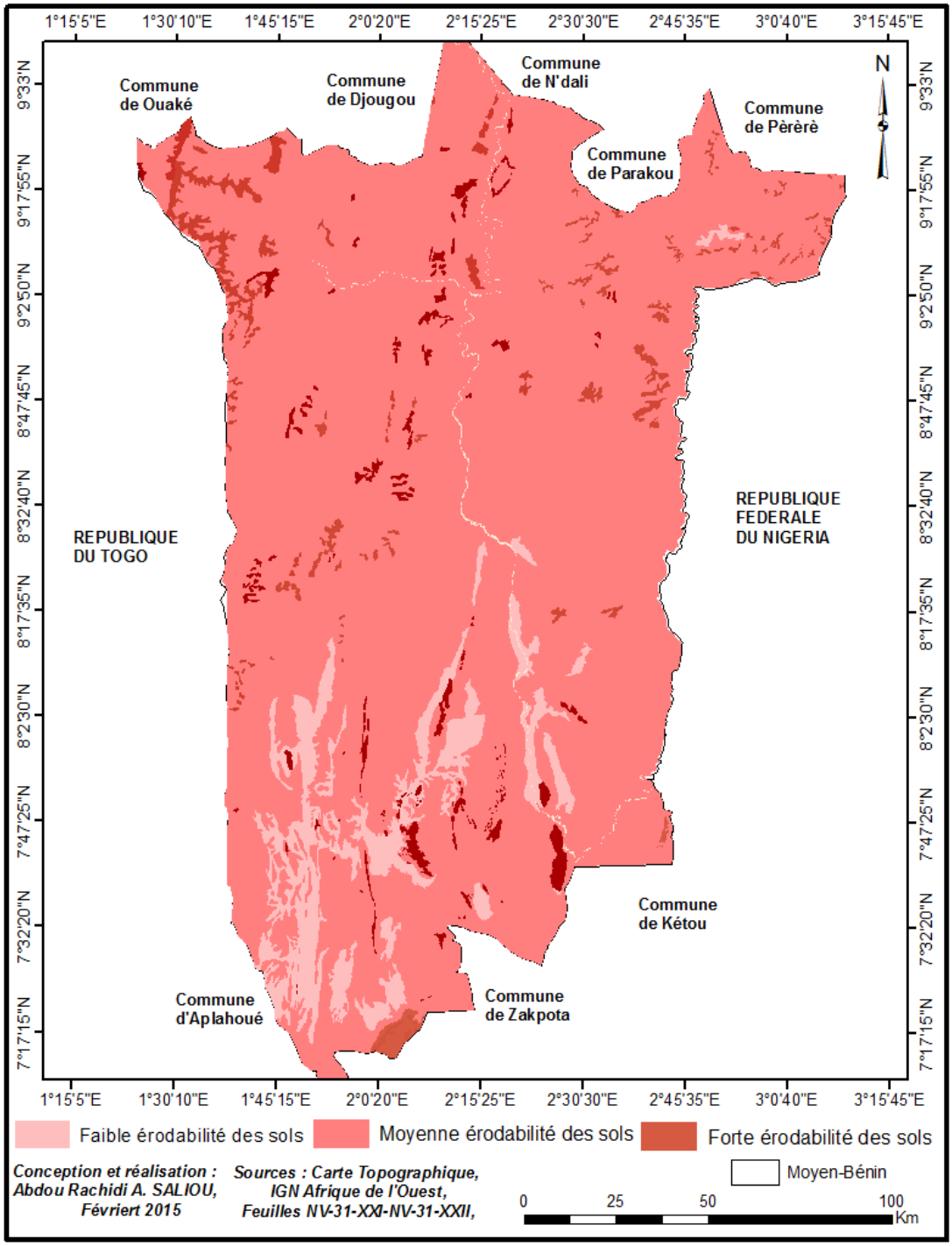


Figure 84. Erodabilité des sols des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin

Il s'agit de la faible érodabilité liée aux sols hydromorphes (15%) dominante dans la partie sud, de la moyenne érodabilité liée aux sols ferrugineux (80%) répandue sur la quasi-totalité du secteur d'étude, la forte érodabilité liée aux sols ferralitiques, minéraux bruts (5%) distribuée beaucoup plus dans les parties centrale et septentrionale.

➢ **Sensibilité de l'occupation du sol à l'érosion hydrique**

La sensibilité de l'occupation du sol à l'érosion hydrique varie en fonction des unités d'occupation du sol présente. Ainsi, trois classes d'occupation du sol mettant en exergue des sensibilités faible à 15%, moyenne à 60% et forte (25%) (Figure, 85).

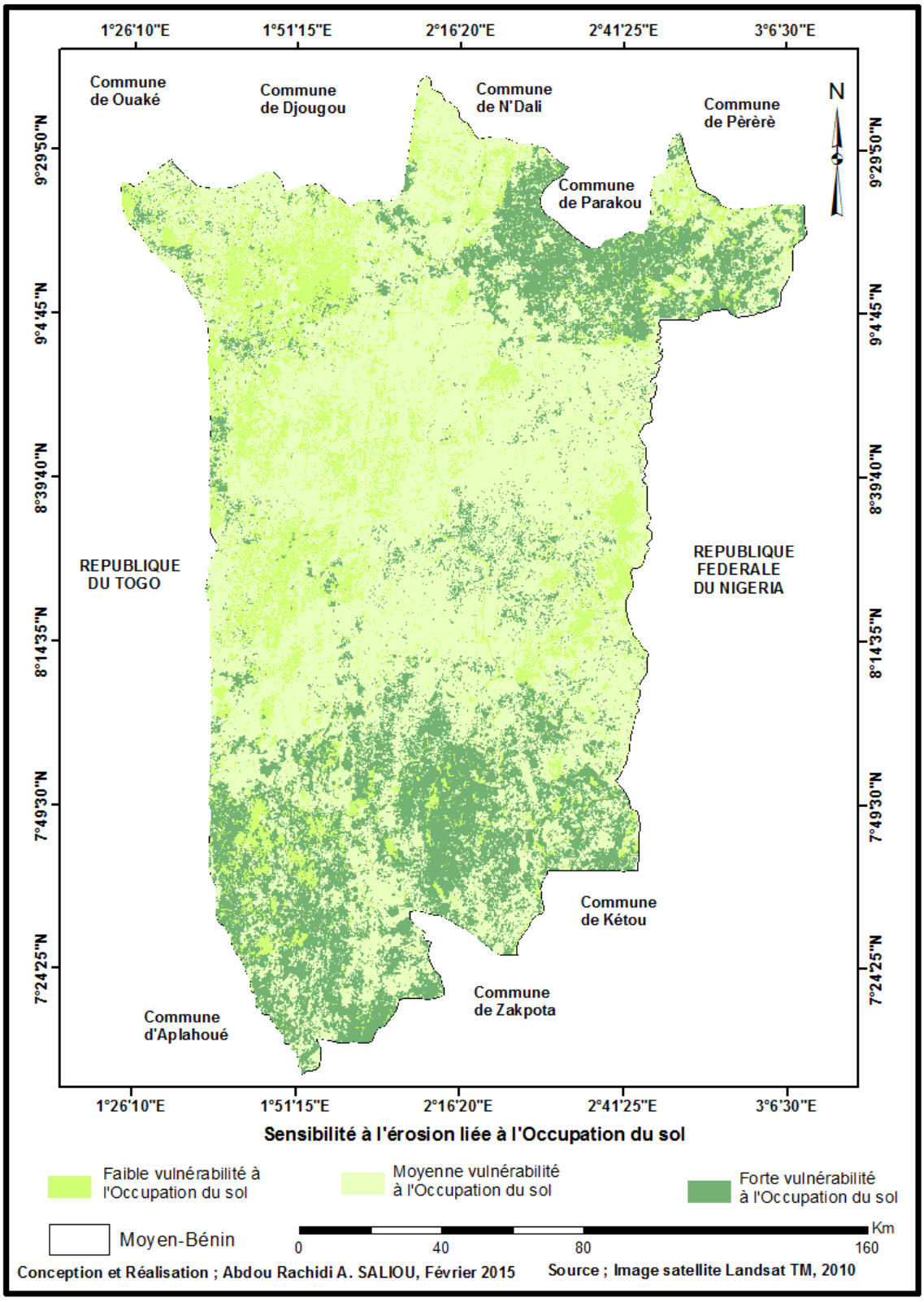


Figure 85. Sensibilité de l'érosion liée à occupation du sol

☞ ***Vulnérabilités à l'érosion des parcours de transhumance du Moyen-Bénin***

La carte de vulnérabilité à l'érosion hydrique dans le Moyen-Bénin est le résultat de la combinaison des cartes de sensibilité topographique, de sensibilité de l'occupation du sol, de l'érodabilité des sol et de l'érosivité des pluies (Figure 86).

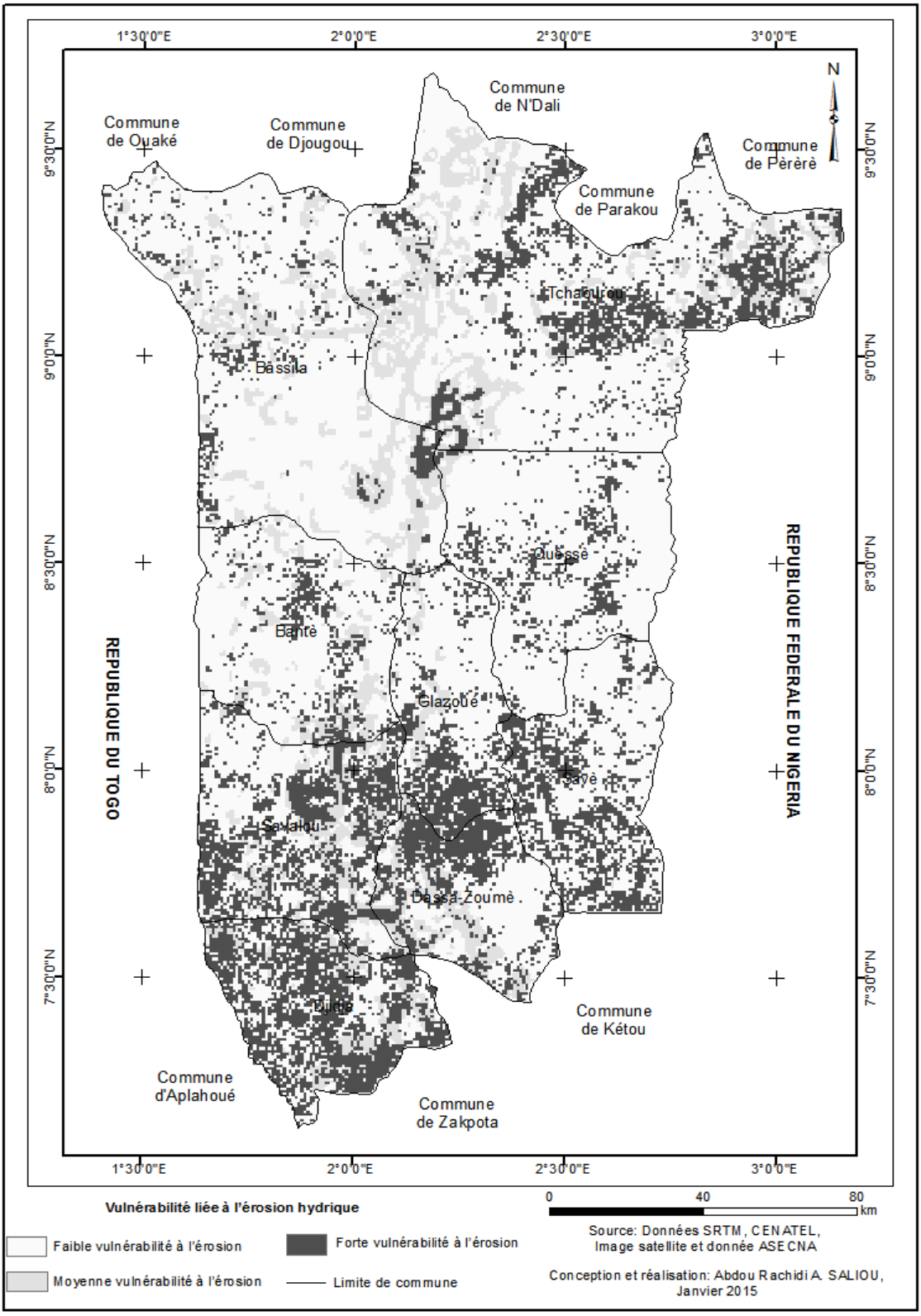


Figure 86. Vulnérabilités des parcours de transhumance à l'érosion hydrique

Elle comprend trois (3) classes de vulnérabilité à l'érosion : faible (57,14%), moyenne (14,29%), et forte (28,57%).

Les zones à vulnérabilité faible se localisent surtout dans les parties centrale et septentrionale où la couverture végétale est dense.

Les sites à vulnérabilité moyenne sont dispersés un peu partout dans l'espace (Photo 14 a). Quant aux zones à forte vulnérabilité elle se situe beaucoup plus là où la végétation est fortement dégradée et substituée par les sols nus, les aires de cultures, principalement au sud et au nord-ouest (Photos 14b).



Photos 12. Effet de l'érosion liée à la combinaison du piétinement et du ruisselement à Alafiarou et Boukoussera (Cliché Saliou, Août 2014)

8.3.2.3 Analyse multicritère et cartographie des vulnérabilités liées au risque de sécheresse

Les vulnérabilités à la sécheresse des parcours de transhumance ont été appréciées à partir de l'analyse monocritère des sensibilités de l'indice normalisé de végétation, de l'indice standardisé de pluviométrie et de l'indice de déficit pluviométrique.

- **Sensibilité de l'Indice Normalisé de Végétation (NDVI) à la sécheresse**

Trois grands niveaux de sensibilité à la sécheresse du NDVI ont été mis en exergue dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin (Figure 87).

Il s'agit des zones de faible sensibilité (59,18%), de sensibilité modérée (7,21%) et de forte sensibilité (33,61%).

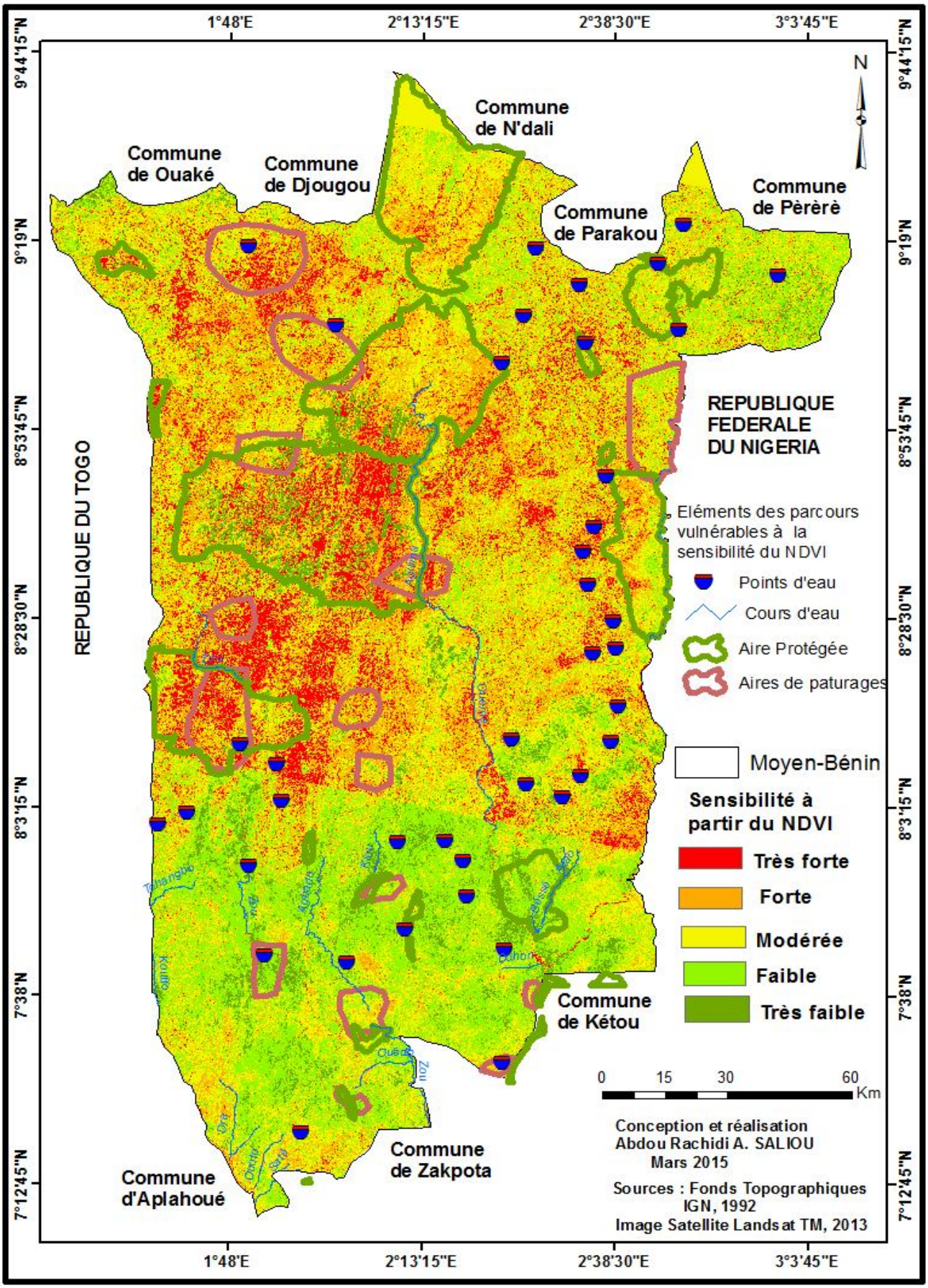


Figure 87. Sensibilité du NDVI au risque de sécheresse dans les parcours de transhumance

➢ **Sensibilité de l'indice Standardisé de Pluviométrie (SPI) à la sécheresse**

La sensibilité de l'Indice Standardisé de Pluviométrie à la sécheresse dans les parcours de transhumance est beaucoup plus modérée (81,75%) et ensuite forte (17,80%) (Figure 88).

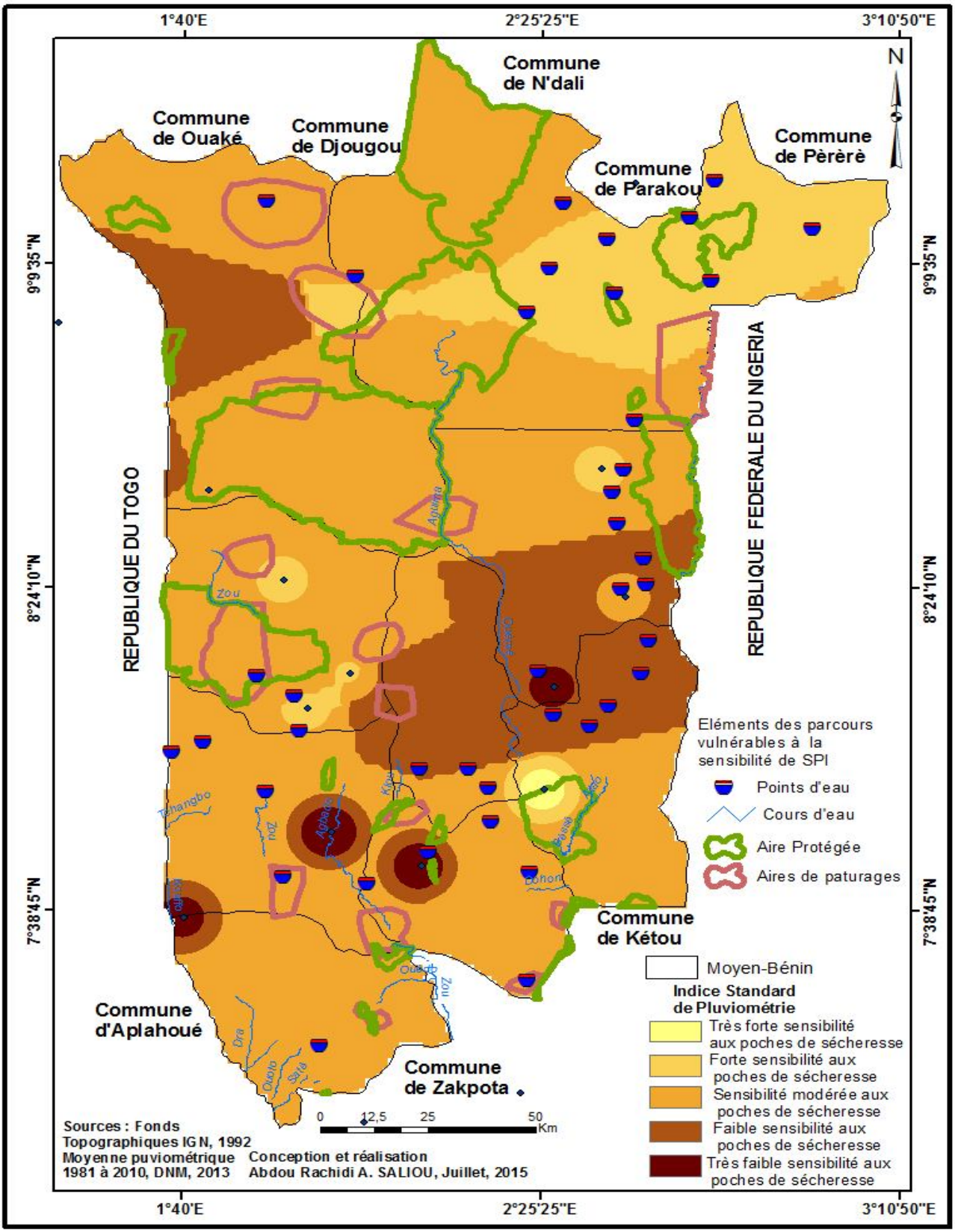


Figure 88. Sensibilité du SPI au risque de sécheresse dans les parcours de transhumance

➢ **Sensibilité de l'indice de Déficit Pluviométrique (IDP) à la sécheresse**

L'Indice de Déficit Pluviométrique est faiblement sensible à la sécheresse à 32,48%, modérément sensible à 58,03% et fortement sensible à 9,49% dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin (Figure 89).

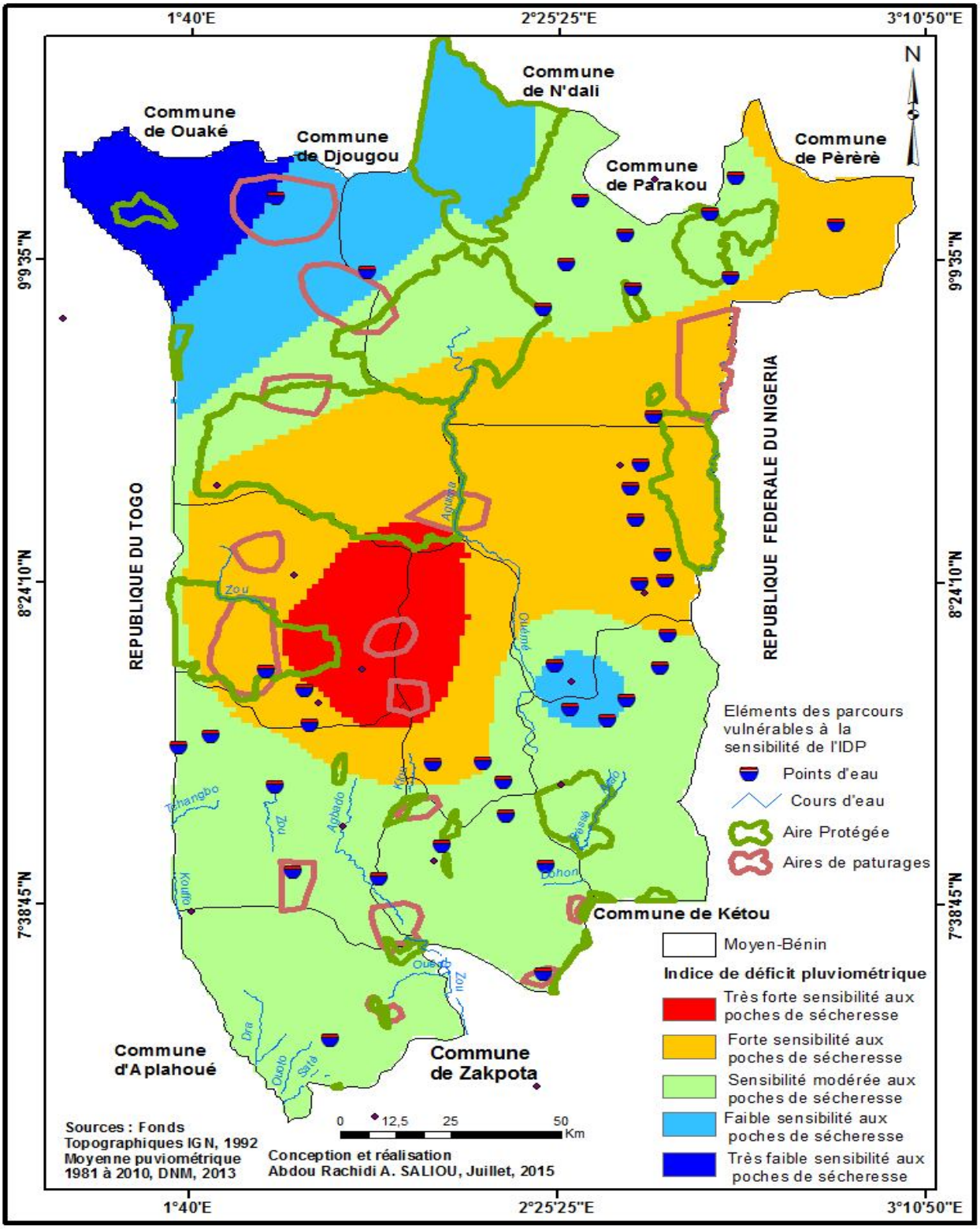


Figure 89. Sensibilité de l'IDP au risque de sécheresse dans les parcours de transhumance

☞ ***Vulnérabilité des entités de parcours de transhumance à la sécheresse***

La vulnérabilité à la sécheresse des parcours de transhumance résulte de la combinaison des bandes de sensibilité des différents facteurs, de leur hiérarchisation et de leur classification en niveaux de vulnérabilités (Figure 90).

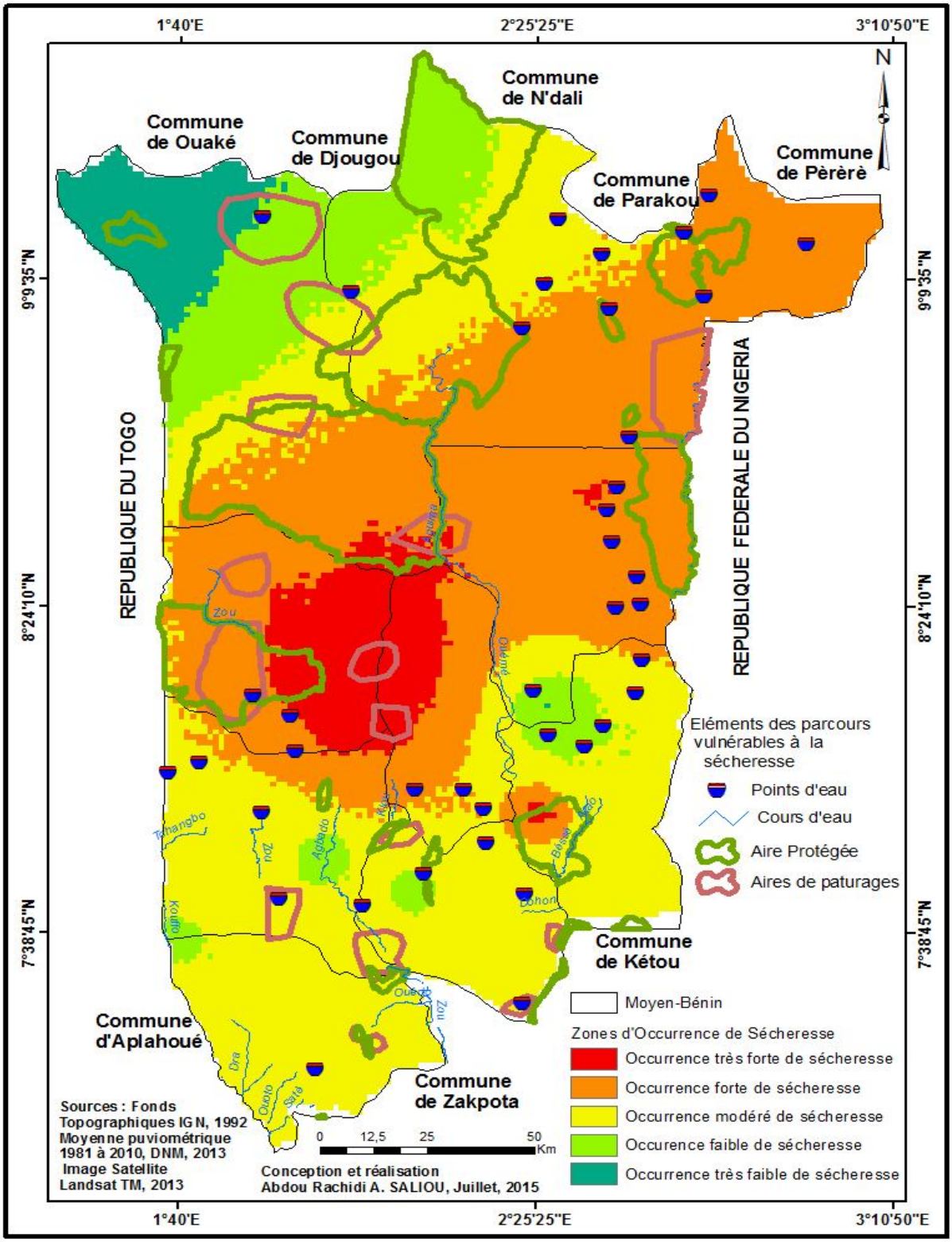


Figure 90. Vulnérabilités des parcours de transhumance du Moyen-Bénin à la sécheresse

Ainsi, trois grands groupes de zones d'occurrence à la sécheresse des entités spatiales dans les parcours de transhumance ont été dégagés (Figure 90). Il s'agit des zones à faible occurrence (28,53%), des zones d'occurrence modérée (59,94%) et des zones de forte occurrence (11,53%). Les différentes entités spatiales vulnérables à la sécheresse dans les parcours de transhumance sont les points d'eau, les cours d'eau, les aires de pâturage et les aires protégées. Les points d'eau se trouvent à 40% dans les zones à forte vulnérabilité et n'arrivent plus à fournir de l'eau pour l'abreuvement pendant la période sèche, 35% seulement de cette source d'abreuvement fournissent de façon temporaire de l'eau au cheptel transhumant et 25% plus utiles, abreuvent les animaux de façon permanente.

Concernant les bras de cours d'eau disponibles dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin, 75% moyennement vulnérables sont permanents et contribuent à plus de 50% des besoins d'abreuvement. Quant au 25% fortement vulnérables, ils tarissent plus tôt.

Pour les aires de pâturages, 60% moins vulnérables à la sécherresse sont plus productives et 40% fortement vulnérables contribuent aux conflits d'usages des ressources fourragères autour des aires de transhumance.

Quant aux aires protégées, 42% sont fortement vulnérables à la sécheresse contre 48% qui en sont faiblement menacés.

8.4 ADAPTATION DES TRANSHUMANTS AUX VULNERABILITES CLIMATIQUES DES PARCOURS NATURELS

Face aux vulnérabilités climatiques des parcours naturels, les transhumants s'adaptent de différentes manières. Les stratégies d'adaptation adoptées par les transhumants sont liées aux difficultés d'alimentation et d'abreuvement des troupeaux.

8.4.1 Adaptation aux difficultés d'alimentation des troupeaux transhumants

Les stratégies d'adaptation développées par les transhumants face aux contraintes d'alimentation du cheptel varient selon leur présence dans les terroirs de départ ou durant la période de transhumance.

Les tableaux XXXIV et XXXV ci-dessous mettent en exergue les réponses des usagers des ressources fourragères aux menaces climatiques dans le Moyen-Bénin.

Tableau XXXIV. Stratégies d'adaptation aux difficultés d'alimentation des troupeaux transhumants dans les terroirs de départ

Modalité	Effectifs	Pourcentage
Exploitation des résidus de récoltes	155	79,1
Emondage de ligneux fourragers	41	20,9
Total	196	100,0

La mobilité des troupeaux transhumants est une forme d'adaptation aux vulnérabilités climatiques car elle permet une utilisation rationnelle des ressources encore disponibles en saison sèche. Dans les terroirs de départ, deux modalités de stratégie d'adaptation sont adoptées face aux difficultés d'alimentation des troupeaux en partance en transhumance. Il s'agit d'une part de l'exploitation des résidus de récoltes (79,1%) disponibles dans les champs en période pré-aride et, d'autre part de l'émondage des ligneux fourragers (20,9%) en période aride.

Tableau XXXV. Stratégies d'adaptation aux difficultés d'alimentation des troupeaux au cours de la transhumance

Modalités	Effectifs	Pourcentage
Exploitation des bas-fonds+prairies hydromorphes	61	31,1
Exploitation des ligneux fourragers	104	53,1
Exploitation des résidus agricoles	31	15,8
Total	196	100,0

Les réponses des transhumants aux difficultés d'alimentation aux cours des mouvements de transhumance diffèrent de celles adoptées dans les terroirs de départ. Elles varient de l'émondage des ligneux fourragers (53,1%), en passant par l'exploitation des bas-fonds et prairies hydromorphes (31,1%), à l'exploitation de quelques restes de résidus de récoltes (15,8%) dans les champs.

8.4.2 Adaptation aux difficultés d'abreuvement des troupeaux transhumants

Le tableau XXXVI ci-dessous présente les réponses des transhumants aux contraintes d'abreuvement des troupeaux transhumants.

Tableau XXXVI. Stratégies d'Adaptation aux difficultés d'abreuvement des troupeaux transhumants au cours de la transhumance

Modalités	Effectifs	Pourcentage
Exploitation des retenues d'eau pérennes	66	33,5
Exploitation des bras de cours d'eau pérennes	93	47,6
Exploitation des rivières locales	37	18,9
Total	196	100,0

La recherche d'eau pour l'abreuvement est une des raisons de mobilité des troupeaux transhumants pendant la saison sèche dans le Moyen-Bénin. Les transhumants s'orientent beaucoup plus vers les sources d'eau pérennes. A cet effet, les stratégies d'adaptation adoptées face aux difficultés d'abreuvement des ruminants transhumants concernent l'exploitation des bras de cours d'eau pérennes (47,6%), des retenues d'eau pérennes (33,5%), des rivières locales (18,9%).

Conclusion partielle

Le bilan climatique a permis de diviser l'année en des périodes bioclimatiques successives correspondant à des phases de développement végétatif et de pratique de transhumance :

Les perceptions des acteurs de transhumance issues des enquêtes de terrain ont révélé le non respect des couloirs de transhumance aussi bien par les éleveurs que les agriculteurs. Les aires de pâturage sont menacées par l'extension des aires de cultures, l'augmentation du bétail avec l'émondage sauvage des ligneux en saison sèche.

Les vulnérabilités ont été analysées sous deux formes dont les perceptions des différents acteurs et l'aspect spatial des menaces.

Les perceptions des acteurs directs et indirects d'usage et de gestion des parcours de transhumance ont contribué à déterminer les différents facteurs de vulnérabilités des ressources fourragères. Une analyse de ces facteurs de vulnérabilité a permis de les classer en fonction de leurs menaces pour les ressources fourragères dans les parcours de transhumance.

Les vulnérabilités climatiques auxquelles se trouvent confrontés les parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin sont l'érosion hydrique, l'inondation et la sécheresse. Ces différentes vulnérabilités ont été évaluées quantitativement et qualitativement grâce à l'analyse spatiale multicritères. Il se dégage de ces résultats la dominance d'une faible vulnérabilité à l'inondation (75,67%), d'une vulnérabilité modérée respectivement de la sécheresse (59,94%) et de l'érosion hydrique des sols (57,14%) dans les parcours de transhumance.

La vulnérabilité à l'inondation est due pour l'essentiel aux sensibilités (75%) de l'indice pluviométrique et de l'indice topographique (74%). La vulnérabilité à la sécheresse est beaucoup plus liée aux sensibilités modérées de l'Indice de Déficit Pluviométrique (58,03%) et de l'Indice Pluviométrique Standadisé (81,75%). Quant à la vulnérabilité à l'érosion, elle est beaucoup plus influencée par une sensibilité à 65% de la pente, de l'érosivité des pluies (71%), de l'érodabilité des sols (80%) et de l'occupation du sol (85%).

Face aux difficultés d'alimentation et d'abreuvement des troupeaux, les transhumants adoptent des stratégies d'adaptation allant de l'exploitation des résidus de récolte, l'émondage des ligneux, l'exploitation des bas-fonds et prairies hydromorphes à l'utilisation des retenues et bras de cours d'eau pérennes.

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION GENERALE

CHAPITRE NEUVIEME : DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET ACCESSIBILITE DES ESPECES FOURRAGERES PAR LES TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN

9.1 EVALUATION DU MODELE MAXENT

Le modèle Maxent utilisé pour la modélisation a été évaluée à travers l'AUC. Swets (1988) propose pour la fiabilité du modèle des valeurs de l'AUC > 0,90. Elles sont pour les huit espèces fourragères étudiées supérieures à 0,90. Ceci témoigne de la bonne qualité du modèle à prédire la distribution des espèces.

Compte tenu du fait que la modélisation de la distribution potentielle de *Andropogon schirensis*, *Andropogon gayanus*, *Andropogon chinensis*, *Andropogon tectorum*, *Afzelia africana*, *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus erinaceus* et *Daniellia oliveri*, dans le Moyen-Bénin ait pris en compte les facteurs limitant les plus importants (température et précipitation) dans la distribution des espèces, tel soulevé par Peck *et al.* (2010) dans ses travaux, du crédit peut être accordé à la qualité des résultats obtenus. Contrairement à Davis *et al* (1998) qui discrédite les modèles basées sur les données bioclimatiques à cause de leur exclusion des interactions biotiques et des scénarii de dispersion, Pearson & Dawson (2003) pensent que ces modèles jouent un rôle vital dans l'évaluation des distributions potentielles des espèces.

Maxent présente certains points forts qui selon Parson *et al.,* (2006) ; Lahoz-Monfort *et al.,* (2010) ; se traduisent par son aptitude à intégrer comme « Input » des données de présence en complément des variables environnementales sur la zone d'étude. Il peut donc se passer de données d'absence pour son fonctionnement (Hirzel *et al.,* 2002 ; Phillips *et al.,* 2004 ; Thorn *et al.,* 2009). L'avantage de Maxent réside également dans sa facilité à accepter pour la modélisation aussi bien des données quantitatives que qualitatives (Baker *et al.,* 2000). Dans ce même ordre d'idée, Thorn *et al.,* (2009) conseillent l'utilisation de Maxent dans les études de distribution géographique des espèces. Des algorithmes déterministes efficients ont été développés, et garantissent une convergence vers la distribution optimale par le modèle (Elith *et al.,* 2011).

Cependant, le modèle Maxent présente une approche statistique moins expérimentée que des modèles traditionnels, dont les modèles linéaires généralisés ou les modèles additifs généralisés (Peck *et al.,* 2010). Les changements climatiques n'induisent pas automatiquement la disparution d'une espèce quelle que soit leur évolution dans le temps car, il est possible que

l'espèce ait développé une adaptation à ces changements compte tenu de sa présence dans cet environnement il y a plusieurs millénaires.

Agbahungba *et al.,* (2001) dans leur note thématique sur les ressources génétiques au Bénin, révèlent à l'instars de nos résultats dans le Moyen-Bénin que les principales espèces utilisées comme ligneux fourragers sont *Afzelia africana, Pterocarpus erinaceus* et *Khaya senegalensis.* Pour ces auteurs qui confirment une partie de nos résultats sur les raisons des menaces des espèces fourragères, les menaces qui pèsent sur ces ligneux fourragers peuvent se résumer en la destruction de leur habitat à la faveur des activités incontrôlées et consommatrices de l'espace comme l'agriculture, l'exploitation forestière anarchique. Certains auteurs dont Onibon (1999) évoque l'influence de l'élevage dans la dégradation des ligneux fourragers. Les résultats de cette recherche, sur l'effet néfaste de l'émondage sur *Afzelia africana, Pterocarpus erinaceus* et *Khaya senegalensis* confirment ceux obtenus par Gaoue et Sogbohossou (2001). *Afzelia africana* et *Pterocarpus erinaceus* sont moins distribués dans les basses latitudes (Saliou *et al.,* 2015). Pour ces deux espèces plus exposées à l'échelle du pays, selon leurs cartes de vulnérabilités, les menaces semblent s'accentuer en allant vers les latitudes élevées avec une très faible régénération (Sinsin *et al.,* 2000). Selon les critères de l'UICN, *Afzelia africana* et *Khaya senegalensis* sont des espèces gravement menacées d'extinction due principalement aux activités anthropiques comme l'agriculture extensive, l'exploitation forestière qui, accentuent davantage la variabilité climatique de leurs habitats (Sinsin *et al.,* 2000).

9.2 PREDICTION DE LA DISTRIBUTION DES ESPECES FOURRAGERES EXPLOITEES PENDANT LA TRANSHUMANCE

Pour prédire à l'horizon 2050 la distribution des différentes herbacées fourragères, quatre scénarii climatiques dont un optimiste (RCP 2.6), deux intermédiaires (RCP 4.5 et 6.0) un pessimiste (RCP 8.0) ont été utilisé.

Parmi les quatre scénarii climatiques utilisés, deux paraissent pertinents. Il s'agit des scénari optimiste (RCP 2.6) et pessimiste (RCP 8.0). Ces deux scénarii du modèle MIROC utilisés prévoient des résultats différents en fonction des espèces pour les changements dans les précipitations d'ici 2050. Ces résultats ont été conformes à ceux de (Saliou *et al.,* 2014) dans un article sur «Variabilités bioclimatiques et distribution spatiale des herbacées fourragères dans le Moyen-Bénin (Afrique de l'Ouest) ». La prédiction de Andropogon chinensis montre quel que soit le scénario, une réduction de l'aire de distribution très favorable de l'espèce à l'horizon 2050 que dans le présent, au profit des aires moyennement ou moins favorable. En effet,

concernant RCP 2.6 pessimiste à la forte émission de Gaz à Effet de Serre avec une prédiction de l'augmentation des précipitations de 100 à 200 mm au Sud du pays, les aires de distribution très favorables dans le futur régresseront moins (18,92%) que RCP 8.5 (12,91%). Par contre tous les deux scénarii sans exception ont prédit une réduction des aires de distribution très favorables dans le futur au profit des aires moyennement ou moins favorables pour Andropogon gayanus. Ces aires très favorables passeront à l'horizon 2050 à 5,56% pour RCP 2.6 et 7,22% pour le scénario 8.5. Quant à andropogon tectorum, tous les scénarii prédisent une augmentation de sont aire de distribution très favorable à l'horizon 2050. Cette augmentation est prédite à 141,35% pour RCP 2.6 et 216,72% pour le scénario 8.5.

9.3 CARTOGRAPHIE DE L'ACCESSIBILITE AUX RESSOURCES FOURRAGERES

Les transhumances ont été décrites et cartographiées sous de nombreux angles, car elles constituent un pilier essentiel de sécurisation des systèmes d'élevage pastoraux. Les décideurs politiques et administratifs y trouvent pourtant peu d'indicateurs quantifiables qui puissent les orienter dans leurs décisions.

Dans la présente recherche deux indicateurs d'accessibilité aux points d'abreuvement et aux pâturages de qualité ont été proposés. Lesdits indicateurs sont liés à six entités spatiales dont les aires de pâturage, aires protégées, points d'eau, cours d'eau, couloirs de transhumance et zones d'accueil. Ces indicateurs présentent des caractères qualitatifs (scores attribués) qui traduisent l'importance de l'accessibilité, et des caractères quantitatifs (nombre d'indicateurs disponibles et accessibles). Les couloirs de passage constituent l'élément central par rapport auquel les autres entités sont accessibles. Cette importance des indicateurs spatialisés pour la gestion apaisée de la transhumance dans le Moyen-Bénin a été d'une manière ou d'une autre confirmé par Sy (2010), à travers une étude de cas des éleveurs du Ferlo au Sénégal, qui a proposé des indicateurs inédits pour caractériser les territoires de la mobilité tels que définis par les itinéraires des grandes transhumances. Il définit ainsi deux indicateurs construits sur la base des itinéraires empruntés par les troupeaux, qui rendent compte de l'intensité de la transhumance et de sa distribution sur le territoire (transhumants.jours.km^{-2}), pendant le trajet et en zone d'accueil. Le croisement de ces indicateurs avec des données pluviométriques montre que la transhumance au Ferlo est plus structurelle qu'opportuniste.

La carte de transhumance dans le Moyen-Bénin, issue de la modélisation des entités spatiales est un outil de communication et de prise de décision pour les décideurs, qui permet d'identifier les zones de départ, d'accueil et les sens de mobilité ou les flux. Elle montre que les

mouvements des transhumants se font du nord vers le sud, suivant l'évolution de la pluviométrie. Les pasteurs ont de tout temps appuyé leur stratégie de sécurisation sur la mobilité, permettant des associations variables d'espaces avec des régimes pluviométriques et compositions végétales complémentaires (Barral, 1974). Ces mouvements nord-sud lié à la transhumance sont conformes aux travaux de (Wane et *al.*, 2006) selon qui la transhumance est orientée nord-sud et, les animaux sont conduits sur des pâturages dont la quantité et la qualité évoluent au cours de la saison.

Les aspects quantitatifs de la transhumance, de même que leur représentation spatiale, semblent donc avoir posé quelques problèmes aux chercheurs qui s'y sont intéressés. Sur les cartes, les axes et mouvements de transhumances sont indiqués par des flèches représentant des itinéraires ou des flux (Wane *et al.*, 2006 ; Gomez, 1979 ; Bassett, 1986 ; Wiese *et al.*, 2004 ; Convers *et al.*, 2007 ; Van Sprundel, 2008) résultat d'une synthèse qualitative manuelle. Ce type de représentation a des avantages certains, dont le principal est qu'il permet une communication efficace vers les chercheurs et les décideurs. Les résultats des travaux de ces auteurs corroborent avec nos résultats par rapport à l'importance des outils de cartographie pour la communication spatiale sur la transhumance. Mais il est aussi peu reproductible, de faible traçabilité et peut être biaisé. Par exemple la carte peut donner l'impression que les transhumances suivent des pistes bien tracées (on parle souvent de « couloirs de transhumance »), alors que dans les faits les couloirs, quand ils existent, occupent une fraction infinitésimale de l'espace pastoral. De plus, ce type de représentation ne permet pas d'utiliser directement l'information sur la mobilité dans des calculs d'indicateurs.

9.4 TYPOLOGIE ET MODES DE GESTION DES CONFLITS DE TRANSHUMANCE

Les pratiques de transhumance sont menacées par les conflits dans le Moyen-Bénin. La typologie des conflits a été faite d'une part en rapport avec les différentes entités spatiales que représentent les aires de pâturages, les aires protégées, les cours d'eau, les points d'eau et les couloirs de passage. Ainsi cinq types de conflits ont été identifiés dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin. D'autre part, elle a été complétée par des critères relatifs aux différents usagers des ressources naturelles et responsables des espaces protégés. Cette deuxième classification a permis de distinguer des conflits entre agriculteurs et éleveurs autochtone/transhumant, éleveurs autochtone et transhumants, structures de protection et éleveurs autochtone/transhumants. Les résultats de cette partie de la recherche ont été confirmés par Schönegg et Martel (2006) qui dans une étude portant sur la transhumance transfrontalière présentent quant à eux une typologie des conflits basée sur les différents protagonistes. Ainsi ils

distinguent les conflits entre les agriculteurs sédentaires et les éleveurs transhumants, les conflits entre agriculteurs et éleveurs autochtones, les conflits entre éleveurs autochtones et allochtones, les conflits entre éleveurs et forces de l'ordre (forestiers, gendarmes, douaniers) et enfin les conflits entre Etats voisins qui ont des contre coups graves sur les acteurs de terrains. Par contre, (Kagone *et al.*, 2006) dans une étude sur la gestion de la transhumance transfrontalière dans la région du Parc Régional W, propose une typologie en quatre points. Les conflits sur le plan écologique (dégradation des écosystèmes sur les axes de transhumance et les zones d'accueil), sur le zoo-sanitaire (risques de transmission de maladies contagieuses à la faune sauvage), sur le plan socio-économique (conflits entre agriculteurs et éleveurs transhumants) et enfin sur le plan zootechnique (rétrécissement des espaces pastoraux d'accueil des transhumants et autres tracasseries).

Sinsin et Heymans (1988) ont soulevé parmi les problèmes liés à la transhumance des animaux domestiques à travers les parcs nationaux les conflits de partage des ressources fourragères entraînant la dégradation, aux risques de contamination de maladies liés au contact avec la faune

CHAPITRE DIXIEME : VULNERABILITES CLIMATIQUES ET DYNAMIQUE DE LA VEGETATION DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

10.1 VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE MOYEN-BENIN

Le régime d'humidité a permis de traduire la variabilité intra-annuelle de l'eau disponible pour les plantes fourragères dans le Moyen-Bénin par le bilan climatique réalisé à partir du diagramme de Franquin (1970).

La période active de la végétation est la période durant laquelle la pluviosité P est supérieure ou égale à ½ ETP. Selon Houinato (2001), la réserve en eau du sol reste supérieure à celle du point de flétrissement au cours de cette période. Elle se situe de mi-mars à fin octobre dans la commune de Djidja et du début avril à fin octobre dans les régions de Savè et de Parakou.

La période de la grande croissance ou la période optimale de la végétation est la période au cours de laquelle la pluviosité P est supérieure à l'ETP. Elle a été confirmée par (Arouna, 2012) qui trouve que la végétation ne souffre d'aucune limitation pour son alimentation hydrique et minérale pendant cette période. Il s'agit de la période allant de mai à début octobre à Djidja, mi-mai à début octobre dans les régions de Savè et de Parakou.

La variabilité climatique est déterminante dans la dynamique des parcours de transhumance. Elle est justifiée par l'irrégularité du régime pluviométrique et de l'inégalité de sa répartition. Au cours de cette étude, la variabilité pluviométrique dans cette région a été caractérisée d'une part au niveau saisonnier (Assaba, 2009) à cause de la transhumance qui est un phénomène saisonnier, et d'autre part inter-annuelle (Vissin, 2001, Amoussou, 2010) pour mieux apprécier sa durabilité.

L'impact de la variabilité saisonnière dans le Moyen-Bénin se traduit d'une part par un régime bimodal dans les postes pluviométriques de Bohicon, Zagnanado, Dassa, parfois Savè avec du fourrage naturel disponible sur une longue période pendant la transhumance. D'autre part, un régime unimodal dans les postes pluviométriques de Savalou, Ouèssè, Bantè, Parakou, où la disponibilité du fourrage naturel est beaucoup plus limitée.

La variabilité interannuelle dans le moyen-Bénin a montré deux tendances. Une première où le front pluvieux a pris une prépondérance sur le front déficitaire au niveau des stations de Bohicon, Zagnanado, Savè et Dassa, une deuxième où le front déficitaire a pris le dessus sur le front pluvieux. Les mêmes résultats ont été obtenus par Houndénou (1999) dans une étude sur la

variabilité pluviométrique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostique et modélisation.

10.2 VULNERABILITE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Les facteurs de vulnérabilités des parcours de transhumance ont été classés différemment selon les usagers.

Bien que les résultats du test de rang Kendall attestent une différence non significative entre les classements, les agriculteurs reconnaissent que, l'exploitation illégale de bois d'œuvre ; l'extension des zones de culture sur les aires de transhumance et le surpâturage occupent respectivement le 1er, 3ème et 6ème rang ; tandis que les éleveurs quant à eux l'ont fait respectivement au 2ème, 1er et 5^{ème}rang.

De même en tenant compte du niveau d'instruction, les acteurs affirment de façon unanime que les trois facteurs de pression les plus importants des parcours de transhumance sont l'exploitation illégale de bois d'œuvre (Rg = 1), l'extension des zones de culture (Rg = 2) et la carbonisation (Rg = 2,6). Les résultats du test de rang Kendall attestent une différence significative entre classements selon le niveau d'instruction des acteurs ($\chi^2 = 27{,}18; ddl = 6; p = 0{,}000$) avec un coefficient de concordance W = 0,90.

Quels que soient la catégorie des acteurs, le surpâturage parait le facteur le moins menaçant pour les parcours de transhumance comparativement à l'exploitation forestière et l'extension des zones de cultures et la carbonisation. Cette tendance rejoint d'une part celle de (Tente *et al.*, 2011) pour qui l'extension des terres cultivables et le prélèvement de bois d'œuvre constituent les principales formes de pression exercées sur les terroirs villageois des communes de Dassa et de Glazoué. Hiernaux et Le Houérou (2006) pensent que l'impact des coupes forestières sur les peuplements ligneux s'apparente à celui des défrichements agricoles, avec la différence qu'ils sont plus diffus et sélectifs.

D'autre part, Arouna (2012) confirme que la carbonisation et l'exploitation forestière constituent des déterminants importants de la dégradation de la végétation. Les exploitants forestiers et les charbonniers coupent ces essences de valeur sans la prise en compte des diamètres minimaux d'exploitabilité et la périodicité des coupes (Afouda, 2006).

Agbahungba *et al*. (2001) dans leur note thématique sur les ressources génétiques au Bénin, révèlent à l'instar de nos résultats dans le Moyen-Bénin que les principales espèces utilisées

comme ligneux fourragers sont *Afzelia africana, Pterocarpus erinaceus* et *Khaya senegalensis.* Pour ces auteurs qui confirment les résultats de cette recherche sur les raisons des menaces qui pèsent sur ces ligneux fourragers, ils les se résument à la destruction de leur habitat en faveur des activités incontrôlées et consommatrices de l'espace comme l'agriculture, l'exploitation forestière anarchique. Certains auteurs dont Onibon (1999) évoque l'influence de l'élevage dans la dégradation des ligneux fourragers. Les résultats obtenus sur l'effet néfaste de l'émondage sur *Afzelia africana, Pterocarpus erinaceus* et *Khaya senegalensis* confirment ceux obtenus par (Gaoue et Sogbohossou, 2001). Pour les deux premières espèces les plus exposées à l'échelle du pays, selon leurs cartes de vulnérabilités, les menaces semblent s'accentuer en allant vers les latitudes élevées avec une très faible régénération (Sinsin *et al.,* 2000). Selon les critères de l'UICN, *Afzelia africana* et *Khaya senegalensis* sont des espèces gravement menacées d'extinction due principalement aux activités anthropiques comme l'agriculture extensive, l'exploitation forestière qui, accentuent davantage la variabilité climatique de leurs habitats (Sinsin *et al.,* 2000).

10.3 FACTEURS DE LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE LA VEGETATION

Plusieurs facteurs sont responsables de la dynamique dans le temps et dans l'espace de la végétation des parcours de transhumances. Ces facteurs sont classés en deux groupes. Il s'agit des facteurs directs et des facteurs indirects.

10.3.1 Facteurs directs de la dégradation des parcours de transhumance

L'agriculture, l'exploitation forestière, la carbonisation, l'élevage et dans une moindre mesure la variabilité climatique sont les déterminants directs de dégradation de la végétation selon la perception locale. Dans le Moyen-Bénin, les techniques culturales notamment les défrichements agricoles dégradent le couvert végétal. Les espaces agricoles dans le Moyen-Bénin sont pratiquement dépourvus de ligneux hormis quelques-uns conservés pour des raisons socio- économiques. (Sounon Bouko et *al.,* 2007) résument bien cet état de choses en faisant observer qu'une fois qu'une parcelle est défrichée, les arbres et les arbustes qui s'y trouvent sont détruits pour permettre aux cultures de profiter au maximum de la lumière solaire. La coupe de la plupart des arbres et arbustes qui accompagnent les défrichements agricoles et la mise à nu de la surface du sol par brûlis suivi ou non de labour, puis par sarclage répété, ont un impact majeur et durable sur la végétation et les sols (Hiernaux, 1998). La carbonisation et l'exploitation forestière sont aussi reconnues par les populations locales comme étant des déterminants importants de la dégradation de la végétation. Les exploitants forestiers et les charbonniers coupent ces essences de valeur sans la prise en compte des

diamètres minimaux d'exploitabilité et la périodicité des coupes (Afouda, 2006). L'impact de la carbonisation et de l'exploitation forestière sur les peuplements ligneux s'apparente à celui des défrichements agricoles, avec la différence qu'il est plus diffus et sélectif (Buerkert *et al*., 2002)**.** Ces activités ont entraîné le quadrillage des formations végétales dans le Moyen-Bénin qui étaient difficilement accessibles. Dans le Moyen-Bénin, la carbonisation et l'exploitation forestière représentent un danger plus immédiat pour certaines essences recherchées comme *Khaya senegalensis, Pterocarpus erinaceus, Afzelia africana, Prosopis africana, Burkea africana, Anogeissus leiocarpa* et *Pseudocedrela kotchyi.* L'exploitation forestière et la carbonisation, en détruisant les arbres et arbustes ont favorisé ainsi les défrichements agricoles sur tout le territoire de le Moyen-Bénin.

L'impact négatif de l'élevage sur la végétation semble être négligeable de l'avis des acteurs dans le Moyen-Bénin hormis les agriculteurs. L'essentiel du fourrage consommé par les bovins en saison sèche provient essentiellement des espèces fourragères ligneuses émondées ou élaguées (Feoli *et al.,* 2003; Arouna, 2002). Ainsi, la strate ligneuse qui est l'élément stable de la végétation dans le Moyen-Bénin est sérieusement perturbée. Houinato et Sinsin (2000) en étudiant la pression agropastorale sur la zone riveraine de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin ont trouvé également que certaines espèces comme *Khaya senegalensis, Pterocarpus erinaceus,* et *Afzelia africana* qui subissent régulièrement des coupes répétée de leur frondaison finissent par ne plus fructifier. L'exploitation du pâturage aérien a contribué à la conversion des forêts claires et des savanes boisées en savanes arbustives. Le broutage et le piétement ont modifié la composante herbacée de la végétation dans le Moyen-Bénin. Carrière (1996) en étudiant l'impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et sub-tropicale aride et subaride a conclu que le surpâturage est la deuxième cause humaine de dégradation de la végétation après l'extension des cultures et avant l'exploitation du bois. Boutrais (1992) a précisé qu'une famille moyenne d'éleveurs exploite 50 fois plus d'espace qu'une famille équivalente de cultivateurs au Cameroun. La contribution de l'élevage dans la dégradation de la végétation dans le Moyen-Bénin est donc importante contrairement aux perceptions locales.

10.3.2 Facteurs indirects de la dégradation des parcours de transhumance

Les facteurs qui participent indirectement à la dynamique des parcours de transhumance sont la croissance démographique, les migrations agricoles, les politiques agricoles, l'urbanisation et le régime foncier.

- **Croissance démographique et Dynamique de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance**

La croissance démographique, l'arrivée des migrants, le régime foncier, les politiques agricoles, les textes et politiques forestiers, l'urbanisation et les perturbations climatiques sont perçus par les acteurs locaux comme les déterminants indirects de dégradation de la végétation qui sous-tendent en réalité les déterminants directs de dégradation de la végétation dans le Moyen-Bénin. Parmi ces déterminants indirects, la croissance démographique, l'arrivée des migrants et les textes et politiques forestiers ont été considérées par la majorité des acteurs comme les facteurs les plus importants de dégradation de la végétation.

Les résultats des quatre recensements généraux de la population et de l'habitat (INSAE, 1988 ; INSAE, 1994 ; INSAE, 2004, INSAE, 2013) montrent que la population de le Moyen-Bénin est passée de 328411 habitants en 1979 à 510 450 en 1992, 798.876 en 2002 pour atteindre 1.192.240 habitants en 2013 soit une augmentation de 363,03 % en 34 ans. Cette croissance rapide de la population a entraîné l'extension des surfaces cultivée et l'augmentation des besoins en bois. C'est pourquoi, la croissance démographique a été retenue par la plupart des acteurs locaux comme le facteur le plus important de dégradation de la végétation dans le Moyen-Bénin.

La croissance démographique est reconnue par plusieurs auteurs (Carr *et al.*, 2005 ; Vissin, 2007 ; Vodounou, 2010 ; Arouna *et al*., 2011) comme le premier facteur de dégradation de la végétation et des ressources naturelles. Déjà dans les années soixante, certains écologistes brandissaient déjà le spectre de la « bombe P » pour attirer l'attention sur le caractère-clé de l'explosion démographique et des menaces qu'elle représentait pour l'équilibre et le futur de la planète (Barbault, 1995). Ramade (1987) considérait déjà la croissance démographique comme le problème d'environnement le plus grave auquel la civilisation n'ait jamais été confrontée si l'on excepte les conséquences d'une guerre nucléaire.

- **Migrations de populations et dynamique des terres de parcours de transhumance.**

Selon (Domenach *et al.*, 2002), l'influence des facteurs environnementaux peut être interprétée comme des déterminants des migrations, et réciproquement les conséquences des déplacements des populations sur l'environnement tant pour les zones sources que pour les zones d'accueil. En effet, les déplacements de populations sont suivis de bouleversements socio-économiques et environnementaux, qui peuvent entrainer de graves déséquilibres écologiques. La migration est un déplacement de populations d'un lieu à un autre. La migration rurale est un phénomène spatial caractérisé par le déplacement des populations d'une région agricole vers une autre. Aussi convient-il de la distinguer par rapport à la colonisation agricole. La colonisation agricole

est une des formes de la migration rurale. Elle implique un déplacement, une migration, c'est-à-dire un départ, une arrivée et une installation. Ce phénomène renvoie à plusieurs faits et actions qui peuvent être classés en plusieurs étapes fondamentales. Il s'agit d'une situation initiale, dans laquelle un élément, généralement extérieur au monde du paysan, joue le rôle de catalyseur, ensuite trois étapes actives : le départ, l'arrivée dans la région de colonisation et, enfin, la mise en valeur agricole d'une parcelle de terrain (Déry, 1999). Les départs et les arrivées temporaires ou permanents des populations remettent en cause les fonctionnements des sociétés et affectent les modes d'utilisation de l'espace et de gestion des ressources. Compris sous cet angle, la dégradation des milieux est souvent un phénomène dont les causes sont à rechercher dans le fonctionnement et l'organisation des sociétés, dont les migrations en sont la traduction première. Selon (Domenach et Picouet, 1995), la migration n'est pas à considérer seulement comme un facteur de régulation des surplus démographiques, mais aussi comme un facteur provoquant des transformations dans les systèmes de production et d'usage des ressources naturelles agissant sur les écosystèmes. Au Bénin, d'importants mouvements migratoires avaient été notés depuis les années 1970, particulièrement au Moyen-Bénin.

L'arrivée des migrants a été identifiée comme le second facteur indirect de dégradation de la végétation. Le Moyen-Bénin constitue une zone d'accueil des populations des Communes d'Agbangnizoun, de Bohicon, d'Abomey, des communes du plateau, du mono, du couffo, de l'atacora et de la Donga, en quête de terres fertiles pour l'agriculture et du bois d'œuvre, du bois pour la fabrication du charbon. L'installation des migrants dans le Moyen-Bénin a été guidée par l'existence de ressources forestières et la disponibilité de terres fertiles. Tous ces faits ont bien marqué l'esprit des populations ; c'est pourquoi, elles ont estimé que l'arrivée de ces migrants constitue un facteur important de dégradation de la végétation. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Sounon Bouko (2011) dans le secteur de Wari-Maro-Igbomakro qui ont montré que les migrations et la colonisation agricole des terres ont entraîné des modifications profondes du couvert végétal. (Saïdou *et al.*, 2007) en étudiant les conséquences de la migration sur la sécurité foncière et la gestion intégrée de la fertilité des sols ont conclu que les autochtones accusent les migrants de dégrader les sols par leur pratique agricole intensive ; de leur côté, les migrants justifient leur pratique par l'insécurité foncière les obligeant à la pratique d'une agriculture minière.

Pour Gbessemelan (1988) depuis plus d'une décennie, le Sud-Bénin est confronté à une crise agraire due à la pression démographique caractérisée par un morcellement des exploitations agricoles, leur dispersion dans l'espace, la dégradation des sols et le déboisement. Cette pression démographique renforcée par les densités rurales très Élevées observées dans les départements

de l'Atlantique, avait eu pour conséquence le manque d'espace et l'épuisement des terres. Dans le but de trouver des solutions à ces problèmes d'occupation et d'utilisation de l'espace, certains paysans du Sud-Bénin s'étaient déplacés vers le Moyen-Bénin où les terres fertiles sont encore disponibles. Ces populations seront renforcées par d'autres migrants ruraux venus des Départements de l'Atacora coincées entre la chaîne de montagne et le Parc de la Pendjari, et celles de la Donga, toutes en quête des terres fertiles pour l'agriculture (Adjinda *et al.*, 1997 ; Mama, 2002).

- **Urbanisation, régime foncier politiques agricoles et dynamique de la végétation**

La contribution de l'urbanisation, du régime foncier et des politiques agricoles a été considérée comme négligeable par la plupart des acteurs. Dans le contexte du Moyen-Bénin qui est en fait une zone rurale, on peut comprendre aisément que l'urbanisation est à l'étape embryonnaire et ne pourra donc pas constituer un facteur important de dégradation de la végétation. Contrairement à la perception des populations du Moyen-Bénin, le régime foncier peut constituer un facteur important de dégradation de la végétation. En effet, dans un contexte où le régime foncier est caractérisé par des propriétés individuelles et collectives et la quasi absence des règles d'affectation des terres selon leurs aptitudes, les propriétaires terriens peuvent exploiter les ressources végétales se trouvant sur leurs parcelles selon leur bon vouloir. Aussi, les migrants qui louent la terre et qui n'ont aucune garantie de pouvoir jouir pleinement des avantages à long terme que procurerait un investissement dans l'amélioration de la fertilité du sol, privilégient-ils des stratégies de gestion du sol qui maximisent la production à court terme au détriment du couvert végétal et de la fertilité du sol.

Les politiques agricoles présentent aussi une faible valeur d'importance dans les déterminants indirects de dégradation de la végétation dans le Moyen-Bénin. Cette perception est contraire aux résultats de Domingo (2007) selon qui d'une part, les Centres d'Action Régionaux pour le Développement rural (CARDER) au Bénin ont adopté une approche productiviste qui, à coup de volumes de production et de prescriptions de quota ont accéléré le déboisement. Il soutient d'autre part que la plupart des politiques agricoles en Afrique visent l'augmentation de la production par l'accroissement des superficies emblavées. Ceci est bien confirmé par l'amenuisement des espaces pastoraux et l'occupation des couloirs de transhumance au profit des aires de cultures.

Au total, dans la chaîne de dégradation de la végétation des parcours de transhumance, plusieurs facteurs sont directement et indirectement liés. L'interaction de ces facteurs rend fastidieuse la détermination de l'importance de la responsabilité de chaque élément dans la dégradation du couvert végétal.

10.4 INTERET DE LA MODELISATION PREDICTIVE DES FORMATIONS VEGETALES

A partir des états passés et présents de la végétation des parcours de transhumance (cartes de végétation de 1990 et de 2010) dans le Moyen-Bénin, l'évolution probable de la végétation a été prédite à court (2025) et à moyen (2050) terme. L'objectif premier de cette modélisation prédictive, n'est pas de présager de façon exacte le devenir de la végétation mais de constituer un outil d'aide à la décision.

L'analyse prospective de la dynamique de la végétation des parcours de transhumance de 1990 à 2010 dans le Moyen-Bénin a montré que les probabilités de conversion des formations végétales naturelles en mosaïques de cultures et de jachères sont les plus élevées. Ainsi, la prédiction du devenir de la végétation à cout terme (horizon 2025) et à moyen terme (horizon 2050) annonce une réduction importante des superficies des formations végétales naturelles dont les forêts denses sèches, les forêts galeries, les forêts claires et savanes boisées au profit des savanes arborées et arbustives, et des mosaïques de cultures et de jachères avec comme supposition importante le maintien des pratiques actuelles de l'exploitation des ressources naturelles. Ces résultats contribuent à la validation de la tendance régressive des formations végétales au Bénin révélées par plusieurs études basées sur la modélisation. (Oloukoï *et al.*, 2006) ont réalisé des projections relatives au devenir de la végétation vers un horizon de 2010 et de 2020 à partir des cartes d'occupation du sol de 1978 et de 1998 dans le Département des Collines au Bénin. Ces projections ont révélé que les agglomérations, les champs et les jachères connaîtront une augmentation de leur superficie au détriment des forêts claires et des savanes boisées, des forêts galeries et des savanes arborées et arbustives. Orékan (2007) en modélisant la dynamique de l'occupation et de l'utilisation du sol à l'aide du modèle CLUE-s a montré que le centre du Bénin connaîtra une déforestation complète d'ici à l'horizon 2020 suivant le scénario 2 (environmental damage) du projet IMPETUS qui suppose un accroissement annuel de 6% des terres agricoles. Toutes ces études, malgré les modèles différents de simulation utilisés, montrent que le devenir de la végétation sera caractérisé par la régression des formations végétales naturelles au profit des cultures et des jachères.

L'importance de la modélisation prédictive n'est pas de déterminer de façon précise le devenir d'un territoire mais d'amener les décideurs à être proactifs afin d'anticiper la dégradation instantanée des ressources naturelles (Marage, 2004 ; Bénié *et al.*, 2005). En fonction de la tendance évolutive des ressources naturelles, des mesures éclairées de gestion et de conservation peuvent être prises (Corgne, 2004 ; Orékan, 2007).

CONCLUSION GENERALE

L'analyse cartographique et la modélisation de la dynamique des parcours de transhumance en condition de variabilité climatique dans le Moyen-Bénin ont révélé d'une part une extrême relation entre la disponibilité, l'accessibilité aux ressources hydro-pastorales, l'occurrence des conflits liés à leurs usages et le calendrier pastoral traditionnel ; et d'autre part une certaine adaptation des périodes de transhumance aux variabilités climatiques.

Les pratiques de transhumance motivées par la recherche d'eau et de pâturage sont orientées nord-sud dans le Moyen-Bénin. Elles sont menacées par les conflits d'usage des ressources hydro-pastorales en raison de leur fréquence et de leur violence.

Le déterminisme de la prédiction de distribution des espèces fourragères à l'horizon 2050 au regard des variables bioclimatiques et environnementales se traduit par les réponses des unes aux actions des autres.

Ainsi, la distribution future de *Andropogon chinensis* est corrélée positivement aux précipitations du trimestre le plus froid et négativement avec les précipitations du mois le plus humide, la saisonnalité de la température, et les précipitations annuelles. Quant à *Andropogon gayanus*, sa distribution future est corrélée avec les précipitations du trimestre le plus sec, les précipitations du trimestre le plus froid et la couverture du sol. Les trois variables bioclimatiques les plus déterminantes dans la prédiction de la distribution de *Andropogon schirensis* sont les précipitations annuelles, la saisonnalité de la température et la couverture du sol. En ce qui concerne *Andropogon tectorum*, il a répondu favorablement dans sa distribution future aux précipitations annuelles, à la saisonnalité de la température, aux précipitations du trimestre le plus sec, et aux précipitations du trimestre le plus froid.

Afzelia africana dans la prédiction de sa distribution a été très sensible aux précipitations du trimestre le plus froid, du trimestre le plus sec et au type de sol. Pour *Daniellia oliveri*, seules les précipitations du trimestre le plus froid ont marqué le plus sa distribution future. La prédiction de la distribution de *Pterocarpus erinaceus*, est corrélée positivement avec les précipitations annuelles, des trimestres les plus secs et froid. La distribution future de *Khaya senegalensis* est corrélée avec les précipitations du trimestre le plus froid**,** et la nature du sol.

Les types de parcours de transhumance identifiés sont ceux de terre ferme, de dépression et culturaux ou post-culturaux. Les parcours de dépression et de terre ferme ont subit de 1990 à 2010 des régressions respectives de 1,11% et 48,89% au profit des parcours post-culturaux ou culturaux avec une progression de 50% et des menaces continues à l'horizon 2050.

Les unités d'occupation du sol ayant régressé dans ces parcours de transhumance de 1990 à 2010 sont constituées de forêt dense (-46%), plan d'eau (-18,26%), forêt galerie (-16,66%), formation marécageuse (-14,49%), savane arborée et arbustive (-6,66%), forêt claire et savane boisée (-3,24%). L'analyse prospective de la dynamique de ces unités d'occupation du sol prédit une régression continue et plus forte de leur superficie à l'horizon 2050.

Les paramètres de température, d'évapotranspiration potentielle et de précipitation sont les variables de base exploitées pour cette thèse. Elles sont caractérisées par une grande variabilité, que ce soit dans le temps à l'échelle interannuelle ou à l'échelle mensuelle ou dans l'espace.

Les principaux facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères et hydro-pastorales selon les perceptions des différents acteurs sont la carbonisation, la croissance démographique, l'exploitation illégale de bois d'œuvre, l'extension des zones de culture, les feux tardifs de végétation, les perturbations climatiques et le surpâturage.

Les perceptions des acteurs de transhumance issues des enquêtes de terrain ont révélé le non respect des couloirs de transhumance aussi bien par les éleveurs que les agriculteurs. Les aires de pâturage sont donc menacées par l'extension des aires de cultures, l'accroissement du cheptel avec l'émondage sauvage des ligneux en saison sèche.

Les parcours de transhumance du Moyen-Bénin sont vulnérables aux risques d'inondation, d'érosion hydrique et de sécheresse.

Face à ces différentes menaces, les transhumants se résignent à l'adaptation. Leurs réponses aux difficultés d'alimentation au cours des mouvements de transhumance diffèrent de celles adoptées dans les terroirs de départ. Elles varient de l'émondage des ligneux fourragers (53,1%), en passant par l'exploitation des bas-fonds et prairies hydromorphes (31,1%), à l'exploitation de quelques restes de résidus de récoltes (15,8%) dans les champs traversés. Les stratégies d'adaptation adoptées face aux difficultés d'abreuvement des ruminants transhumants concernent l'exploitation des bras de cours d'eau pérennes (47,6%), des retenues d'eau pérennes (33,5%), des rivières locales (18,9%).

Au terme de cette recherche portant sur la modélisation prédictive et cartographie de la dynamique des parcours de transhumance dans le contexte de variabilité climatique dans le Moyen-Bénin, il urge de soulever quelques insuffisances d'ordre méthodologique.
En effet, les feux de végétation surtout tardifs ont été cités dans la littérature comme faisant partie des facteurs de vulnérabilités des parcours de transhumance. L'approche méthodologique adoptée pour analyser cette partie de la thèse a porté uniquement sur les enquêtes socio-

économique ayant permis de recueillir la perception des acteurs sur ses pratiques et son impact sur la biomasse disponible en saison sèche sur les parcours de transhumance. L'idéal serait de cartographier les vulnérabilités spatiales de ces feux de végétation sur le disponible fourragers herbacé et ligneux en saison sèche. Mais la difficulté de disposer d'images Modis a limité les ambitions pour cette partie de la recherche, qui loin de porter atteinte à cette thèse serait de nouvelles pistes à explorer pour des recherches futures.

La définition de l'échantillon pour les enquêtes socioéconomiques auprès des transhumants a été difficile par faute de disponibilité de données de référence sur la population des transhumants entrant et sortant du territoire béninois. Les perspectives de recherches futures devront se focaliser sur la mise en place d'une base de données sur la présence des transhumants dans le Bénin en général et le Moyen-Bénin en particulier. Cette base de données pourrait permettre de dégager d'autres indicateurs comme les indices d'émissivité, d'attractivité et de connectivité de zones, obtenus à partir de matrices origine-destination (nombre de transhumants partant d'une zone donnée et aboutissant à une zone donnée) de la transhumance sur le territoire béninois, pour de bonne prise de décision.

La démarche méthodologique appliquée pour la typologie des parcours de transhumance doit être approfondie sur le plan floristique par la méthode de recherche sur les types de pâturages et leur productivité dans ces parcours comme complément à l'aspect cartographique de cette partie de la thèse.

Les recherches futures sur les capacités de charges des parcours de transhumance pourraient mieux élucider l'ampleur des pressions du cheptel animal transhumant sur les parcours de transhumance, soulevées dans cette thèse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adam K. S. & Boko M. (1983). Le Bénin. Ed. SODIMAS-EDICEF, 95 p.
2. Adjinda A.S., Hounton K.N. (1997). Contribution à l'étude de la dynamique de l'environnement dans une zone d'accueil : cas des sous-préfectures de Savè, Ouèssè et Tchaourou. Mémoire d'Ingénieur des Travaux, CPU/UNB, Abomey-Calavi, 84 p.
3. Adomou A.C., Sinsin B. et van der Maesen L. J. G. (2006). Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: a meso-scale study in Bénin. *Syst. Geogr.* pl. **76**, 155-178.
4. Adomou A.C. (2005). Vegetation patterns and environmental gradients in Bénin. Implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Université de Wageningen, Pays-Bas, 136 p.
5. Afouda F. (2006). Efficacité sociale et impact environnemental de l'économie du charbon dans la Commune de Djidja. *Rev. Sc. Env*. Uni. Lomé (Togo), **1**, 147-162.
6. Afouda F. (1990). L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine.Thèse de doctorat. Paris IV, Sorbonne. 428 p.
7. Agbahungba G., Sokpon N. et Gaoué O.G. (2001). Situation des ressources génétiques forestières du Bénin. Atelier sous-régional FAO/IPGRI/ICRAF sur la conservation, la gestion, l'utilisation durable et la mise en valeur des ressources génétiques forestières de la zone sahélienne Note thématique sur les ressources génétiques forestières. Document FGR/12F. Département des forêts, FAO, Rome, Italie, 135 p.
8. Akoegninou A., Van der Burg W. J. & Van der Maesen L. J. G. (2006). Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Wageningen, 1034 p.
9. Akoegninou A. (2004). Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles au Bénin. Thèse d'Etat es Sciences. Université de Cocody Abidjan, 326 p.
10. Alexandre C. (2005). La gestion de la transhumance transfrontalière au Bénin : cas de Banikoara, Etude de projet ; SNV-Bénin Parakou 92 p.
11. Al Hanmdou D et Desjardins M R (2008). Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique : s'adapter, une approche intégrée, *VertigO* la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume **8** Numéro 1.

12. Akpaki, A.J. & Scholz, F. (2003) : Verarmung und Ausgrenzung von Fulbe-Nomaden in
13. Benin, Geographische Rundschau. Heft 10, Westermann, Braunschweig, pp.34-38.
14. Ali Kouani S. (2007). Analyse en Composante Principale : Une méthode factorielle pour traiter les données didactiques. Fac. Sci. BenMSik, Univ. Hassane II. Radisma, 2, 1-18.
15. Amoussou E. (2010). Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne, France, 315 p.
16. Anderson R.P., Lew D. and Peterson A.T. (2003). Evaluating predictive models of species's distributions: criteria for selecting optimal models. Ecological Modelling 162, 211–232.
17. Aquino P. (1998). Les options agro-pastorales des sahéliens et leurs évolutions dans le Nord du Burkina Faso. *Cahiers d'Agricultures* 1998, **7** (2), 93-101.
18. Arbonnier M., (2002). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Paris, France, Muséum national d'histoire naturelle, Montpellier, France, Cirad, 574 p.
19. 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 Unique, Université d'Abomey-Calavi. Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Cultures et Développement », 246 p.
20. Arouna O., Toko I. Djogbénou C.P. & Sinsin B. (2011). Comparative analysis of local population's perceptions of socio-economic determinants of vegetation degradation in soudano- Guinean area in Bénin (West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **3** (7), 327-337.
21. Arouna O., Toko I. Djogbénou C.P. & Sinsin B. (2010). Impact de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol sur la végétationen zone soudano-guinéenne au Bénin. *Rev. Sc. Env.* Uni. Lomé (Togo), **6**, 161-186.
22. Arouna O. (2002). L'exploitation des ressources biologiques et la dynamique de la forêt classée de l'Alibori supérieur (secteur de l'arrondissement de Bagou), Mémoire de maîtrise, UAC/ FLASH / DGAT, 115 p.
23. Assaba H. M. (2009). Variabilité climatique et dynamique des états de surface dans l'Ouémé inferieur : cas de la rivière Sô. Mémoire de Maîtrise de Géographie. FLASH/UAC/ Bénin, 85 p.

24. ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar) (2012). Données climatiques de la station météorologique de Bohicon, Savè Parakou, Natitingou, Bénin.

25. Atchy, A.A. (1976). Contribution à l'étude de la transhumance en République Populaire du Bénin, Thèse de Doct. Vét, Univ. Dakar, 109 p.

26. Aubreville A. (1950). Flore forestière soudano-guinéenne. Paris, Soc. Ec. Géogr. Marit. Colon, 523 p.

27. Aubreville A. (1937). Les forêts du Dahomey et du Togo. *Bull. com. Étu. His. et scientif*. Afrique occidentale française, Paris, pp 24-58.

28. Bah I. (1966). L'élevage bovin à travers l'histoire, la civilisation et la société peule sédentarisée au Fouta-Djallon. Thèse de Doct. Vét., Alford 1966-n°68.

29. Baker R.H., Sansford C.E., Jarvis C.H., Cannon R.J., MacLeod A. (2000). The role of climatic mapping in predicting the potential geographical distribution of non indigenous pests under current and future climates. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **82**, 57–71.

30. Bannari A., Morin D., Huette A.R. and Bonn F. (1995). A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, **13**, 95-120.

31. Barral H. (1974). «Mobilité et cloisonnement chez les éleveurs du nord de la Haute-Volta : les zones dites "d'endodromie pastorale"», *Cahiers ORSTOM, série Sciences Humaines*, **21** (2), 17-135.

32. Barraud B. (2001). L'élevage transhumant au Tchad oriental. IDT. VSF/Coop française. ISBN : 2-911159-17-9.

33. Barbault R. (1995). Ecologie générale: Structure et fonctionnement de la biosphère. Masson, Paris, France, 275 p.

34. Barima Y., 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**, 15-25.

35. Bassett T.J. (1986). « Fulani herd movements » *Geographical Review,* **76**, 233-248.

36. Batti A., Depraetere, C. (2007). Panorama des méthodes de modélisation de l'érosion dans un contexte insulaire. 28p.

37. Bell G. (2000). “The Distribution of Abundance in Neutral Communities”, *The American Naturalist*, **155** (5), 606-617.

38. Bénié G. B., Kaboré S.S., Goïta K. & Courel M.F. (2005). Remote sensing-based spatio-temporal modeling to predict biomass in Sahelian grazing ecosystem. *Ecological Modelling*, **184**, 341–354.

39. Binot A., Castel V., Caron A. (2006). L’interface faune-bétail en Afrique subsaharienne, in Production pastorale et animale dans les zones arides mondiales. *Revue Sécheresse*, **17** (1), 2 p.

40. Bio Sannou I., (2014). Typologie et modes de gestion des conflits d’usage autour des aires de transhumance dans les communes de Bantè et de Savalou (Moyen-Bénin). Mémoire DEA/ GE/ EDP/ FLASH/ UAC ; 86 p.

41. Bissonnais Y., Thorette J., Bardet C. et Daroussin J. (2002). L'érosion hydrique des sols en France. Rapport INRA-IFEN, 106 p.

42. Bissonnais, Y. ; Montier, C. ; Daroussin, J. ; King, D. (1998). Cartographie de l’aléa érosion des sols en France. Edition IFEN, Collection Études et Travaux n°18, août 1998, 77 p.

43. Blivi A. B. (2013). Retour d’informations sur les données et observatoires hydro-climatiques, parties de l’etude sur les inondations en Afrique de l’Ouest et de la communication nationale sur les changements climatiques au Togo. Acte du XXVI ième Colloque International Association Internationale de Climatologie, pp 14-22, Cotonou, Bénin.

44. Bodé S. (2004). Pratiques pastorales et biodiversité des parcours dans le canton de Dantchiandou (Fakara), Mémoire de DESS CRESA, Faculté d’Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, 70p.

45. Boni Y. (2011) : Etude des pâturages naturels et intégration des éleveurs de ruminants dans les programmes d’aménagement de la forêt classée de Wari-Maro. Mémoire de Maitrise de Géographie. DGAT/FLASH/UAC, 66 p.

46. Botte. R., Boutrais J. & Schmithz J. (Eds.), (2003). Figures Peules, Karthala, 541 p.

47. Boubou H. (1965) et El-Hadj Oumarou A. Contribution à la connaissance de l’histoire des Peuls. *IFAN* : Dakar 1965, **4**, 358-361.

48. Boutrais J. (2007). Pastoralisme et aires protégées d'Afrique de l'Ouest en regard de l'Afrique de l'Est, 205 p.

49. Boutrais J., Pastoralisme et aires protégées d'Afrique de l'Ouest en regard de l'Afrique de l'Est. Boyd C.E., Thunjai, T., Boonyaratpalin, M. (2002). Dissolved salts in waters for inland, low-salinity shrimp culture. *Global Aquac Advocate*, **5** (3), 40–45.

50. Boutrais J. (1992) : L'élevage en Afrique tropicale : une activité dégradante ? *Afrique contemporaine*, **161**, 109-125.

51. Bremaud O. (1955). Nomadisme et transhumance en Afrique sub-saharienne. *Revue E.M.V.P.T.*, 1955, **4**, 327-425.

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

53. Brunel S. (2004). L'Afrique. Editions Bréal 239 p.

54. Bruno B, Nathalie P et Emilie L (2005). Analyse et évaluation de la vulnérabilité aux inondations du bassin de l'orge aval .Septièmes rencontres de Théo Quant, Janvier 2005, 26p.

55. Camara M. 2011. Mise en eau du barrage de Nangbéto (Togo) : Etude par la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique des conséquences sur l'occupation du sol et l'ensablement, Mémoire de DESS en Géoinformation, RECTAS/OAU. Ilé Ifè. Nigeria, 73 p.

56. Carr L.D., Suter L. & Barberi A. (2005). Population dynamics and tropical deforestation : state of the debate and conceptual challenges. *Population and Environment*, **27** (1), 89-113.

57. Carrière M., (1996). Impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et sub-tropicale aride et subaride. CIRAD-EMT, 70 p.

58. CEDEAO, CSAO, OCDE, (2008). Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, Série Environnement : le Climat et les Changements Climatiques, 1-24 pp.

59. Convers A., Chaibou I., Binot A., Dulieu D., (2008). « La gestion de la transhumance dans la zone d'influence du parc régional du W par le programme ECOPAS : une "approche projet" pour l'aménagement de la périphérie du parc », *VertigO*, **9**, 1-9.

60. Corgne S. (2004). Modélisation prédictive de l'occupation des sols en contexte agricole intensif : Application à la couverture hivernale des sols en Bretagne. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 2- Haute-Bretagne, France, 230 p.

61. Davis A. J., Jenkinson L. S., Lawton J.H., Shorrocks B. & Wood S. (1998). Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature*, **391**, 783–786.

62. De Hann L. (1997). Agriculteurs et éleveurs au Nord-Bénin : Ecologie et genres de vie. Khartala, Paris, France, 217 p.

63. Diatta M. (2007). Application de la télédétection et des Systèmes d'Information Géographique à la gestion des forets Classées du Sénégal : Cas de la forêt de Thies. Mémoire de fin de formation en DESS/Géoinformation, RECTAS, OAU, Ilé Ife, 99 p.

64. Diakité N. (2003). Transhumances transfrontalières en Afrique de l'Ouest– Communication Rencontre de Bamako (Mali) Praia Sahel Consult – 58 p.

65. Diarra O. (2010). Evaluation des effets de la transhumance et de la complémentation alimentaire des ruminants sur la vulnérabilité pastorale : Cas de la Communauté Rurale de Tessékéré, Mémoire de fin d'étude : Ecole Nationale d'Economie Appliquée, Département Aménagement du territoire, Environnement et Gestion Urbaine, 149p.

66. Djenontin J. A. (2010). Dynamique des stratégies et pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord- Est du Bénin. Université d'Abomey- Calavi. Thèse de Doctorat. 203 p.

67. Djenontin J. A. (2005). Interactions Elevage - Environnement: Adaptation des modes d'élevage des bovins à l'extension des espaces cultivés au Nord – Est du Bénin xx.

68. Déry S. (1999). Evolution des territoires agricoles et forestiers en Thaélande : une interprétation cartographique. *Cahiers d'outre-mer*, **52**, 35-58.

69. Djohy A. (2010). Transhumance et changements climatiques. Une analyse des dynamiques sociopolitiques et organisationnelles d'adaptation des éleveurs transhumants dans l'Alibori (Nord-Bénin). Thèse d'ingénieur agronome, UP/ FA/ DESR, 128 p.

70. Domenach H., Gonin P. (2002). « Editorial », *Revue européenne des migrations internationales*, **18**, 7-9.

71. Domenach H., Picouet, M. (1995). Les migrations, PUF, *Que Sais-je* n° 224, 128 P.

72. Domingo E. (2007). Région urbaine du littoral au Bénin : dynamiques urbanisantes et environnement, une géographie de l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat d'Etat, (Tomes1 et 2), Université de Lomé, 588 p.

73. Donou B., Ogouwalé E., Yabi I. et Boko M. (2008). Contraintes climatiques et pression sur les pâturages dans le Département des collines (République du Bénin). *Revue de Géographie du Bénin* Université d'Abomey-Calavi (Bénin), **3**, 61-75.

74. Duteurtre G., Kamil H., Le Masson A. (2002). Etude sur les sociétés pastorales au Tchad Rapport de synthèse. Cirad-Emvt/VSF/LRVZ. 84 p.

75. Dudley N. (2008). Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. Gland, Suisse, UICN, 96 p.

76. Dumas P. (2004). Caractérisation des littoraux insulaires : Approche géographique par télédétection et S.I.G. pour une gestion intégrée, application en Nouvelle-Calédonie, Thèse de doctorat, Orléans, 402 p.

77. Edea E. O. (2002). La production du charbon de bois et son impact sur le milieu dans le secteur Savè-Ouèssè-Tchaourou. Mémoire de Géographie. FLASH, Université d'Abomey-Calavi. 83 p.

78. Elith J., Phillips S., Hastie T., Dudik M., Chee Y. E., & Yates C. J. (2011). A statistical explanation of Maxent for ecologists. *Diversity and distributions*, **17**(1), 43-57.

79. Elith J., Kearney M., Phillips S. (2010). The art of modelling rangeshifting species. *Methods in Ecology and Evolution* **1**, 330–342.

80. Elith J., Graham C.H., Anderson R.P., Dudík M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans R.J., Huettmann F., Leathwick J.R., Leahmann A. Li J., Lohmann L.G., Loiselle B.A., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., Overton J.M., Peterson A.T., Phillips S.J., Richardson K.S. Pereira R., Schapire R.E., Soberón J., Williams S., Wisz, M.S., Zimmermann, N.E. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* **29**, 129–151.

81. Fandohan B., Gouwakinnou G N., Fonton N H., Sinsin B. et Liu J. (2013). Impact des changements climatiques sur la répartition géographique des aires favorables à la culture et à la conservation des fruitiers sous-utilisés : cas du tamarinier au Bénin, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*., **17** (3), 450-462.

82. FAO (2012). Transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest : Proposition de plan d'action, 225 p.

83. FAO (2001). Approche participative, communication et gestion des ressources forestières en Afrique subsaharienne. Rome, pp 7-11.

84. Feoli E., Ganis P., Ortolan I, Sitoni D. & Zerihun W. (2003). Measuring the effects of human impact on vegetation by integrating phytosociology and remote sensing in a fuzzy set approach. *Journal of Vegetation Science* **14**, 751-760.

85. Franquin P., (1970). Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. *Cah. ORSTOM, sér. Biol*. **9**, 65-95.

86. Gaoué, O.G. & Sogbohossou, E. (2001). Etude de la gestion pastorale du complexe forestier Monts Kouffe Wari Maro (Axes Beterou Agbassa et Ouberou Igbomakoro). Rapport de Mission Bénin Consulting Services, Cotonou, Bénin. 110 p.

87. Gaffney B.M. (1973). Roots of the niche concept, American Naturalist, 109, 490

88. Gbessemelan, V. (1988). Crise agraire et stratégies paysannes dans le sud-Bénin. Etude de cas des districts ruraux d'Avrankou, d'Adjarra et d'Akpo-Missérété. Province de l'Ouémé. Thèse d'ingénieur Agronome, UNB/FSA, 196 p.

89. Gentil E., Arthur, H. (2006). Etude des pratiques d'élevage et des modes d'accès aux ressources hydriques et fourragères dans la communauté Teda, massif de Termit ; mémoire de fin d'Etude, CNEARC, Montpellier, 193p.

90. GIEC, (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC, Genève, Suisse, 103 p.

91. GIEC (2001). Changements climatiques, rapport de synthèse résumé à l'intention des décideurs, 18ème session du GIEC, Wembley, Royaume-Uni, 37 p.

92. Gomez O. S. (1979). « Contribution à l'étude de la transhumance au Sénégal : Ses conséquences sur l'exploitation du cheptel et sur le développement économique et social des populations pastorales ». Thèse : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, 130 p.

93. Gore A. (2007). Une vérité qui dérange: l'urgence planétaire du réchauffement climatique et ce que nous pouvons faire pour y remédier. Editions de la Martinière, France, 325 p.

94. Graham C. H., Ron, S .R., Santos, J. C., Schneider, C.J. & Moritz, C. (2004b). Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in Dendrobatid frogs. *Evolution*, **58**, 1781–1793.

95. Grinnell J. (1928). "Presence and absence of animals", University of California Chronicle, *Philosophy of Nature*, **30**, 429-450., Berkeley & Los Angeles, University of California Press, 1943.

96. Grinnell J. (1924). Geography of evolution. *Ecology* **5**, 225-229.

97. Grinnell J. (1917). The niche-relationships of the California Thraser. *Auk*, **34**, 427-433.

98. Grinnell J. & Swarth H.S. (1913). "An account of the birds and mammals of the San Jacinto area of Southern California", University of California, Publications in *Zoology*, **10**, 197-406.

99. Guisan A. & Thuiller W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, **8**, 993-1009.

100. Guisan A., Edwards T. C., & Hastie T. (2002) Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*, **157**, 89-100.

101. Guisan A. & Zimmermann N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135**, 147-186.

102. Günter G. (2006). Les conflits liés à la transhumance transfrontalièreentre le Niger, le Burkina-Faso et le Bénin, Bonn, Ded (DeutscherEntwicklungsdienst), 77 p.

103. Hardin G. (1960). "The Competitive Exclusion Principle", *Science*, **131**, 1292-1297.

104. Grinnell J. (1904). "The origin and distribution of the chestnut-backed chickadee", *The Auk*, **21**, 364-379.

105. Helaouët P. & Beaugrand G. (2009). Physiology, Ecological Niches and Species Distribution. *Ecosystems*, **12**, 1235-1245.

106. Hernandez P.A., Franke I., Herzog S.K., Pacheco V., Paniagua L., Quintana H.L., Soto A., Swenson J.J., Tovar C., Valqui T.H., Vargas J. & Young B.E. (2008). Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity & Conservation*, **17**, 1353–1366.

107. Hernandez P. A., Graham C. H., Master L. L. and Albert D. L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* **29**, 773-785.

108. Hiernaux P. (1998). Effects of grazing on plant species composition and spatial Distribution in rangelands of the Sahel. *Plant Ecol* 1998, **138**, 191-202.

109. Hiernaux P & Le Houérou H. N. (2006). Les parcours du Sahel, *Sécheresse* 2006. 17 (**1-2**), 51-71.

110. Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L. Jones P.G. & Jarvis A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965–1978.

111. Hirzel A. H., Hausser J., Chessel D. & Perrin, N. (2002). Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, **83**, 2027-2036.

112. Houinato M. R. B. (2001). Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des monts Kouffè. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles, 219 p + annexes.

113. Houessou G. L. (2013). Assessing land use impact and indicators for sustainable conservation of W Biosphere Reserve and its bordering areas in Bénin. PhD Thesis, University of Abomey-Calavi, Republic of Bénin, 154 p.

114. Houinato M. R. B. et Sinsin B. (2000). La pression agro-pastorale sur la zone riveraine de la Réserve de la Biosphère de la Pendjari. *Tropicultura*, **18** (3), 112-117.

115. Houndénou C. (1999). Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide, diagnostic et modélisation. UMR 50 80 du CNRS, climatologie de l'espace tropicale, 341 p.

116. Hutchinson G .E. (1957). "Conclu ding remarks", Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, **22** (2), 415-427.

117. ILWAC et OSS (2013). Gestion Intégrée de La terre et de l'eau pour l'adaptation à la variabilité et au changement climatique au Mali : Guide méthodologique cartographie de la vulnérabilité face aux risques climatiques, 39p.

118. INSAE (2013). Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 4). Résultats provisoires, Direction des Etudes Démographiques, Cotonou, Bénin, 8p.

119. INSAE (2004). Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH3). Résultats définitifs. Cotonou, Bénin, 203 p.

120. INSAE (1994). Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH2). La population du Zou. Cotonou, Bénin, 45 p.

121. INSAE (1988). Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH1). La population du Zou. Cotonou, Bénin, 40 p.

122. IPCC (2001). Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.

123. IPCC (2007). Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 996 p.

124. Johnson J.B. & Omlandk.S. (2004). "Model selection in ecology and evolution", Trends in *Ecology & Evolution*, **19** (2), 101-108.

125. Kagoné O. (2006). Pastoralisme et aires protégées en Afrique de l'Ouest : Du conflit à la gestion concertée de la transhumance transfrontalière dans la région du Parc Régional W (Bénin, Burkina-Faso, Niger) 190 p.

126. Kearney M. (2006). Habitat, environment and niche: what are we modelling? *Oikos*, **115**, 186-191.

127. Kearney M. & Porter W. P. (2004). Mapping the fundamental niche: Phisiology, Climate, and the Distribution of a nocturnal lizard. *Ecology*, **85**, 3119-3131.

128. Kogan F.N. (1990). Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas. *Int. J. Remote Sens.*, **11**, 1405- 1419.

129. Labonne, M ; Magrong, P et Oustalet, I. (2002). Le secteur de l'élevage au Cameroun et dans les provinces du grand Nord : situation actuelle, contraintes, enjeux et défis. In *Savanes africaines* : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque. Garoua (Cameroun). 220 p.

130. Lahoz-Monfort J. J., Guillera-Arroita G., Milner-Gulland E. J.,Young R. P., & Nicholson E. (2010). Satellite imagery as a single source of predictor variables for habitat suitability modelling : How Landsat can inform the conservation of a critically endangered lemur. *Journal of Applied Ecology*, **47** (5), 1094-1102.

131. Lambin E.F., Turner B.L., Geist H.J., Agbola S.B., Angelsen A., Bruce. J.W., Coomes O.T., Dirzo R., Fisher G., Folke C., George P.S., Homewood K., Imbernon J., Leemans R., Li X., Moran E.F., Mortimore M., Ramakrishnan P.S., Richards J.F., Skanes H., Steffen W., Stine G.D., Svedin S., Veldkamp T.A., Vogel C., Xu J., (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, **11**, 261-269.

132. Leibold M. A. (1995). The Niche Concept Revisited : Mechanistic Models and Community Context. *Ecology*, **76**, 1371-1382.

133. Lenton S.M., FA J.E & J. Perez Del Val. (2000). A simple non parametric GIS model for predicting species distribution: endemic birds in Bioko Island, West Africa. *Biodiversity and Conservation*, **9**, 869-885.

134. Lombard J. (1957). Quelques notes sur les Peuls au Dahomey. *Bull. de l'information et correspond. de l'IFAN*, Janv. 1957. **73**, 5-7.

135. Ludwig J. A., Bastin G N. (2008). Rangeland condition: its meaning and use a discussion paper. (Australian Collaborative Rangelands Information System), 90p.

136. Luneau G. (2006). Spatialisation de l'aléa érosion des sols en Nouvelle Calédonie : Méthodologie définie sur les communes de Dumbea, Païta et Boulouparis. Rapport, 76p.

137. Mahamane. S et Mahamane. L. (2006). Evaluation de la flore et de la végétation dans certains sites traités et non traités des régions de Tahoua, Maradi et Tillaberi. Travaux de recherches, CRESA Niamey, 90 p.

138. Mama V. J., (2002). An integrated approach for land use/cover change analysis in a central region of Bénin Republic. PhD Thesis, Geography, University of Lagos, Lagos, 221 p.

139. Marage D. (2004). Déterminisme, dynamique et modélisation spatiale de la diversité floristique dans un contexte de déprise pastorale : Application à la gestion durable des espaces montagnards sous influence méditerranéenne. Thèse de doctorat, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts (ENGRE), Nancy, France, 236 p + annexes.

140. Martínez-Meyers E., Peterson T. A. & Hargrove W. W. (2004). Ecological niches as stable distributional constraints on mammal species, with implications for Pleistocene

extinctions and climate change projections for biodiversity. *Global Ecology & Biogeography*, **13**, 305-314.

141. Marty A., Bonnet B., Guibert B., (2006). La mobilité pastorale et sa viabilité. Entre atouts et défis in Note thématique N° 3. Juillet 2006. Iram. 7 p.

142. Maurizot P., Delfau M. (1995). Cartographie de la sensibilité à l'érosion, Province Sud de Nouvelle Calédonie, Rapport R38660, 72 p.

143. McVicar T.R, and Bierwirth, P.N., (2001). Rapidly assessing the 1997 drought in Papua New Guinea using composite AVHRR imagery. *International Journal of Remote Sensing*, **22** (11), 2109-2128.

144. Merzouk, A. (1994). Utilisation de la télédétection spatiale dans l'étude et l'inventaire des sols en zones semi-arides. *Télédétection de l'environnement dans l'espace francophone*, Sainte-Foy, PUQ, pp 21-30.

145. Moss, R. H. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, **463**, 747–756.

146. Niamir-Fuller, M. (1999). Managing mobility in African rangelands: The legitimization of transhumance. London, UK, Intermediate Technology Publications Ltd. 240 p.

147. Niang D. (1998). Les études de vulnérabilités aux changements climatiques. Le cas des pays africains côtiers. In bulletin *bio-ressources-énergie développement-accroissement*, **10**, 7-16.

148. Niasse M., A. Afouda et A. Amani, (2004). Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification : Eléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation, UICN, Gland (Suisse) et Cambridge 71 p.

149. Nicolaï J. P. (2007). Le concept de vulnérabilité, 6 p.

150. Nigel A., Tom K., Carter T., Ebi K., Jae E., Hallegatte S, Kriegler E., Ritu M., O'Neill B., Keywan R., Winkler H., Van D., Vuuren T., Zwickel, B.(2011). A framework for a new generation of socioeconomic scenarios for climate change impact, adaptation, vulnerability and mitigation research 420 p.

151. Nonguierma A. (2005). Les systèmes d'information géographique. Programme Majeur Information, 28 p.

152. Nori M. (2007). Mobile livelihoods, patchy resources & shifting rights: approaching pastoral territories. Thematic paper for the International Land Coalition (ILC), Rome, 54p.

153. OBEMINES (1989). Notice explicative de la Géologie à 1/200 000. 77 P + carte.

154. Ogouwalé E., (2004). Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA. UAC/FLASH/EDP, 103 p.

155. Ogouwalé E. (2006). Changements Climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarii et prospectives pour la sécurité alimentaire. Thèse de doctorat nouveau régime, EDP/FLASH, 301 p.

156. Okioh C. L. (1972) Contribution à l'étude morphologique des reliefs résiduels de la région de Dassa-Zoumé, Fita et Savalou (Dahomey) Thèse de 3ème cycle de géographie. Paris VII- 170 p.

157. Oloukoï J. (2012). Utilité de la télédétection et des Systèmes d'Information Géographique dans l'étude de la dynamique spatiale de l'occupation des terres au Centre du Bénin Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi. Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Cultures et Développement », 304 p.

158. 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.

159. Onibon, P. (1999). Définition d'une politique et d'un programme d'actions pour la gestion de la transhumance « durable », dans le cadre de la lutte contre la désertification au Bénin. Mission MEHU, Cotonou, Bénin, 65 p.

160. Onibon, P.& Adandédjan, C. (1990): Transhumance du bétail dans le Zou, MDRAC, Cotonou, Bénin 70 p.

161. Orekan V. O.A, (2007). Implementation of the local land-use and land-cover change model CLUE-s for Central Bénin by using socio-economic and remote sensing data. PhD. Thesis, Bonn University, 204 p.

162. Oumorou M., (2003). Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 240 p + annexes.

163. Ozenda P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Doin, Paris, France, 431 p.

164. Park T. (1948). “Experimental studies of interspecific competition. I. Comptition between populations of the flour beetles, Tribolium confusumDuval and Tribolium castaneaum Herbst”, *Ecological Monographs*, **18**, 265-307.

165. Pearson, R. G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., & Townsend P. (2006). Predicting species distributions from small numbers of occurrences records : A test case using cripticgeckos in Madagascar. *Journal of Biogeographie*, **34** (1), 102-117.

166. Pearson R. & Dawson P. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimatic envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography*, **12**, 361–371.

167. Peck M., Thorn J., Mariscal A., Baird A., Tirira D., & Kniveton, D. (2010). Focusing Conservation Effort for the critically Endangered Brown-headed Spider Monkey (Ateles fusciceps) Using Remote Seensing, Modeling, and Playback Survey Methods. *International Journal of Primatology*, **32** (1), 134-148.

168. Peterson A. T. (2001). Prediciting Specie's Geographic Distribution Based on Ecological Niche Modelling. *The Condor*, **103**, 599-605.

169. Phillips S.J., Anderson R.P. & Schapire R.E. (2006). Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**, 231–259.

170. Phillips S. J., Avenue P., & Park F. (2004). A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modelling, 655-662.

171. Pulliam H.R. (2000). On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*: pp349–361.

172. Ramade F. (1987). Les catastrophes écologiques. McGraw-Hill, Paris, France, 318 p.

173. République du Bénin, (2007). Loi n°2007-03 portant régime foncier rural en République du Bénin. Cotonou, Bénin, 15 p.

174. République du Bénin (1999a). Loi N° 97-029 du 15 janvier 1999 portant organisation des Communes en République du Bénin. Cotonou, Bénin, 15 p.

175. République du Bénin (1999b). Loi N° 97-028 du 15 janvier 1999 portant organisation de l’administration territoriale de la République du Bénin. Cotonou, Bénin, 40 p.

176. République du Bénin (1998). Loi nº98-030 portant loi-cadre sur l’environnement en République du Bénin, 62 p.

177. République du Bénin (1996). Décret n° 96-271 du 2 juillet 1996 portant modalités d'application de la Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin. DFRN, Cotonou, Bénin, 24 p.

178. République du Bénin. (1993). Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin. DFRN, Cotonou, Bénin, 26 p.

179. République Populaire du Bénin. (1987). La loi n° 87-13 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance en République du Bénin, Cotonou, Bénin, 15 p.

180. Richard A. J. & Jia X. (2006). Remote sensing-Digital image analysis. Springer, Germany, 4 th Edition, 454 p.

181. Rochegude A. (2000). Décentralisation, acteurs locaux et fonciers, 23 P.

182. Rodríguez J.P., Brotons L, Bustamante J & Seoane J. (2007). The application of predictive modeling of species distribution to biodiversity conservation. Diversity & Distribution DOI: 10.1111/j.1472-4642.2007.00356.x.

183. Roose E. (1994). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES), Bulletin pédologique de la FAO N°70, Département du développement durable de la FAO, (20 juin 2010).

184. Ruíz Pérez M. & Byron N. (1999). A methodology to analyze divergent case studies of non timber forest products and their development potential. *Forest Science*, **45** (1), 1–14.

185. Saïdou A., Adjei-Nsiah S., Kossou D., Sakyi-Dawson O. & Kuyper T. W., (2007). Sécurité foncière et gestion de la fertilité des sols : études de cas (Ghana et Bénin). *Cahiers Agricultures*: **16** (5), 405-412.

186. Saley A. (2006). Utilisation des nouvelles techniques de cartographie pour l'étude de la dynamique de l'occupation du sol dans la commune rurale de Namaro. Memoire de DESS, CRESA de Niamey, 82 pages.

187. Saliou A.R.A ; Oumorou M. Sinsin. B. A. (2015). Modélisation des niches écologiques des Ligneux Fourragers en condition de variabilité bioclimatique dans le Moyen-Bénin (Afrique de l'Ouest). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, **70** (4), 342-353.

188. Saliou A.R.A ; Oumorou M. Sinsin. B. A. (2014). Variabilités bioclimatiques et distribution spatiale des herbacées fourragères dans le Moyen-Bénin (Afrique de

l'Ouest) *Int. J. Biol. Chem. Sci*. **8** (6), 2696-2708, December 2014 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print).

189. Sampoux J.P., Huyghe C., (2009). Contribution of ploidy-level variation and adaptive trait diversity to the environmental distribution of taxa in the 'fine-leaved fescue' lineage (genus Festucasubg. Festuca). *Journal of Biogeography*, **36**, 1978–1993.

190. Sanchez-Cordero V., Cirelli V., Munguia M. & Sarkar S. (2005) Place prioritization for biodiversity representation using species' ecological niche modeling. *Biodiversity Informatics*, **2**, 11-23.

191. Schönegg G. et Martel P. (2006). Les conflits liés à la transhumance transfrontalière entre le Niger, le Burkina Faso et le Bénin 125 p.

192. Schwartz M.W. (2012). Using niche models with climate projections to inform conservation management decisions. *Biol. Conserv*., **155**, 149-156.

193. Sinsin, B., Sinandouwirou, TH. & Assogbadjo A. (2000). Caractérisation écologique de deux essences fourragères du Bénin: *Khaya senegalensis* (Desv) et *Afzelia africana* SM. Rapport d'étude IPGRI/SAFORGEN, Cotonou, Bénin, 130 p.

194. Sinsin B. (1997). La transhumance dans les aires protégées d'Afrique de l'Ouest, *Revue d'information PACIPE*, **5**, 4-14

195. Sinsin B. & Heymans J.C.(1988). Les problèmes liés à la transhumance des animaux domestiques à travers les Parcs Nationaux. *Nature et faune*, **4** (2), 27-31.

196. 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.

197. 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.

198. Swets J. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, **240**, 1285–1293.

199. Sy O. (2010). La transhumance transfrontalière source de conflits au Ferlo (Sénégal), M@ppemonde98, (2010)mappemonde.mgm.fr/num26/ articles/art10201.html), 13 p.

200. Tchamie, T.T.K. (2003). Les conflits sociaux liés à la transhumance, et leur règlement au Togo, *Sciences sociales et humaines,* Revue CAMES, Série, B. **5**, 103-113.

201. Tchiwanou M. (1994). Les fulƄe éleveurs face aux nouvelles stratégies de gestion participative des ressources forestières au Bénin. *Nature info Bénin* (**2-3**), 14-15 Cotonou, Bénin.

202. Teka O., Kindomihou V., Houessou L.G., Sinsin B. (2011). Diversité, capacité de charge et valeur pastorale des terres de parcours naturels. In Sinsin B. and Kampmann D. (eds). *Atlas de la Biodiversité de l´Afrique de l´Ouest*, **1**, 204-211.

203. Tente B., Baglo M. A., Dossoumou J. C., Yédomonhan H. (2011). Impacts des activités humaines sur les ressources forestières dans les terroirs villageois des communes de Glazoué et de Dassa- Zoumè au centre-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **5** (5), 2022-2030, October 2011.

204. Thébaub B. (1999). Gestion de l'espace et crise pastoral au Sahel. Etude comparative du Niger et du Yatanga burkinabé. Thèse de doctorat, Ecole des hautes Etudes en sciences sociales, Paris, France, 476 p.

205. Thorn, J. S., Nijman, V., Smith, D., & Nekaris, K. (2009). Ecological niche modelling as technic for assessing threats and setting conservation priorities for Asian slow lorises (Primates : Nycticebus). *Diversity and distributions*, **15** (2), 289-298.

206. Thuiller W., Albert, C., Araújo, M. B., Berry, P. M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G. F., Paterson, J., Schurr, F. M., Sykes, M. T. & Zimmermann, N. E. (2008). Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. Perspectives in Plant Ecology, *Evolution Systematics*, **9**, 137-152.

207. Tielkes.E, Schlecht.E, Hiermaux.P, (2001). Elevage et gestion de parcours au Sahel, implication pour le développement, Pages 49-54.

208. Toko I. (2008). Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des topos séquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat FLASH/UAC, 241 p.

209. Totin H.V.S. (2005). Tendance hydroclimatique et scénarii de gestion des ressources en eau sur les plateaux du sud-Bénin. Mémoire de DEA, EDP/FLASH, 85 p.

210. Toutain B. (2003). Pastoralisme et aires protégées : Coexistence ou concurrence, leçons tirées d'études de cas en Afrique de l'Ouest, ECOPAS, 5 p.

211. UDOPER. (2002). Les groupements professionnels des éleveuses et éleveurs de ruminants en marche, Plan d'action triennal des GPER 2003–2005, 58 p.

212. UNFCCC. (2008). Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA). Convention Cadre des Nations unies sur les changements climatiques, 81 p.

213. Unganai L.S., and F.N. Kogan. (1998). Drought monitoring and corn yield estimation in Southern Africa from AVHRR data, *Remote Sensing of Environment*, **63**, 219–232.

214. Urbina-Cardona J. N. & Loyola R.D. (2008). Applying niche-based models to predict endangered-hylid potential distributions : are neotropical protected areas effective enough? Tropical. *Conservation Science*, **1** (4), 417-445.

215. Van Sprundel. (2008), Une contribution à la compréhension de l'élevage mobile dans les régions de Zinder et de Diffa, Niger. Petit Atlas analytique et synthétique, 60 p.

216. Viau A. A., Vogt J. V. & Beaudin I. (2000). Comparison of a Satellite-Based and a Precipitation-Based Drought Index. *Canadian Journal of Remote Sensing*, **26**, 580-583.

217. Vissin W. E., (2007). Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin Béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, France, 285 p.

218. Vissin W. E. (2001). Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin Béninois du fleuve Niger. Mémoire de DEA, Université de Bourgogne, Dijon, 52 p.

219. Vodounou K. B. J., (2010). Les systèms d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Sô au Bénin-Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat, Université de Lomé, Togo, 308 p.

220. Vogt J.V. (1995). The use of low resolution satellite data for crop state monitoring possibilities and limitations (eur 16008 en). Agrometeorological Models: Theory and Applications in the *MARS Project*, 223-240.

221. Volkoff B. (1970). Carte pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200000. Feuille de Porto-Novo, étude n°121. ORSTOM, Cotonou-Bénin, 80 p + annexes.

222. Wane A., Ancey V. et Grosdidier B. (2011). Les unités pastorales du Sahel sénégalais : outils de gestion de l'élevage et des espaces pastoraux. Projet de développement durable, 15 p.

223. Wane A., Ancey V., Grosdidier B., (2006). « Les unités pastorales du Sahel sénégalais, outil de gestion de l'élevage et des espaces pastoraux. Projet durable ou projet de développement durable ». Développement Durable & Territoires, Dossier 8 : Méthodologies et pratiques territoriales de l'évaluation en matière de développement durable, 18 p.

224. Wiese M., Yosko I., Donnat M., (2004), « La cartographie participative en milieu nomade : un outil d'aide à la décision en santé publique - étude de cas chez les Dazagada du Bahr-El-Ghazal (Tchad) », *Médecine Tropicale*, **64**, 452-463.

225. Wiens, J. A., Stralberg, D., Jongsomjit, D., Howell, C. A. & Snyder, M. A. (2009). Niches, models, and climate change: Assessing the assumptions and uncertainties. Proceedings of the National Academy of Sciences, **106**, 19729-19736.

226. Wigley T. M. L. (1965) Climate and paleoclimate: what we can learn about solar luminosity variations. *Solar Phys*, **74**, 435-471.

227. Wotto J. (2003). Pratique de l'élevage des bovins au Bénin: son intégration dans les écosystèmes du terroir de Dogué. Université d'Abomey Calavi, Cotonou. Mémoire de DESS, 81 p + annexes.

228. Yabi I. (2007). Etude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi. Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Cultures et Développement », 239 p.

229. Yèdomohan H. (2002). Etude de la végétation saxicole du secteur méridional du centre du Bénin. Mémoire de maîtrise de Géographie, Abomey-Calavi, DGAT/FLASH/UAC, 94 p.

230. Zekpete E. I. S., (2009). Transhumance et changement climatique : Utilisation des outils d'aide à La décision dans la gestion durable des ressources des écosystèmes agropastoraux Soudano-Sahéliens du Bénin DESS/AGRN/ FSA/UAC 78 p.

PRINCIPAUX SITES WEB CONSULTES

1 http://www.gbif.org

2 http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm

3 http://www.worldclim.org/http://www.worldclim.org/

4 http://www.isp.ucar.edu//socioeconomic-pathways

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Variables environnementales et bioclimatiques du modèle 59
Tableau II. Caractéristiques des stations et postes pluviométriques retenus 61
Tableau III. Données de vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance 62
Tableau IV. Matrice de Confusion de la classification de l'image Landsat TM 1990..... 66
Tableau V. Matrice de Confusion de la classification de l'image Landsat TM 2000..... 67
Tableau VI. Matrice de Confusion de la classification de l'image Landsat ETM 2010 68
Tableau VII. Modèle d'accessibilité aux ressources fourragères dans le Moyen-Bénin..... 86
Tableau VIII. Modèle d'occurrences des conflits en fonction des périodes de transhumances .. 99
Tableau IX. Raisons des conflits de transhumance selon les acteurs..... 100
Tableau X. Propositions des acteurs pour une meilleure gestion des conflits de transhumance100
Tableau XI. Processus de règlement de conflits entre agriculteurs et éleveurs. 102
Tableau XII. Processus de règlement de conflits entre administration forestières et éleveurs.. 103
Tableau XIII. Contribution des variables généralisation des cartes de distribution potentielle 106
Tableau XIV : Superficies des parcours de transhumance en 1990 170
Tableau XV : Superficies des parcours de transhumance en 2000 172
Tableau XVI : Superficies des parcours de transhumance en 2010 173
Tableau XVII. Tendance évolutive des parcours de transhumance aux horizons 2025 et 2050174
Tableau XVIII. Proportion des unités d'occupation du sol de 1990 2010 dans le Moyen-Bénin 176
Tableau XIX. Projection des unités d'occupation du sol dans le Moyen-Bénin 178
Tableau XX. Evolution de la pluviométrie dans les postes de relevés pluviométriques..... 186
Tableau XXI. Evolution de Pluviométrie, Température, ETP et Indice de Stress Agroclimatique en 2050 dans le Moyen-Bénin 186
Tableau XXII. Modèle FFOM de suivi de la transhumance..... 189
Tableau XXIII. Disponibilité de couloirs de passage pour la transhumance..... 193
Tableau XXIV. Mode d'exploitation des ligneux au cours de la transhumance 194
Tableau XXV. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des classes d'âges des acteurs. 195
Tableau XXVI. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des origines des acteurs..... 196
Tableau XXVII. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des professionnels et acteurs directs 196
Tableau XXVIII. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction du niveau d'instruction des acteurs directs. 197
Tableau XXIX. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects. 198
Tableau XXX. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les agriculteurs 199
Tableau XXXI. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs indirects et les éleveurs 199
Tableau XXXII. Rangs des facteurs de vulnérabilité des ressources fourragères en fonction des acteurs directs et indirects 200
Tableau XXXIII. Vulnérabilités climatiques des parcours naturels selon les transhumants..... 205
Tableau XXXIV. Stratégies d'adaptation aux difficultés d'alimentation des troupeaux transhumants dans les terroirs de départ 222
Tableau XXXV. Stratégies d'adaptation aux difficultés d'alimentation des troupeaux transhumants au cours de la transhumance 223
Tableau XXXVI. Stratégies d'Adaptation aux difficultés d'abreuvement des troupeaux transhumants au cours de la transhumance 223

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte de situation du Moyen-Bénin 9
Figure 2. Régime pluviométrique moyen par station dans le Moyen-Bénin 33
Figure 3. Evolution de la température mensuelle entre 1965-2010 dans la station de Parakou .. 34
Figure 4. Evolution de la température mensuelle entre 1965-2010 dans la station de Savè 35
Figure 5. Evolution de la température mensuelle entre 1965-2010 dans la station de Bohicon .. 36
Figure 6. Unités géologiques du Moyen-Bénin 37
Figure 7. Formations pédologiques du Moyen-Bénin 39
Figure 8. Réseau hydrographique du Moyen-Bénin 47
Figure 9. Evolution de la population du Moyen-Bénin entre 1979 et 2013 49
Figure 10. Organigramme méthodologique de modélisation des vulnérabilités des parcours de transhumance du Moyen-Bénin aux inondations 74
Figure 11. Organigramme méthodologique de modélisation des vulnérabilités des parcours de transhumance du Moyen-Bénin à l'érosion hydrique 79
Figure 12. Organigramme méthodologique de modélisation des vulnérabilités à la sécheresse dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 82
Figure 13. Parcours de transhumance et sources d'abreuvement dans le Moyen-Bénin 85
Figure 14. Spatialisation des aires de pâturage accessibles dans les parcours de transhumance. 87
Figure 15. Mode d'accessibilité aux Aires de pâturages dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 88
Figure 16. Spatialisation des points d'eau accessibles dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 89
Figure 17. Mode d'accessibilité aux points d'eau dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 90
Figure 18. Spatialisation des cours d'eau accessible dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 91
Figure 19. Mode d'accessibilité aux cours d'eau dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin. 92
Figure 20. Spatialisation de l'accessibilité aux zones d'accueil dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 93
Figure 21. Positions des zones d'accueil et accessibilité aux sources d'abreuvement dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 94
Figure 22. Spatialisation des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin 96
Figure 23. Indicateurs spatialisés de typologie des conflits de transhumance dans le Moyen-Bénin 97
Figure 24. Dendrogramme de classification hiérarchique des conflits de transhumance suivant le calendrier pastoral traditionnel 98
Figures 25. Test de Jackknife sur la contribution du modèle à la distribution de *Daniellia oliveri* et d'*Afzelia africana* 107
Figure 26. Courbes des valeurs moyennes de l'AUC du modèle de distribution des ligneux fourragers dans le Moyen-Bénin 108
Figure 27. Aires de distribution géographique présente d'Afzelia Africana, Daniellia oliveri, Khaya senegalensis et Pterocarpus erinaceus dans le Moyen-Bénin 109
Figure 28. Prédiction de l'aire de distribution d'*Afzelia africana* selon les scénarii du modèle climatique MIROC 114
Figure 29. Prédiction et l'aire de distribution de *Daniellia oliveri* selon les scénarii du modèle climatique MIROC 119
Figure 30. Prédiction de l'aire de distribution de *Pterocarpus erinaceus* selon les scénarii du modèle climatique MIROC 124

Figure 31. Prédiction de l'aire de distribution de *Khaya senegalensis* selon les scénarii du modèle climatique MIROC 128
Figure 32. Sensibilité d'*Afzelia Africana* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin. 129
Figure 33. Sensibilité de *Daniellia oliveri* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin 129
Figure 34. Sensibilité de *Pterocarpus erinaceus* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin 130
Figure 35. Sensibilité de *Khaya senegalensis* aux variables bioclimatiques dans le Moyen-Bénin 130
Figure 36. Courbe de la valeur moyenne de l'AUC du modèle de distribution de *Andropogon chinensis, Andropogon gayanus, Andropogon tectorum* et *Andropogon schirensis* 131
Figure 37. Aires de distribution présente de *Andropogon chinensis Andropogon gayanus Andropogon schirensis* et *Andropogon tectorum* dans le Moyen-Bénin 135
Figure 38. Aire et Prédictions de distribution d'*Andropogon chinensis* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin 140
Figure 39. Aire et Prédictions de distribution d'*Andropogon gayanus* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin 145
Figure 40. Prédictions et Aire de distribution d'*Andropogon schirensis* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin 150
Figure 41. Prédictions et Aires de distribution d'*Andropogon tectorum* selon les scénarii du modèle climatique MIROC à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin 155
Figure 42. Réponses de *Andropogon chinensis* aux variables climatiques 156
Figure 43. Réponses de *Andropogon gayanus* aux variables climatiques Bio17, Landcover et Bio19, Bio13, Bio4 et Bio12 157
Figure 44. Réponses de *Andropogon schirensis* aux variables climatiques Bio12, Bio4 et Landcover et Bio13, Bio19 et Bio17 158
Figure 45. Réponses de *Andropogon tectorum* aux variables climatiques Bio19, Bio17 et Bio12, Bio4, Landcover et Bio13 159
Figure 46. Densité de population en 1992 dans le Moyen-Bénin 162
Figure 47. Densité de population en 2013 dans le Moyen-Bénin 163
Figure 48. Migration agricole dans le Moyen-Bénin 164
Figure 49. Estimation de l'évolution du cheptel bovin dans le Moyen Bénin 165
Figure 50. Pression du cheptel bovin sur les parcours de transhumance du Moyen Bénin 166
Figure 51. Estimation de l'évolution du cheptel Ovin dans le Moyen Bénin 167
Figure 52. Pression du cheptel ovin sur les parcours de transhumance du Moyen Bénin 167
Figure 53. Estimation de l'évolution du cheptel Caprins dans le Moyen Bénin 168
Figure 54. Pression du cheptel caprin sur les parcours de transhumance du Moyen Bénin 169
Figure 55. Distribution des parcours de transhumance en 1990 170
Figure 56. Distribution des parcours de transhumance en 2000 171
Figure 57. Distribution des parcours de transhumance en 2010 172
Figure 58. Bilan de la dynamique des parcours de transhumance de 1990 à 2010 dans le Moyen-Bénin 173
Figure 59. Occupation du Sol en 1990 dans le Moyen-Bénin 175
Figure 60. Occupation du Sol en 2000 dans le Moyen-Bénin 175
Figure 61. Occupation du Sol en 2010 dans le Moyen-Bénin 175
Figure 62. Synthèse de l'Occupation du Sol de 1990 à 2010 dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 177
Figure 63. Variation mensuelle des températures moyennes maximales de 1965 à 2010 179
Figure 64. Variation des températures moyennes maximales des mois les plus chauds (Fevrier-Mars) de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin 180

Figure 65. Variation mensuelle des températures minimales de 1965 à 2010..... 180
Figure 66. Variation des températures moyennes minimales des mois les plus froids (Juillet-Août) de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin 181
Figure 67. Répartition spatiale et saisonnière du régime pluviométrique de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin 182
Figure 68. Variabilité interannuelle des précipitations de 1965 à 2010 dans le Moyen-Bénin . 183
Figure 69. Projection des stations pluviométriques sur le plan factoriel (1x2) 184
Figure 70. Eboulis des valeurs propres des composantes de Moyenne pluviométriques mensuelle (1965-2010)..... 185
Figure 71. Carte de transhumance dans le Moyen-Bénin..... 187
Figure 72. Diagramme climatique et succession du calendrier traditionnel de transhumance dans la région de Parakou 191
Figure 73. Diagramme climatique et succession du calendrier traditionnel de transhumance dans la région de Savè 191
Figure 74. Diagramme climatique et succession du calendrier traditionnel de transhumance dans la région de Bohicon 192
Figure 75. Raisons d'amenuisement des aires de pâturage 193
Figure 76. Sensibilité des types de sols à l'inondation..... 206
Figure 77. Sensibilité de l'indice topographique à l'inondation..... 207
Figure 78. Sensibilité du couvert végétal à l'inondation..... 208
Figure 79. Sensibilité du flux d'accumulation d'eau à l'inondation..... 209
Figure 80. Sensibilité de l'indice pluviométrique à l'inondation..... 210
Figure 81. Vulnérabilités des parcours de transhumance à l'inondation dans le Moyen-Bénin 211
Figure 82. Sensibilité de l'indice topographique à l'érosion hydrique 212
Figure 83. Erosivité des pluies dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 213
Figure 84. Erodabilité des sols des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin..... 214
Figure 85. Sensibilité de l'érosion liée à occupation du sol 215
Figure 86. Vulnérabilités des parcours de transhumance à l'érosion hydrique 216
Figure 87. Sensibilité du NDVI au risque de sécheresse dans les parcours de transhumance .. 218
Figure 88. Sensibilité du SPI au risque de sécheresse dans les parcours de transhumance 219
Figure 89. Sensibilité de l'IDP au risque de sécheresse dans les parcours de transhumance.... 220
Figure 90. Vulnérabilités des parcours de transhumance du Moyen-Bénin à la sécheresse 221

LISTE DES PHOTOS

Photo 1. Vue partielle des collines à Savè 38
Photo 2. Galerie forestière le long de la rivière Okpara à Okéowo (Savè) 42
Photos 3. Production et dépôt de sacs de charbon à Bobè dans les formations naturelles..... 43
Photo 4. Savane boisée à *Danielia oliveri* à Gararou (Tchaourou) 44
Photo 5. Savane arborée arbustive à *Terminalia avicenioides* et à *Detarium microcarpum* à Idadjo (Ouèssè) (Cliché Saliou, Août 2014)..... 44
Photo 6. Savanes saxicoles à Odo Akaba (Tchaourou) 45
Photo 7. Troupeau transhumant traversant la rivière Couffo dans la Commune de Djidja 48
Photo 8. Point d'eau exploitée par les troupeaux transhumants à Tchatchou..... 90
Photo 10**.** Retour de transhumance dans la commune de Tchaourou 188
Photo 9**.** Troupeaux de bétail en transhumance dans la commune de Djidja 188
Photo 11. Exploitation du pâturage aérien (*Afzelia africana*) par un adolescent transhumant pour le bétail à Boukousséra dans l'arrondissement de Tchatchou 190
Photo 12. Champ de coton à Akpaka 201
Photo 13. Vue d'une partie d'un tas de bois d'œuvre à Bantè-Centre 202
Photos 14. Effet de l'érosion liée à la combinaison du piétinement et du ruisselement à Alafiarou et Boukoussera 217

ANNEXES

ANNEXE 1

Analyse de corrélation entre les variables bioclimatiques

Variables	BIO1	BIO19	BIO18	BIO17	BIO16	BIO15	BIO14	BIO13	BIO12	BIO11	BIO10	BIO9	BIO8	BIO7	BIO6	BIO5	BIO4	BIO3	BIO2
BIO1		-0,14	-0,15	-0,17	-0,03	0,49	-0,15	0,00	-0,11	0,55	0,58	0,24	0,63	0,07	0,36	0,50	-0,05	-0,01	0,24
BIO19			0,68	0,53	0,74	-0,47	0,47	0,72	**0,82**	0,40	-0,54	0,18	-0,33	-0,65	0,59	-0,57	-0,57	0,66	-0,68
BIO18				**0,77**	**0,78**	-0,53	0,70	**0,77**	**0,89**	0,55	-0,70	0,14	-0,36	**-0,80**	0,69	-0,73	**-0,76**	**0,85**	-0,74
BIO17					0,47	-0,47	**0,98**	0,49	0,67	0,26	-0,48	0,10	-0,22	-0,56	0,47	-0,53	-0,44	0,60	-0,62
BIO16						-0,41	0,42	**0,99**	**0,96**	0,68	-0,65	0,20	-0,41	**-0,77**	0,72	-0,65	**-0,81**	**0,78**	-0,66
BIO15							-0,41	-0,38	-0,52	-0,05	0,54	-0,34	0,60	0,45	-0,26	0,54	0,34	-0,41	0,58
BIO14								0,44	0,61	0,23	-0,42	0,08	-0,19	-0,50	0,42	-0,47	-0,38	0,54	-0,56
BIO13									**0,95**	0,70	-0,64	0,20	-0,39	**-0,78**	0,73	-0,64	**-0,82**	**0,79**	-0,66
BIO12										0,62	-0,70	0,19	-0,42	**-0,82**	0,73	-0,72	**-0,80**	**0,84**	-0,75
BIO11											-0,34	0,26	0,01	**-0,75**	**0,92**	-0,38	**-0,85**	**0,77**	-0,50
BIO10												0,06	0,66	**0,82**	-0,49	**0,97**	**0,78**	**-0,77**	**0,77**
BIO9													-0,27	-0,13	0,28	0,05	-0,15	0,17	-0,12
BIO8														0,39	-0,10	0,61	0,36	-0,33	0,46
BIO7															**-0,89**	**0,88**	**0,95**	**-0,95**	**0,91**
BIO6																-0,57	**-0,89**	**0,88**	-0,75
BIO5																	**0,79**	**-0,79**	**0,87**
BIO4																		**-0,94**	**0,76**
BIO3																			**-0,78**
BIO2																			

ANNEXE 2

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE RELATIF AUX ACTEURS DE MISE EN ŒUVRE ET DE GESTION DE LA TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN

Questionnaire destiné aux Eleveurs/Transhumants

N° fiche /__/ Nom de l'enquêteur: ..... Date…./…/…../

I- Identification

Caractéristiques	**Codes**	**Inscrire la réponse**
Département (**DEPART**)	1=Borgou, 2=Collines, 3=Donga, 4=Zou	/__/
Commune (**COMM**)	1=Bassila, 2=Bantè 3=Dassa, 4=Djidja, 5=Glazoué, 6=Ouèssè, 7=Savalou, 8=Savè, 9=Tchaourou	/__/
Arrondissement (**ARRON**)	A préciser	
Village/quartier de ville (**VILL**)	A préciser	
Zone de départ de transhumance(**ZODEPAR**)	A préciser	
Zone d'accueil de transhumance (**ZOACCUEIL**)	A préciser	

II- Caractéristiques socio-économiques de l'enquêté

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
Nom de l'enquêté **(NENQ)**	-	
Sexe **(SEX)**	1= masculin 0= Féminin	/__/
Ethnie **(ETHNI)**	-	
Age **(AGE)**	-	
Origine (**ORIGIN)**	1= Transhumant local (originaire de la commune d'accueil), 2= Transhumant national (en provenance d'autres communes du Bénin) ; 3=Transhumant international (Venant d'autres pays)	/__/
Période de transhumance (**PERIODTRANSM)**	Date de départ (à préciser)	
	Date d'arrivée (à préciser)	
	Lieu de départ ou d'origine (à préciser)	
Motifs de départ (**MOTIFDEPA)**	1=Recherche pâturages, 2= Recherche points d'abreuvement 3= habitudes traditionnelles 99= autres à préciser	/__/
Type de transhumance effectuée (**TYPTRANS)**	1=Petite transhumance, 2= Grande transhumance	/__/
Type de pâturages selon les connaissances endogènes (**TYPOPATUR)**	1=Yanè, 2=Dabuné, 3=Seeto, 4=Ceedu, 5=Autres à préciser	/__/
Situation matrimoniale **(SITMATR)**	1= Marié 2= Célibataire, 3= Veuf (ve), 4= divorcé, 5= autres à préciser	/__/
Niveau d'instruction **(NIVINST)**	1= aucun niveau, 2=Formation informelle, 3= Primaire, 4= Secondaire, 5= supérieur (universitaire)	/__/
Quelles sont les espèces fourragères ligneuses et herbacées que vous connaissiez autrefois? **(CONESP)**	Précisez-les	
Quelles sont les espèces fourragères ligneuses et herbacées que vous rencontrez de nos jours? **(ESPRENC)**	Précisez-les	
Quelles sont les espèces fourragères ligneuses et herbacées que vous utilisez plus? **(CONESP)**	Précisez-en quatre par ligneux ou herbacée et par ordre d'importance d'usage(1=1ère , 2=2ième , 3=3ième etc	
Trouvez-vous des espèces appétées dans les localités de départ **(ESPAPT)**	1= oui 0= non	/__/
Fréquence de rencontre d'espèces fourragères ligneuses ou herbacées (**FREQ**)	1=Toujours, 2=parfois, 3=pas du tout	/__/
Ou rencontrez-vous les espèces ? **(LIEURENC)**	1=champ, 2=Jachère, 3=Habitation, 4=Formation naturelle	/__/
Quelles sont les espèces fourragères ligneuses et herbacées que vous utilisiez et qui ont disparu ou sont rares aujourd'hui? **(ESPDISP)**	Précisez-les	

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
Quelles sont vos difficultés pour alimenter le bétail ? **(DIFALIMENT)**	Précisez-les	
Avez-vous suffisamment d'espace pastoral **(ESPPASTO)** Si Non, pourquoi ?	1= Oui 0= Non à Préciser	/__/
Quelles appréciations faites-vous du couvert végétal de façon générale ? **(APRCOUVVEG)**	Dégradé=1, Non dégradé=2	/__/
Quelles relations entretenez-vous avec les agriculteurs en matière de partage des ressources naturelles **(RELAPARTAG)**	Bon voisinage=1, Conflictuelle=2	/__/
Quelle appréciation faites-vous de la pluviométrie ? **(APRPLUVIO)**	1=Bonne, 2=Satisfaisante, 3=Mauvaise	/__/
Par quel indice savez-vous que la saison s'est installée ? **(INDICSAISON)**	à Préciser	
Sur quoi appuyez-vous pour marquer la fin de saison ? **(MARQSAISON)**	à Préciser	
Ces éléments de repère sont toujours valables de nos jours ? **(ELTVALABLE)**	1= Oui 0= Non	/__/
Avez-vous constaté une évolution du climat au cours de ces 20 dernières années **(EVOCLIM)**	0=défavorable, 1=acceptable, 2=favorable	/__/
Constatez-vous une modification des pluies? **(MODFPLUIE)**	1=Quantité, 2=Répartition spatiale, 3=Répartition temporelle	/__/
Niveau actuel des pluies **(NIVPLUIE)**	1=baissé, 2=Stable, 3=Augmenté	/__/
Depuis quand observez vous cette situation ? **(PERIODOBSV)**	1=Depuis 7 ans, 2=Il y a 20 ans, 3=Depuis 30 ans	/__/
Dans quel mois précisément observiez-vous vos premières gouttes de pluie il ya de cela 30 ans? **(MOISOBSVPASSE)**	1=Mai, 2=Juin, 3=Juillet, 4=Autres.	/__/
L'eau est-elle présente dans les marigots ? **(PRESEAU)**	1=Moins qu'avant ?, 2=Comme avant ?, 3=Plus qu'avant ?	/__/
Les parcours naturels sont-ils inondés pendant l'hivernage **(PARCOURINOND)**	1=OUI, 0=Non	/__/
Durée périodes froides **(DURPERIODFROID)**	1=Diminuée, 2=Stable, 3=Augmentée	/__/
Durée périodes chaudes **(DURPERIODCHAUD)**	1=Diminuée, 2=Stable, 3=Augmentée	/__/
Dans quel mois précisément observiez-vous vos premières gouttes de pluie de nos jours? **(MOISOBSVPRES)**	1=Mai, 2=Juin, 3=Juillet, 4=Autres	/__/
Les sols sont-ils sensibles à la variabilité des pluies **(VARPLUIESOL)**	A préciser	

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
La répartition des pluies a-t-elle des effets sur la productivité des parcours naturels ? **(PLUIPRODUCT)**	A préciser	
L'intensité des pluies a-t-elle des effets sur les sols ? **(INTPLUISOL)**	1=Erosion ?, 2=dégradation ?, 3=Encroutement ?	/__/
Pensez vous cela peut avoir une conséquence sur les ressources fourragères ? **(CONSRESFOUR)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Avez-vous observez un autre changement ? Si oui, **(OBSVCHANGMT)**	1=Oui, 0=Non Quoi par exemple	/__/
Quelle explication pouvez-vous donner à ce phénomène ? **(EXPLICPHENOM)**	à Préciser	/__/
Les pluies sont-elles suffisantes pour la restauration des parcours de transhumance et le développement des espèces fourragères ? **(SUFFPLUIE)**	1=Oui, 2=Non	/__/
Avez-vous constatez une hausse de la température ? **(HAUSTEMP)**	1=Oui, 2=Non	/__/
Si oui, à quel mois précisément observez vous cette hausse ? **(MOISHAUSTEMP)**	1=Novembre, 2=Décembre, 3=Janvier, 4=Février, 5=Autres	/__/
Il y a de cela dix à trente ans cette situation était-elle ainsi ? **(SIT30ANS)**	1=Oui, 0=Non :	/__/
Si oui comment pouvez-vous l'expliquer? **(EXPLIQ)**	1=Divin, 2=Naturel, 3= Anthropique, 4=Autres	/__/
Quelles sont les essences fourragères ligneuses et herbacées que vous trouvez sur les parcours naturels? **(FOURAGRENCONTRE)**	(Préciser par catégorie et ordre d'importance).	
Lesquelles sont appétées par les animaux ? **(FOURAGAPPETE)**	(Préciser par catégorie et ordre d'importance).	
Accédez-vous facilement à ces ressources ? **(ACCESRESSOURCE)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Pensez-vous que les ressources fourragères exploitées sont inépuisables ? **(RESINEPUIS)**	1=Oui, 0=Non :	/__/
Quelle projection de l'évolution en cours des ressources fourragères faites-vous ? **(EVOLFOURAG)**	1=Disponible, 2=Renouvelées, 3=Rares	/__/
Lesquelles de ces ressources fourragères autrefois appétées par les animaux ont disparu ou sont aujourd'hui rare sur les parcours ? **(FOURAGRARE)**	A citer	

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
Quelles autres espèces fourragères aussi bien ligneuses que herbacées alternatives utilisez-vous pour les remplacer ? **(FOURAGALTERN)**	A citer	
Que pensez-vous de l'état actuel des parcours naturels par rapport aux décennies passées ? **(PARCOURDECENPAS)**	1=Inchangées, 2=Changées	/__/
Sur quoi ont porté les changements ? **(TYPECHANGEMENTS)**	A préciser	
y a t- il des essences fourragères autrefois abondantes et qui aujourd'hui ont disparues ? **(FOURAGDISPARU)**	1=Oui, 0=Non. Si oui lesquelles ?	/__/
Expliquez pourquoi ? **(RAISONDISPARUTION)**	1=Surexploitation, 2=Sécheresse, 3=Autres	/__/
Quels sont les risques climatiques que vous connaissez dans votre milieu ? **(CONRISQCLIM)**	1=Sécheresse, 2=Inondation, 3=Chaleurs intenses, 4=Vents violents, 5=Autres	/__/
Par quels indicateurs reconnaissez-vous ces formes de risques climatiques? **(INDICRISQ)**	A préciser	
Ces risques portent-ils atteinte à la survie des espèces fourragères ? (**CONIMPACTRISQ)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Si oui, par quels indicateurs identifiez-vous les vulnérabilités liées à ces risques? **(INDICVULNE)**	A préciser	
Quelles sont alors ces vulnérabilités liées aux risques climatiques? **(VULNERABILITES)**	1=Assèchement sols, 2=érosion sols, 3=Changement aire distribution espèces fourragères, 4=Autres.	/__/
Disposez-vous de points d'abreuvements sur les parcours de transhumance ? (**PRESPOINTEAU)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Sont-ils distants des aires de parcours ? **(DISTAIREPARCOUR)**	1=Distants, 2=Proche	/__/
Sont-ils abondants dans les aires de parcours ? **(ABONDAIREPARCOUR)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Si non que faites-vous pour compenser le manque ? (**DISPOINSUF)**	A préciser	
De quels indicateurs disposez-vous pour apprécier une bonne saison ? **(INDICSAISON)**	A préciser	
Ces points d'abreuvement gardent-ils de l'eau toute la saison sèche ? **(PRESENCEEAU)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Disposez-vous dans le passé des couloirs de passage pour la transhumance ? (**PRESCOULPAS)**	1=Oui, 0=Non	/__/

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
Ces couloirs de passage existe-t-il encore aujourd'hui ? **(COULPASACTUEL)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Occupent-ils encore les mêmes positions ? **(POSITIONCOULPAS)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Respectez-vous ces couloirs lors des transhumances **(RESPECTCOUL)** Si non, pourquoi	1=Oui, 0=Non A préciser	/__/
Ces couloirs sont-ils occupés pas les agriculteurs **(OCCUPCOULPAS)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Si non, pourquoi ? **(CAUSES)**	A préciser	
Le nombre de couloir de passage que vous connaissiez ou empruntiez a-t-il diminué par rapport aux passé ? **(DIMUCOULPAS)** Si oui, il y a de cela combien de temps ?	1=Oui, 0=Non 1=10 ans, 2=20 ans, 3=50 ans	/__/ /__/
Qu'est-ce qui justifie cette disparition des couloirs de passage ? **(MOBILDIMUCOULPAS)**		
Quel est le nombre d'aire de pâturage que vous fréquentez il y a 10 ans ?20 ans ? 50 ans ? **(NOMBRAIREPATUR)**	A préciser	
Qu'est-ce qui justifie cet amenuisement des aires de pâturages ? **(DIMINUAIREPATUR)**	1=Extension aires de cultures, 2=pratiques inadaptées des feux de végétation, 3=sécheresse, 4=autres	/__/
Combien de fois les couloirs de passage ont été retracés depuis que vous les connaissez et les empruntez ? **(FREQRETRACECOUL)**	A préciser	
Qu'est-ce qui justifie leur repositionnement ? **(JUSTIFREPOSITION)**	1=la dynamique des aires de pâturages, 2=conflits avec agriculteurs, 3=autres	/__/
Qu'elle était la durée d'une saison sèche au cours d'une année, il y a de cela 10 à 20 ans ? **(DUREESAISONSECHPAS)**	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois	/__/
Qu'elle est de nos jours la durée d'une saison sèche au cours d'une année? **(DURESAISONSECHPRES)**	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois	/__/
Qu'elle était la durée d'une saison pluvieuse au cours d'une année, il y a de cela 10 à 20 ans ? **(DUREESAISONPLUIVPAS)**	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois	/__/
Qu'elle est de nos jours la durée d'une saison pluvieuse au cours d'une année? **(DURESAISONPLUIVPRES)**	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois	/__/

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
Vous arrive t-il d'être en conflit avec des agriculteurs ? **(CONFLITAGRICULT)**	1=Oui, 0=Non.	/__/
Si oui, quelles en sont les raisons ? **(CAUSES)**	A préciser	
Comment se règlent finalement ces conflits ? **(REGLCONFLIT)**	1=A l'amiable, 2=Contre payement d'amendes	/__/
Y a-t-il autant d'arbres ? **(PRESARBRES)**	1=Comme avant ? 2=Plus qu'avant ? 3=Moins qu'avant ?	/__/
Fréquence des pluies sur les points d'eau **(FREQPLUIES)**	1=Assèchement ?, 2=Ensablement ?, 3=Amélioration ?	/__/
Mode d'exploitation des ligneux au cours de la transhumance **(MODEXPLIGN)**	1=émondage au quart, 2=émondage au tiers, 3=émondage à moitié, 4=émondage total	/__/
Mode d'exploitation des herbacés au cours de la transhumance **(MODEXPHERB)**	A préciser	
Comment adaptez-vous aux difficultés d'alimentation en sécheresse dans les terroirs de départ **(ADAPTALIMDEP)**	1=Exploitation des résidus de récoltes, 2=Cultures fourragères, 3=autres	/__/
Comment adaptez-vous aux difficultés d'alimentation en sécheresse **(ADAPTALIM)**	1=Exploitation des pâturages de galerie, 2=Exploitation des bas-fonds, 3=Exploitation des prairies hydromorphes, 4=Exploitation des ligneux	/__/ /__/ /__/ /__/
Comment adaptez-vous aux difficultés d'abreuvement en sécheresse **(ADAPTABREUV)**	1=Exploitation des retenues d'eau pérennes, 2=Exploitation du fleuve Ouémé, 3=Exploitation de la rivière Zou, 4=Exploitation de la rivière Okpara	/__/ /__/ /__/ /__/
Quelles sont les espèces fourragères non appétées dans le passé par les animaux et qui de nos jours à cause de la péjoration climatique sont appétées ?		
Quelles sont les impacts de la consommation de ces essences sur les animaux transhumants ?	1=Perte de poids, 2=Gain de poids, 3=maladies diarrhéique, 4=indigestion, 5=Protège les animaux	/__/ /__/ /__/ /__/
Où trouvez-vous les meilleurs pâturages lors des transhumances ?	1= dans les bas-fonds, 2=sur les collines, 3=dans les forets protégées	/__/ /__/ /__/ /__/
Par expériences et avec vos connaissances endogènes, la manifestation climatique d'une année dans le passé vous a-t-elle permis de prédire un évènement présent ?Si Oui, citer l'évènement et expliquer	1=Oui, 0=Non.	/__/
Par expériences et avec vos connaissances endogènes, la manifestation climatique d'une année dans le présent peut-t-elle vous permettre de prédire un évènement du futur ? Si Oui, citer l'évènement et expliquer	1=Oui, 0=Non.	/__/

Caractéristiques	Code	Inscrire la réponse
Arrivez-vous à partir des indicateurs de la manifestation des pluies violentes, à prédire leur avènement dans le futur ? Si Oui, citer les indicateurs et expliquer	1=Oui, 0=Non.	/__/
Arrivez-vous à partir des indicateurs de la manifestation de la sécheresse, à prédire leur avènement dans le futur ? Si Oui, citer les indicateurs et expliquer	1=Oui, 0=Non.	/__/

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE RELATIF AUX AGRICULTEURS DANS LE CADRE DE LA GESTION DE LA TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BÉNIN

N° fiche /__/ Nom de l'enquêteur: ..... Date…./…/…../

III- Identification

Caractéristiques	Codes
1 - Département (**DEPART**)	1=Borgou/__/, 2=Collines/__/, 3=Donga/__/, 4=Zou/__/
2 - Commune (**COMM**)	1=Bassila/__/, 2=Bantè/__/ 3=Dassa/__/, 4=Djidja/__/, 5=Glazoué/__/, 6=Ouèssè/__/, 7=Savalou/__/, 8=Savè/__/, 9=Tchaourou/__/
3 - Arrondissement (**ARRON**)	A préciser
4 -Village/quartier de ville (**VILL**)	A préciser
5 -NOM	A préciser
6 - SEXE (**Sex**)	1= Masculin /__/, 2= Féminin /__/

I- Connaissances et pratiques portant sur facteurs écologiques/Environnementaux/Climatiques

Caractéristiques	Code
-7Quelle appréciation faite-vous de la pluviométrie ? **ARPLUI**	1=Suffisant/__/, 2= Insuffisant/__/3= Rare/__/
8-Si elle est insuffisante ou rare, quelles en sont les raisons ? (**INSRARAI**)	1= Volonté divine/__/ 2= Feux de végétation/__/ 3=Accroissement des superficies cultivées /__/ 4= Autre
9-Quand avez-vous constaté cette modification du rythme pluviométrique ? (**QDCNMRYPL)**	1= 5 ans/__/, 2= 10 ans/__/, 3=15 ans /__/ 4= 20 ans /__/ 5=autres
10-Quelle est le mois pendant lequel la pluie débutait(**QMODBPL)**	1= Janvier/__/, 2= Février/__/, 3=Mars /__/ 4= Avril
11-Quelle mois débute la pluie de nos jours ?(**QLMODNJ)**	1= Janvier/__/, 2= Février/__/, 3=Mars /__/ 4= Avril 5=Mai /__/
12-Quelle étais le mois de fin de la saison des pluies(**QLMIFSPL)**	1= Octobre/__/, 2= Novembre/__/, 3=Décembre /__/ 4= Autre
13-Quelle est le mois de fin de saison pluvieuse de nos jours ?(**QLNJRMFP)**	1= Septembre/__/ 2= Octobre/__/, 3= Novembre/__/, 4=Décembre /__/

Caractéristiques	**Code**
14-Conséquence de l'abondance des pluies sur une courte durée (**CONABPLU)**	1 = Inondation /__/2 = Erosion /__/3 = Perte d'eau par ruissèlement et évaporation
15-Avez-vous constaté une hausse de la chaleur ? (**AVCHCLEUR**)	1= Oui/__/ 2= Non/__/
16-Si oui à quelle saison précisément observez-vous cette hausse de la chaleur ?(**SIQUESAIHAUS**)	1=Setto/__/, 2= Yaane/__/ 3= Dabuné/__/4= Ceedu/__/
17-Prédiction des paysans sur les conditions d'avènement de la pluie (**PRPYCAPLUI)**	1 = Forte humidité relative/__/ 2 =Forte chaleur/__/3 = Formation de nuage/__/4 = Vents violents/__/
18-Appréciation de la quantité d'eau qui tombe selon les paysans(**APQUETMPY)**	1 =Abondante sur une courte durée/__/2 = Abondante sur une durée moyenne/__/3 = Abondante sur une longue durée/__/
19-Quelles sont les risques climatiques que vous connaissez dans votre milieu ?(**RSCLCOMIL)**	1= Sécheresse/__/ 2= Inondation /__/ 3=Chaleur intense 4= Vent violent/__/ 5= Autres/__/
20-Comment trouvez-vous actuellement les rendements de vos produits par rapport au passé ?(**CMTRACRMNT)**	1= Elevé/__/ 2= Faible /__/ 3=Moyen 4= Pareil/__/
21-Pouvez-vous en donnez les raisons ?(**RAISON)**	1= Déficit pluviométrique/__/ 2= Mauvaise qualité des semis /__/ 3=Baisse de la fertilité des sols 4= Autres/__/
22-Y a-t-il des paysans qui ont quitté le village à cause du déficit pluviométrique ? (**PYSQUTE)**	1= Oui/__/ 2= Non/__/
20-Comment arrivez-vous à surmonter les difficultés en cas d'une longue sécheresse(**CMSURMOT)**	A préciser
23-Si vous pensez que les pluies ne sont pas comme avant, comment organisez-vous votre calendrier de travail de nos jours ?(**ORGCALTRA)**	Défriche précoce 1=oui /__/, 2= non /__/ 2=Aucune mesure 1=oui /__/, 2= non /__/
24-Quelles pratiques agricoles utilisez-vous pour s'adapter aux changements climatiques ?(**PRTAGCHCLI)**	1=Diversification de culture oui /__/, 2= non /__/ 2= Autres /__/ à préciser
25-Existe-t-il d'autres solutions pour s'adapter aux changements climatiques ?(**SOLADCHCLM)**	1= Exode rural/__/ 2= Migration saisonnière/__/3= Emigration/__/
26-Quelles relations entretenez-vous avec les éleveurs transhumant en matière de partage de l'espace rural ?(**RELAVTRNASH)**	1= Cohabitation conflictuelle/__/ 2= Cohabitation pacifique/__/ 3= autres/__/

Caractéristiques	Code
27-Si conflit, quelles en sont les raisons ?(**RAISONS)**	1=Destruction des cultures/__/, 2= Occupation des couloirs de passage par aires de cultures/__/ 3= Autres/__/
28-Mode de gestion des conflits avec les éleveurs transhumants(**MOGESCONF)**	1=Règlement à l'amiable/__/, 2=payement d'amande/__/, 3=Atres/__/
29-Les éleveurs disposent-ils des couloirs de passage pour la transhumance ? (**PRESCOULPAS)**	1=Oui, 0=Non
30-Respectez-vous ces couloirs lors de vos travaux agricoles **(RESPECTCOUL)** Si non, pourquoi	1=Oui, 0=Non A préciser

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX CHARBONNIERS (CARBONISATION)

Identification de l'enquêté

1. Régime foncier et mode d'accès aux ressources forestières

1.1 A qui appartiennent les terres ? 1. Collectivités 2. Individus 3.Etat

1.2 Modes d'accès aux ressources forestières

1. Accès libre sur les terres privées et supportant les ressources forestières
2. Accès autorisé par l'administration forestière sur toutes les terres quelque soit le type de
3. Accès libre sur toutes les terres
4. Achat auprès des propriétaires terriens
5. Accès autorisé par les autorités locales
6. Autres à préciser

2. Evolution de la disponibilité des ressources forestières pour la fabrication du charbon

2.1 Où trouviez-vous il y a 10 ans du bois pour la fabrication du charbon ? (Localiser approximativement ces zones en utilisant comme point de référence le village où vous êtes, les quatre points cardinaux et les villages environnants)

2. 2 Où trouvez-vous actuellement du bois pour la fabrication du charbon ? (Localiser approximativement ces zones en utilisant comme point de référence le village où vous êtes, les quatre points cardinaux et les villages environnants)

2.3 Quelles sont les techniques de fabrication du charbon de bois que vous utilisez actuellement ?

1. Technique de meule en fosse	3. Technique du four
2. Technique de surface ou de meule aérienne	4. Autres techniques à préciser

2.4 – Quelles sont les essences que vous exploitez pour la fabrication du charbon ?

2.5 Combien faut-il en moyenne de pied (s) d'arbre (s) pour obtenir un sac de charbon ?

2.6 Comment percevez-vous l'évolution de la disponibilité des ressources forestières pour la fabrication du charbon du bois ?

Disponibilité des ressources forestières pour la carbonisation	**Suffisant**	**Insuffisant**
1. Disponibilité des ressources forestières il y a 20 ans		
2. Disponibilité des ressources forestières il y a 10 ans		
3. Disponibilité des ressources forestières actuellement		
4. Disponibilité des ressources forestières dans l'avenir		

2.7 Justifiez votre réponse……

2.8 En cas d'insuffisance des ressources forestières pour la carbonisation, quelles sont les dispositions que vous pourriez prendre ?

1. Réduction de la quantité du bois à exploiter 2. Abandon de la carbonisation et reconversion professionnelle 3. Recherche du bois vers d'autres Communes 4. Quelles sont ces Communes ?.....

3. Ligneux fourragers exploités pour la carbonisation

Qu'est-ce qui justifie l'amenuisement des aires de pâturages ?	1=Extension aires de cultures, 2=pratiques inadaptées des feux de végétation, 3=sécheresse, 4= exploitation forestière, 5=autres

4.

Qu'elle était la durée d'une saison sèche au cours d'une année, il y a de cela 10 à 20 ans ?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois
Qu'elle est de nos jours la durée d'une saison sèche au cours d'une année? **(DURESAISONSECHPRES)**	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois
Qu'elle était la durée d'une saison pluvieuse au cours d'une année, il y a de cela 10 à 20 ans ?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois
Qu'elle est de nos jours la durée d'une saison pluvieuse au cours d'une année?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois

5. Perception de l'évolution des formations forestières

5.1 Comment percevez-vous l'état des forêts ?

1. Dégradée 2. Non dégradée

5.2 Selon vous quels sont les activités et/ou facteurs qui contribuent à la dégradation des forêts (Donner un score à chaque activité)

Activités	**Scores (0=Pas d'impact, +1 =impact positif,**
1. Agriculture	
2. Elevage	
3. Chasse	
4. Exploitation du bois de service et de bois	
5. Carbonisation	

Facteurs	**Scores (0=Pas d'impact, +1 =impact positif, -1=impact**
1. Croissance démographique	
2. Arrivée des migrants agricoles	
3. Régime foncier	
4. Politiques agricoles	
5. Textes et lois forestiers	
6. Urbanisation	
7. Perturbations climatiques	
8. Besoins croissants du bois	

7. Efforts de reboisement

7.1 Avez-vous une plantation ?

1. Oui

2. Non

- Si oui, quelle est l'espèce

lantée ?

d- Superficie

8. Quelles sont les solutions que vous préconisez pour conserver la forêt tout en pratiquant la carbonisation ?

Nom & Signature de l'Enquêteur

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX EXPLOITANTS FORESTIERS (BOIS D'ŒUVRE ET BOIS DE SERVICE)

Identification de l'enquêté

1. Régime foncier et mode d'accès aux ressources forestières

1.1 A qui appartiennent les terres ? 1. Collectivités 2. Individus 3. Etat

1.2 Modes d'accès aux ressources forestières

1. Accès libre sur les terres privées et supportant les ressources forestières
2. Accès autorisé par l'administration forestière sur toutes les terres quelque soit le type
3. Accès libre sur toutes les terres
4. Achat auprès des propriétaires terriens
5. Accès autorisé par les autorités locales
6. Autres à préciser

2. Evolution de la disponibilité des ressources forestières

2.1 Où étaient situés vos zones d'exploitation forestière ? (Localiser approximativement ces zones en utilisant comme point de référence le village où vous êtes, les quatre points cardinaux et les villages environnants)

2. 2 Où sont situés actuellement vos zones d'exploitation forestière? (Localiser approximativement ces zones en utilisant comme point de référence le village où vous êtes, les quatre points cardinaux et les villages environnants)

2.3 Quelles sont les techniques d'abattage des essences de valeur ?

1. Abattage à la scie
2. Abattage à la tronçonneuse
3. Abattage à la hache
4. Autres techniques à préciser

2.4 – Quelles sont les essences de valeur que vous exploitez ?

2.5 Comment percevez-vous l'évolution de la disponibilité des ressources forestières ?

Disponibilité des ressources forestières	**Suffisant**	**Insuffisant**
1. Disponibilité des ressources forestières il y a 20 ans		
2. Disponibilité des ressources forestières il y a 10 ans		
3. Disponibilité des ressources forestières actuellement		
4. Disponibilité des ressources forestières dans l'avenir		

2.6 Justifiez votre réponse……

2.7 En cas d'insuffisance des ressources forestières, quelles sont les dispositions que vous pourriez prendre ?

1. Réduction de la quantité du bois à exploiter 2. Abandon de l'exploitation forestière et reconversion vers d'autres activités 3. Recherche du bois vers d'autres Communes

2.8 Quelles sont ces Communes ?.....

3 Epuisement du bois d'œuvre

Pensez-vous que les ligneux exploités sont inépuisables ?

4. Perception de l'évolution des formations forestières

4.1 Comment percevez-vous l'état des forêts ?

1. Dégradée 2. Non dégradée

4.2 Selon vous quels sont les activités et/ou facteurs qui contribuent à la dégradation des forêts (Donner un score à chaque activité)

Activités	**Scores (0=Pas d'impact, +1 =impact positif, -1=impact négatif)**
1. Agriculture	
2. Elevage	
3. Chasse	
4. Exploitation forestière	
5. Carbonisation	
Facteurs	**Scores (0=Pas d'impact, +1 =impact positif, -1=impact négatif)**
1. Croissance démographique	
2. Arrivée des migrants	
4. Politiques agricoles	
5. Textes et politiques	
6. Urbanisation	
7. Perturbations climatiques	
8. Besoins croissants du bois	

5. Impacts de la dégradation des formations végétales

. Quels sont les impacts environnementaux de la dégradation des formations végétales ?

6. Efforts de reboisement

6.1 Avez-vous une plantation ?

1. Oui 2. Non

6.2 Si oui, quelle est l'espèce plantée ?

6.3 Superficie

6.4 Dans l'avenir, quelle est votre préférence entre l'exploitation forestière et la sylviculture (Plantations) ?

1. Exploitation forestière 2.Plantations

Pourquoi……

7. Quelles sont les solutions que vous préconisez pour conserver la forêt tout en

pratiquant l'exploitation forestière ?

Fréquence de rencontre d'espèces ligneuses	1=Toujours, 2=parfois, 3=pas du tout	
Quelle appréciation faites-vous de la pluviométrie ?	1=Bonne, 2=Satisfaisante, 3=Mauvaise	/__/
Par quel indice savez-vous que la saison s'est installée ?	à Préciser	
Sur quoi appuyez-vous pour marquer la fin de saison ?	à Préciser	
Ces éléments de repère sont toujours valables de nos jours ?	1= Oui 0= Non	/__/
Avez-vous constaté une évolution du climat au cours de ces 20 dernières années ?	0=défavorable, 1=acceptable, 2=favorable	/__/
Constatez-vous une modification des pluies?	1=Quantité, 2=Répartition spatiale, 3=Répartition temporelle	/__/
Niveau actuel des pluies **(NIVPLUIE)**	1=baissé, 2=Stable, 3=Augmenté	/__/
Depuis quand observez vous cette situation ? **(PERIODOBSV)**	1=Depuis 7 ans, 2=Il y a 20 ans, 3=Depuis 30 ans	/__/
Dans quel mois précisément observiez-vous vos premières gouttes de pluie il ya de cela 30 ans? **(MOISOBSVPASSE)**	1=Mai, 2=Juin, 3=Juillet, 4=Autres.	/__/
L'eau est-elle présente dans les marigots ? **(PRESEAU)**	1=Moins qu'avant ?, 2=Comme avant ?, 3=Plus qu'avant ?	/__/
Les parcours naturels sont-ils inondés pendant l'hivernage **(PARCOURINOND)**	1=OUI, 0=Non	/__/
Durée périodes froides **(DURPERIODFROID)**	1=Diminuée, 2=Stable, 3=Augmentée	/__/
Durée périodes chaudes **(DURPERIODCHAUD)**	1=Diminuée, 2=Stable, 3=Augmentée	/__/
Dans quel mois précisément observiez-vous vos premières gouttes de pluie de nos jours? **(MOISOBSVPRES)**	1=Mai, 2=Juin, 3=Juillet, 4=Autres	/__/
Les sols sont-ils sensibles à la variabilité des pluies **(VARPLUIESOL)**	A préciser	
La répartition des pluies a-t-elle des effets sur la productivité des parcours naturels ? **(PLUIPRODUCT)**	A préciser	
L'intensité des pluies a-t-elle des effets sur les sols ? **(INTPLUISOL)**	1=Erosion ?, 2=dégradation ?, 3=Encroutement ?	/__/
Pensez vous cela peut avoir une conséquence sur les ressources fourragères ? **(CONSRESFOUR)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Avez-vous observez un autre changement ? Si oui, **(OBSVCHANGMT)**	1=Oui, 0=Non Quoi par exemple	/__/
Quelle explication pouvez-vous donner à ce phénomène ? **(EXPLICPHENOM)**	à Préciser	/__/
Les pluies sont-elles suffisantes pour la restauration des parcours de transhumance et le développement des espèces fourragères ? **(SUFFPLUIE)**	1=Oui, 2=Non	/__/
Avez-vous constatez une hausse de la température ? **(HAUSTEMP)**	1=Oui, 2=Non	/__/
Si oui, à quel mois précisément observez vous cette hausse ? **(MOISHAUSTEMP)**	1=Novembre, 2=Décembre, 3=Janvier, 4=Février, 5=Autres	/__/

Il y a de cela dix à trente ans cette situation était-elle ainsi ? **(SIT30ANS)**	1=Oui, 0=Non :	/__/
Si oui comment pouvez-vous l'expliquer? **(EXPLIQ)**	1=Divin, 2=Naturel, 3= Anthropique, 4=Autres	/__/
Quelles sont les essences fourragères ligneuses et herbacées que vous trouvez sur les parcours naturels? **(FOURAGRENCONTRE)**	(Préciser par catégorie et ordre d'importance).	
Lesquelles sont appétées par les animaux ? **(FOURAGAPPETE)**	(Préciser par catégorie et ordre d'importance).	
Accédez-vous facilement à ces ressources ? **(ACCESRESSOURCE)**	1=Oui, 0=Non	/__/
Pensez-vous que les ressources fourragères exploitées sont inépuisables ? **(RESINEPUIS)**	1=Oui, 0=Non :	/__/
Quelle projection de l'évolution en cours des ressources fourragères faites-vous ? **(EVOLFOURAG)**	1=Disponible, 2=Renouvelées, 3=Rares	/__/

Qu'elle était la durée d'une saison sèche au cours d'une année, il y a de cela 10 à 20 ans ?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois
Qu'elle est de nos jours la durée d'une saison sèche au cours d'une année?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois
Qu'elle était la durée d'une saison pluvieuse au cours d'une année, il y a de cela 10 à 20 ans ?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois
Qu'elle est de nos jours la durée d'une saison pluvieuse au cours d'une année?	1=cinq mois, 2=six mois, 3=moins de cinq mois, 4=plus de six mois

Nom & Signature de l'Enquêteur

Guide d'entretien pour les institutions intervenant dans la gestion de la transhumance dans le Moyen-Bénin

Entretiens en trois parties :

- Fonctionnement de l'institution
- Information sur la transhumance
- Conseil, proposition de zone d'étude

Fonctionnement de l'institution

- Nom et fonction de la personne
- Activités, domaines d'activités de l'institution
- Actions menées, localisation de ces actions

- Niveau d'intervention et structure
- Documentation, brochures, rapports
- Partenaires, groupements et associations

Information sur la transhumance

- Quelle est votre perception de la transhumance
- Perception de la transhumance par les autochtones
- Différence entre transhumance transfrontalière et nationale
- Lieu d'origine des transhumants
- Quantité, flux d'éleveurs, ethnie, religion
- Location des principaux axes de transhumances
- Location des zones d'accueilles
- Types de conflits répertoriés, quantités, régularité (fréquence) et ampleur
- Acteurs impliqué généralement dans les conflits
- Gestion des conflits, comment
- Qui part en transhumance (homme, animal)
- Production de lait
- Feux de végétation (préventif ou tardif)

Conseil, proposition de zone d'étude

- Etudes existantes dans une zone de conflits
- Conseil de zone d'étude (flux important de transhumants, présence de conflits avérés, zone proche d'une aire protégée (parc)
- Argumentation, justification, acteurs, types de conflits, institutions sur place

Guide d'entretien pour les institutions dans la zone d'étude

Entretien en deux parties :

- Fonctionnement de l'institution
- Information sur la transhumance : Perception et fonctionnement, réglementation et gestion, problèmes et conflits, aires protégées, recommandations et solutions

I. INSTITUTION

Fonctionnement de l'institution

- Nom et fonction de la personne
- Activités, domaines d'activités de l'institution
- Actions menées, localisation de ces actions

- Niveau d'intervention et structure
- Documentation, brochures, rapports
- Partenaires, groupements et associations et liens avec ces organisations

II. PERCEPTION ET FONCTIONNEMENT

Perception de la transhumance

Quelle est votre perception de la transhumance :

- En général
- Différence entre transhumance transfrontalière et nationale
- Avantages et désavantages (TTF, TN)
- Perception de la transhumance par les autochtones

Fonctionnement de la transhumance :

- Lieu d'origine des transhumants
- Quantité, flux d'éleveurs, ethnie, religion
- Localisation des principaux axes de transhumances
- Localisation des zones d'accueilles

III. REGLEMENTATION ET GESTION

Réglementation de la transhumance

- Que pensez-vous de l'interdiction de la TTF ?
- Quelles sont les réglementations par rapport à la transhumance (textes de Loi, accords, décrets) qui sont importantes au niveau régional ?
- Faiblesse de la réglementation et manque de rigueur dans l'application des Lois ?
- Lien avec la décentralisation ⇨ quel est le rôle de l'administration locale ? Est-ce que c'est un plus pour la gestion et réglementation de la transhumance ?

Gestion de la transhumance : acteurs et leurs rôles

- Quels sont les différents acteurs sur place ?
- Quel est votre rôle dans la gestion de la transhumance ? (et depuis quand ?)
- Quels sont vos rapports avec les différentes institutions et organisations locales ?
- Quelles sont les activités concrètes menées pour la gestion de la transhumance ? (TTF/TN) ⇨ accords formels et informels (couloirs, accès à l'eau et pâturage, etc.)
- A votre avis : quels sont les points forts et les points faibles dans la gestion de la transhumance dans votre région ?

IV. PROBLEMES ET CONFLITS

Conflits et gestion

- Problèmes rencontrés par rapport à la transhumance ? Quelles sont les causes ?
  - mauvaise gestion des ressources/foncier,
  - manque d'espace : croissance démographique, migration, avance du front agricole (coton)
  - faiblesse : information, éducation, communication ; - dégradation/surpâturage
- Nature des conflits : douce, violente ou meurtrière
- Causes de conflits : les droits de pacage, l'accès à l'eau et pâturage, divagation, etc.
- Conflits répertoriés, quantités, régularité (fréquence) et ampleur
- Acteurs impliqués généralement dans les conflits
- Gestion des conflits ⇨ comment ? (à l'amiable ou non, acteurs, amendes, qui est coupable, etc.)
- Votre rôle dans la gestion des problèmes et des conflits
- Relations avec d'autres acteurs sur place (institutions/organisations, pouvoir coutumier)
- Existe-t-il des conventions locales (accords informel et coutumier) ?
- Conflits liés à la TTF respectivement à la TN ⇨ différence ?

V. AIRES PROTEGEES

Aires protégées

- Est-ce qu'il y a des aires protégées dans votre région ? (lesquelles ?)
- Que pensez-vous de la protection de ces espaces ?
- Est-ce que des transhumants vont dans les aires protégées, d'où viennent-ils ? Est-ce que les agro-pasteurs locaux vont dans les aires protégées ?
- Quels sont les problèmes que vous rencontrez avez les gestionnaires (forestiers) de ces aires ?

VI. RECOMMENDATIONS, SOLUTIONS

Quelles seraient-les :

- Actions/démarche pour une meilleure gestion de la transhumance
- Actions/démarche pour une résolution des problèmes liés à la transhumance
- Actions/démarche pour une meilleure gestion des conflits
- Quel serait votre rôle (position) dans les différentes actions

ANNEXE III : Textes réglementant la transhumance

REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTERE DE L'INTERIEUR DE LA SECURITE ET DE L'ADMINISTRATION TERRITORIALE

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

S O M M A I R E

COORDINATION DES ACTIONS RELATIVES A LA TRANSHUMANCE.

CTPEP 23-1-92

AMPLIATIONS :

ORIGINAL	1
JORB	1
P R	1
SGG	1
IGE	1
C S	1
P G	1
TOUS MINISTERES	20
CTPEP/MDR	1
/ELEVAGE	1
DFRN/MDR	1
TOUS DEPARTEMENTS	6
CARDER	6
CHRONO	1

COURRIER ARRIVEE LE 22/1/1992 SOUS N° 536

27/1/92

ARRETE INTERMINISTERIEL

-o+o+o+o+o+o+o+o-

ANNEE 1992 - N° 010 /MISAT/MDR/D-CAB

Portant création, organisation, attributions et fonctionnement des Comités de transhumance

LE MINISTRE DE L'INTERIEUR, DE LA SECURITE ET DE L'ADMINISTRATION TERRITORIALE

&

LE MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL

VU la Loi n° 90-032 du 11 Décembre 1990 portant Constitution de la République du Bénin ;

VU la Décision n° 91-042/HCR/PT du 30 Mars 1991 portant proclamation des résultats définitifs du 2è tour des élections présidentielles du 24 Mars 1991 ;

VU le Decret n° 91-176 du 29 Juillet 1991 portant composition du Gouvernement ;

VU la Loi n° 87-013 du 21 Septembre 1987 portant règlementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance;

VU le Decret n° 91-218 du 25 Septembre 1991 fixant la composition des Cabinets du Président de la République et des Ministres ;

VU le Decret n° 91-269 du 3 Décembre 1991 portant Organisation, Attributions et Fonctionnement du Ministère de l'Intérieur, de la Sécurité et de l'Administration Territoriale ;

MINISTERE DE L'INTERIEUR, DE
L'ADMINISTRATION TERRITORIALE
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

1998 N° 0032 MISAT/SGM/DCAB
PORTANT ORGANISATION DE LA TRANSHU-
MANCE 1998 - 1999.

- LE MINISTRE DE L'INTERIEUR, DE LA SECURITE ET DE L'ADMINISTRATION TERRITORIALE ;

- LE MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL,

Vu la Loi n° 90-032 du 11 Décembre 1990 portant Constitution de la République du Bénin ;

Vu la Décision n° 91-042/CCR/PT du 30 Mars 1991 portant proclamation des résultats définitifs du deuxième tour des élections présidentielles du 24 Mars 1991 ;

Vu le Décret n° 93-199 du 08 Septembre 1993 portant composition du Gouvernement ;

Vu le Décret n° 91-269 du 03 Décembre 1991 portant Organisation, attributions et fonctionnement du Ministère de l'Intérieur, de la Sécurité et de l'Administration Territoriale ;

Vu le Décret n° 91-301 du 31 Décembre 1991, portant attributions, Organisation et fonctionnement du Ministère du Développement Rural ;

Vu l'Arrêté Interministériel n° 010/MISAT/MDR/D-CAB du 20 Janvier 1992 portant création, organisation, attributions et fonctionnement des Comités de transhumance.

Sur proposition du Comité National de Transhumance.

A R R E T E N T

ARTICLE 1ER : En attendant l'adoption du Décret d'application de la Loi n° 87-013 du 21 Septembre 1987 portant règlementation de la vaine pâture ; de la garde des animaux domestiques et de la transhumance, il est institué au niveau des Départements de l'Atacora, de l'Atlantique, du Borgou, du Mono et du Zou :

- des postes d'entrée obligatoires ;
- des couloirs d'accès aux zones de pâturage ;
- des zones d'accueil ou de pâturage ;
- des taxes d'entrée ;
- un dépôt de caution à l'entrée ;
- des sanctions aux contrevenants.

.../...

COMMUNAUTE ECONOMIQUE DES ETATS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

VINGT-ET-UNIEME SESSION ORDINAIRE DE LA CONFERENCE DES CHEFS D'ETAT ET DE GOUVERNEMENT

ABUJA, 30 - 31 OCTOBRE 1998

DECISION A/DEC.5/10/98 RELATIVE A LA REGLEMENTATION DE LA TRANSHUMANCE ENTRE LES ETATS MEMBRES DE LA CEDEAO

LA CONFÉRENCE DES CHEFS D'ETAT ET DE GOUVERNEMENT,

VU les Articles 7, 8 et 9 du Traité Revisé de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) portant création de la Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement et définissant sa composition et ses fonctions;

VU l'Article 25 dudit Traité relatif à la coopération entre les Etats membres en vue du développement agricole et de la sécurité alimentaire ;

CONVAINCUE que le développement de l'élevage fait partie intégrante d'une politique de sécurité alimentaire ;

CONSCIENTE que l'élevage dans les pays de la communauté est confronté à de nombreuses difficultés aussi bien d'ordre technique, climatique que juridique et socio-économique ;

CONVAINCUE également que dans les conditions actuelles des moyens dont disposent les Etats membres de la CEDEAO, la transhumance est utile à la sauvegarde et à l'accroissement de la production du bétail ;

REPUBLIQUE DU BENIN

PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE

DECRET N° 2009-241 DU 09 JUIN 2009

Portant création du Comité chargé de régler les problèmes récurrents de transhumance entre les éleveurs peulhs et les agriculteurs sur le territoire national.

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE
CHEF DE L'ETAT,
CHEF DU GOUVERNEMENT,

Vu la loi n° 90-032 du 11 décembre 1990 portant Constitution de la République du Bénin ;

Vu la proclamation le 29 mars 2006 par la Cour Constitutionnelle des résultats définitifs de l'élection présidentielle du 19 mars 2006 ;

Vu le décret n° 2006-638 du 27 octobre 2006 portant composition du Gouvernement ;

Vu le décret n 2006-289 du 14 juin 2006 fixant la structure type des Ministères ;

Vu le décret n° 2007-470 du 19 octobre 2007 portant attributions, organisation et fonctionnement du Ministre de l'Intérieur et de la Sécurité Publique ;

Vu l'arrêté interministériel n° 01/Ministre de l'Intérieur et de la Sécurité Publique/MDR/D-CAB du 20 janvier 1992 portant création, organisation, attribution et fonctionnement des Comités de Transhumance ;

Sur proposition du Ministre de l'Intérieur et de la Sécurité Publique ;

Le Conseil des Ministres entendu en sa séance du 1er avril 2009 ;

DECRETE :

Article 1er : Il est créé un Comité chargé de régler les problèmes récurrents transhumance entre les éleveurs peulhs et les agriculteurs.

Article 2 : Le Comité est composé comme suit :

Président : le Ministre de l'Intérieur et de la Sécurité Publique ;

JD

REPUBLIQUE POPULAIRE DU BENIN

PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE

LOI N° 87-013 du 21 Septembre 1987

portant réglementation de la Vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance.

L'ASSEMBLEE NATIONALE REVOLUTIONNAIRE a délibéré et adopté en sa séance du 21 Août 1987,

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE promulgue la Loi dont la teneur suit:

Article 1er.- La vaine pâture, la divagation des animaux domestiques et la transhumance sont soumises aux dispositions de la présente Loi.

CHAPITRE I

DEFINITION

Article 2:- La vaine vâture est le droit pour un éleveur de faire paître son bétail sur les espaces naturels et non clos d'autrui après la récolte.

Peut faire l'objet de vaine pâture, l'ensemble des espaces libres ou pâturages utilisés pour l'alimentation des animaux domestiques.

Il est distingué quatre types de pâturages :

- les pâturages naturels ou parcours du bétail qui constituent l'ensemble des espaces libres naturels traditionnellement destinés à la pâture des animaux ;

- les jachères ou espaces cultivableslaissés au repos ou non exploités ;

- les pâturages artificiels aménagés pour la production de fourrages ou réservés à cet effet ;

- les pâturages post-culturaux, ou ensemble des surfaces cultivées entièrement libérées des récoltes, constitués par les restes des sous-produits agricoles (pailles, foin...).

.../...

ANNEXE IV

Estimation de l'évolution du cheptel Caprins dans le Moyen Bénin de 2008 à 2013

Communes	**CAPRINS**						
	Années						**Total**
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Bassila	8 200	8 250	8 400	8 580	8 800	9 000	54730
Tchaourou	16 300	16 400	17 000	17 300	17 700	18 000	102700
Bantè	14 700	14 750	14 800	15 100	15 400	15 600	75550
Dassa-Zounmè	14 600	14 650	14 800	15 100	15 400	15 800	90350
Glazoué	30 000	30 100	30 800	32 000	32 600	32 800	188300
Ouèssè	16 000	16 100	16 400	16 700	17 000	17 500	99700
Savalou	41 000	41 200	41 800	43 000	43 900	44 000	254900
Savè	15 000	15 100	15 300	15 600	15 900	16 000	92900
Djidja	23 900	24 000	25 000	25 500	26 500	27 000	151900
Total	1797100	180550	169500	188880	193200	195700	1107530

Source : Estimation Direction de l'Elevage, 2014

Communes	**BOVINS**						
	Années						
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**Total**
Bassila	15 900	16 280	16 790	17 230	17 680	18 020	261130
Tchaourou	40 700	41 700	42 800	43 930	45 000	47 000	112610
Bantè	17 600	18 000	18 410	18 900	19 700	20 000	126470
Dassa-Zounmè	19 500	20 100	20 520	21 060	22 290	23 000	123330
Glazoué	18 500	19 100	19 500	21 000	22 230	23 000	82800
Ouèssè	12 900	13 200	13 550	13 900	14 250	15 000	170683
Savalou	26 000	26 600	27 300	28 000	30 783	32 000	112770
Savè	17 800	18 000	18 470	18 900	19 700	19 900	73000
Djidja	10 900	11 100	11 370	11 670	13 960	14 000	101900
Total	179800	184080	188710	194590	205593	211920	1164693

Source : Estimation Direction de l'Elevage, 2014

Estimation de l'évolution du cheptel Caprins dans le Moyen Bénin

Communes	**OVINS**						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	**Total**
Bassila	8 800	8 920	9 000	9 190	9 370	9 450	
Tchaourou	13 700	14 100	14 300	14 600	14 900	15 000	86600
Bantè	3 900	3 950	4 050	4 200	4 280	4 300	24680
Dassa-Zounmè	3 900	3 950	4 050	4 200	4 280	4 300	24680
Glazoué	5 300	5 400	5 500	5 620	5 730	5 800	33350
Ouèssè	4 100	4 200	4 300	4 390	4 480	4 500	25970
Savalou	7 700	7 800	8 000	8 170	8 230	8 300	48200
Savè	4 200	4 300	4 400	4 490	4 580	4 600	26570
Djidja	6 500	6 540	6 700	6 840	6 932	7 000	40512
Total	58100	59160	60300	61700	62782	63250	365292

Source : Estimation Direction de l'Elevage, 2014

ANNEXE V : Travaux Scientifiques

Participation aux *Journées Scientifiques Internationales de Lomé (JSIL 2014)*

Thème de communication :

« Variabilités bioclimatiques et prédiction de la distribution de *Afzelia africana* à l'horizon 2070 dans le Moyen-Bénin ».

Quatrième Colloque UAC 2015

Thème de communication

« Indicateurs spatialisés de gestion des conflits d'usage autour des aires de transhumance de la zone de transition guinéo-soudanienne du Moyen-Bénin ».

Publications Scientifiques

Variabilités bioclimatiques et distribution spatiale des herbacées fourragères dans le Moyen-Bénin (Afrique de l'Ouest)

1 Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LaRBA/EPAC/UAC), 01 BP 2009, Cotonou, Bénin. E-mail : madjidou.oumorou@gmail.com

2 Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA/FSA/UAC), 02 BP 388 Parakou, Bénin. E-mails : salitour2005@yahoo.fr ; bsinsin@gmail.com

*** Auteur correspondant : 02 BP 388 Parakou, Bénin. E-mail : salitour2005@yahoo.fr.**

A.R.A. SALIOU [1,2]* , M. OUMOROU [1,2] & B.A. SINSIN[2]

Modélisation des niches écologiques des ligneux fourragers en condition de variabilité bioclimatique dans le moyen-bénin (afrique de l'ouest)

1 Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LaRBA/EPAC/UAC), 01 BP 2009, Cotonou, Bénin. E-mail : madjidou.oumorou@gmail.com

2 Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA/FSA/UAC), 02 BP 388 Parakou, Bénin. E-mails : salitour2005@yahoo.fr ; bsinsin@gmail.com

*** Auteur correspondant : 02 BP 388 Parakou, Bénin. E-mail : salitour2005@yahoo.fr.**

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE i
REMERCIEMENTS iv
ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES vi
RESUME vii
ABSTRACT viii
INTRODUCTION GENERALE 1
PREMIERE PARTIE : CADRES THEORIQUE ET GEOGRAPHIQUE, ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE 6
CHAPITRE PREMIER : CADRE THEORIQUE DE LA RECHERCHE 7
1.1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE 7
1.2 JUSTIFICATION DU CHOIX DE LA ZONE DE RECHERCHE 8
1.3 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 9
1.3.1 Objectif global 9
1.3.2 Objectifs spécifiques 9
1.4 HYPOTHESES DE RECHERCHE 10
1.5 DEFINITION DES CONCEPTS 10
1.6 REVUE DE LA LITTERATURE 18
1.6.1 Historique de la transhumance au Bénin 19
1.6.2 Causes et situation des changements climatiques dans le monde 20
1.6.3 Variabilité climatique en Afrique de l'Ouest 21
1.6.4 Impacts de la variabilité et des changements climatiques sur la production agricole 21
1.6.5 Impacts socio-économiques de la variabilité et des changements climatiques 22
1.6.6 Stratégies d'adaptation et d'atténuation des changements climatiques 22
1.6.7 Elaboration des scénarii d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES) 23
1.6.8 Historique de la niche écologique et distribution spatiale des espèces 24
1.6.10 Variabilité climatique-Impacts transhumance de bétail- et Stratégies d'adaptation des éleveurs 30
CHAPITRE DEUXIEME : CADRE GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL 32
2.1 CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE 32
2.1.1 Caractéristiques biophysiques du Moyen-Bénin 32
2.1.1.1 Contexte climatique du Moyen-Bénin 32
2.1.1.2 Contexte géologique et géomorphologique du Moyen-Bénin 36
2.1.1.3 Formations pédologiques du Moyen-Bénin 39
2.1.1.4 Paysage végétal du Moyen-Bénin 41
2.1.1.5 Réseau hydrographique du Moyen-Bénin 46
2.1.2 Caractéristiques socio-démographiques et économiques 48
2.1.2.1 Evolution démographique 48
2.1.2.2 Groupes socioculturels de la région d'étude 49
2.1.2.3 Activités socioéconomiques 50
2.2 ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL ET POLITIQUE DE GESTION DE LA TRANSHUMANCE 51
2.2.1 Contexte politique de gestion de la transhumance 51
2.2.2 Cadre institutionnel et organisationnel de la transhumance dans le Moyen-Bénin 52
2.2.3 Cadre législatif et réglementaire de la transhumance 52
2.2.3.1 Niveau national 52
2.2.3.2 Niveau sous-régional 54
CHAPITRE TROISIEME : DEMARCHE METHODOLOGIQUE 56

3.1- FONDEMENTS THEORIQUES 56
3.2 METHODES DE COLLECTE DES DONNEES 56
3.2.1 Collecte des données d'enquêtes socio-économiques 56
3.2.2 Collecte de données cartographiques 58
3.2.3 Collecte de données de modelisation de la niche écologique 58
3.2.4 Collecte de données de dynamique des parcours de transhumance 60
3.2.5 Collecte des données de variabilité climatique et de vulnérabilités des parcours de transhumance 60
3.3 METHODE DE TRAITEMENT DES DONNEES 63
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS DE LA RECHERCHE 84
CHAPITRE QUATRIEME : CARTOGRAPHIE DE L'ACCESSIBILITE AUX PARCOURS ET SOURCES D'ABREUVEMENT DES TROUPEAUX TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN 85
4.1 SPATIALISATION DES PARCOURS ET SOURCES D'ABREUVEMENT DES TROUPEAUX TRANSHUMANTS 85
4.2 INDICATEURS SPATIALISES D'ACCESSIBILITE AUX RESSOURCES FOURRAGERES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN 86
4.2.1 Relation entre période de transhumance et accessibilité aux ressources pastorales 86
4.2.2 Analyse spatiale de l'accessibilité aux aires de pâturage 87
4.2.3 Analyse spatiale de l'accessibilité aux points d'eau 89
4.2.4 Analyse spatiale de l'accessibilité aux cours d'eau 91
4.2.5 Analyse spatiale des conditions d'accessibilité aux zones d'accueil 92
4.3 CONFLITS D'USAGES AUTOUR DES AIRES DE TRANSHUMANCE 94
4.3.1 Facteurs d'occurrence des conflits d'usage autour des aires de transhumance 95
4.3.2 Typologie des conflits d'usage autour des aires de transhumance 95
4.3.2 1 Spatialisation des conflits d'usage autour des aires de transhumance 96
4.3.2. 2 Conflits entre agriculteurs et éleveurs transhumants 97
4.3.2 3 Conflits entre éleveurs autochtones et allochtones 98
4.3.3 Classification hiérarchique des conflits en fonction des périodes de transhumances 98
4.3.4 Modélisation de l'occurrence des conflits dans le Moyen-Bénin 99
4.3.5 Avis des différents acteurs sur les conflits liés à la transhumance 100
4.3.6 Modes de gestion des conflits liés à la transhumance 101
CHAPITRE CINQUIEME : MODELISATION DE LA NICHE ECOLOGIQUE ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES ESPECES FOURRAGERES DANS LE MOYEN-BENIN 106
5.1 MODELISATION DES NICHES ECOLOGIQUES ET DISTRIBUTION DES LIGNEUX FOURRAGERS *PTEROCARPUS ERINACEUS, KHAYA SENEGALENSIS, AFZELIA AFRICANA* ET *DANIELLIA OLIVERI* EN CONDITION DE VARIABILITES BIOCLIMATIQUES 106
5.1.1 Contribution des variables environnementales et bioclomatiques au modèle 106
5.1.2 Importance des variables dans l'exécution du modèle 106
5.1.3 Validation du modèle 107
5.1.4 Distribution potentielle des quatre ligneux fourragers importants 108
5.1.5 Sensibilité des ligneux fourragers aux variables bioclimatiques dans le moyen-Bénin 128
5.2 VARIABILITES BIOCLIMATIQUES ET DISTRIBUTION SPATIALE DES HERBACEES FOURRAGERES IMPORTANTES DANS LE MOYEN-BENIN 130
5.2.1 Evaluation du modèle 130

5.2.2 Modélisation de la distribution géographique des herbacées fourragères les plus convoitées par les éleveurs transhumants dans le Moyen-Bénin 131
5.2.2.1 Distribution potentielle présente d'Andropogon gayanus, Andropogon chinensis, Andropogon schirensis et Andropogon tectorum dans le Moyen-Bénin ...131
5.2.2.2 Distribution potentielle future d'Andropogon schirensis, Andropogon gayanus, Andropogon chinensis, et Andropogon tectorum dans le Moyen-Bénin.....136
5.2.3 Impact des variabilités climatiques sur la distribution des herbacées fourragères les plus convoitées par les transhumants dans le Moyen-Bénin.....155
CHAPITRE SIXIEME : PREDICTION DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....161
6.1 FACTEURS ANTHROPIQUES DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....161
6.1.1 Densité de population de 1992 à 2013 dans le Moyen-Bénin 161
6.1.2 Migration agricole.....164
6.1.3 Evolution du cheptel et dégradation des parcours de transhumance 165
6.1.3 1 Evolution du cheptel bovin des parcours de transhumance 165
6.1.3.2 Contribution à la dégradation des parcours de transhumance par le cheptel bovins 166
6.1.3 3 Evolution du cheptel ovin des parcours de transhumance 166
6.1.3.4 Contribution à la dégradation des parcours de transhumance par le cheptel Ovin.....167
6.1.3 5 Evolution du cheptel caprin des parcours de transhumance.....168
6.1.3.6 Contribution à la dégradation des parcours de transhumance par le cheptel caprins.....168
6.2 DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 169
6.2.1 Répartition des parcours de transhumance en 1990.....169
6.2.2 Répartition des parcours de transhumance en 2000.....171
6.2.3 Répartition des parcours de transhumance en 2010.....172
6.2.4 Synthèse de dynamique des parcours de transhumance de 1990 à 2010 173
6.2.5 Dynamique prospective des parcours de transhumance dans le Moyen-Bénin.....174
6.3 DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN.....174
6.3.1 Occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin 174
6.3.2 Taux de couverture des unités d'occupation du sol de 1990 à 2010 dans le Moyen-Bénin.....176
6.3.3 Détection des changements de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin de 1990 à 2010 176
6.3.4 Projection à court et à moyen terme de la dynamique de l'occupation du sol dans les parcours de transhumance du Moyen-Bénin.....177
CHAPITRE SEPTIEME : VARIABILITES CLIMATIQUES DANS LES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DU MOYEN-BENIN 179
7.1 FACTEURS CLIMATIQUES DE LA DYNAMIQUE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....179
7.1.1 Régime des températures.....179
7.1.2 Régime des précipitations.....181
7.1.3 Analyse en Composante Principale (ACP) de la pluviométrie.....184
7.1.4 Projection de pluviométrie Température et ETP et Indice de Stress Agroclimatique à l'horizon 2050 dans le Moyen-Bénin 185
7.2 PRATIQUES DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....187

7.2.1 Spatialisation de la transhumance dans le Moyen-Bénin 187
7.2.2 Forces Faiblesses Opportunités Menaces de la transhumance dans le Moyen-Bénin 188
7.3 REGIME D'HUMIDITE ET PRATIQUES DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....190
7.4 PERCEPTIONS DES TRANSHUMANTS SUR LES PRATIQUES ET LA GESTION DE LA TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 193
CHAPITRE HUITIEME : VULNERABILITES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.....195
8.1 PERCEPTIONS COMMUNAUTAIRES DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES RESSOURCES FOURRAGERES.....195
8.2. ANALYSE DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES RESSOURCES FOURRAGERES SELON LES DIFFERENTS ACTEURS.....201
8.3 VULNERABILITES CLIMATIQUES DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE ET STRATEGIES D'ADAPTATION DANS LE MOYEN-BENIN 205
*8.3.1 Perceptions des transhumants sur les vulnérabilités climatiques des parcours*205
8.3.2 Modélisation des vulnérabilités climatiques des parcours de transhumance ...205
8.4 ADAPTATION DES TRANSHUMANTS AUX VULNERABILITES CLIMATIQUES DES PARCOURS NATURELS.....222
8.4.1 Adaptation aux difficultés d'alimentation des troupeaux transhumants.....222
8.4.2 Adaptation aux difficultés d'abreuvement des troupeaux transhumants 223
TROISIEME PARTIE : DISCUSSION GENERALE.....225
CHAPITRE NEUVIEME : DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET ACCESSIBILITE DES ESPECES FOURRAGERES PAR LES TRANSHUMANTS DANS LE MOYEN-BENIN 226
9.1 EVALUATION DU MODELE MAXENT 226
9.2 PREDICTION DE LA DISTRIBUTION DES ESPECES FOURRAGERES EXPLOITEES PENDANT LA TRANSHUMANCE.....227
9.3 CARTOGRAPHIE DE L'ACCESSIBILITE AUX RESSOURCES FOURRAGERES 228
9.4 TYPOLOGIE ET MODES DE GESTION DES CONFLITS DE TRANSHUMANCE 229
CHAPITRE DIXIEME : VULNERABILITES CLIMATIQUES ET DYNAMIQUE DE LA VEGETATION DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN.231
10.1 VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE MOYEN-BENIN.....231
10.2 VULNERABILITE DES PARCOURS DE TRANSHUMANCE DANS LE MOYEN-BENIN 232
10.3 FACTEURS DE LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE LA VEGETATION 233
10.3.1 Facteurs directs de la dégradation des parcours de transhumance 233
10.3.2 Facteurs indirects de la dégradation des parcours de transhumance.....234
10.4 INTERET DE LA MODELISATION PREDICTIVE DES FORMATIONS VEGETALES.....238
CONCLUSION GENERALE.....239
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....243
LISTE DES TABLEAUX 263
LISTE DES FIGURES 264
LISTE DES PHOTOS 266
ANNEXES.....267